

目 錄

- 壹、前言
- 貳、日本高速道路之概況
- 參、日本 ITS 發展沿革與未來展望
- 肆、交通控制系統
- 伍、災害防治系統
- 陸、電子收費系統
- 柒、VICS 系統
- 捌、Smart Cruise 系統
- 玖、結論與建議

壹、前言

在世界各國全力發展智慧型運輸系統（ITS），以謀求做為下一世紀解決交通問題之重要策略之際，我國亦全力投入相關之規劃與建設，而高速公路智慧化亦為本局未來重要業務發展項目。因此為吸收國外智慧型運輸系統（ITS）領域的發展經驗，本局特別透過交通部向經濟部國際合作處申請，以「智慧型高(快)速公路系統建置與運作」為主題派員赴日本考察，以了解日本在智慧型運輸系統發展現況，以做為本局在推動相關業務的參考。

此次考察由本局技術組王科長令璋，率同北區交控中心許主任鈺漳及交管組吳志傑、張崇智兩位工程司前往，自 89 年 11 月 12 日起，至 12 月 2 日止共計三週時間（其間王科長因故提前返國，改派交管組王憲生工程司接續後續行程）。在日方受託安排單位（國際建設技術協會）的安排下，共計拜訪道路新產業開發機構(HIDO)、走行支援道路開發機構、VICS 中心、日本道路公團、阪神高速道路公團、本州四國連絡橋公團、首都高速道路公團、兵庫縣警察局、神戶市建設局等單位，並參加於建設省土木研究所舉辦之「Smart Cruise – Demo 2000」研討會，行程如表 1-1 所示。

參訪單位中道路新產業開發機構以及走行支援道路開發機構兩單位，主要是從事 ITS 策略及方向之研究與制訂，因此經由拜訪中了解日本在發展 ITS 的策略、架構及主要發展方向；在 VICS 中心則實地了解日本在先進用路人資訊系統的運作機制；而參訪實際執行高速道路 ITS 建設的日本、阪神、本四連絡橋及首都等四個高速道路公團，則是了解日本高速道路 ITS 建設的現況，包括交通資訊的收集與發佈、道路事件預警及反應設施、電子收費（ETC）系統的建置與發展現況等；而由兵庫縣警察局及神戶市建設局，則得以了解日本在地方道路主管單位與高速道路間如何相互配合的運作方式。行程最後參加之「Smart Cruise – Demo 2000」研討會，則可說是日本近幾年來，以車輛與道路的智慧化，來達到促進交通安全的目標，所發展出各種先進策略、方法與設施的成果發表，以下將再就參訪內容與 ITS 相關之部份做進一步之說明。

表 1-1 研修行程表

日期	參訪單位	主要參訪內容
11/12(日)	起程日	台北→東京
11/13(一)	國際建設技術協會	拜訪日方接待單位
11/14(二)	日本道路公團(JH)	ITS 之構想與現況等課題
11/15(三)	1. JH 第 2 管理局 2. JH 千葉管理事務所	1. 交控系統及 ITS 設施 2. ETC 設施及運作情形
11/16(四)	走行支援道路開發機構	AHS 研究開發狀況
11/17(五)	1. 道路新產業開發機構 2. VICS 中心	1. 智慧型道路系統之開發研究 2. VICS 之設施及運作
11/18(六)	例假日	資料整理
11/19(日)	例假日	移動(東京→大阪)
11/20(一)	阪神高速道路公團	道路管理及交控系統、緊急應變救災系統
11/21(二)	阪神高速道路公團	隧道管理及防災設施
11/22(三)	本州四國連絡橋公團	交控系統及 ITS 設施
11/23(四)	日本國定假日	資料整理
11/24(五)	1. 兵庫縣警察本部 2. 神戶市建設局	1. 交控系統運作 2. 隧道管理
11/25(六)	例假日	移動(神戶→東京)
11/26(日)	例假日	資料整理
11/27(一)	首都高速道路公團	交控系統、ITS 及交通資訊系統
11/28(二)	土木研究所	Smart Cruise – Demo 2000 研討會
11/29(三)	土木研究所	Smart Cruise – Demo 2000 研討會
11/30(四)	土木研究所	Smart Cruise – Demo 2000 研討會
12/1(五)	國際建設技術協會	研修心得檢討及建議
12/2(六)	回程	東京→台北

貳、日本高速道路之概況

首先必須說明日本所稱「高速道路」，其採用之英文翻譯用字 expressway，再觀察所參訪道路公團所管轄實際道路之標準，係指相當於我國快速公路以上之道路等級，並未如我國再區分為快速公路與高速公路兩個等級，而就所參訪道路之設施及幾何設計標準來看，大致而言，在都會區內多屬於快速公路之等級，而在都會區以外則相當於本國高速公路之等級。

與本國高速公路為完全由政府與興建與管理之方式不同，日本之高速道路係由政府以訂立特別法的方式，另外成立具有法人性質之道路公團來負責建設與管理，目前包括日本道路公團、首都高速道路公團、阪神高速道路公團以及本州四國連絡橋公團等四個公團。

日本道路公團成立於 1956 年，為管轄區域最大之公團，涵蓋北海道、本州、四國及九州等日本四個主要之島嶼（如圖 2-1），而其所從事之業務範圍，除高速道路之外，亦包括一般收費道路之建設與管理，總計其目前管理之道路長度，高速道路為 6,747 公里，一般收費道路為 809 公里，未來尚計畫興建高速道路 2,317 公里，一般收費道路 271 公里。此外收費停車場、高速道路附屬之服務區與加油站及相關設施等之建設與管理，亦為其事業內容。

首都高速道路公團成立於 1959 年，目的在於提高及維持首都圈各都市間之交通機能，其道路延伸的範圍除東京都之外，尚包括鄰近之神奈川、千葉與埼玉縣，其道路系統為以環繞東京都之環狀線，及與向外連接日本道路公團所管轄高速道路之幅射狀路線所構成（如圖 2-2），目前已通車之高速道路合計為 263.4 公里，平均每日通行交通量約為 116 萬輛次，建設中約為 39 公里。另外其事業內容除高速道路部份之經營管理外，亦包括與高速道路建設及管理一體的市街區再開發、停車場及高架橋下設施的建設與管理。

阪神高速道路公團成立於 1962 年，目的在於建設與管理關西都市圈內連接各都市間之高速道路，以提昇市民之生活及維持都市之機能，道路延伸之範圍涵蓋大阪府、京都府（部份）及兵庫縣（主要為神戶市），其道路系統為以大阪市為中心之環狀線，大阪與神戶港區之灣岸路線、及延伸至鄰近地區並連接國道與日本道路公團所管轄道路之路線所構成（如圖 2-3），至 2000 年 4 月已通車之道路長度為 221.2 公里，平均每日通行交通量約為 86.2 萬輛次，未來之計畫總長度則為 279.7 公里。另外阪神公團之事業內容，尚包括市街地之再開發、相關

道路之建設、道路相關資料之調查及高架橋下設施之建設。

本州四國連絡橋公團成立於 1970 年，其目的為建設及管理連絡本州與四國兩島間的快速道路，以維持兩地間交通之暢通並協助國土的均衡發展，由於本州與四國間除因海峽分隔外，亦分佈多個大小島嶼，因此本四公團道路建設之特色即為以長大橋樑連接各島嶼，形成本州與四國間重要之高速連絡道路，目前共計有神戶淡路鳴門自動車道、瀨戶中央自動車道及西瀨戶自動車道等三條高速道路（如圖 2-4），已通車之路線合計為 173 公里。也由於本四公團所管轄區域之特色，因此其事業內容除與其他公團，相同之道路管理、道路相關之停車場、服務區、加油站等之建設與管理外，亦包括本州四國間鐵路之建設與管理（目前管理鐵道長度為 32 公里），以及接受其他單位委託，針對較長或大型橋樑相關的調查、測量、試驗及設計等工作。

整體而言，關東（東京都）與關西（阪神）兩大會區內之高速道路系統，係由首都高速與阪神高速兩公團負責，而本四公團則是因應本州與四國間特殊地理環境對交通建設之需求而產生，在此三個公團以外之地區，則由日本道路公團統合高速道路建設與管理之需求，而此四個公團所建設與管理的道路，構成了日本高速道路之系統。另外經了解尚有名古屋高速道路公社及福岡北九州高速道路公社兩個區域性道路建設與管理機構，其所管轄之範圍亦較小。



圖 2-1 日本道路公團管轄範圍圖



圖 2-2 首都高速道路公團管轄路網圖



圖 2-3 阪神高速道路公團管轄路網圖



圖 2-4 本州四國連絡橋公團管轄道路圖

參、日本 ITS 發展沿革與未來展望

1. 日本 ITS 的發展沿革

ITS 在日本的發展早在 1970 年代即已開始，其主要目標如下：

2. 道路交通環境改善

- 減少壅塞發生
- 大幅減少交通事故
- 減少污染排放

3. 促進經濟發展

- 因 ITS 產業創造經濟成長
- 因物流效率提昇創造經濟利益

4. 生活品質提昇

- 便利的交通資訊取得管道
- 確保快適的步行環境
- 支援高齡者的自由移動
- 滿足地區性的特性及需求

其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 3.1 所示。

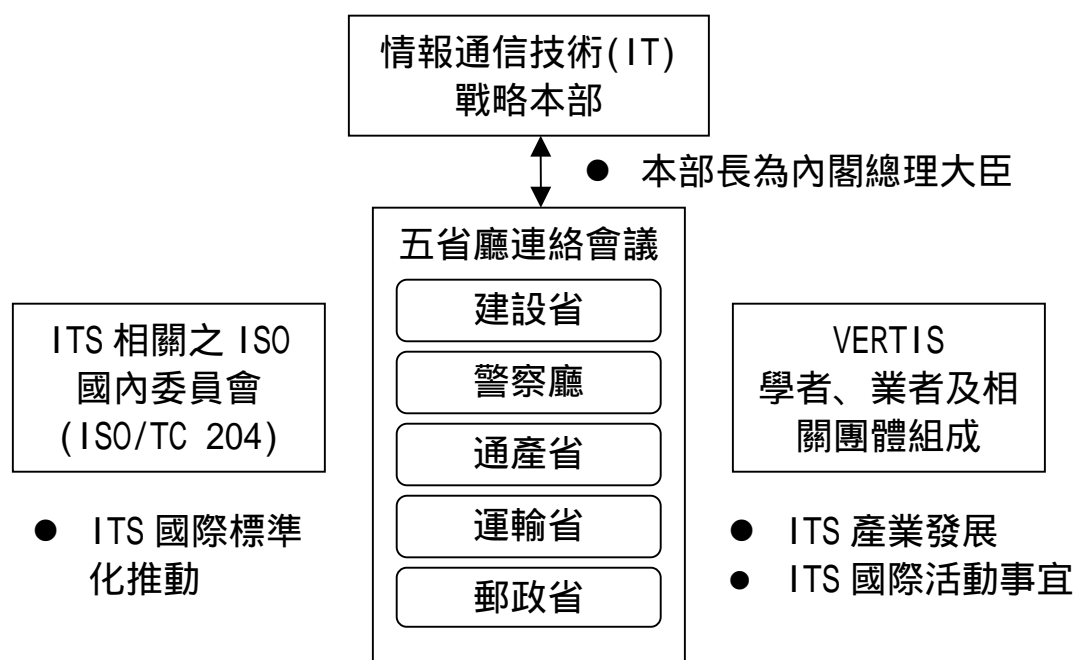


圖 3.1 日本 ITS 推動組織

其發展演進可分為以下三個時期：

5. 第一階段（1970~1980 年）

日本在 ITS 方面的研發工作，比歐美先進國家更早，1973 年起即開始推動多項個別系統的研究開發，包括通產省開始一項「整合式車輛交通控制系統」(Comprehensive Automobile Traffic Control System, CACS) 計畫，其重點在道路導引系統的研發及相關測試工作的推展，此計畫為日本發展 ITS 第一階段的主要計畫。

6. 第二階段（1980~1995 年）

在 1980 年代，多項 ITS 的研發計畫積極地推展，包括下列各項：

- 建設省主導的「道路 / 車輛通訊系統」(Road/Automobile Communication System, RACS)
- 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)
- 郵政省在 ITS 相關技術標準化的工作，最後被整合成「車輛資訊及通訊系統」(Vehicle Information and Communication System, VICS)

從 1980 年代末期至 1990 年代中期，於此階段推動的重要計畫包括下列各項：

- 建設省主導的「先進道路運輸系統」(Advanced Road Transportation Systems, ARTS) 計畫：目的在促進道路與車輛系統的整合，以提昇道路交通之運輸效率。
- 通產省負責推動的「超級智慧車輛系統」(Super Smart Vehicle System, SSVS)：希望提昇車輛交通的智慧化程度。
- 運輸省主導的「先進安全車輛」(Advanced Safety Vehicle, ASV) 計畫：以提倡車輛安全科技的研發為重點。
- 警察廳負責的「新交通管理系統」(Universal Traffic Management System, UTMS)：重點在推動全面且整合性的交通管理措施，以改善交通擁擠與安全等問題。

除了上述個別計畫之外，某些特定的技術或系統的研發也同時展開，以下列出三項重點研發工作：

- 郵政省推動的「低功率毫米雷達電波計畫」：主要應用於預防車輛碰撞的功能上。
- 郵政省與建設省共同推動的「電子收費系統」：此系統使用路人通過收費站區時，不必停等即可自動付費。
- 郵電省推動的「無線電卡片系統」：主要係應用於電子收費系統。

在此階段另一個重要的里程碑為日本「車輛、道路及交通智慧化協會」(Vehicle, Road, and Traffic Intelligence Society, VERTIS) 的成立，這個主要由產業及學界代表所組成的民間組織負責多項與 ITS 有關的工作，包括與 ITS America 及 ERTICO 的資訊交換、籌辦國際性會議，以及派駐西方國家的工作人員等。

此階段藉由公 / 私部門合作所提供的電子地圖，加上 GPS 車輛導航系統以及其他技術的配合，一個以民間部門為主體的 ITS 市場逐漸成形，具體的成果為截至 1995 年為止，裝有車上導航系統的累積車輛數已達一百萬輛，ITS 發展已達到相當之成果。

7. 第三階段 (1995 年~2000 年)

此階段主要發展分述如下：

- 1995 年 2 月由內閣總理大臣領導的「高度情報通信社會推進本部」(Advanced Information and Telecommunications Society Headquarters) 通過「高度情報通信社會推進之基本方針」(Basic Guidelines on the Promotion of an Advanced Information and Telecommunications Society)。
- 1995 年 8 月由五省廳共同擬定「道路、交通、車輛領域之情報化實施方針」(Basic Government Guidelines of advanced Information and communications in the Fields of Roads, Traffic and Vehicles)。

根據這些統一的指導方針，逐步推展 ITS 的研發及應用工作。在這個統合與協調的階段，具體的成果為 1996 年 4 月 VICS 系統與中心的正式運作。

在上述基本指導方針之後，五個政府部門的工作重點為促進車輛導航系統發展及協助安全駕駛等相關基礎設施的佈設。此外，亦提倡 ITS 不同領域的研發及推廣的工作，例如交通管理最佳化的研究。故 1995 年 11 月於橫濱召開的第二屆 ITS 世界大會中，相關 ITS 成果已向與會的各國專家、學者及政府代表作一發表。並緊接有二項政策發布：

- 1996 年 7 月由五省廳共同制定「智慧型運輸系統推動之整體構想」(Comprehensive Plan for Intelligent Transportation System in Japan)，制定未來 20 年之 ITS 發展綱領。
- 1999 年 7 月制定「理想經濟社會再生之政策方針」(Ideal Socioeconomy and Policies for Economic Rebirth)，結合資訊、通信及運輸之基礎建設整合發展 ITS，計畫於 21 世紀完成智慧型道路。

此階段有兩項共通性的重大工作，一為系統架構之發展，即 ITS 發展領域及使用者服務單元建立，共構建了 9 項發展領域、22 項使用者服務單元 56 項個別使用者服務，最後拓展至 172 項基本服務項目，ITS 發展領域及使用者服務單元如圖 3.2 所示，並研訂 ITS 邏輯架構及實體架構。另一為國際標準化工作，ISO 之 TC 204 即為運輸領域技術標準委員會，共有 16 個工作小組，日本為求國際化，亦成立 ISO/TC 204 國內委員會，以加速日本國內 ITS 標準化及積極參與國際標準制定，該委員會依工作內容又分為下列三個子委員會：

- 國內技術委員會：負責 ISO/TC 204 相關技術研討及整理。
- 國內營運委員會：負責委員會之實際營運計畫及管理。
- 調查研究委員會：負責各領域及中、長期調查研究之推動。

日本在 1996 年共分配了 596 億日圓的經費，用於 ITS 的實際應用與基礎設施的改善，另外並提供 74 億日圓作為 ITS 的研發經費，1997 年則分別成長 1.16 倍，1999 年單就建設省 ITS 經費總額即有 647 億日圓。在持續而巨額經費投入的情況下，日本下一階段發展 ITS 各項技術及系統的環境已儼然成形。



圖 3.2 ITS 發展領域及使用者服務單元

二、日本 ITS 的現況及未來展望

為了實現 ITS 的理想，日本進一步規劃 ITS 與民眾生活水準之間關係的藍圖，以下簡要說明其內容：

8. 第一階段（現階段 2000~2001 年）

ITS 的初始階段 - 優先發展的系統，包括車輛導航系統

在此階段，透過 VICS 系統，交通資訊可以有效地傳送給用路人，類似的系統屆時也將開始提供服務。透過上述服務，用路人可以經由車內導航系統取得交通擁擠的資訊，以及最佳路徑導引建議，一方面減少旅行時間，一方面享有舒適的行程。同時電子自動收費將測試並開始提供服務，收費站區的交通擁擠情形可以獲得顯著的改善。主要發展狀況包括下列各項：

- 先進車輛導航系統
 - * 運用 VICS 提供最新的道路交通資訊予駕駛者。
 - * 使用 VICS 超過 200 萬台。
 - * VICS 應用地區由東京、大阪等大都會區逐步拓展至全國各地。
 - * 累計超過 620 萬輛車裝設導航系統。
 - * 發展多功能之車輛導航系統 (DVD-ROM)。
 - * 發展可運用不同無線通訊技術之 VICS 設備 (包括運用 INTERNET 之導航系統)。
 - * 提昇車輛導航功能之安全性及舒適性。
 - * 發展行人路線導引系統 (亦開發可於手錶或行動電話顯示之方式)。
- 電子收費系統
 - * 統一系統設備規格，具全國共通性。
 - * 車輛與路側設備間之通信，採 5.8 GHz 之微波 DSRC 方式傳送。
 - * 使用車上設備單元及 IC 卡方式，以確保未來多功能應用並具擴充性。
 - * 使用智慧型 IC 卡，以便與其他終端設備相互認證，確保交易資料之高安全性。
 - * 全國性的快速推展，2000 年 4 月自東京都開始建置，主要於千葉地區，預計 2001 年底於全國設置約 800 個收費車道，2002 年增至 900 個。

- * 建置 ETC 先進安全系統，1999 年 9 月由「道路系統高度化推進機構」制定「資訊安全確保規格」，以防止交易資料被偽造、竄改或盜取。
- * 2000 年 3 月建設省制定「ETC 個人資料保護方針」。
- * 較佳化之收費匝道設計，減少所需面積及建設成本，進而促進交流道區域活性化。
- * DSRC 應用朝多元化發展，經由傳輸高速化可將其他 ITS 應用納入。
- * 車上設備單元市場擴大，2000 年 9 月累計超過 620 萬台，預計 2015 年將超過 5000 萬台。
- * IC 上多用途發展。
- Smart Cruise 系統
 - * 急速提昇行車安全的目標。
 - * 走行支援道路系統(Advanced Cruise-Assist Highway Systems, AHS)研發，係由建設省委託「技術研究組合 走行支援道路系統開發機構」推動。
 - * 確立七大服務項目，包括「前方障礙物碰撞防止支援」、「進入彎道危險防止支援」、「車道偏離防止支援」、「十字路口碰撞防止支援」、「右轉碰撞防止支援」、「人行道人車碰撞防止支援」及「路面狀況資訊提供支援」等。
 - * 2000 年 10 月由建設省土木研究所於茨城縣筑波市進行「Smart Cruise 21」實證實驗，11 月底舉辦「Demo 2000」公開實驗。
 - * 先進安全自動車(ASV)發展。
- 地區性 ITS 發展計畫
 - * 交通控制系統。
 - * 停車場資訊提供。
 - * 異常氣象資訊提供。
 - * 追撞警示系統。
 - * 事件偵測系統。
 - * GPS 路面持續監控系統。
 - * 凍結與降雪預測及災害支援系統。

- * 防災資訊系統。
- * 特種車輛管理系統。
- * 大眾運輸到達時間預測。
- * 長距離大眾運輸緊急通報系統。
- * 行人 ITS(含視覺障礙者導引系統)。
- * 其他區域性示範計畫，包括高知縣、岡山縣、愛知縣豐田市、岐阜縣、沖繩縣及宮城縣等，依地區不同特性有不同需求項目。

9. 第二階段 (2001 年~2005 年)

交通系統革新階段 - 開始使用者服務項目，進行 Smartway 實測推廣

主要方向包括下列各項：

- 2001 年起大規模實際道路實測。
- 2002 年相關制度及標準之建立。
- 2003 年於第二東名、名神等大都市的高速公路先行導入使用。
- 2004 年開始依據不同地區之道路特性逐步推動導入 Smartway。

故於二十一世紀初的階段，ITS 的使用者服務項目將逐漸地被應用到民眾的日常生活中，開始一個交通系統革新的階段。提供用路人有關 ITS 交通資訊的內容包括目的地的服務資訊以及大眾運輸相關資訊等，其所提供的交通資訊內容可以進一步提昇使用者服務的品質，例如當民眾在規劃其旅次時，可以考慮旅行時間與其他重要因素，有效地選擇到達目的地所使用的最佳路徑以及交通工具。

透過提供用路人安全駕駛支援，以及改善行人安全措施，道路的肇事率也可以獲得有效地改善。一旦交通事故發生，透過迅速的通報系統及相關管制措施，可以預防二次事故的發生。藉由迅速的緊急救援服務，過去事故發生時可能造成的傷亡，可以獲得有效的改善。

另一方面，具備固定班次特性的大眾運輸服務機構將有效地運作，同時透過大眾運輸資訊的提昇，可以顯著地提昇大眾運輸系統的方便性。此外，藉由提昇運輸業者營運效率的計畫，將有

效降低物流成本，促進整體經濟發展(預估可創造 33 萬個就業機會)。

10. 第三階段 (2015 年左右)

夢想實現階段 - ITS 的進展與升級的社會系統，自動公路系統實現

在此階段，ITS 將晉升至一個較高的層次，藉由基礎設施的佈設、車輛導航設備的推廣及相關法令配合等，將 ITS 推展至全國。並進一步提昇功能，將車輛自動駕駛全面推展，未來駕駛將變成一個安全而舒適的行為，智慧化時代將正式來臨。

預估屆時將對 80% 的事故有助益，並節省因壅塞所造成的 1.2 兆日圓損失，且將累計創造 60 兆日圓的 ITS 產值(全部相關產業則可達 100 兆日圓)及 107 萬個就業機會。

肆、交通控制系統

一、概述

智慧化高速公路首重資訊的即時與完整提供，該相關資訊的來源大部份仰賴設置於道路上之自動偵測系統，而各項資訊的提供也大部份需依靠設置於路側之相關設備，有完整的資訊來源與全面性的資訊提供，再加上良好的控制策略，始構成智慧化的道路系統。而這些資訊蒐集、提供與監控之設備即為交通控制系統，故交通控制系統為 ITS 發展之基礎設施。

日本之交通控制系統發展至今已非常成熟，各項 ITS 資訊收送均透過全國各道路公團所轄交通控制系統提供。目前國內發展 ITS 亦將交通控制系統列為主要發展對象，雖然由此次研修參訪中得知交通控制系統為日本道路建設之基本設施，道路建設時即應配合設置，故交通控制系統並非日本 ITS 發展項目，亦非日方此次安排 ITS 研修參訪之重點，然在我國目前發展 ITS 最欠缺的仍是此最基本的設施，我國未來規劃發展 ITS 時交通控制系統仍佔有很重要的地位，故乃將參訪日本交通控制系統之心得提出報告。

此次赴日計參訪日本道路公團第二管理局、阪神道路公團、本州四國連絡橋公團第一管理局與首都高速公路道路公團第一管理部之交通控制中心及兵庫縣警察本部交通管制中心等，茲就高速公路道路公團與兵庫縣警察本部兩不同單位之交通控制系統架構、設備內容及特色做一整體介紹。

二、高速公路道路公團交通控制系統

日本的交通控制系統自 1969 年發展至今已歷經三十年餘，逐年依實際需要引進新技術與更新設備，近年來更配合 ITS 的發展朝即時資訊多樣化與完整化提供邁進，以配合車輛導航系統之高度發展。

日本交通控制系統架構分為交通資訊蒐集系統、交通資訊處理系統與交通資訊提供系統等三部份，此與我國國道高速公路局所設置之交通控制系統完全相同（此因本國交控系統係於 1980 年代自日本引進並自 1984 年開始運作），然其各系統設備之種類與密度實非國內系統所可比擬，而其多樣化的資訊提供設備亦是國內系統需加緊腳步急起直追才能趕上。

1. 交通資訊蒐集系統

(1)車輛偵測器

在主線上及匝道上設置，依道路特性不同主線上偵測器設置之間距亦不同，一般約二公里設置一處，在都會地區約 300 至 500 公尺設置一處，在交通量較少之地區則二交流道區間至少設置一處。偵測器之型式有環路線圈、超音波及紅外線光學式等（圖 4-1），一般路面設置環路線圈式車輛偵測器，橋樑、匝道及高架道路則設置超音波及紅外線光學式車輛偵測器，主要收集道路上之交通量及占量，並利用此資料推估壅塞長度及旅行時間。

此次參訪所見車輛偵測器以設置於路側或架空安裝之超音波式偵測器較多，另在阪神道路公園及本州四國連絡橋公園所轄路段，其部份車輛偵測器僅偵測內側一個車道而已，其主要功能僅在獲得該路段之行車狀況（以內車道行車狀況代表），並不收集各車道之交通量。

(2)緊急電話

在主線或隧道內每隔一定距離設置一具，一般路段約一公里一具，橋樑約 500 公尺一具，在都會區路段一般約 500 公尺裝一具，隧道區則約 100-200 公尺設置一具（圖 4-2）。

(3)閉路電視

主要設置在交通量大的路段與場所用以獲得交通狀況，其設置密度非常高，可充分掌握各路段行車狀況，近年來隨著畫像處理技術之發展，已將閉路電視運用到危險路段之道路狀況自動偵測，更運用 AVI 技術提供旅行時間資訊。

(4)車輛牌照號碼辨識裝置（AVI）

自動車輛辨識系統，系將一組攝影機依一定距離裝置於主線上特定路段，用以讀取車輛牌照並計算每五分鐘之平均旅行時間，此部份之數據用來檢核車輛偵測器所推估之數值（圖 4-3）。

(5)事件自動偵測系統

利用 CCD 攝影機裝置於通視不良，容易發生事故之彎道上，利用畫面處理技術自動偵測（約 2 秒鐘）事故、故障車與壅塞車流尾端等狀況，並即時向未進入彎道之車輛提出警告，以減少事故發生（圖 4-4）。

(6)巡邏車

由公園定時派出巡邏車巡視並回報道路上交通狀況，若遇特殊事件則增加巡邏頻率（圖 4-5）。

(7) 氣象觀測及火災偵測資訊

地震、風速、路面凍結及火災偵測等之資訊亦即時傳送至控制中心。

(8) 其他機關之資訊來源

每一高速公路公團、警察單位均將高速公路及一般道路之事故、故障車與壅塞資訊即時互相交換傳送，以做為交通控制之參考。

(9) 日常施工及維護資訊

施工或維護之資訊如時間、地點、交通管制方式、工作內容等。

(10) 速度可變標誌管制資訊

當某個路段之速限因風力或雨量等因素而加以管制時，則該速限管制之路段及管制方式亦即時傳送至控制中心。

2. 交通資訊處理系統：

日本交通資訊處理單位分為：

(1) 道路公團管理局之交通控制中心。

(2) 地區警察單位之交通管制中心。

(3) 日本道路交通情報中心。

(4) VICS (Vehicle Information and Communication System) 中心。

每一交通控制（管制）中心均負責所轄路網內之資訊處理與分析工作，而日本道路情報中心與 VICS 中心則整合全國之交通資訊提供予用路人使用。在此僅就道路公團管理局之交通控制中心做一介紹。

道路公團管理部之控制中心均設有管制室、設施管制室及相關之電腦設備做為資料處理、顯示及設備操控之用。

(1) 管制室

管制室內均配置圖誌顯示板、大型投影螢幕、監視電視及 CRT 工作站（圖 4-6）。

圖誌顯示板可顯示路網上包括主線及進、出口匝道等整體之交通狀況，可讓監控人員快速掌握相關資訊並進行控制工作。此

次參訪所見，除阪神道路公團所用之圖誌顯示板仍使用早期馬賽克之板面（與高公局交控中心相同）外，其餘各中心均已改用內投式大螢幕所組成之顯示板，其大小隨路網之大小而不同。此種顯示設備可具有較大之顯示彈性，顯示內容亦可隨時視需要調整，值得參考，惟其設備耐熱與耐久性須加以考慮。

大型內投影設備，可將閉路電視之畫面或 CRT 工作站上之畫面放大投射出來，以利監控人員檢核細部畫面。

CRT 工作站可讓所有操作人員查閱所有存於電腦中之資訊，包括交通狀況、道路狀況、管制狀況與交通事件等之交通資料。

(2) 設施控制室

日本交通控制系統之交通監控與設施管制係分開辦理，公團管理部除交通控制中心外，亦設置設施管制中心（圖 4-7），專責管理設施之運作狀況，其監控之範圍除交通控制系統相關設備外，尚有電力系統、隧道防災與通風系統、路燈系統及通信設施等。設施工作室設有大型投影螢幕及各設備監控工作站，工作人員 24 小時作業，隨時由系統自我測試資料了解系統運作是否正常。

(3) 電腦系統

管制中心交通資訊處理系統係由中央電腦及工作站組成（各電腦系統均預留有備援設備），各處理設備之功能如下：

- 中央處理電腦：負責交通管制建議、旅行時間預測、資料收集與儲存、提供資料報表及圖表。
- 資料收集電腦：收集交通相關資料。
- 顯示系統電腦：文字或圖型資訊顯示板、旅行時間顯示板及終端路況查詢電腦等顯示系統控制單元。
- 廣播系統電腦：路側廣播及自動電話語音服務系統控制單元。
- 影像系統電腦：終端路況查詢電腦控制單元。
- 資訊交換系統：與其他機關（警察單位或日本其他道路公團）間資訊交換控制單元。
- 路車間通信系統：VICS 系統。
- 操作系統：控制室地圖板顯示系統及控制桌上資訊輸入之工作站。

3 交通資訊提供系統：

利用不同的顯示系統設在主線、出入口匝道或是接近入口之一般道路上，並利用電話語音及自動傳真回覆服務以提供用路人充分之資訊服務，其設備種類如下：

(1) 資訊可變標誌 (圖 4-8)

A. 文字資訊可變標誌：

設置於主線、匝道出口、進口前或匝道進口處附近之一般道路，主要提供道路壅塞、道路障礙等資訊。

大型之文字資訊可變標誌一般可顯示上下兩行字，當有環狀形路網可使用時，上行字顯示順時針路線之道路資訊，下行字則顯示逆時針路線之道路資訊。在道路壅塞時為提供更多資訊予用路人，相關訊息亦有交互顯示之情況，經實地觀察，在車速低的時候並不影響收視效果，反而可獲得更多資訊。

B. 圖形資訊可變標誌：

以圖形方式自動顯示路網內各道路之壅塞狀況，其道路壅塞狀況以顏色顯示區分等級，若有事故、交通中斷之事件亦在顯示板上顯示事件地點。

C. 收費站顯示板：

設置於收費站處，提供收費路段內道路狀況、事故、施工、養護或封閉等資訊。

D. 壅塞末端顯示版：

顯示壅塞車流尾端之位置，以警告後續來車注意減速，防止追撞發生。

E. 隧道警示顯示板：

設置在隧道進口前，提供隧道內各項事件之訊息，一般搭配車道管制號誌使用，必要時管制車輛進入。

F. 風速顯示板

設置在橋樑進口或側風較大之地區，顯示即時最大風速資訊，一般搭配速限可變標誌，可適時依風速調節行車速度，減少事故發生。

(2) 旅行時間顯示板 (圖 4-9)：

A. 文字旅行時間顯示板：

設置在主線、收費站或近匝道入口處附近之一般道路，提

供主要地點之旅行時間。

B. 圖形顯示式旅行時間顯示板：

以圖形顯示方式，提供目的路段上壅塞點及預測之旅行時間資訊。

C. 圖形時間顯示板：

在圖形資訊可變標誌上加上主要地點之旅行時間顯示。

D. 旅行時間顯示板不僅顯示行車所需時間，更以顏色來區分當時該路段之道路狀況，當旅行時間之數字為：

- 綠色表示：預測旅行時間 < 標準旅行時間
- 橙色表示：標準旅行時間 預測旅行時間 < 2 倍標準旅行時間
- 紅色表示：2 倍標準旅行時間 預測旅行時間

若遇事故或交通阻斷時，則僅顯示紅色橫線不顯示旅行時間，故由該旅行時間數字之顏色即可得知所行駛路段之道路壅塞狀況。

(3) 突發事件警告顯示板 (圖 4-10)：

於通視不良之彎道上，車輛因事故、故障或壅塞狀況而停下來時，系統自動偵測並即時顯示相關訊息於彎道前之顯示板向未進入彎道之車輛提出警告，以減少事故發生。

(4) 徑路比較顯示板 (圖 4-11)：

當目的地有不同路徑可選擇時，則於適當地點設置此類型顯示板，提供各路徑道路資訊及旅行時間供用路人參考。

(5) 停車場資訊顯示板 (圖 4-12)：

在道路主線上設置，預告前方停車場之使用狀況，可讓用路人參考該資訊並視本身需要選擇是否進入停車，以達分散使用服務區或停車區之目的，平均提昇設備使用率與解決壅塞問題。目前停車場之使用狀況均以影像處理技術自動偵測並提供即時資訊。

(6) 速限可變標誌 (圖 4-13)：

當道路壅塞、事故、強風或路面凍結等道路行駛狀況不良時速限需配合調整，以規範車輛在安全之速度下行駛。

(7) 路側廣播系統 (圖 4-14)：

道路資訊經電腦自動編輯後，依事先規劃好之區段，將該區段內之資訊利用 1620KHz 之頻率於路側播放，提供給該路段上之用路人。系統每 5 分鐘更新資訊一次，每次播放最長不超過 60 秒，每一區段里程長度以可聽到 2 次播音為原則。

(8)道路資訊終端設施 (圖 4-15):

設置於服務區或停車區，以文字、圖示、影像或聲音等型式提供包括路網道路情報、各區段之收費資訊及旅行時間資訊等之道路資訊。

(9)自動電話語音服務：

路況資訊經電腦自動編輯後提供語音資訊服務，部份公團亦提供英語之語音服務，用路人可打電話直接聽取。

(10)道路交通資訊與通信系統 (VICS, Vehicle Information and Communication System)

於路段上市當距離設置 Beacon 利用該設備提供 VICS 中心所發布之交通資訊。

(11)利用網際網路提供資訊

(12)日本道路情報中心 FM、AM 廣播

三、兵庫縣警察本部交通控制系統

兵庫縣警察本部交通控制中心係本次參訪的唯一非高速公路系統之控制中心，其負責兵庫縣內主要都市一般道路資訊之蒐集與管制工作，其下尚有各主要都市之地區控制中心，警察本部與各地區控制中心間資訊互相交換，與高速道路公團間之資訊亦互相交換，以達到路網控制之目的 (圖 4-16)。

兵庫縣各交通控制中心管轄範圍如圖 4-17，其整體架構分為交通資訊收集、交通資訊分析、處理及交通資訊提供等系統，各系統之概述如下：

1.交通資訊收集系統：

(1)車輛偵測器

採用超音波式、紅外線式及影像處理式之車輛偵測器，目前在兵庫縣約有超音波式車輛偵測器 4000 個，紅外線式車輛偵測器 1700 個，其在都會區主要道路約 200 公尺設置一處，以收集道路交通量、車速、車種及道路狀況與壅塞等交通資訊。

(2)閉路電視

在全縣主要路段及路口設置閉路電視監控道路及路口之行車狀況。

(3)旅行時間預測攝影機 (AVI)

(4)噪音偵測器

在特殊路段設置噪音感測器以蒐集噪音值，做為行車控制之參考。

(5)其他機關之資訊交換

其他高速公路公團、警察單位或日本道路情報中心之交通資訊。

(6)警用巡邏車及直昇機空中觀測資訊

警車巡邏所獲得之資訊會隨時傳回控制中心，在特殊狀況亦會派直昇機觀察交通狀況，並將畫面即時傳回控制中心。

2. 交通資訊分析與處理系統：

在神戶市之警察本部設置主要控制中心，而在其它各主要地區設置無人服務之迷你中心及輔助中心，平常之控制工作係由本部負責，遇有重大通信中斷時才轉由地區中心負責控制。

(1)管制室

管制室內配置六個 120 吋內投式圖誌顯示板 大型投影螢幕、監視電視及 CRT 工作站，各設備功能與高速公路道路公團交通控制系統相同。

(2)電腦系統

交通資訊分析與處理系統由中央電腦及工作站組成，而路口號誌控制則由專責之控制電腦負責。

而資訊的處理除借助電腦自動分析與處理外，若遇事故等特殊狀況，則需由警察現場指揮執行。

(3)交通資訊提供系統：

利用資訊可變標誌、路側廣播 (1620KHz) VICS 系統、道路情報廣播與電話語音及自動傳真回覆等提供資訊服務。其中資訊可變標誌有文字情報板、旅行時間情報板與停車場資訊情報板等類型。

四、配合 ITS 發展

日本警察單位除建立一般道路之交通控制系統外，在邁入 21 世紀時亦體認到交通事故、交通污染是交通環境惡化之主要問題，為解決未來之交通問題，警察單位亦配合 ITS 之發展擬訂未來之方向，以建立高度智慧化之交通控制系統為目標，其發展項目如下：

1. 建立智慧化之交通控制中心
2. 先進交通情報提供系統 (Advanced Mobile Information Systems)
3. 交通公害減低系統 (Environment Protection Management Systems)
4. 高度畫像情報系統 (Intelligent Integrated ITV Systems)
5. 公共車輛優先通行系統 (Public Transportation Priority Systems)
6. 安全駕駛支援系統 (Driving Safety Support Systems)
7. 行人支援情報通信系統 (Pedestrian Information and Communication Systems)
8. 緊急車輛支援情報通信系統 (Fast Emergency Vehicle Preemption Systems)
9. 緊急通報系統 (Help system for Emergency Life saving and Public safety)
10. 動態路徑導引系統 (Dynamic Route Guidance Systems)
11. 車輛運作管理系統 (Mobile Operation Control Systems)

茲就已執行且具特色部份介紹如下：

1. 先進之資料搜集與資訊發佈設備

ITS 的發展仰賴完整之資料搜集及與車載機間之雙向通信設備，故該項設備之設置是未來發展之重要一環，目前最新的設備已將兩種功能結合為一 (圖 4-18)。

2. 交通公害減低系統

公元 2000 年 4 月 1 日於兵庫縣尼崎地區引進第一套交通公害減低系統 (圖 4-19)，其以號誌控制、減少車流量及速限控制之手段，使該路段之車輛維持一定、適當之速度行駛以降低空氣污染及噪音，夜間並規定車輛僅能行駛內車道，以改善噪音影響。經評估實施後噪音降低 1.08 分貝，CO₂ 降低 0.005ppm (此部份因

受季節影響較大需長期觀察)

超音波偵測器



紅外線偵測器



圖 4-1.車輛偵測器

圖 4-2.緊急電話



圖 4-3.車輛牌照辨識系統

圖 4-5.巡邏車

事故の発生率が高いカーブなどの手前に設置し、そのカーブなどで事故等による停止車両が発生した場合後続の車両に即座に情報を出し、追突等を回避するように警告す表示板です。



①後部が右に振れる



②立直そうと避ハンドル



圖 4-4.事件自動偵測系統

日本道路公團

阪神道路公團

本四連絡橋公團



圖 4-6.交通控制室



圖 4-7.設施控制室



文字型 CMS



圖形 CMS



收費站 CMS



壅塞尾端 CMS



隧道警示 CMS



風速顯示 CMS

CMS 顯示圖形



圖 4-8.資訊可變標誌

文字型



圖形



圖形時間顯示型



圖 4-9.旅行時間顯示板



圖 4-10.突發事件顯示板



圖 4-11.路徑比較顯示板



圖 4-12.停車場資訊顯示板及均化控制策略

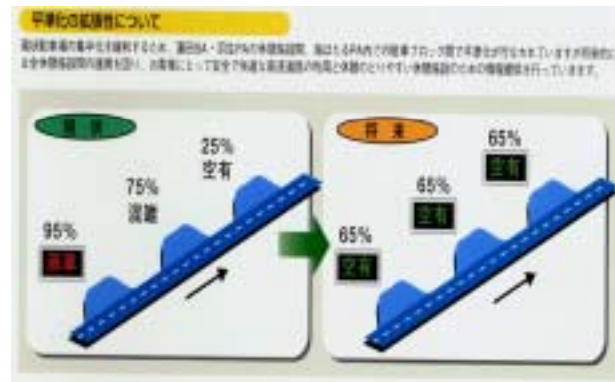




圖 4-13.速限可變標誌



圖 4-14.路側廣播系統



圖 4-15.道路資訊終端設施



圖 4-16.兵庫縣交通管制中心



圖 4-17.兵庫縣交通管制轄區圖



圖 4-18.新式資料收集與路車雙向通信設備



圖 4-19.兵庫縣交通公害減低系統

伍、災害防治系統

一、隧道防災系統

1. 概述

日本為一多山之島國，路網內隧道數量多、長度長，且因隧道為封閉空間，發生災害時其所造成之後果甚為嚴重，故其防災工作極為重要。本次研修參訪亦實地參觀阪神高速公路公團京橋管制所及阪神高速 7 號北神戶線新唐櫃隧道之相關設施，茲就其管制系統及設備做一介紹。

2. 隧道防災管制系統

阪神高速 7 號北神戶線共有 7 個隧道，所有隧道之監控採集中管理，各項管制工作全部由位於神戶市之京橋管制中心(圖 5.1)負責，該中心除負責隧道安全監控外，亦職司阪神高速道路公團神戶地區之交通管制。京橋管制中心設有隧道防災之中央處理設備，可處理、分析與提供隧道內各監測設備所傳回之資訊，並即時監控隧道內各設備是否正常運轉，工作人員亦可透過閉路電視之畫面了解隧道內之行車狀況，緊急事件發生時可即時處理。另外為整體防災需要在阪神高速 7 號北神戶線居中之藍那隧道亦設置一處監控中心，該中心平常無人運作，若遇通信中斷無法由京橋管制中心監控時，則可將運作人員移駐此中心以維隧道群之安全，藍那管理所之設備與京橋管制中心之設備類似，亦可即時監控此路段內所有隧道內之設備，平時將資訊傳回主控中心由主控中心監控，通信中斷時即接續相關監控工作，為一備用中心。

3. 隧道防災相關設備

隧道內除佈設各項偵測與防災之設備外，並備有自動發電設備以防電力中斷，通信與資訊傳遞均特別考慮以免影響救援，茲將新唐櫃隧道之防災設備介紹如下：

- 閉路電視：150-200 公尺一個。
- 緊急電話：100 公尺一具。
- 照明系統
- 通風系統（含通風機、CO、VI 煙霧偵測、風向風速計）
- 火災偵測器（圖 5-2）
- 火警通報器（人工按鍵通報）：50 公尺一個。

- 消防栓（圖 5-3）：
- 消防栓約 50 公尺一個，新式消防栓已將消防栓、滅火器、火警通報器及緊急電話等合成一體。
- 緊急出口指示牌
- AM 全頻道漏波電纜
- 擴音喇叭
- 無線電輔助裝置及無線電漏波電纜



圖 5-1 京橋管制中心



圖 5-2 火災偵測器



圖 5-3 消防栓

二、阪神高速道路公團綜合防災系統

阪神高速道路公團有鑑於阪神及淡路大地震所造成災害的經驗，為使災害發生時可以迅速確實採取緊急對應策略，乃進行綜合防災系統的整備。

此一防災系統成立之目的，為當災害發生時，可收集阪神高速道路受災情況，以及地震與氣象的情報，以使災害對策本部可以因應指揮進行各項救災工作，支援初期應急復舊活動。

此一綜合防災系統特別成立一綜合防災中心(照片如圖 5-4)，於此中心及三處(大阪、神戶、灣岸)管理部皆設置有防災處理裝置，而本社、各管理部及各建設局則設置有防災終端裝置，並以各種通信回路連結而構成系統。

為提昇防災系統的可靠性，採取三項對策：

- 採用有線(光纖)及無線雙重通信回路，以確保通信的正常。
- 於防災中心及各管理部皆設置防災處理裝置，各地之裝置皆可監控全體之功能，以使系統機能遭受風險之機會分散。
- 提昇綜合防災中心的防災性，包括建築物耐震度採用最高的標準，建地地盤採取防止液化處理，排水及防潮措施的考量等，另外特別提高防災中心的生活與工作機能的準備，包括消防、電氣、通信以及食物用水等的準備，各項用品(食物、用水、發電)至少可維持防災中心三天正常的運作。

此一綜合防災系統具有以下八項功能：

- 氣象資訊的收集：在各路線設置氣象觀測裝置，偵測項目包括風速、雨量及可見度，並連結日本氣象協會，將氣象狀況顯示於防災終端裝置監視器。
- 地震資訊收集與受災狀況的估計：在各路線設置加速度型地震計，偵測到地震後，將推估之受災狀況分為 5 級，並以 5 種顏色顯示於防災終端裝置監視器。
- 人員配置資訊：有關防災工作人員的配置狀況，人員數量、集合場所、人員安全狀況等，以及防災訓練計畫的施行等。
- 郵件顯示資訊：將各項登錄防災作業及報告之相關郵件，包括詳細之文書及畫面內容之資訊，表列顯示於防災終端裝置。
- 受災資訊：由防災終端或行動通信終端裝置，將災害的資訊，包括名稱、災害要因、地點、構造物、狀況、應急措施、應急復舊、現場影像等輸入，於災害對策本部及現場指揮之防災終端設施的螢幕

上以圖、表、影像等方式顯示資訊。

- 用路人狀況資訊：由防災終端或行動通信終端裝置，將地震發生後，道路上殘存車輛位置、現場影像、移動，以及受傷人員送醫狀況等等輸入，於防災終端設施的螢幕上以圖、表、影像等方式顯示資訊。
- 支援資訊：提供公團各部、局、相關機構等之地址、電話之資料，以備查詢檢索。
- 行動通信終端功能：為即時傳送災害現場與用路人受災狀況，系統可以利用行動電話與手提電腦結合，於現場傳送各項資訊。



圖 5-4 綜合防災中心現場

陸、電子收費系統

一、發展背景

日本高速公路之收費方式大部份採出口人工收費制，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，一般而言約占高速公路壅塞原因的百分之三十左右。

為改善高速公路日漸壅塞的情形，日本政府建設省研議積極發展電子收費系統技術，由於車輛通過收費站時不需減速停車，因此可紓解收費站壅塞情形，方使用路人繳費，減少能源損耗及環境污染。另因日本收費車種複雜及依里程收費，且不同道路可能由不同單位收費，一機共用之電子收費可有效減少收費之人工薪資及管理成本。

二、發展沿革

日本電子收費系統發展始於 1994 年，自 1995 年 6 月起至 1996 年 3 月止，由建設省結合四個高速公路管理機構，包括首都道路公團、日本道路公團、阪神道路公團及本四道路公團，經公開邀請程序，結合十組民間相關產業單位，開始電子收費系統的測試，並於 1996 年 8 月正式提出測試結果報告。同年底建設省土木研究（PWRI）依據測試結果，繼續就一些細節進行追蹤測試。

自 1997 年 3 月 31 日起在 Odawara.Atsugi 高速公路（國道 271）的 Odawara 收費站區，從徵求 80 輛測試車輛，利用收費站最左側的車道，車道上方標示「ETC 專用」，開始進行道路現場實測。測試計畫目標包括設計一套明顯易見的車道訊息標示牌（牌面設計、設置位置及牌面數）、測試促使進入收費站的車輛減速慢行的道路標線及確保車輛安全且平穩地通過收費站區。1997 年 11 月橫貫東京灣高速公路上亦開始實測，目的在於研究影響通過收費站區的行車安全與平順之潛在因素及其對策。

在整體測試過程中，研究人員詳細的就路側設施及車上設備單元分別在靜態、慢速前進、快速前進等各種模擬狀態下，分析車上設備單元及通訊天線的最佳位置，並進行反覆評估。並進行不同地區、天候、車流組成之測試，由審慎的測試過程中，找出設備規格原型，作為 ETC 統一規範。經過反覆地測試，最後選擇微波系統作為車路設施之通訊方式，5.8GHz 之短距離專用通訊（DSRC）微波技術，可採一對

八的方式與車上設備單元進行通訊。由於實地測試時非電子收費車輛誤闖率僅約在萬分之一以下，且系統設備故障率及整體故障率均能控制在萬分之一以內，整體而言，測試結果令測試人員相當滿意。

1998 年初完成初步技術規範的訂定及生產設備的準備等工作，逐步邁入實用階段。同時郵電省委託日本電信技術協會就電子收費系統的試驗報告中，確認電子之前述效益。另電子收費對於高速公路彈性費率的調整、票證的整合、彈性時段的管制、旅行時間的紀錄、起迄資料的蒐集，以及促使車流接近自由行駛速率的水準等，均具有直接而明確的功用。該報告進一步建議電子收費的建置應適當整合收費、車道管制訊息及道路資訊等功能，以有效利用設於收費站附近的路側無線電設施並整合運用車上設備單元。

1999 年已制定 ETC 系統規格，並建立安全機制標準，2000 年 4 月於千葉地區正式試辦，並已開始於日本全國各地大規模推展。

三、系統簡介

1. 車道系統

以日本道路公團之千葉地區電子收費為例，系統於入口及出口皆設置電子收費門匣，配置如圖 6-1 及 6-2 實體照片如圖 6-3。入口處之電子收費運作流程如下：

- 經過第一組車輛偵測器(S1)時，將會偵測車型(車重)，並啟動第一組無線通訊設備開始與車上設備單元通信(OBU)，讀取 OBU 內車輛資料，將入口交流道名稱寫入 OBU。同時並偵測車輛是否逆向行駛。
- 經過第二組車輛偵測器(S2)時，第一組無線通訊設備結束與 OBU 通信，於路側顯示板顯示可否通行訊息，並打開匣門。
- 經過第三組車輛偵測器(S3)時，路側顯示板熄滅。
- 經過第四組車輛偵測器(S4)時，第二組無線通訊設備開始與 OBU 通信，寫入車型資料。
- 離開第四個車輛偵測器時，匣門關閉。

於車道前方規劃設置指引標誌引導電子收費車輛進入正確車道，車道旁並設置攝影機監視車道情形及違規執法，車道伺服器負責處理非 ETC 車輛判別、車種判別並將相關資料送入收費站電腦，通話器可供用路人和收費站人員通話。

出口處之電子收費運作流程如下：

- 經過第一組車輛偵測器(S1)時，啟動無線通訊設備開始與 OBU 通信，讀取 OBU 車輛及入口資料，將收費資料寫入 OBU，並進行扣款。
- 經過第二組車輛偵測器(S2)時，無線通訊設備結束與 OBU 通信，於路側顯示板顯示收費額及可否通行訊息，並打開匝門。
- 經過第三組車輛偵測器(S4)時，路側顯示板熄滅。
- 離開第三組車輛偵測器(S4)時，匝門關閉。

車道上並設置攝影機、通話器，車道伺服器則負責處理非 ETC 車輛判別、出口費用計算並將相關資料送入收費站電腦。

在 ETC 車道佈設方面，主線收費方式設於最內及最外側車道，匝道收費方式則設於最內側。車道使用分為三種，包括電子收費專用、人工收費專用及兩者共用，可依據交通狀況彈性調撥。收費方式不僅限於預付式，後付式及信用卡付費皆納入，便利用路人繳費。

其中較特別之設計為其無線通信設備不限於收費站區，依不同用途有三類設備設置：

- 一般用途無線通信設備：發送電子收費相關訊息，通訊區域 8 公尺，設計時速 180km/hr，設置於接近收費點前方之道路上。
- 警示無線通信設備：發送指引進入電子收費車道之導引訊息，通訊區域 10 公尺，設計時速 80km/hr，設置於進入收費點之前方匝道上。
- 收費站區無線通信設備：讀寫電子收費所需之相關訊息(主要為交易資料)，通訊區域 3 公尺，設計時速 80km/hr，設置於收費點處。

2. DSRC 通訊方式

由 ISO/TC204 之 WG15 制定，起始於 1995 年，1997 年 3 月制定第一版標準，1997 年 9 月制定相關電信法規，目前日本採用微波通訊方式，採用三層網路架構，分別為 ISO 七層中之第一層實體層、第二層資料鏈結層及第七層應用層。

第一層實體層：採用 5.8GHz 主動式雙向通訊，詳細規格如表 6-1。

表 6-1 日本 DSRC 規格

項目	規格
頻率	車道設備 5.795GHz 及 5.805GHz 車上設備單元 5.835GHz 及 5.845GHz
多工方式	全雙工/半雙工
調變方式	ASK
傳輸速率	1,024kbps
同步方式	同步
碼框長度	可變
資料寬度	固定(800 bits)
頻寬	每頻道小於 8MHz
頻道間隔	10MHz
通訊距離	10-30 公尺
傳輸功率	10mW 至 300mW
天線增益	車道設備 20dBi max 車上設備單元 10dBi max
同時可通訊數	8 個

第二層資料鏈結層：由 ISO/IEC 8802-2 之 LLC 子層及 Adaptive slotted ALOHA TDMA 方式之 MAC 子層組成。

第七層應用層：包括起始處理、傳送處理及廣播處理三個功能。

3. IC 卡

IC 卡之功用包括

- 電子票
- 內含使用者資料及交易紀錄。
- 可作為個人多功能專用卡。

IC 卡之外型、尺寸與 ISO/IEC 7810 相容，其運作方式與 ISO

7816 相容。

四、未來建設計畫

根據參與道路電子收費測試的人員表示，電子收費之主要問題，並不在於通訊或電腦技術的問題，反而在於收費管理、交通問題及財務稽核等較難解決，故於未來整體推展計畫將予以加強研究。

整體道路電子收費系統的推動計畫，自 2000 年 4 月開始於東京都區高速公路實測，逐步拓展至日本全國，北從北海道南至沖繩島皆將設置，目前主要收費道路大部分已開始建置，預計 2001 年底於全國設置約 800 個收費車道，2002 年預計增至 900 個收費車道。車上讀卡機由 2000 年 9 月 620 萬台，預計於 2015 年將超過 5000 萬台，屆時希望至少有百分之六十以上的車輛使用電子收費系統。

計畫完成後，預估將減少高速公路百分之三十以上的壅塞程度，並經由規格之國際化標準設計，能進一步進軍國際市場，提昇產業經濟。

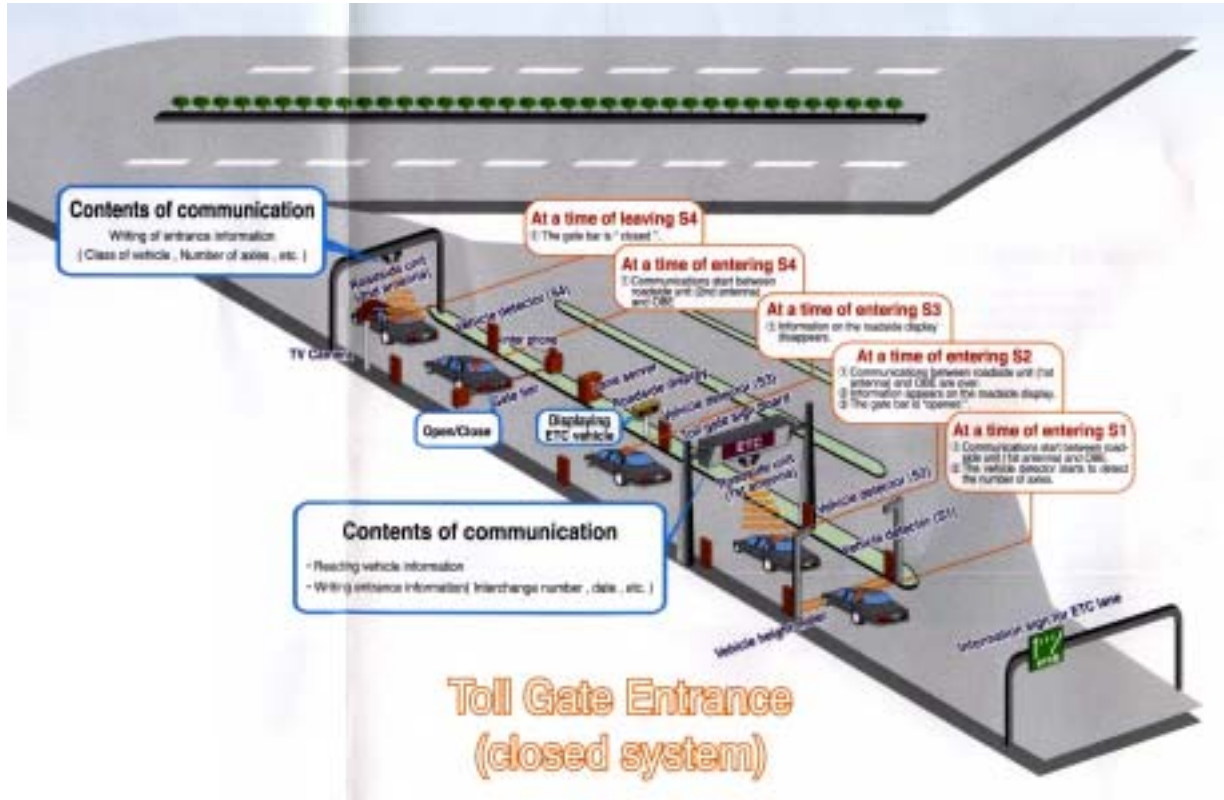


圖 6-1 入口處電子收費車道設備配置圖

圖 6-2 出口處電子收費車道設備配置圖

圖 6-3 電子收費車道

柒、VICS 系統

VICS 為 Vehicle Information and Communication System 之縮寫，依據日文漢字則為「道路交通情報通信系統」，並由「財團法人道路交通情報通信系統中心」(簡稱 VICS center) 執行及管理此系統之運作。

所謂 VICS 為透過各個管道所收集之道路與交通相關資料，經由 VICS center 編輯及處理後，將有關交通壅塞或管制等資訊即時傳送至車上導航系統，以文字或圖形之方式顯示給用路人參考。所提供之資訊內容包括交通壅塞與所需行駛時間、事故與施工位置、速限與車道管制、停車場位置及狀況等資訊。

VICS 之特點包括即時傳輸道路與交通資訊，利用車上導航設備顯示資訊，各種資訊及壅塞地區一目了然，並且為完全免費之服務。

VICS 之目的為藉由提供用路人精確而即時的資訊，使用路人可以選擇適當的行車路線，以達到縮短運輸時間以便利用路人並降低旅運成本，改善道路安全以及提昇交通順暢來達成環境保護的目標。

VICS 之運作方式為透過收集資訊、處理及編輯資訊、提供資訊及利用資訊等四個功能，來達成即時提供用路人有用而即時的資訊，其運作方式如圖 7-1 所示。

VICS 經過多年之推展之後，目前 VICS 已涵蓋日本 23 個都、道、府、縣之區域，以及幾乎各主要道路皆可提供資訊之服務，其涵蓋範圍如圖 7-2 所示，而 VICS 亦以全日本為目標，計畫擴展其服務範圍。

經了解目前日本 VICS 所使用之車上導航設備，為由民間之汽車或電氣廠商自行研發及生產，皆已具有地圖顯示型式之功能，其地圖之基本圖係由政府所提供，各廠商再自行加值運用，一般隨同車上導航之硬體設備出售給用路人，並每年依道路之狀況更新，而用路人除購

買車上導航設備及更新地圖時需付費外，接收及使用 VICS 所傳送之資訊則不必另外付費。而 VICS 中心即是由各汽車及設備製造廠商所聯合出資而成立之財團法人，中心內亦由個別廠商所聘用之人員合作執行相關之工作。

圖 7-1 VICS 運作方式

圖 7-2 VICS 服務範圍

捌、Smart Cruise 系統

21 世紀智慧型行駛 (Smart Cruise 21 Demo 2000) 是車、人、道路與通信結合為智慧行駛之系統，2000 年 11 月 28 日至 12 月 1 日，實證試驗發表於日本建設省土木研究所 (圖 8.1) 及財團法人日本自動車研究所 (圖 8.2) 2 場地，實證項目包含建設省先進道路協助行駛系統 (AHS Advanced Cruise Assist Highway System) 及運輸省先進自動車安全系統 (ASV Advanced Safety Vehicle System)。

先進道路協助行駛系統研發歷程為：

- 1989 年建設省從研擬交通事故對策開始。
- 1991 年 6 月建設省和 24 家私營公司共同研究自動行駛的偵測範圍，其研究目標；以前方道路危險警告、周邊車輛位置之標示、預防車輛後側相撞等。
- 1992 年 8 月偵測突發事件系統操作測試，例如在阪神高速公路的彎道中，設置 CCD 攝影機，並透過影像處理，自動偵測事故警告駕駛者。
- 1993 年在 MICHI 刊物詳細說明建設省道路的 5 年計畫，以 AHS 階段發展之概念：I (Information)、C (Control)、A (Automated cruise)。
- 1995 年 11 月在建設省的土木研究所，舉行世界性的第一次 AHS 試驗成果展示，以更安全舒暢道路的駕駛、減少意外事故、增進運輸功能、改善行駛環境、加強便利性與舒適性來減少駕駛的負擔。
- 1996 年 9 月由 21 個擁有尖端科技的企業組成先進行駛公路協助系統研究聯盟 (AHSRA Advanced Cruise Assist Highway System Research Association)。
- 1999 年研究員增加約為 600 名，2000 年有贊助者 360 個團體，共同研發。
- 先進自動車安全系統 ASV (Advanced Safety Vehicle System)
- 1991 年開始計畫，以改進行駛安全，發展先進車輛技術為目標，於是透過運輸省、學者專家、和 9 家自動車製造商社共同成立，一起參與此研發計畫，目的為增進行車安全並防止車禍。
- 1995 年第一階段完成，並於 11 月辦理成果發表。
- 1996 年至 2000 年由第二階段推進檢討會 (Study Group for Promotion of Advanced Safety Vehicle)，成員有運輸省及相關政府機關 (警察廳、通商產業省、郵政省、建設省) 及自用車、大

貨車、巴士、二輪車等 13 家自動車製造商社及學者專家等組成。對自動車安全行駛和車輛基礎技術配合研發，研究開發成果合計兩期，共 6 項研究領域包含 32 項系統。

內容如下：

1. 預防安全技術（資訊顯示、警報、駕駛負擔減輕）

- 危險駕駛狀況警報系統。
- 車輛危險狀況警報系統。
- 能見度提高系統。
- 夜間能見度提高系統。
- 偵測死角障礙物系統。
- 週邊車輛偵測系統。
- 道路資訊獲得和警告系統。
- 交換駕駛資料的車輛通訊系統。
- 駕駛負擔減輕系統。

2. 事故迴避系統（關鍵機能的改進、自動操作）

- 智慧控制車輛系統。
- 危險駕駛迴避系統。
- 交岔路口事故迴避系統。
- 車輛通訊相撞迴避系統。
- 道路資訊相撞迴避系統。

3. 自動駕駛技術（利用既有、和新建置道路）

- 利用既有道路結構自動駕駛系統。
- 新建置機能自動駕駛系統。

4. 安全衝突技術（保護乘員、行人傷害減輕）

- 吸收撞擊力系統。
- 保護乘員系統。
- 行人傷害減輕系統。

5. 防止災害擴大系統

- 危急時門鎖解除系統。

- 預防二次相撞系統。
- 滅火系統。
- 事故發生自動通報系統。

6. 汽車基礎技術

- 防止災害擴大系統手機人性安全設計。
- 先進數位速度紀錄 / 駕駛紀錄。
- 電子車輛識別票。
- 路況溝通系統。
- 先進全球定位系統。
- 電話駕駛系統。
- 高齡駕駛設計系統。
- 疲倦的生理計測與對應。
- 先進人性介面科技。

智慧型之行駛由先進行駛公路協助系統研究聯盟 (AHSRA Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association) (21 個私營公司、2 個國外汽車公司、3 個日本國內外大學、和 1 個日本國營公司成員) 及由 13 家自動車製造商社領導先進自動車安全系統 (ASV) 的研究和發展共同成果。

2000 年 10 月至 12 月在建設省土木研究所 6 處符合測試功能場地實驗。11 月 28 日到 12 月 1 日又舉行測試，驗證智慧行駛系統，能提供駕駛人之重要機能資訊：

1. 通信資訊提供機能。
2. 警報資訊機能。
3. 操作支援機能。

用以避免危險的發生，認清當時危機情況、避免做出錯誤危險判斷、良好適當運作，以增加行車安全，減少交通事故。

提出七項偵測之機能：

1. 防止與前方障礙物衝突。(圖 8-3)

在不良能見度下，車道附近所設偵測器偵測到車輛、障礙物等資訊，經處理後由路側之通訊告訴駕駛所需資訊、警告、操作支援。

2. 防止偏離車道。(圖 8-4)

於車道上設置磁標，由行駛之車輛測知偏移資訊，由車輛及時處理，並通知駕駛、警告、操作支援。

3. 預防交叉路口相撞。

在交岔路口附近設置偵測及通訊設施，偵測附近的車輛，提供資訊給駕駛、警告。

4. 防止右轉衝突。(圖 8-5)

在交岔路口附近設置偵測及通訊設施，偵測迎面車輛可能右轉，提供資訊給行人。

5. 防止碰撞穿越道路的行人。(圖 8-6)

在交岔路口附近設置偵測及通訊設施，可偵測有無行人正常穿越人行道，提供資訊給駕駛者。

6. 防止轉彎超速。(圖 8-7)

車道附近設置偵測器設施，測知車輛之距離和彎道的形狀，經處理後由路側通訊設備告訴駕駛所需資訊、警告、操作支援

7. 活用路面資訊保持安全行車距離等各項服務。(圖 8-8)

利用道路所偵測路面相關資訊，促使車輛保持安全行車距離。

能達到上列需求，必須應用各種先進科技產品，如無線通訊、紅外線感測器、影像感測器、微波感測器、雷射感測器、電波感測器、光纖感測器、磁標及微處理器等整合應用。

2003 年陸續展開計畫，達到及時提供駕駛人資訊，填補因發覺時間延遲造成事故，可減少錯誤判斷，並提醒駕駛人改正錯誤之操作。然 ASV 行車間距離及自動維持行駛系統、含睡意警告(圖 8-9)系統等以上新增功能協助駕駛者，對遵守交通安全者因可減少 2/3 事故發生。

日本預計 2015 年實現智慧行駛系統。據現場實驗了解，相關技術確可應用，但需配合相關國家標準建立及各層面配套措施，唯 AHS 之基礎建設必須由政府主導執行，但由自動車製造業者發展 ASV 成果，將有無限商機待開發，如研發車輛主動偵測、資訊、通信等等，可快速實施智慧行駛系統，提供駕駛者需求。

圖 8-1 日本建設省土木研究所實證場地

圖 8-2 財團法人日本自動車研究所實證場地

圖 8-3 防止與前方障礙物衝突

圖 8-4 防止偏離車道

圖 8-5 防止右轉衝突

圖 8-6 防止碰撞穿越道路的行人

圖 8-7 防止轉彎超速

圖 8-8 行駛車間距離自動維持

圖 8-9 偵測駕駛員注意力是否集中並自動警告

玖、結論及建議

透過本次為期三週針對「智慧型高(快)速公路系統建置與運作」之研修，在領域上包括日本已具相當基礎之交通控制系統、用路人資訊系統、電子收費系統、VICS 系統及現正積極推動之 Smart Cruise 系統，地域上橫跨本州之東京、大阪、神戶及四國地區等之四個日本主要道路公團，使我們對日本在 ITS 及交通管理之發展，有了進一步的了解。藉由日本之 ITS 推動經驗，對未來台灣地區之 ITS 發展，將具極大之參考價值，以下針對研修內容提出結論與建議，並對研修行程安排提出建議。

一、研修內容之結論與建議

1. 日本在 ITS 推動上，不論在人力或金錢，皆投注了相當大的資源，推動組織於政府部門係由跨部會之五個中央省、廳組成「五省廳連絡會議」為主導，由內閣總理主持，負責研擬 ITS 的國家發展政策與方向。民間團體如 VERTIS、HIDO 及走行支援道路開發機構等單位負責協助政策擬定、技術研發等，另積極結合廠商之共同推展，充分落實產、官、學、研之緊密合作機制，方能達成現在之 ITS 各項成果，其推動模式實可作為國內未來發展 ITS 之借鏡。
2. ITS 業務推動上，日本常委託相關協會或團體處理，如「日本道路交通情報中心」負責彙整全國各道路管理單位蒐集之交通資訊，並作統一運用及供各單位間資料交換。另於 VICS 及相關 ATIS 應用上甚為重要之電子地圖製作係由「日本道路地圖協會」負責更新維護。另如 HIDQ 走行支援道路開發機構則負責協助 ITS 推動，藉由此種長期委託方式可節約政府人力，持續性之推動及提昇，並使 ITS 推動上可更具彈性及更加快速。
3. 日本之 ITS 發展快速，尤其是用路人資訊系統，不論是道路上或透過 VICS 系統所提供之資訊，其即時性或符合用路人需求性皆相當高，其原因乃在於多年的基礎建設，形成完整及綿密之交通控制系統可以收集與提供資訊。故國內應積極建置高、快速公路交控系統，並擴展至一般道路上，尤其是車輛偵測器等交通資料蒐集設施之建設，以配合未來 ITS 之發展。
4. 日本交通控制系統資訊可變標誌版面之表現多元化，不管是大型或小型，文字型式、圖示型式或文字與圖示結合方式，無不想盡辦法在有需要之位置提供資訊予用路人，而所有顯示之訊息也可讓用路人充分了解，另外顯示內容大量以圖案方式表現，亦給予

用路人活潑生動之感覺，並以顏色顯示區分事件之嚴重程度，讓用路人一目了然，其運作方式值得學習。

5. CCTV 影像處理技術已成熟，且被廣泛運用至旅行時間預測、違規取締、事件自動偵測、停車場使用狀況自動偵測上，而配合 ITS 之發展該技術亦被引用至汽車安全、自動駕駛上，此部份應是未來發展之重點。
6. 近年來旅行時間之提供在日本交通控制系統上佔很大之份量，而其對用路人來說亦是最實際的資訊內容，未來我國在交控系統規劃上應加以重視與推展。
7. 事故自動偵測與事先警告系統對於車輛追撞之預防確有其功效，應積極發展以降低肇事率。
8. 日本各服務區或停車區之道路資訊終端設施均以整區規劃之方式呈現，各設備之造型生動活潑、顯示資訊內容完整充實，直得學習。
9. 神戶大地震時阪神地區受創嚴重，故後續新建之道路設施均特別考慮防災規劃，對於控制指揮系統而言均已設置備援系統以因應災害發生時緊急處理任務，我國與日本同屬地震帶與颱風行經之處，地震與颱風之發生頻率高，防災中心與備援系統應積極建立。
10. 觀察日本 VICS 系統之運作，以及與民間廠商力量的結合，可以做為國內未來在推動 ATIS 工作之參考。
11. 日本於交通運作及資訊整合上付出甚多努力，現在各交通控制系統及 VISC 可運作如此成功，事先之統一規劃及研訂共同標準介面及通訊協定，應為重點，故未來國內發展可朝此方向研究。
12. 日本經由嚴謹的電子收費系統規劃、效益分析及測試過程，此一結合策略、技術與交通管理之發展過程，對於確保系統的成功具積極的意義。國內於電子收費之推動上則較注重技術之研發，建議應加強相關之交通問題探討，俾未來順利推動。
13. AHS 發展是必然走向，有關日本未來先進技術必然需了解學習，尤其對相關偵測技術應用與系統整合。建議在先進設備及技術上加強學習，作為未來提升本局交通控制系統應用及建置之參考。

二、研修行程建議

1. 本次研修以 ITS 為主，所以日方之安排也以日本 ITS 發展為主，此次行程安排參訪日本道路新產業機構、AHS 機構及 VICS 中心均是很適當之安排，惟因適逢日方辦理 Smart Cruise 21 發表會，此三個主要先進機構均忙於準備相關發表會事宜，所以能給我們的時間較有限，另此三單位之業務尚有很多可供我們學習，建議未來可增加在此三單位之研習時間。
2. 此次參訪之單位涵蓋 ITS 政策制定 技術研究及實際執行之單位，惟建議在參訪單位安排之流程上，能先由政策制定單位，再至實際執行單位，如此對於整體發展之架構較能有整體性之了解。
3. 依實際研修經驗，因研修內容豐富，原提出之三週研修時間似不足，建議未來再有類似研修可視需要延長時間。
4. 本次研修主題為 ITS，然因交控系統在日方來說係屬道路基本建設，並不是 ITS 發展之先進科技，故安排參訪交通控制系統時，相關單位均以介紹 ITS 發展為主，對於系統之內涵及運作方式較無時間談到，惟交控技術對本國 ITS 仍屬重要一環，而由實際參訪中深切體會該國交控技術與運作方式確有高明之處，建議未來應指派本局交通控制系統軟、硬體維護及運作人員，針對系統軟、硬體及運作技術部份，以較長之研修時間參與日方實際作業，深入學習研究，以提昇本局交控技術水準。
5. ATIS 為 ITS 推動時最易為用路人感受之成果，日本於此方面推展，實可歸功於 1970 年設立之「日本道路交通情報中心」對於各道路交通資訊整合及運用方面之努力，除回饋應用於各道路公園於所轄之道路上 CMS 或旅行時間看板顯示外，並提供 VICS 使用。建議未來可增加該中心之參訪行程，作為未來本局推動「交通資訊管理與協調應變中心」之參考。
6. 電子收費系統為國內目前一重大交通建設計畫，建議未來可加長 ETC 之研修時間，俾充分了解日本 ETC 相關規劃及運作狀況。

三、致謝

本次研修得以順利完成，特別感謝經濟部國際合作處張小姐、台北駐日經濟文化代表處溫先生及交流協會鳴海小姐對此次研修之安排。此外國建協船津先生及宗先生細心安排行程、連繫及陪同，使得此次研修更加順利。另翻譯林正子小姐於研修期間全程陪同，經由其對 ITS 專業之翻譯，使得不同語言間之隔閡變小了，雙方得以充分獲得意見溝通。並對林小姐不辭辛勞在課餘期間予以協助，至為感謝。