

出國報告（出國類別：國際會議）

# 2019 年第 26 屆智慧型運輸系統 世界大會

服務機關：交通部高速公路局

姓名職稱：宋嵩 主任工程司

派赴國家：新加坡

出國期間：108 年 10 月 20 日至 10 月 26 日

報告日期：108 年 11 月 27 日

## 公務出國報告摘要

頁數：47

報告名稱：2019年第26屆智慧型運輸系統世界大會

主辦機關：交通部高速公路局

連絡人/電話：宋嵩/（02）29096141轉2303

出國人員：交通管理組 宋嵩 主任工程司

出國類別：國際會議

出國地點：新加坡

出國期間：108年10月20日至10月26日

分類號/目：H0/綜合類（交通運輸）

關鍵詞：智慧型運輸系統(ITS)、交控系統

內容摘要：

第26屆智慧型運輸系統世界大會於2019年10月21日至25日假新加坡Suntec Convention & Exhibition Centre召開，大會內容包括研討會、技術參訪及展覽會場等。

本次大會主題為：「智慧移動，強化城市功能(Smart Mobility, Empowering Cities)」，目的在透過生活品質及社區間聯繫的提升，創造最適合居住的智慧城市。藉著出席單位及人員以各種形式的參與，包括研討會交流、技術觀摩的動態展示、技術參訪等，提供一個平台，讓參與者可以討論、分享開創性的運輸科技，經由夥伴關係，締造更強而有力的智慧運輸環境。。

本次主題在自駕車及相關技術、設備的發展，目前部分國家多仍在試辦階段，大部分在封閉空間、園區使用，少數則利用固定路線如公車、短途港口至定點的貨物運輸等使用。

另外在國外交通工程部分，則有不同於本國的發展及創意部分，部分雖不一定適合於本國，惟仍能由其中獲得相關啟發，在未來使用、應用上，可以有更多的思考。

本國在ITS領域的發展，已經不亞於多數國家，惟隨著智慧車輛技術日趨成熟，除前國內民間廠商已致力於相關技術的開發，未來道路主管機關有關道路硬體部分亦須建置相關設備，以利提供足夠資訊，另相關法規亦須與時俱進，爰此，自駕車已成為未來趨勢，亦為後續智慧運輸所必須面臨的重要議題，本局及相關機關仍有很大的努力空間。

# 目 錄

壹、目的 .....	1
貳、行程紀要.....	4
參、活動內容.....	6
一、研討會.....	6
二、技術參訪.....	14
三、展場概述.....	33
四、其他 .....	45
肆、心得與建議.....	47

## 壹、目的

為推廣智慧型運輸系統(Intelligent Transportation Systems, ITS)的應用及介紹相關領域之技術，由亞太、歐洲、美洲等地區智慧型交通組織發起的智慧型運輸系統世界大會，訂每年輪流選定主辦城市舉辦一屆，從 1994 年於法國巴黎舉辦第一屆世界大會開始，至本(26)屆由新加坡根舉行。

本次大會主題為：「智慧移動，強化城市功能(Smart Mobility, Empowering Cities)」，目的在透過生活品質及社區間聯繫的提升，創造最適合居住的智慧城市。藉著出席單位及人員以各種形式的參與，包括研討會交流、技術觀摩的動態展示、技術參訪等，提供一個平台，讓參與者可以討論、分享開創性的運輸科技，經由夥伴關係，締造更強而有力的智慧運輸環境。

本局的智慧型運輸系統，開始於民國 73 年中山高速公路基隆楊梅段中央交通控制系統工程，工程範圍自基隆至楊梅，另有中正機場段支線，於 73 年 11 月 10 日按鈕啟用，使我公路交通管理邁進電腦化與自動化的新紀元。

第二代為 80-95 年代，國內所有之高速公路交控系統均建置完成，第三代為 95-107 年代，本局依各區工程處(現稱為養護工程分局)管轄路段共建置北、中、南區交控中心及坪林行控中心(現稱為坪林交控中心)4 處交控中心，並建立「交通資訊管理及協調指揮中心」加以協調控制，另加入快速公路交控系統之建設，整合全國高快速路網之交通管理，因應行動裝置的普及，而將其概念導入並應用於交控系統之維運。

第四代交控為 107 年迄今，運用現今雲端資通訊技術，統一建置全區交控中央電腦系統軟體，並提供各交控中心進行操作，及強化系統異地備援能力，節省各年期交控系統營運、更新費用。

近年來隨著資訊與通信等技術快速發展，透過手機 App 等行動裝置普及，衛星定位軟體發展，及 ETC 上線後利用 eTag 蒐集相關資料等資料應用及發布，本局智慧運輸發展之推動目標，已積極結合大數據分析、導入 AI 影像辨識技術及物聯網(藍牙推播)等創新技術，期能藉由智慧運輸系統科技的發展與應用，提升運輸系統運作安全與效率。

為能了解國外在智慧運輸領域之發展及技術，爰本局每年度均編列相關預算參與 ITS 世界大會，此次筆者有幸獲派參與 ITS 世界年會，在參與過程中，觀摩

世界各國發展 ITS 經驗及蒐集各國在不同技術上的產業應用，作為未來繼續推動 ITS 之參考的目的。



圖 1-1 ITS 會場入口-1



圖 1-2 ITS 會場入口-2



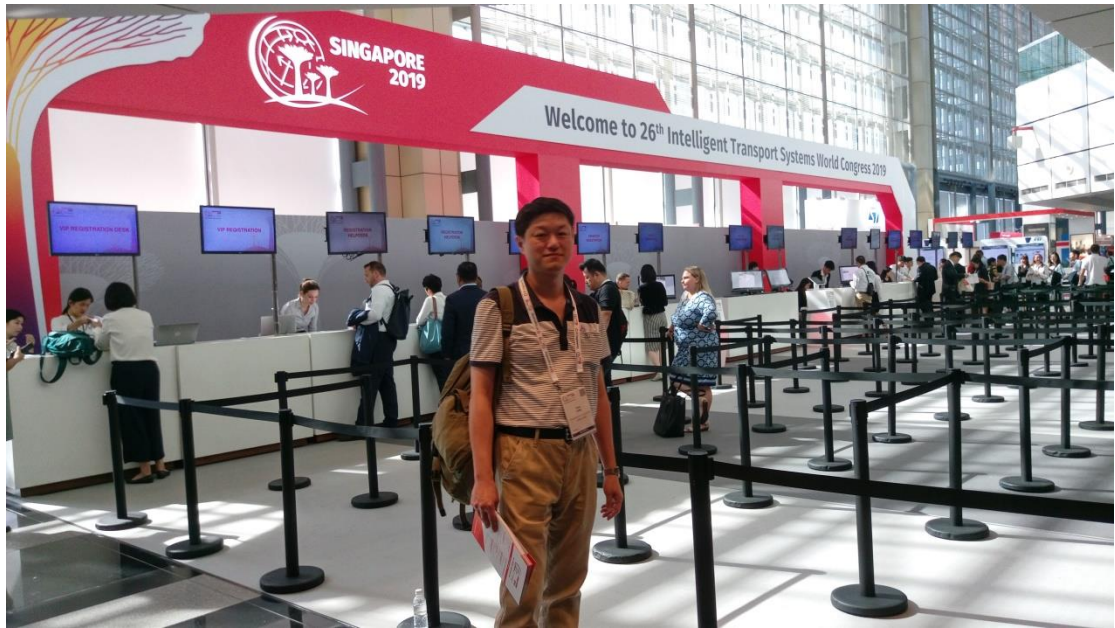


圖 1-3 ITS 會場報到處



圖 1-4 開幕典禮

## 貳、行程紀要

本(26)屆智慧型運輸系統世界大會於 108 年 10 月 21 日至 108 年 10 月 25 日共 5 天在新加坡召開，含往返搭飛機時程，本次出國行程自 108 年 10 月 20 日起至 108 年 10 月 26 日止，共計 7 天，詳細行程如下。

日期	星期	行程	內容	備註
10 月 20 日	日	台北－新加坡	去程	
10 月 21 日	一	新加坡 Suntec Convention & Exhibition Centre 會議中心	1. 報到及開幕 2. 研討會 3. ITS 展覽會場	
10 月 22 日	二	新加坡 Suntec Convention & Exhibition Centre 會議中心	1. 研討會 2. ITS 展覽會場 3. 技術參訪： (1) Testing and Research of Autonomous and Connected Vehicle Deployment on Public Roads (2) Singapore Bus Training and Evaluation Centre	
10 月 23 日	三	新加坡 Suntec Convention & Exhibition Centre 會議中心	1. 研討會 2. ITS 展覽會場 3. 技術參訪： (1) Intelligent Transport System Operations Control Centre and Singapore Mobility Gallery (2) Singapore City Gallery and URA's Digital Planning Lab	
10 月 24 日	四	新加坡 Suntec Convention & Exhibition Centre 會議中心	1. 研討會 2. ITS 展覽會場 3. 技術參訪：Visit to Kim Chuan MRT Depot	
10 月 25 日	五	新加坡 Suntec Convention & Exhibition Centre 會議中心	1. 研討會 2. ITS 展覽會場	
10 月 26 日	六	新加坡－台北	返程	

此外，工業技術研究院榮獲 ITS 世界大會名人堂產業成就獎，並接受頒獎表揚。



圖 2-1 工業技術研究院受獎



## 參、活動內容

本年年會主題為「智慧移動，強化城市功能(Smart Mobility, Empowering Cities)」，年會活動主要可分為研討會、展覽會場及技術參訪等三大部分，在此主題下，有超過 250 場次的論文發表或技術研討，各國 ITS 相關廠商及協會等，共計超過 300 個參展攤位，展示各單位創新及先進的 ITS 相關技術或產品發展狀況，另外大會亦安排各主題的技術參訪行程，供與會者視需要選擇參加，分述如下。

### 一、研討會

研討會依性質可分為全體會議(Plenary Sessions)、執行會議(Executive sessions)、特別會議(Special Interest Sessions)、亞太地區分組會議(Asia-Pacific Regional Stream)、技術會議(Technical Sessions)、科學論文會議(Scientific Paper Session)及商業論文會議(Commercial Paper Sessions)等大類，概述如下：

(一)全體會議(Plenary Sessions)：計有 3 場次。

1. 先進聯網及自動移動運具配置(ADVANCING CONNECTED & AUTOMATED MOBILITY DEPLOYMENT)：隨著科技躍進，使得人工智慧、新型偵測器及運算工具得以大幅提升到達速度，故須在複雜運具狀況下，先針對車輛之自主移動相互間之協調、基礎設施及政策等，加以規劃。
2. 促進創新移動服務(PROMOTING INNOVATIVE MOBILITY SERVICES)：著重在實現創新、整合運輸服務的挑戰。除了現有鼓勵公共運輸方式外，未來針對各種新型運具共享概念下(如車輛共乘、共享單車等)日益增加及發散之需求，必須加以創新及整合。
3. 可靠的智慧城市所需的智慧運具解答(INTELLIGENT MOBILITY SOLUTIONS FOR A SUSTAINABLE SMART CITY)：隨著都市活動集中，造成噪音、擁擠、事故及公共運輸可及性等交通問題，本議題即在探討如何利用更經濟、安全、環保、可靠的運具，為智慧城市尋求解答。

(二)執行會議(Excutive Sessions):計有 12 個主題的專題研討會,各主題如下:

1. TECHNOLOGY AND SAFETY ISSUES FOR CONNECTED AND AUTOMATED DRIVIND
2. AUTONOMOUS VEHICLES TESTING – HOW DO WE ADDRESS LEGISLATION DISCREPANCIES?
3. AUTONOMOUS VEHICLES IN PUBLIC TRANSPORTATION – SEPARATING HYPE FROM REALITY
4. FREIGHT PORTS AND CROSSINGS
5. TRANSFORMING MAAS FROM IMAGINATION TO REALITY
6. MANAGING URBAN SPACE
7. MOMENTS OF TRUTH MAAS IMPLEMENTATION
8. TODAY’S MOBILITY: ACCESSIBILITY, INCLUSIVITY AND SAFETY
9. IS PROLIFERATION OF NEW TECHNOLOGIES CREATING A LEVEL PLAYING FIELD?
10. DRIVING ITS THROUGH THE POWER OF DATA
11. FREIGHT MOVEMENT FOR SMART CITIES
12. DEMAND MANAGEMENT STRATEGIES AND PRACTICAL CONSIDERATIONS

(三)特別會議(Special Interest Sessions):計有 66 個主題的專題研討會

(四)亞太地區分組會議(Asia-Pacific Regional Stream):計有 10 個主題的專題研討會,各主題如下:

1. ASIA PACIFIC HIGH LEVEL FORUM ON NEW TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE
2. ADVANCED TECHNOLOGIES FOR OPERATION AND MAINTENANCE OF ITS FACILITIES
3. TRAFFIC STATES AND ENVIRONMENT SENSING BY VARIOUS MANNERS
4. THE ROLE OF GOVERNMENT FOR DEPLOYING CONNECTED AND AUTOMATED VEHICLE IN JAPAN
5. TESTING AND VALIDATING AUTONOMOUS VEHICLES USING TRAFFIC SIMULATION
6. AUTONOMOUS DRIVING INTELLIGENCE SYSTEM AND FUTURE

## CHALLENGES OF ADAS IN URBAN ENVIRONMENTS

### 7. CROWD MOVEMENT ANALYSIS AND MODELLING

### 8. CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR PERSONAL MOBILITY DEVICES IN SMART CITIES

### 9. BEYOND PREDICTIVE ANALYTICS – HARNESSING THE POWER OF OPEN BIG DATA AND PRESCRIPTIVE ANALYTICS TO ENHANCE TRANSPORTATION OPERATING MODELS AND TRAFFIC MANAGEMENT

### 10. OPTIMISING SUPPLY CHAINS USING DATA: SOME PRACTICAL EXAMPLES AND RECOMMENDATIONS

(五)技術會議(Technical Sessions)：計有 77 個主題的專題研討會

(六)科學論文會議(Scientific Paper Session)：計有 9 個主題的專題研討會，各主題如下：

1. USE OF CONNECTED ITS DATA FOR SAFETY, TRAFFIC MANAGEMENT AND IMPROVING ENERGY EFFICIENCY
2. AI, DATA ANALYTICS AND ADVANCE OPTIMIZATION METHODS FOR DEMAND STUDIES, TRAFFIC PREDICTION AND INCIDENT DETECTION
3. COLLISION AVOIDANCE, RISK ESTIMATION AND COMMUNICATION TECHNIQUES TO ENHANCE SAFETY OF AUTONOMOUS DRIVING
4. HARNESSING BIG DATA ANALYTICS FOR ENHANCEMENT OF TRACKING, ROUTE DECISION AND TRANSPORT OPERATIONS
5. CONNECTED VEHICLE DATA FOR OPTIMIZATION OF TRAFFIC MANAGEMENT
6. V2X DATA FOR IMPROVING AUTONOMOUS VEHICLE NAVIGATION AND PERCEPTION
7. PASSENGER AND FREIGHT TRAVEL DEMAND STUDIES AND OPTIMIZATION APPLIED TO ITS APPLICATIONS
8. DATA AND MODELS FOR SAFETY, NAVIGATION, AND VEHICLE OPERATIONS
9. LEVERAGING NEW MODES OF DATA FOR IMPROVING PERCEPTION, ROUTING, PARKING AND ROAD MANAGEMENT

(七)商業論文會議(Commercial Paper Sessions):計有 8 個主題的專題研討會，各主題如下：

1. SOLUTIONS LEADING TO THE DEPLOYMENT OF CONNECTED & AUTOMATED VEHICLES
2. CROWDSOURCING AND BIG DATA ANALYTICS TECHNOLOGIES APPLIED TO ITS SOLUTIONS
3. SUSTAINABLE TRAFFIC MANAGEMENT SOLUTIONS FOR ENABLING SMARTER CITIES
4. SUSTAINABLE ITS SOLUTIONS FOR SMARTER AND GREENER CITIES
5. INNOVATIVE SOLUTIONS FOR PRICING & TRAVEL DEMAND MANAGEMENT
6. POLICY, TECHNOLOGY AND PRICING CHALLENGES IN MANAGEMENT OF NEW EMERGING TACHNOLOGIES
7. SHARED MOBILITY SOLUTIONS ENABLING EFFICIENT MULTIMODAL TRANSPORT OF PEOPLE & GOODS
8. PERSONALISED MOBILITY SERVICES AND SHARSD MOBILITY SOLUTIONS

筆者參加其中 1 場研討會為交通部科技顧問室王主任穆衡主持之 2 輪交通工具安全之智慧運輸(INTELLIGENT MOBILITY FOR CONNECTED TWO-WHEELERS SAFETY)，計有 4 位講者，探討機車、自行車等在行駛中，所要注意之交通安全課題，以下僅就 4 位講者講述內容綜整說明。



圖 3-1-1 主持人與 4 位講者

首先在探討目前科技為發展自駕車，正研究及整合各項工具，將車上單元及沿線各項資訊發送設施，互相傳送訊息(V2X-Vehicle to Everything)，以利車輛行駛能獲得足夠資訊，提供駕駛人做及早的判斷及應變，其中包括了V2V(車輛對車車輛)、V2P(4 輪車輛對行人及 2 輪車輛)、V2I(車輛對道路設施)、V2C 或 V2N(車輛對網路或雲端)、P2N(行人及 2 輪車輛對雲端)及 I2N(道路設施對雲端)，如下圖。

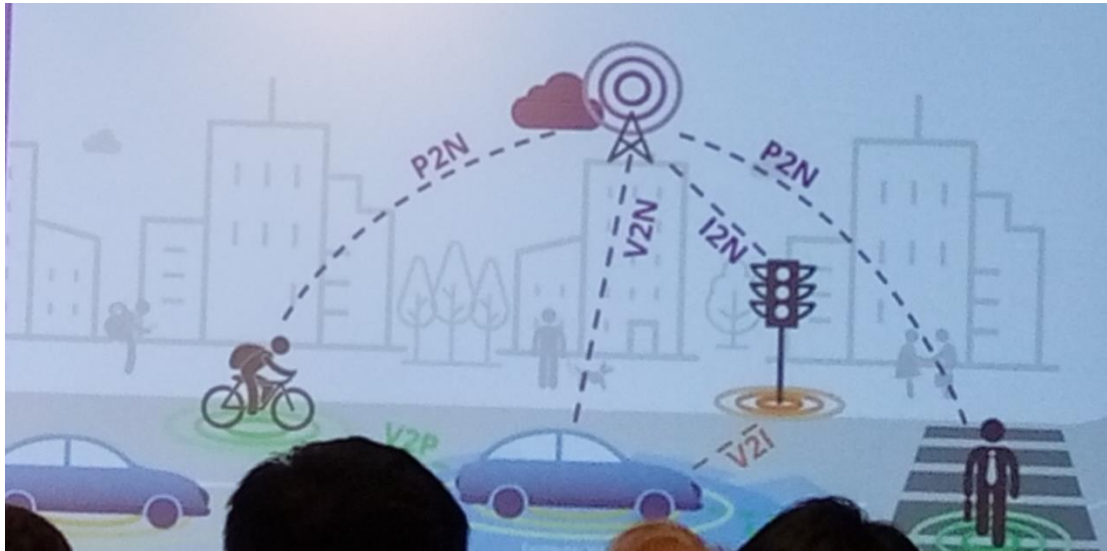


圖 3-1-2 V2X 示意圖

其中本議題焦距在 V2P 的研究，針對行人及 2 輪車輛的偵測傳輸，主要挑戰包括：

- 1.如何依據偵測到的動線，預測未來行徑，因車速越快，越不容易改變方向，然而行人及自行車有時會驟然改變方向，對於車輛而言，就不易依據所得到的資訊，決定下一步應煞停或續行或改變方向，如果判斷錯誤，就容易發生衝突。
- 2.車輛間的資訊，可透過雲端隨時交換，但行人及 2 輪車輛的偵測，卻是要即時的，就可能導致系統運算反應時間不足，無法立即給出建議。
- 3.基於前 2 項疑義，就要如何避免給予錯誤的警訊。
- 4.部分系統可能可以使用行人及 2 輪車輛使用者攜帶的行動裝置提供訊息，這時就又會產生隱私及資安問題。

其次成功大學郭教授佩棻探討台灣在 2013 年降低酒測值後(酒測濃度值降低，代表標準提高，更為嚴格)，酒後事故降低了，但因標準更為嚴格，故違規則相對增加。

標準的改變，在不同地方也會有差異，例如在台灣東南部違規增加幅度較西北部大，而事故方面，則是都市降低較多。

第 3 個議題為 Panasonic 公司談到，目前正在致力於事故防制系統的實驗，並提供基礎設施及特定的導航系統。而該實驗，則選擇在台灣試辦，主要因為台灣機車多，車流複雜，機車容易被大車擋住看不到，因而發生事故；另外，台北市計程車密度高，若與車隊合作，可以有較多實驗車輛，藉此提供各路口所需資訊，就不須在路口廣布路側設施。

例如車輛接近路口時，透過無線偵測及傳輸系統，偵測到其他方向車輛的位置、速度等，經由資訊可變標誌(CMS)，或車上裝設之設備提出警示資訊。相關偵測設備，也可以是由車輛之車上單元主動發出訊息，或由路側設備偵測而來，如下圖 3-1-3、3-1-4。

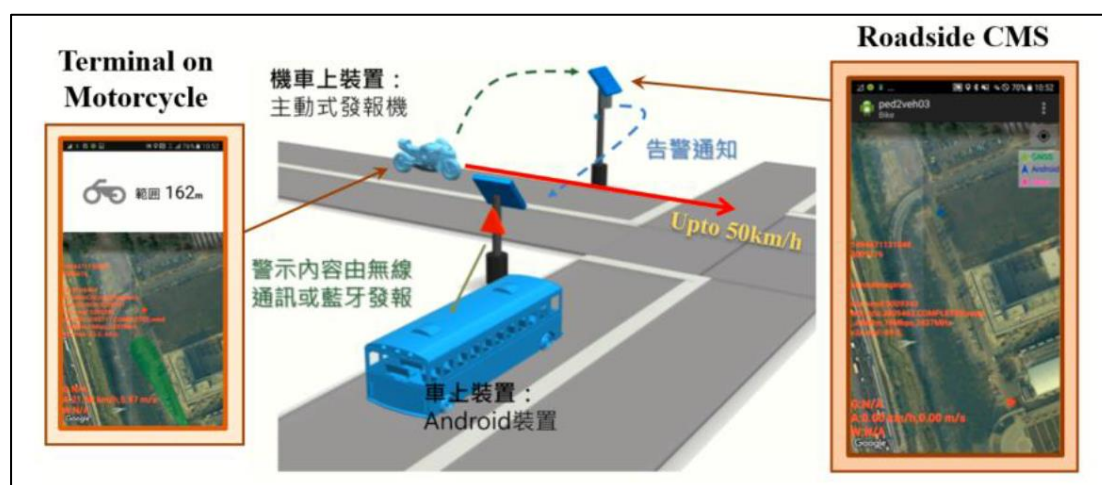


圖 3-1-3 路口偵測設備及告警-1



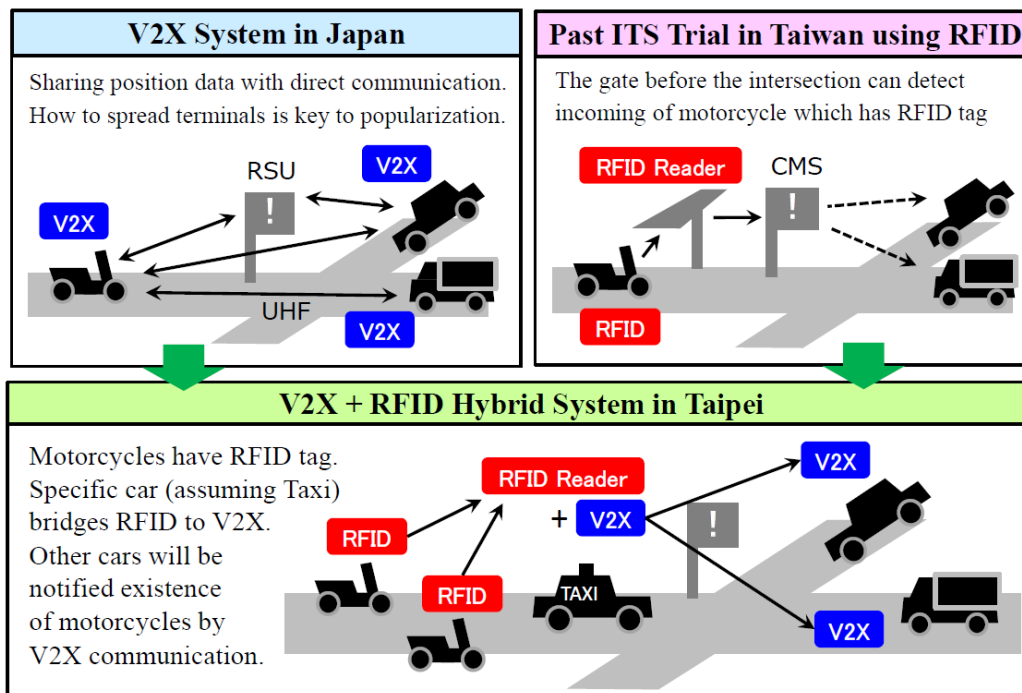


圖 3-1-4 路口偵測設備及告警-2

以圖 3-1-5 為例，當下方車輛(Vehicle 2)接近路口欲左轉時，對向有 1 輛 4 輪汽車(Vehicle 1)駛來，其右後方又有 1 輛機車(Motorcycle)，惟因視線遭 Vehicle 1 擋住，無法看見其後之 Motorcycle，如左轉時只注意對向 Vehicle 1，完成轉彎時很可能就會與其後之 Motorcycle 發生對撞，本系統即在預先察覺潛在之危險因子，及早發出警訊，告知駕駛人，以避免可能導致之危險。

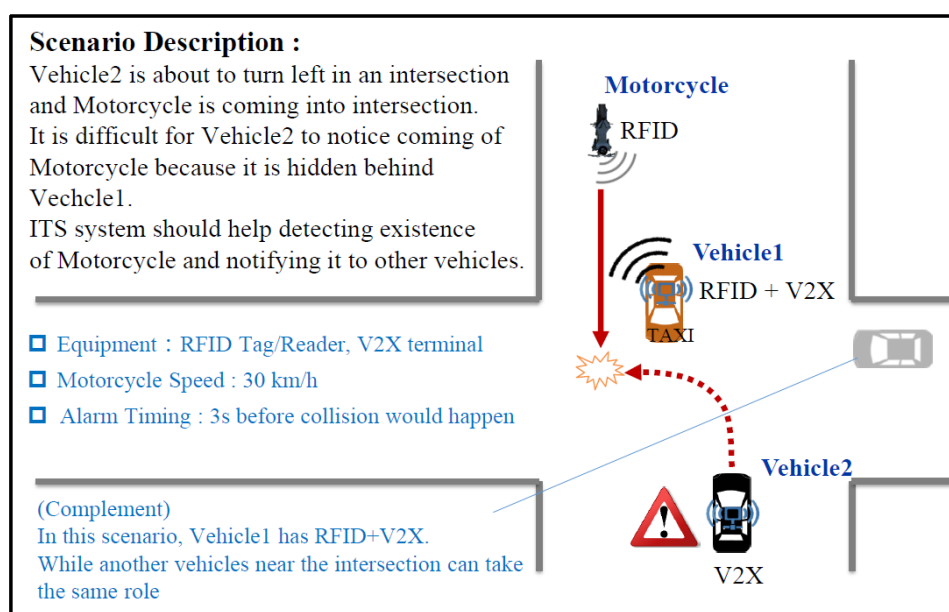


圖 3-1-5 路口潛在衝突偵測及告警示意圖

另外，車輛也可透過訊息傳遞，告知鄰近車輛本身之動態，例如本車如要轉彎時，可以提醒周遭車輛，或提供本車行駛速度，作為他車超車、轉彎等之依據。

第 4 個主題為台灣宏家騰公司所提出之機車試驗中計畫，因大學生騎機車多，校內道路較為單純，目前選定在台灣佛光及東華大學試辦，其概念與前者相近，近路口處設有路側設備，在機車置物箱放置訊號發送單元(約莫名片盒大小)，會將機車動態及位置傳輸給路側設備，路側設備再將其轉換為文字訊息，利用 CMS 顯示提供給其他車輛，如圖 3-1-6，實務設置如圖 3-1-7 及 3-1-8，路側設置警告標誌，並附文字顯示板，可提醒來車注意前方有何狀況。另台北 CCTV 密度高，未來亦可考慮納入利用做為資料蒐集之工具。

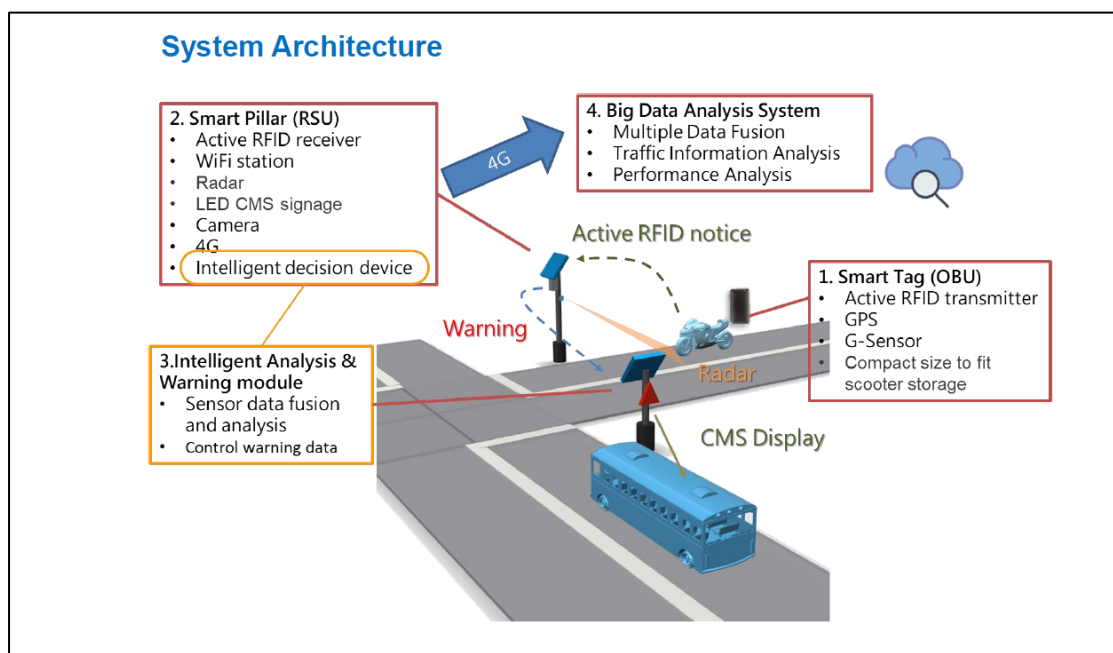


圖 3-1-6 宏家騰公司實驗示意圖



圖 3-1-7 宏家騰公司實驗現場圖

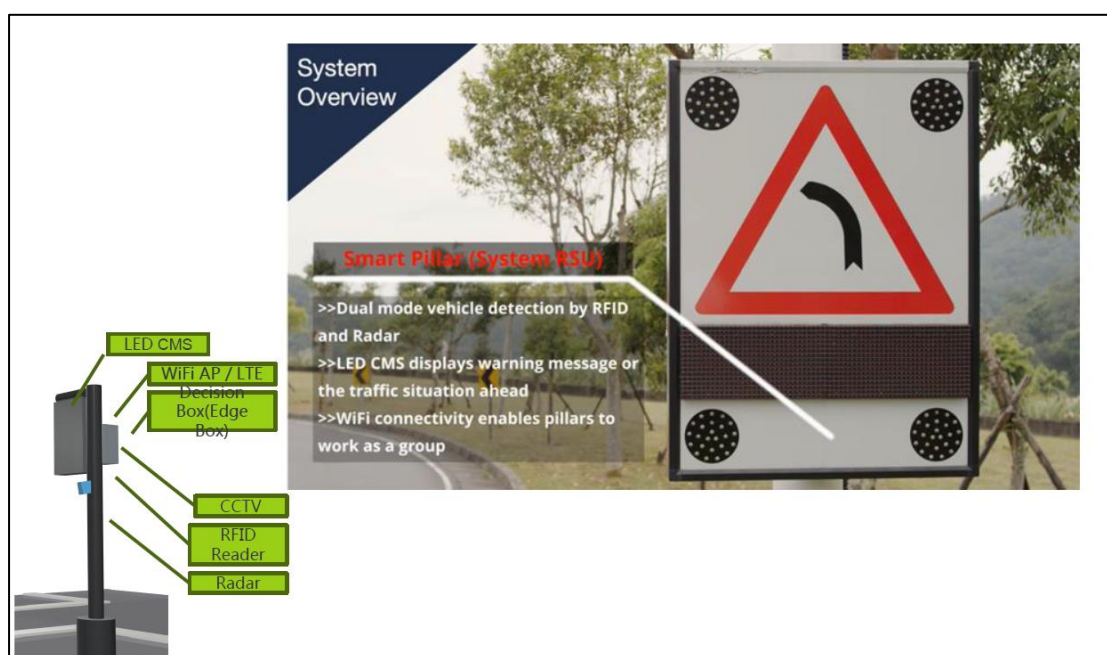


圖 3-1-8 宏家騰公司實驗標誌

## 二、技術參訪

筆者報名參加了 5 項技術考察行程，以下就參訪行程概述如下：

(一) 自駕車試驗中心 (Testing and Research of Autonomous and Connected



### Vehicle Deployment on Public Roads)

為確保自駕車在實際道路行駛的安全及無縫整合，必須先測試其與其他交通工具、道路基礎設施的傳輸及整合，該場地為 2 公頃的測試環境，用以測試未來道路應用的導航控制，並依據新加坡道路的各项設施及道路法規而設計，其中並包含了雨天環境、淹水狀況等，以因應未來自駕車在不同氣候環境下的導航能力。該試驗使用了 V2X 傳輸設備，允許車輛可相互間並與行人、個人行動裝置及路側設備互換訊息，以增進更安全、更有效率的行車經驗。

圖 3-2-1 為該自駕車中心場地照片，與台灣沙崙自駕中心佈設極為類似。



圖 3-2-1 新加坡自駕車中心

自駕車原則上可由中心透過電腦操作，如圖 3-2-2，經由電腦可指定地點，由軟體自行運算最佳路徑，車道則由車輛自行運算。圖中系統係以公車為試辦對象，途中並可設定多個停靠站位(途中黃底 H 字點位)，且如中途欲改變目的地，亦可由電腦直接指派，軟體立即再算出最佳路徑，改變目的地。除由地圖模式監控車輛行駛路徑外，車上並設有多個攝影機，監看車內及車外畫面，亦可由中心電腦監控，如圖 3-2-3。

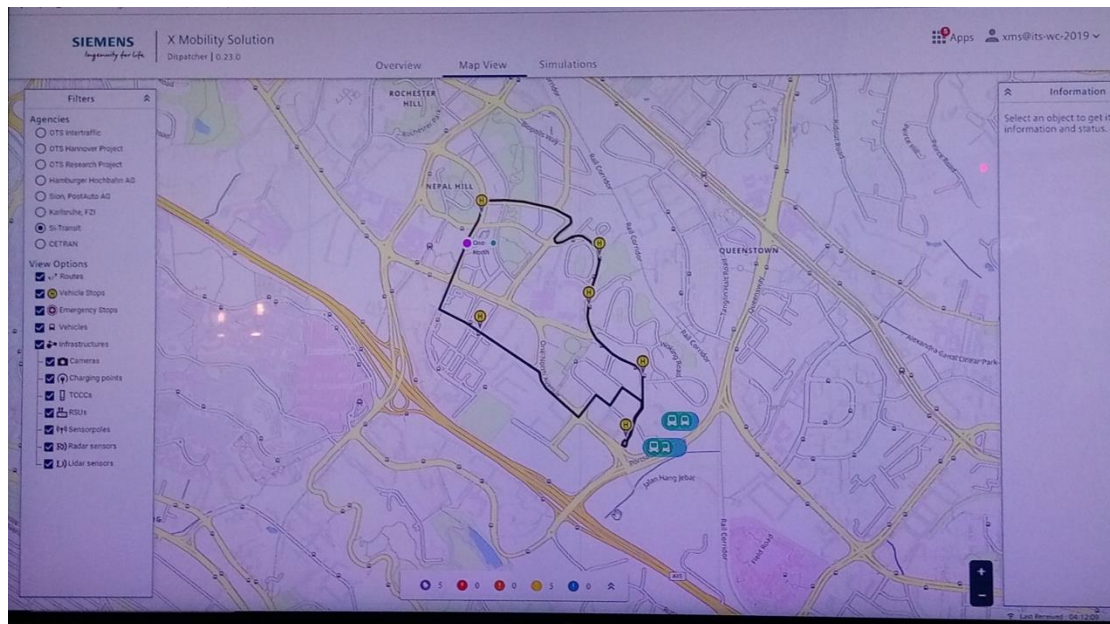


圖 3-2-2 自駕車電腦操作介面

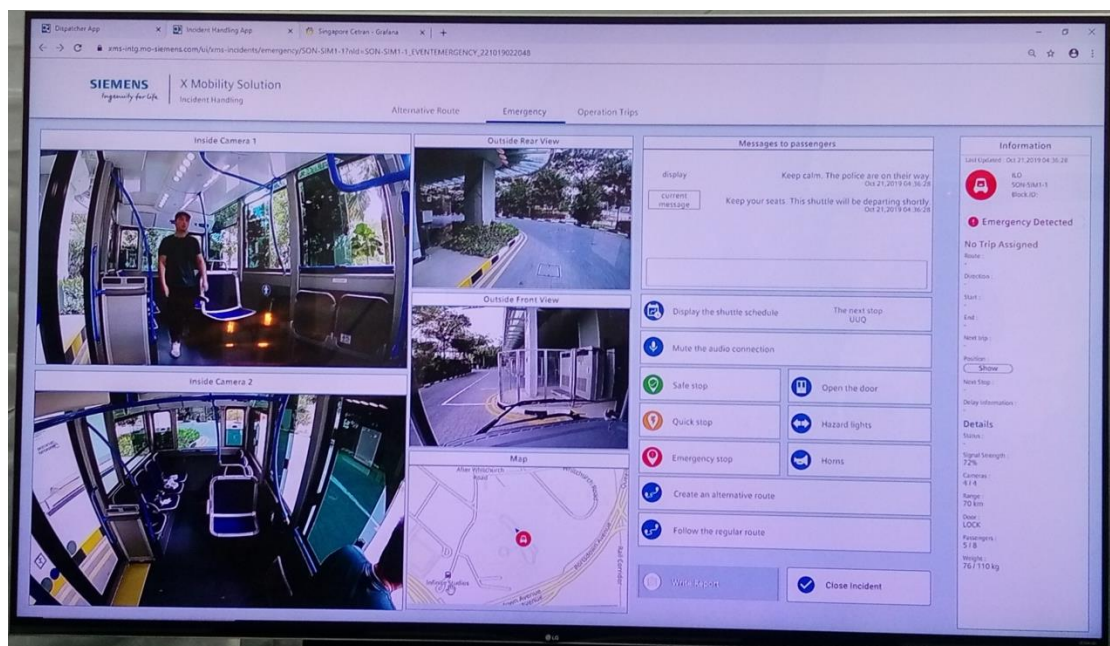


圖 3-2-3 自駕車電腦控畫面介面

依其規劃的藍圖，未來各項道路設施均需設置訊號發送器，已提供訊息給車上單元，透過軟體判斷後續因應作為，包括各項標誌(速限、禁止進入、停/讓管制、停車場、公車站等)、號誌(告知目前燈號，及還有多久會變換之資訊)，另特殊事件及車輛，亦會設發送器，如警車、救護車、施工區等，以利車輛辨識反應。且這一套資訊收發系統不僅在未來自駕車上可運用，現階段車上導航器亦可加以利用，且透過語音方



式提出告警，避免駕駛人手動操作，如圖 3-2-4 及 3-2-5。

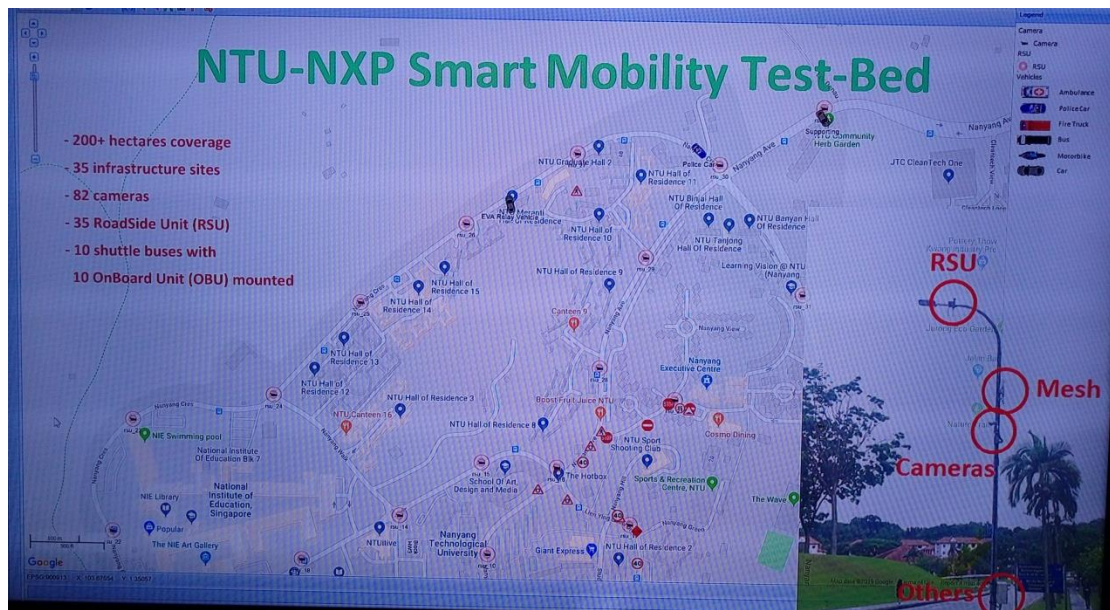


圖 3-2-4 自駕車相關傳輸設施-1



圖 3-2-5 自駕車相關傳輸設施-2

車上單元除接收相關訊息外，亦設有相關偵測設施，偵測前方路況、車道位置等，會經由演算法則自動預測事件，如行人違規跨越、號誌變換等，作必要之減速或煞停，車道偵測部分，則會隨時偵測車道前方及相鄰車道狀況，使車輛行駛在車道正確位置不至偏離，或依前方狀況改變方向(轉彎、彎道等)，另可正確變換車道(如遇前方慢車、施工、路邊



停車擋道時)。車輛間亦可隨時交換資訊，以利行進時不至發生擦撞，及決定優先路權等。

目前各項構想及試辦，都仍處在規劃階段，仍待政府相關規範制定，廠商才有辦法付諸實際應用，另依解說人員表示，目前該系統如欲雷雨仍不宜使用，因雷擊可能傷及設備，故目前仍受天候影響。

## (二) 新加坡公車訓練中心 (Singapore Bus Training and Evaluation Center)

公車為新加坡主要大眾運輸工具之一，本訓練中心成立於2015年，目標在提升駕駛人安全駕駛職能等，以提供乘客更安全、可靠、舒適的服務。

該中心利用資料分析，觀察駕駛人行為，篩出相關事件預防及應變措施，以教導駕駛人。例如行駛途中可能發生前車擋住視線，此時就會教導駕駛人須減速，以預防可能突然闖出之行人、自行車或其他車輛。

公車上會有相關偵測器，針對駕駛人護車外狀況提出告警，包括超速、加速中、剎車、急彎等。

駕駛人必須定期回訓，如駕駛人駕駛行為不佳，亦會要求再回訓。

該中心應用 AR(Augmented Reality 模擬實境)技術，打造公車駕駛艙(圖 3-2-6)，類似飛機的模擬駕駛，除駕駛座外，前方、兩側、甚至左右後視鏡所照之處，均有畫面顯示路況(後照鏡對應畫面如圖 3-2-7)，而模擬路況，則是依新加坡實際道路加以複製而來，並可模擬雨天行車(如圖 3-2-8)，車上樓地板並可模擬車輛行駛間的震動。



圖 3-2-6 模擬駕駛艙



圖 3-2-7 後視鏡模擬畫面



圖 3-2-8 模擬雨天狀況

受訓人員在模擬過程中，可透過艙外面板觀察其駕駛過程，包括人員況(圖 3-2-9 右方)、駕駛人所看到的視角(圖 3-2-9 左方)及公車在道路上的俯視圖(圖 3-2-10)



圖 3-2-9 艙外觀察面板-1

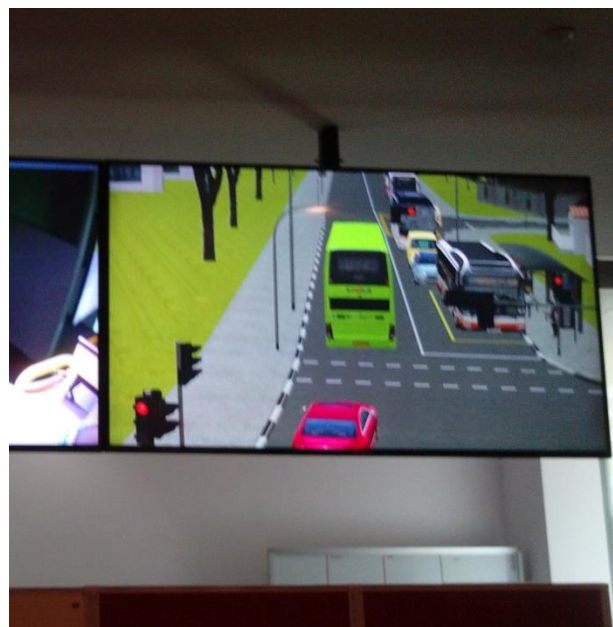


圖 3-2-10 艙外觀察面板-2

模擬艙並可直接作為考試環境，學員測試完會直接依據所犯失誤計算成績，並可用不同角度觀看錯誤內容，如圖 3-2-11。





圖 3-2-11 學員失誤觀看(左後輪壓到緣石)



圖 3-2-12 筆者參與模擬艙實際體驗

另該中心尊稱公車駕駛人為 **Captain**，以提高其地位。  
新加坡公車除轉彎或車道改變外，一律行駛外側車道。

### (三) 新加坡智慧型運輸交控中心及交通藝廊 (Intelligent Transport System (ITS) Operations Control Center (OCC) and Singapore Mobility Gallery)

交控中心為新加坡交通管理的神經中樞，24 小時運作，對新加坡的道路車流可全般掌握。在有事件發生時，負責決策因應，透過事件偵測、資料蒐集、單位協調及訊息傳遞等措施，降低對主要廊道交通的影響。中心團隊也須瞭解新加坡的電子收費系統，做為需求管理的有效工具，來抑制道路壅塞。交通藝廊針對新加坡動態及複雜的交通系統、效率平衡的挑戰、創造人本的新科技及為未來準備的系統，提供概略導覽。也展示交通當局如何規劃、設計及建立交通系統。

新加坡地方道路計 3,515 公里，高速公路計 164 公里，惟其高速公路使用英文為 Expressway，依筆者乘車行經其高速公路感覺，其等級確較台灣為低，速限亦僅 80~90 公里/小時。

新加坡地小人稠，面臨問題主要還是使用者不斷增加，道路負荷越來越重，另尚有多元使用者問題，包括身心障礙者、老人家、攜帶幼兒者、自行車及使用行動裝置之用路人，當局希望以 2030 年使用大眾運輸者可達到 75% 為目標。

交控中心包括控制中心及應變中心，控制中心在 1 樓(如圖 3-2-13)，應變中心則在 3 樓(如圖 3-2-14)，應變中心與控制中心相鄰之牆壁打開後，可直接看到控制中心作業情形(如圖 3-2-15)。應變中心具有電視牆，可將控制中心監看內容顯示在該螢幕(如圖 3-2-16)，另該交控中心演進如圖 3-2-17。

控制中心 3 班運作，每班含主管約 30 人執勤，其人員多由交通背景或警察人員轉任。



圖 3-2-13 控制中心

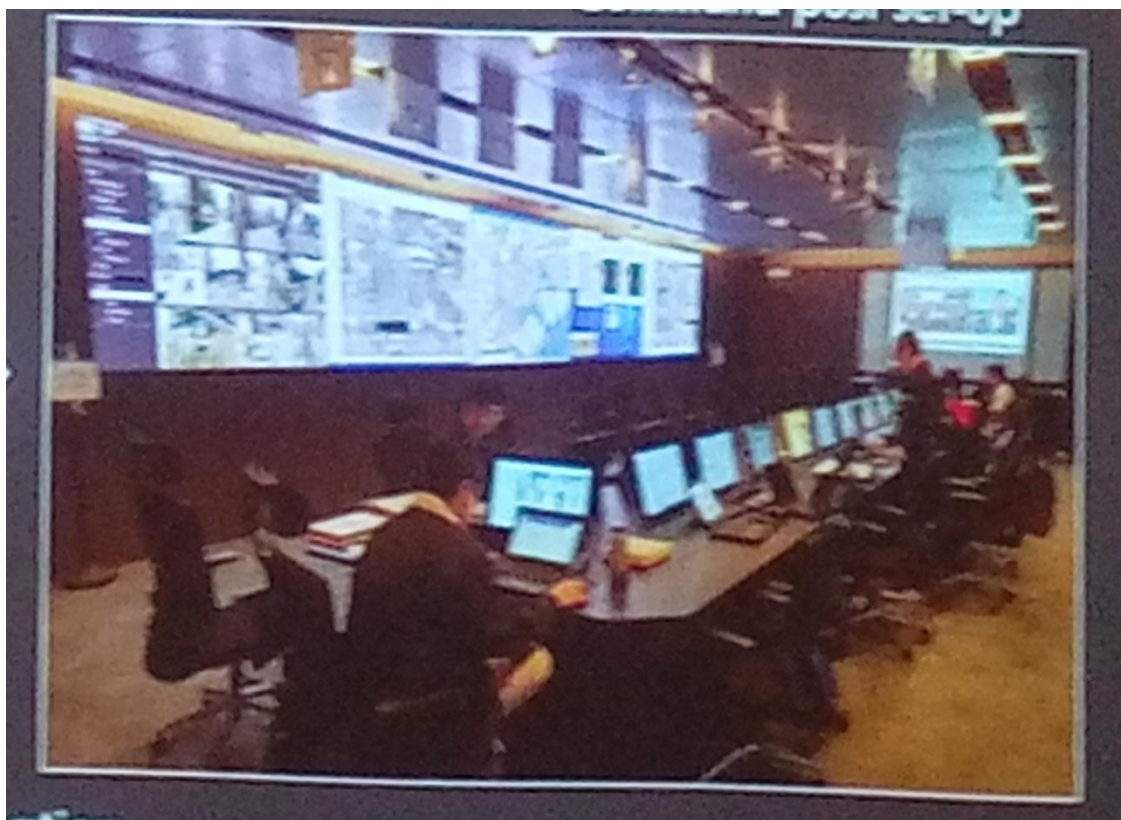


圖 3-2-14 應變中心





圖 3-2-15 應變中心可看交控中心作業情形

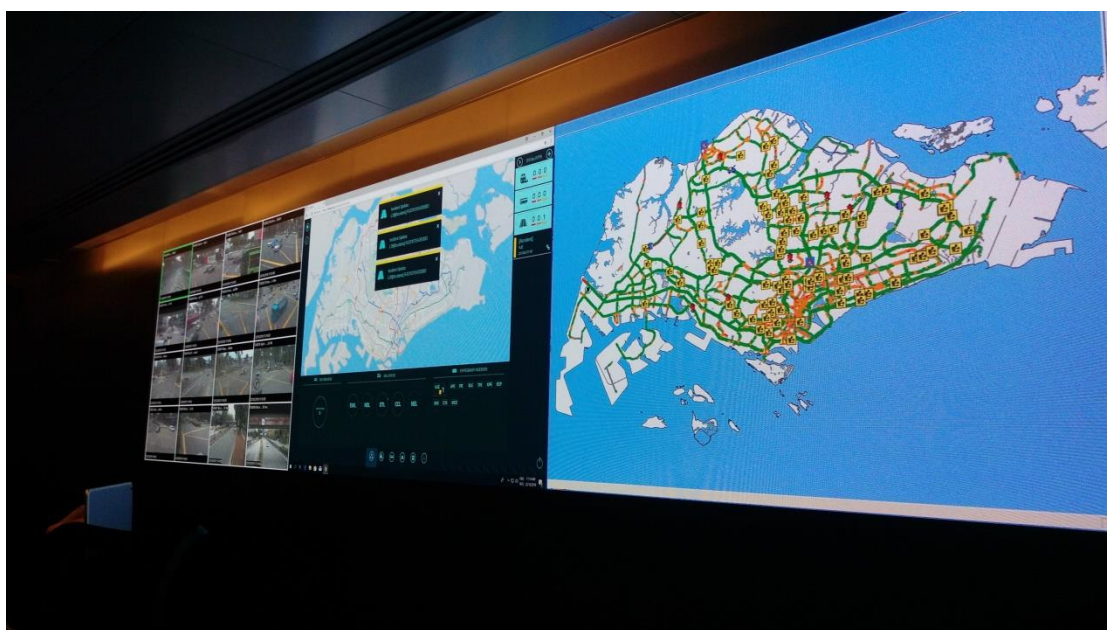


圖 3-2-16 應變中心電視牆



圖 3-2-17 交控中心演化過程

本交控中心主要是監控一般開放道路，並有備援中心，長隧道、捷運部分，另由其他交控中心負責。

在需求管理部分，分為 2 大項

1. 抑制持有

- (1) 限制持有：總量管制
- (2) 增加持有成本：增加牌照稅、降低可及性(增加步行距離)、道路使用稅

2. 使用管制

- (1) 電子收費
- (2) 高額停車費
- (3) 燃料稅

新加坡在 1975 年進市中心需購買票卷(如圖 3-2-18)，到 1998 年 ERP(Electronic Road Pricing，有如台灣 ETC)系統上線，限制入城車輛強制裝車上單元(OBU)，以減少非必要進入市區之旅次，如未申裝者駛入，則施以高額罰鍰，另外來車輛(新加坡與馬來西亞相鄰，往來車輛多)則可以預付方式行駛。除此之外，並依市區內車速檢討調整費率，



每 3 個月檢討 1 次，市區內平均車速變慢，則提高費率，以降低使用，其中車速則利用安裝計程車內的偵測器取得，後續陸續應用其他技術，如衛星定位、路側雷達等。

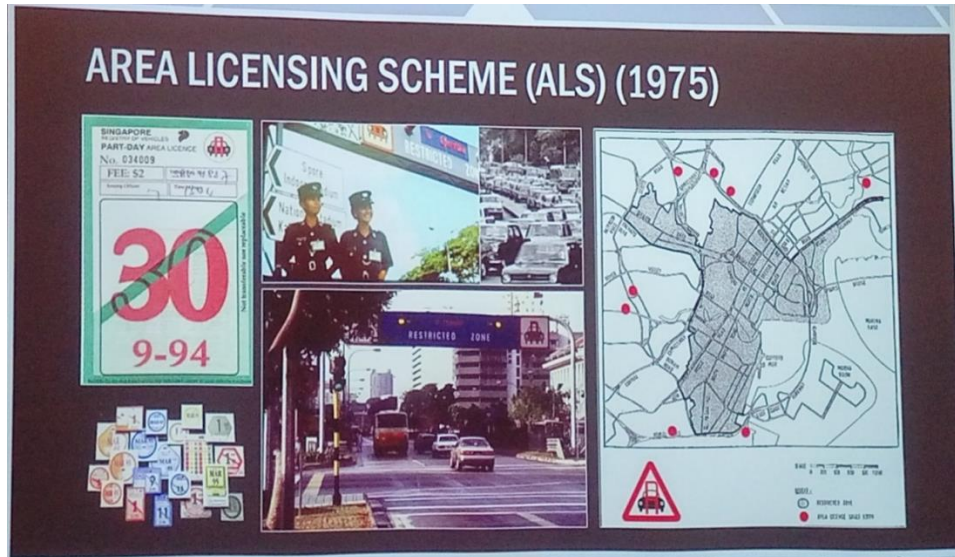


圖 3-2-18 新加坡 1975 年進市中心需購買票卷

交控中心在 ITS 的應用，該中心稱為 EMAS(Expressway Monitoring & Advisory System，如圖 3-2-19)，主要包括：

1. 利用偵測器、攝影機、影像辨識等，監看交通狀況。
2. 利用電子看板顯示圖像資訊及旅行時間等。
3. 提供用路人決策資訊。

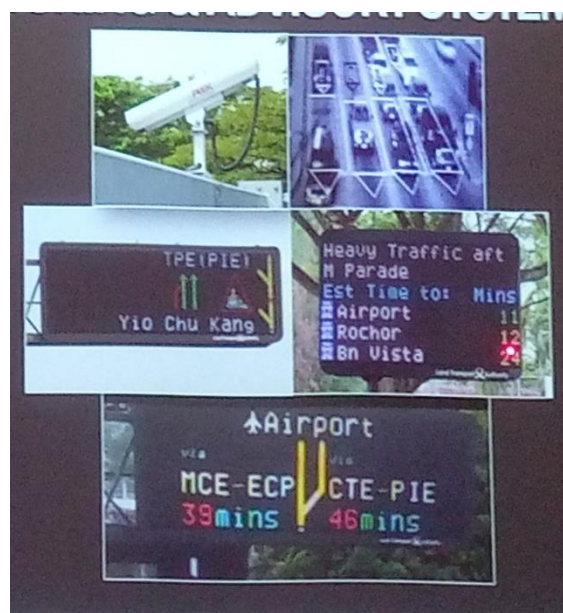


圖 3-2-19 交控中心資料蒐集及顯示設備

有關道路事件管理，分為 4 格階段，分別為監控及事件偵測、確認及評估、事件反映處理、復原階段，並利用資訊看板告知用路人狀況(如圖 3-2-20)，或發送訊息至用路人的行動裝置(類似本局 1968App)。



圖 3-2-20 事件顯示看板

交控中心委外辦理事件排除，駐點分散於各地，猶如本局事故處理小組，其中並包含拖吊作業，惟拖吊作業僅將車輛拖至高速公路下交流道，後續由用路人自行處理，相關作業費用均由公家負擔，含在外包費用。

市區號誌時制亦由交控中心負責，中央電腦利用偵測器所得之即時交通量資料，產生號誌時相。另為服務行動不便者，發給特殊感應卡，在號誌桿旁之感應器感應後，可延長該綠燈通行時間(如圖 3-2-21)。

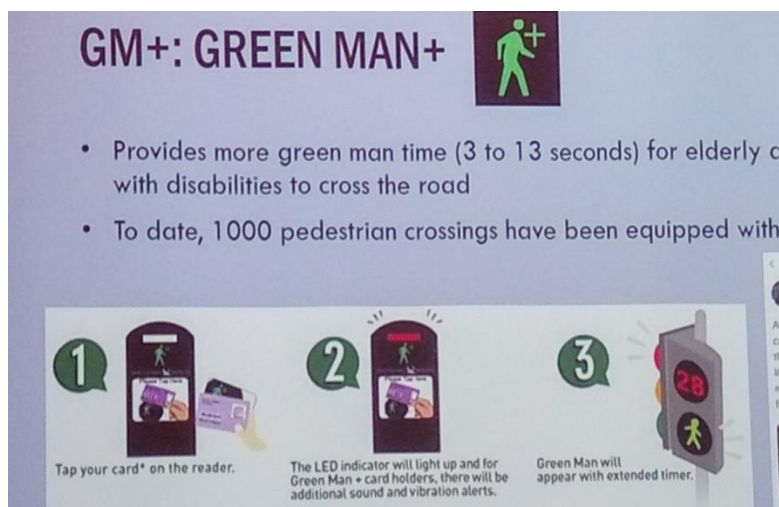


圖 3-2-21 行動不便者感應號誌延長綠燈通行時間



停車部分，設置停車資訊看板，顯示附近車位資訊，供用路人更快速找到車位，也減少因為找車位所須繞路的旅次量(如圖 3-2-22)。

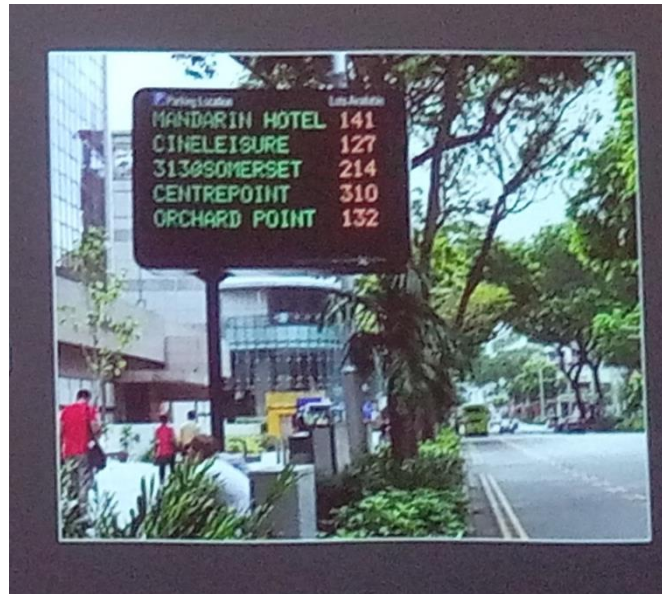


圖 3-2-22 停車位資訊看板

如遇有大型活動，如 F1 賽車、自行車比賽、路跑、遊行等，其活動動線規劃及改道路線亦由交控中心負責。

圖 3-2-23 為新加坡 2030 智慧運輸願景，由圖中可看出各種資訊的傳遞，包括車與車、車與路側設施、雲端與車輛、雲端語錄側設施等。

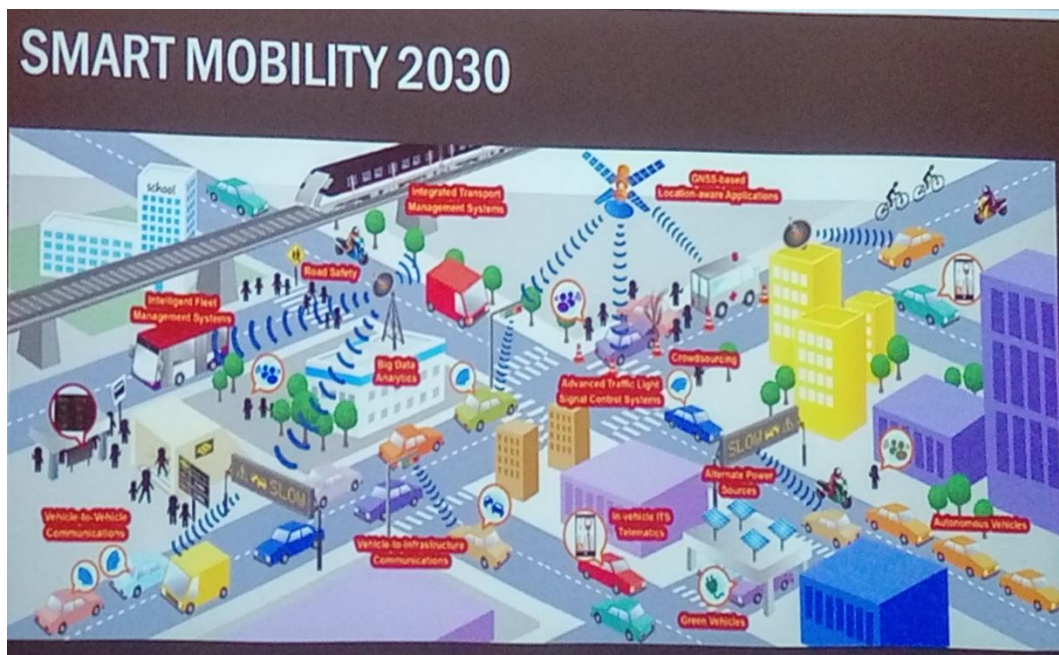


圖 3-2-23 新加坡 2030 智慧運輸願景

#### (四) 新加坡城市再發展局 (Singapore City Gallery and URA's Digital Planning)

城市規劃需要瞭解經濟、環境、基礎設施建置、社會需求等因子的影響，進而塑造人民的居住、工作、娛樂方式。新加坡城市再發展局 URA(Urban Redevelopment Authority)利用新的數位科技來改變及提升規劃程序。透過資料分析，讓規劃者對於現在及未來情境，能更深入的洞察，幫助其規劃時，對短長期需求，能夠更精確。

透過模擬軟體，可以觀察在不同變數情境下，隨著時間、空間改變，以利規劃者有效率的瞭解規劃內容對既有土地及基礎建設會有怎樣的影響。

該局目前主要聚焦在 4 大系統，概述如下：

1. 水資源：目前新加坡水源來自馬來西亞，未來一旦馬來西亞停止或限制供水，將使新加坡完全受到該國箝制，故新加坡正透過各種方式增加自身用水供給。包括汙水回收、雨水收集、海水淡化，並在河流出海口增設柵欄，分隔淡水與海水。
2. 能源：盡量使用綠色能源，降低傳統汽油的汙染，例如使用天然氣、發展太陽能、甚至垃圾焚化能量的轉換等。另一方面則盡量降低能源使用需求，包括尖峰限制使用需求、降低基礎建設所需用電量等。
3. 綠化：增加都市綠化面積，任一地點距公園綠地均在一定時間以內就可步行到達，建築物亦加以綠化。
4. 交通：改善交通路徑，整合運輸場站，並提高貨物運輸效率等，另因土地面積有限，目前亦持續往地下發展。

新加坡國家雖小，但各種國家應有的機制仍缺一不可，包括住宅、交通、商業、工業、漁業、機場、商港、國防、文化、綠帶、水資源等，另一方面，為能增加用地面積，也持續填海造陸。

#### (五) 捷運維修站 (Visit to Kim Chuan MRT Depot)

Kim Chuan 捷運維修站占地 11 公頃(長 800 公尺、寬 160 公尺、深 23 公尺)，為全球最大的地下維修站。建築物為 4 層樓(地上地下各 2 層)，



其中包含維修中心及交控中心。

該交控中心負責其中 3 線捷運的監控，可監控列車運行狀況。維修中心內則另有大吊車、洗車工廠等。其中值得一提的是大型自動儲存(存/取)裝置，全高 23 公尺，為新加坡最高的地下自動倉庫系統，可存放 2000 個以上托盤及 22,000 以上的箱子。

新加坡捷運為公營公司，公車則由政府購置及規劃路線，交由公營或民營公司營運，其中路線有熱門及冷門路線，經營公司無法自行調整，因其利潤有限，故較少民營公司願意投標。

該維修站負責中期維修任務包括：

1. 軌道更新：舊式木頭軌道更新為混凝土材質，已於 2016 完成。
2. 電力系統更新：改善電力系統的可靠性，已於 2017 完成。
3. 號誌重置：將列車分區劃分的更小，增加列車容量，已於 2018 完成。
4. 動力系統更新：增加整體動力供給容量，及使用彈性，減少相關錯誤，預計 2020 年完成。
5. 增購新列車：置換第 1 代的 66 列車，辦理中。

捷運有各種服務設施，例如下載 App，有任何問題，可直接拍照透過 App 反映；捷運站有區分一般人跟優先使用者的排隊停等線，提供老弱婦孺優先使用電梯等設施；站內設有 Care Zone，如圖 3-2-24，只要站在該區，中心就會偵測到，並派人員前往協助。有如本局雪山隧道避車彎設置車輛偵測器，有車輛占用時，系統即會自動感應，並回報交控中心。



圖 3-2-24 捷運站內 Care Zone

圖 3-2-25~3-2-27 為地下維修站照片，圖 3-2-28 則為前述新加坡最高的地下自動倉庫系統。



圖 3-2-25 地下維修站-1



圖 3-2-26 地下維修站-2





圖 3-2-27 地下維修站-3



圖 3-2-28 地下維修站之地下自動倉庫系統

### 三、展場概述

本次展場計有超過 300 個攤位，以下僅就筆者較有接觸部分做一概略介紹，首先圖 3-3-1 為台灣展館。



圖 3-3-1 台灣展館

#### (一) 自駕車

本次主題仍在自駕車及相關技術、設備的發展，圖 3-3-2~3-3-12 為各家廠商在自家車應用的架構圖，原則上主要仍為 V2X 的資訊傳輸及各項偵測應用，技術概念多大同小異，主要仍係各家設備推銷自家地偵測、傳輸及接收設備。

目前部分國家多仍在試辦階段，大部分在封閉空間、園區使用，少數則利用固定路線如公車、短途港口至定點的貨物運輸等使用。



圖 3-3-2 各家廠商運作架構-1



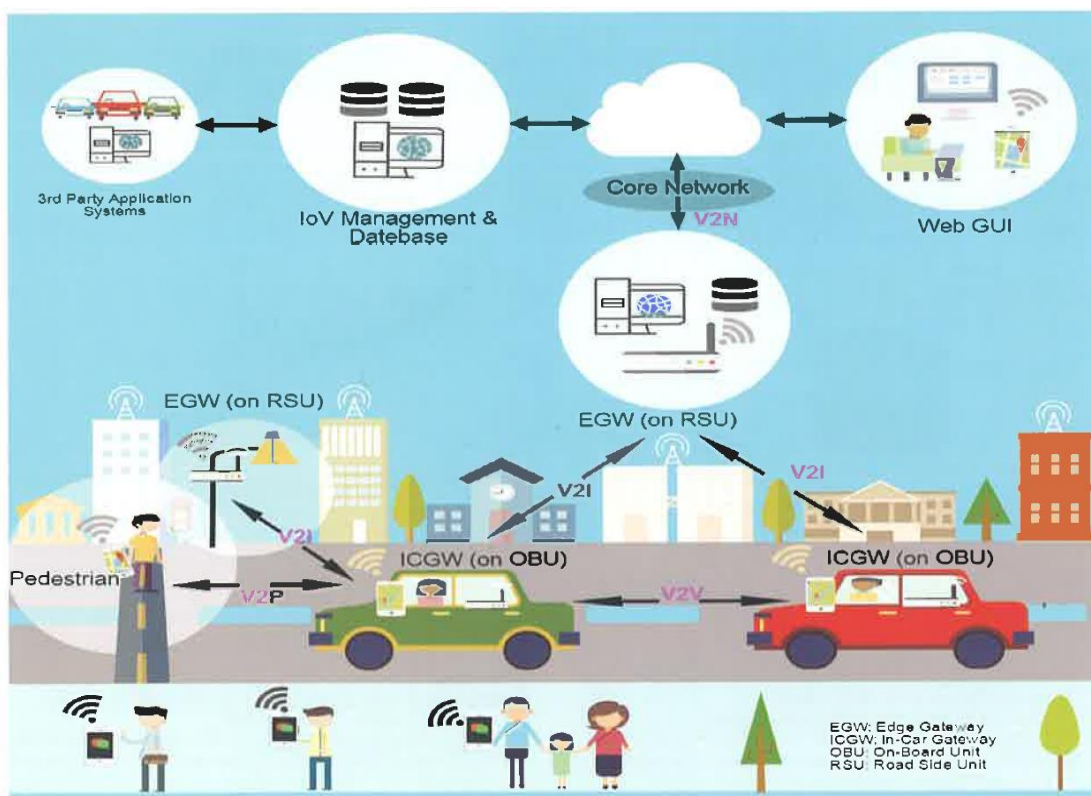


圖 3-3-3 各家廠商運作架構-2

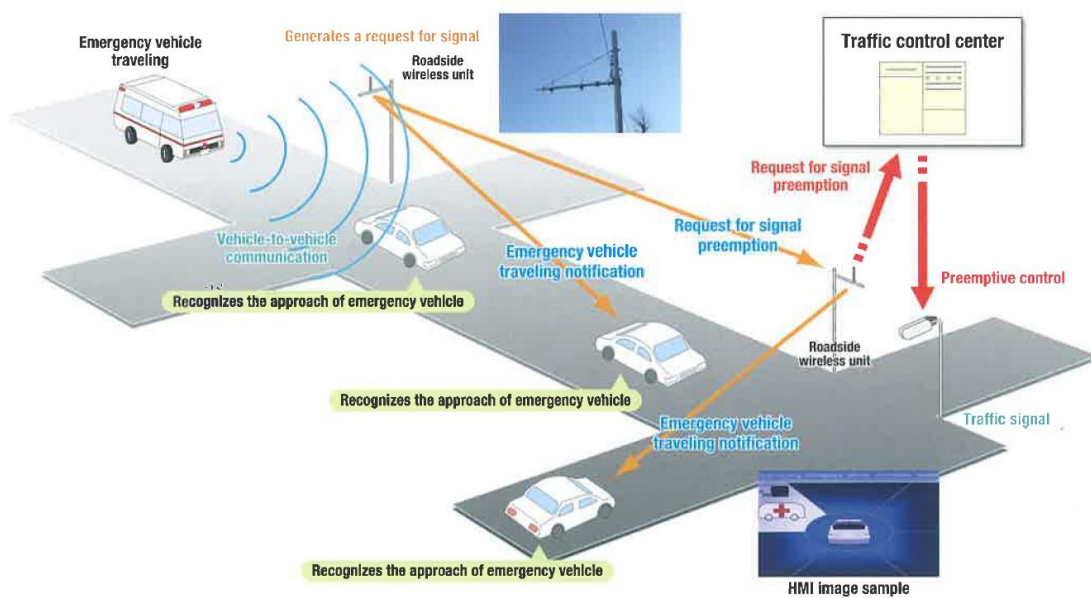


圖 3-3-4 各家廠商運作架構-3

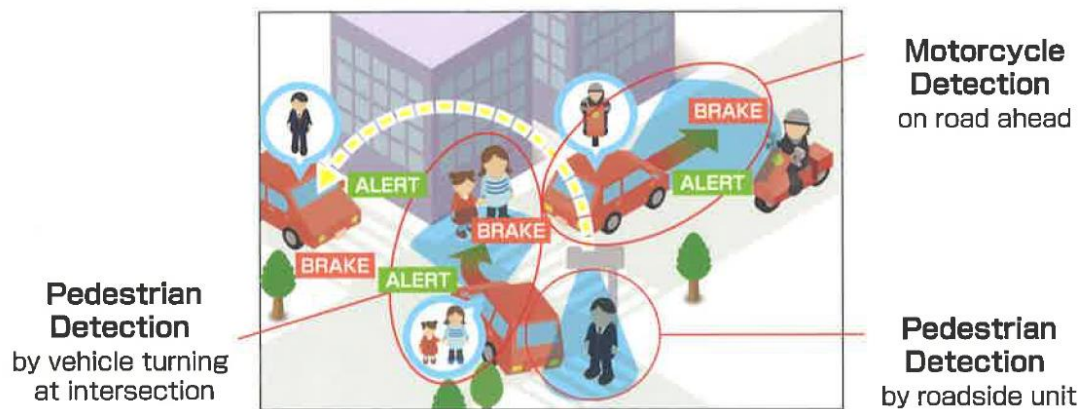


圖 3-3-5 各家廠商運作架構-4

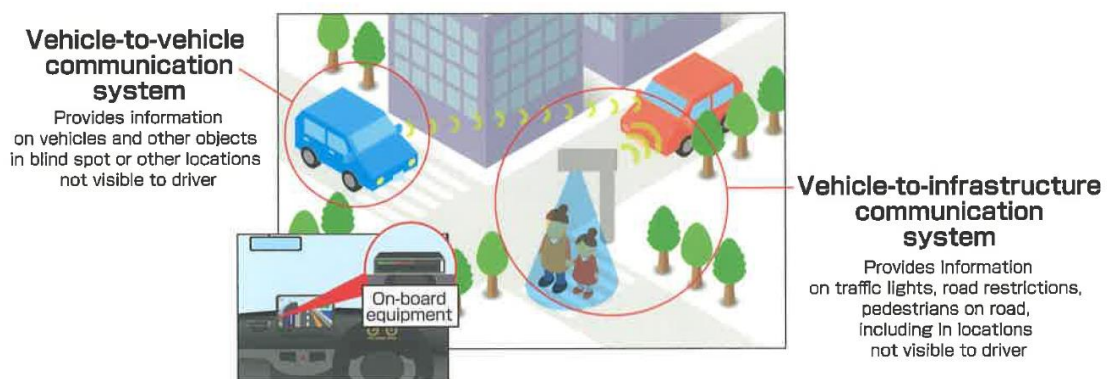


圖 3-3-6 各家廠商運作架構-5

ETC service and ETC2.0 service provide traffic information and other driving safety assistance information. New services are also in the planning stage.

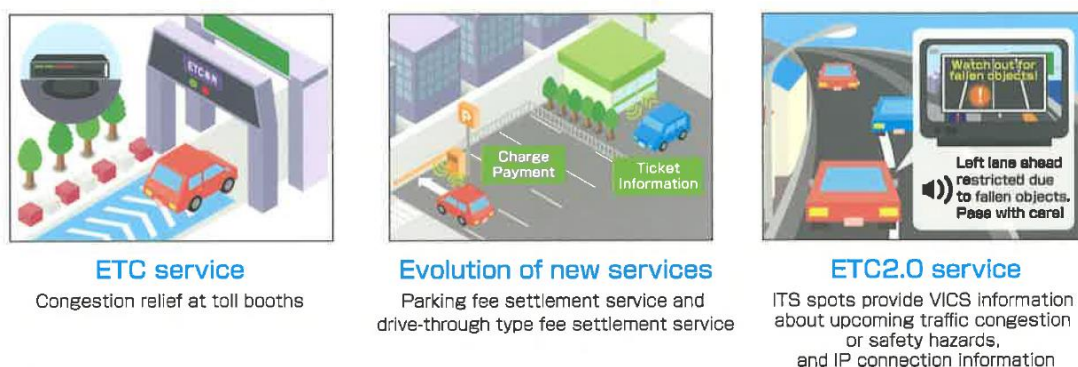


圖 3-3-7 各家廠商運作架構-6



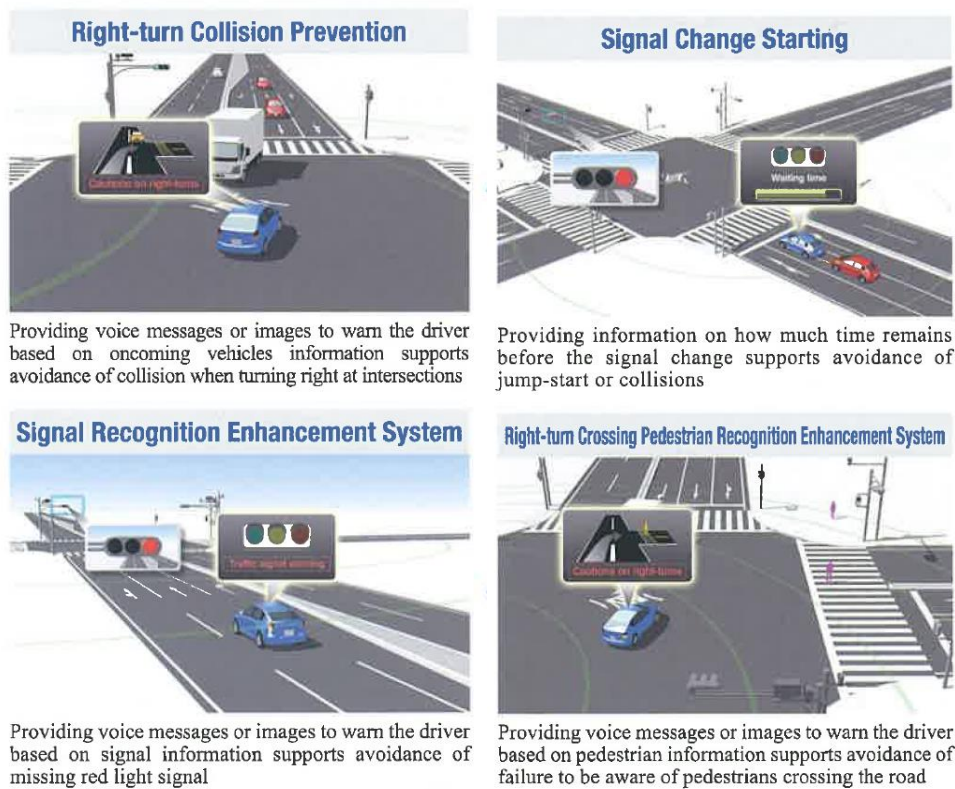


圖 3-3-8 各家廠商運作架構-7

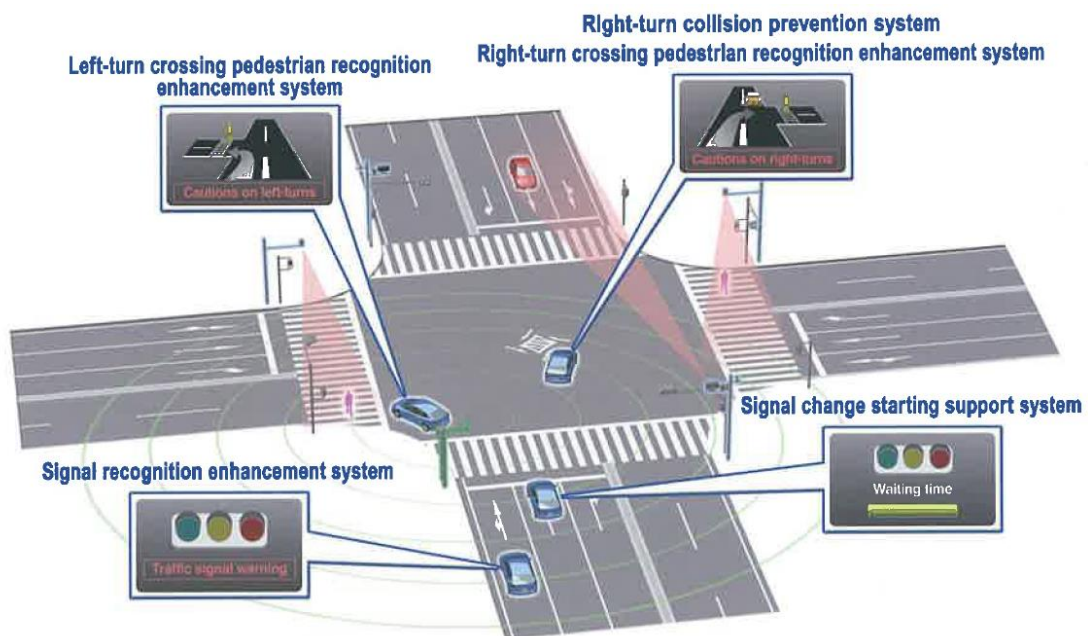


圖 3-3-9 各家廠商運作架構-8

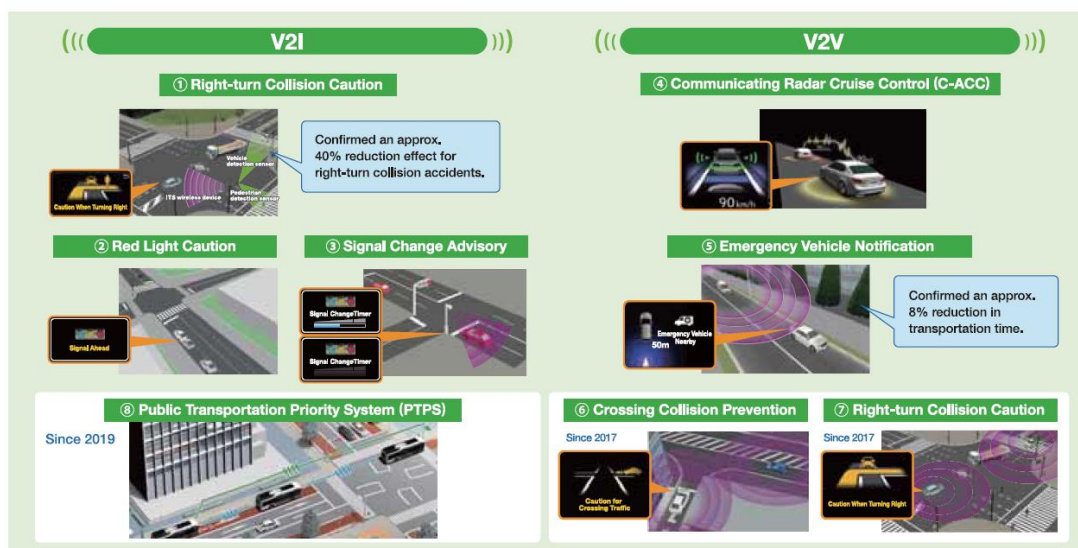


圖 3-3-10 各家廠商運作架構-9

## ■ Automated Driving Scenarios Using V2X

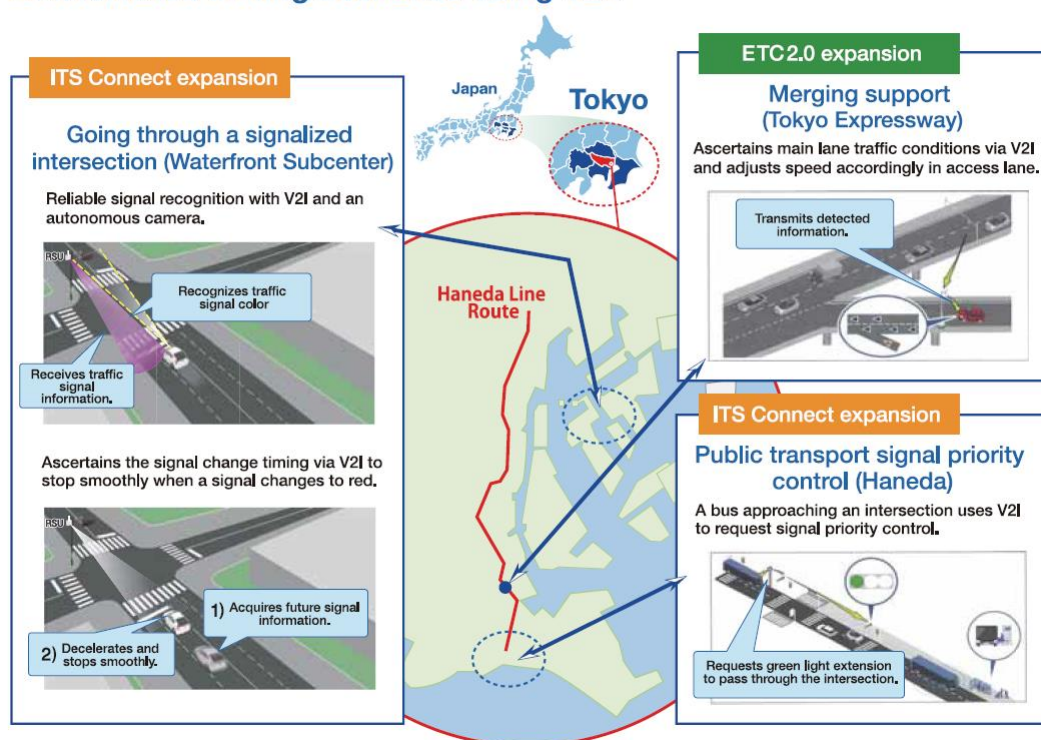


圖 3-3-11 各家廠商運作架構-10



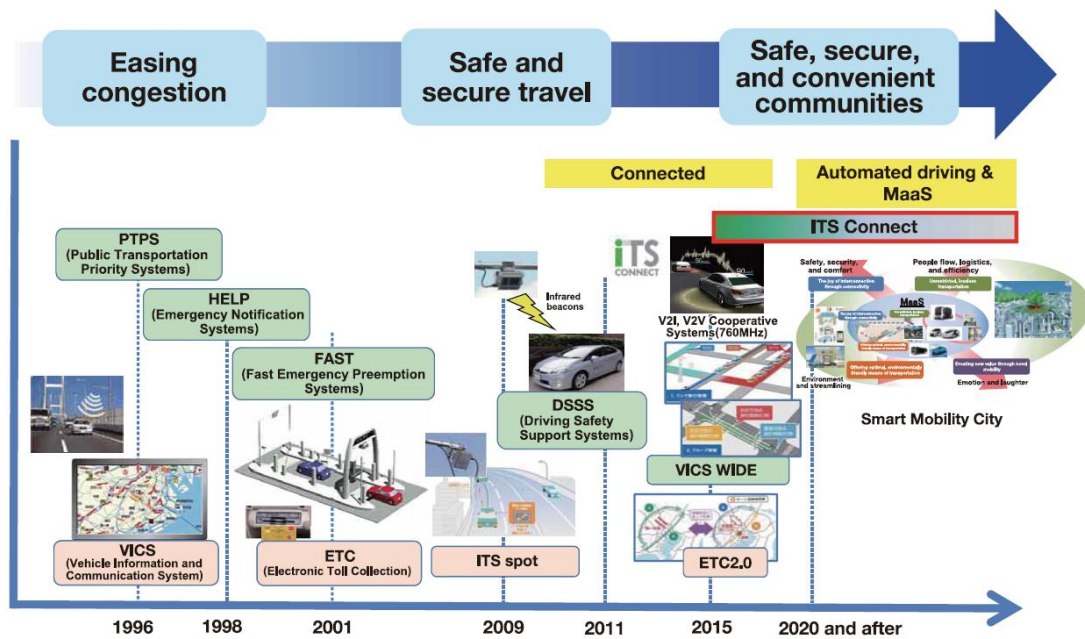


圖 3-3-12 各家廠商運作架構-11

## (二) 活動式護欄

本設備為 1 家澳洲公司所生產的產品，在一般中央實體分隔的道路，通常在一個方向發生狀況時，會造成後方上游回堵，不但造成壅塞，並使救援車輛難以到達，第 1 個商品是將中央分隔帶設柵欄式活動護欄，圖 3-3-13 為密閉狀態，遇有狀況時，可如柵欄升起(如圖 3-3-14)，提供車輛迴轉。



圖 3-3-13 中央柵欄式活動護欄(關閉狀態)



圖 3-3-13 中央柵欄式活動護欄(開啟狀態)

第 2 種形式是主線平移式活動護欄，圖 3-3-14 在平時為關閉狀態，圖 3-3-15 為開啟狀態，開啟時，除可作為迴轉用之外，搭配車道交通錐布設，並可將對向內側車道作為調撥車道。

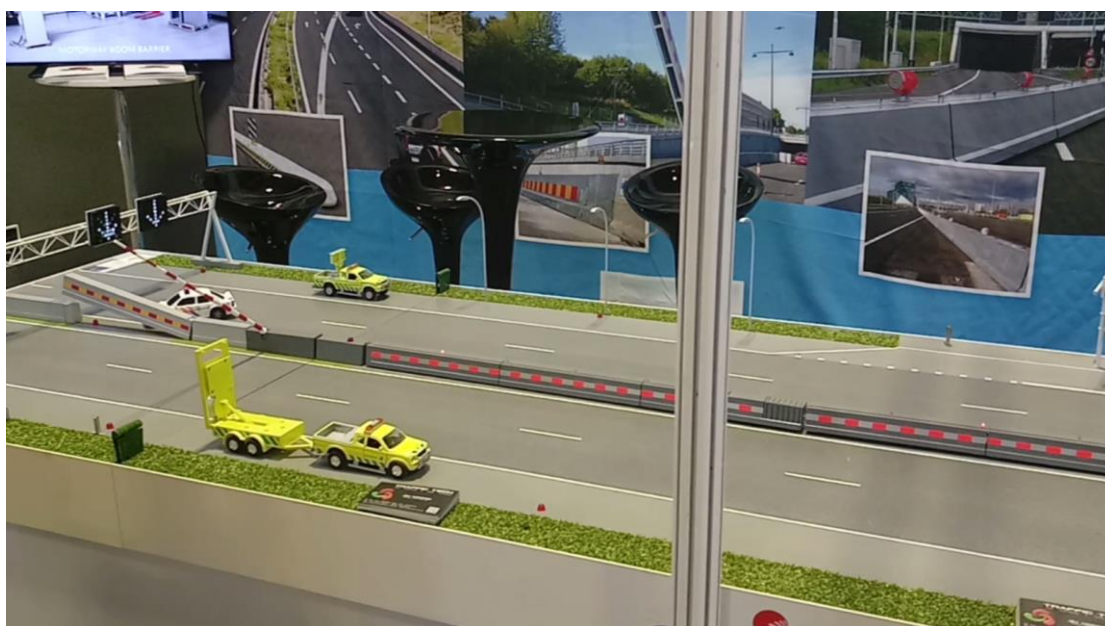


圖 3-3-14 主線平移式活動護欄(關閉狀態)



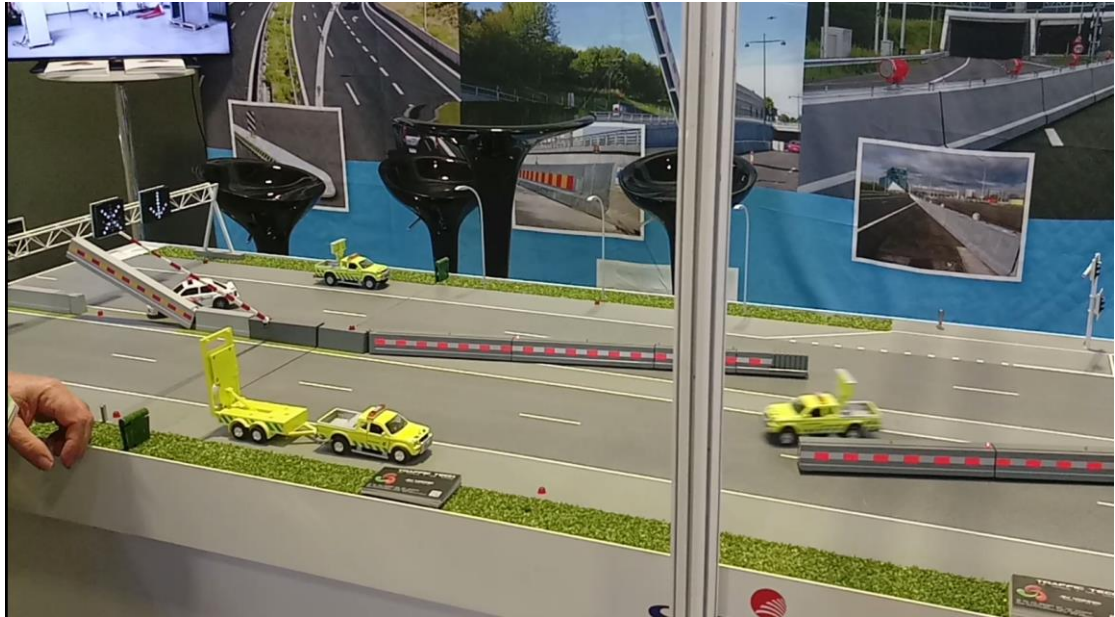


圖 3-3-15 主線平移式活動護欄(開啟狀態)

第 3 種形式是匝道口平移式活動護欄，圖 3-3-16 近中央白色帶狀即為該設施，照片中已略有移動，圖 3-3-17 為將匝道封閉狀態，在主線下游因故無法通行時，即可使用該設施將車流引導下匝道，省去擺放交通錐之作業。



圖 3-3-16 匝道口平移式活動護欄(初步移動狀態)



圖 3-3-17 匝道口平移式活動護欄(將匝道封閉狀態)

針對該廠商所研發之設施，筆者認為使用上仍有以下疑慮：

1. 高速公路主線路段長，惟該設施為定點設置，無法滿足各路段之需求，僅能針對沿線調查較常發生狀況的路段加以設置，且設置後該點位仍有可能無法配合使用發揮功效。
2. 移動式護欄重量無法太重，材質看似較不堅固，如遭車輛撞擊，可能容易損壞。
3. 使用時，仍須有人力指揮維持車流，以免車輛至對向遭撞。

### (三) 動態地磅

本次參展有動態地磅廠商，其使用技術多與本局目前在岡山動態地磅使用壓電石英晶體式為同樣的方式，國外在應用上主要包括車輛軸重調查、超載執法及依重量收費等，進而達到提供數即時數據、檢測超載車輛、保護道路橋梁及降低事故等目的。

目前使用該動態地磅系統的多數國家仍係以篩選超載車輛為主，惟廠商表示，一些國家計畫調整法規，將該系統透過調整布設方式(密集



布設)，並加以檢測後，用以直接執法，針對超載車輛開單。

而以台灣目前狀況，動態地磅尚無相關檢驗標準，且以本局岡山動態地磅設置經驗，其誤差可能高達 6%，短期內應仍無法直接作為執法依據。

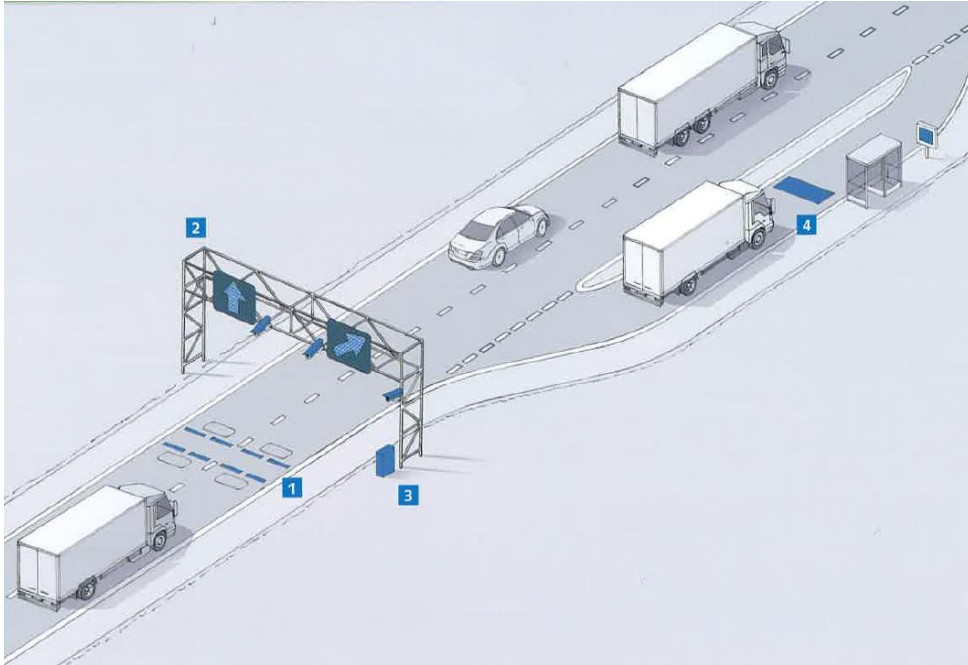


圖 3-3-18 動態地磅布設示意圖



圖 3-3-19 動態地磅施工中狀況

#### (四) 三面轉板的應用

這是一家瑞典的公司，其應用其實與本局資訊可變標誌類似，惟僅能提供 3 種資訊。

主要優點在於設置容易、成本低，而且用電量低(部分亦可以太陽能供電)，可利用無線傳輸下達指令，不須布設管線，並且經測試，可用於極端氣候(瑞典緯度高，溫度低)、防風、防雨。另轉板內容完全比照標誌設置形式(大小、顏色、形狀等)，不會有爭議。

另該轉板容易拆卸，如欲更換標誌內容，可拆卸後置換原有貼紙即可。



圖 3-3-19 公司 DM(左上方為配合太陽能發電使用)

依其應用有以下例子：

1. 施工時工區改變：較長時期的施工，工區可能隨時間而需封閉不同車道，事先預置未來可能封閉車道方式，未來在工區封閉車道調整時，直接變換轉版內容即可，不須依再更換標誌(如圖 3-3-20)。





圖 3-3-20 三面轉板應用於工區車道封閉調整

2. 禁行車種調整：圖 3-3-21 為應用案例，分車道禁行不同車種，在瑞典有部分路段因氣候關係，可能有強風出現，使部分路段不適合大型車通行，因此依風力不同，使用該轉板，顯示前方車道通往之路段禁行大型車。



圖 3-3-21 三面轉板應用於禁行車種調整

3. 速限變換：目前台灣係使用速限可變標誌，依道路狀況顯示降低速限，本三面轉板亦可達到同樣功能，惟僅只能顯示 3 種速限。
4. 施工車輛負載：該標誌可設於施工車輛上(類似本局標誌車)，預設標誌內容，依需要顯示該階段所欲告知用路人的訊息。(如

圖 3-3-19 右下方照片)

三面轉板本局目前在開放路肩路段已有使用，本項設施與本局資訊可變標誌功能類似，但顯示內容僅限 3 則，惟造價較低，施工容易，未來或可參考其應用，在部分資訊需求較少的狀況使用。

#### 四、其他

##### (一) 新加坡隧道布設

新加坡隧道布設如圖 3-4-1，上方未見風機，無法得知其通風方式，車道管制號誌直接置於隧道頂部，資訊可變標誌亦於相同位置，另隧道非獨立，會有其他隧道車流併入。



圖 3-4-1 新加坡隧道布設

##### (二) 充氣式起重裝置

當發生車輛翻覆時，在道路路幅有限(尤其是高架路段)，或為避免破壞車體結構，新加坡研發一種充氣式起重裝置，再翻覆側先利用千斤頂等工具將車體稍微抬起，置入數個該裝置，再利用強力空壓機灌入空氣，逐漸將車身抬起，如圖 3-4-2，該裝置尚未進如實用階段，惟在試用時，應屬可行。



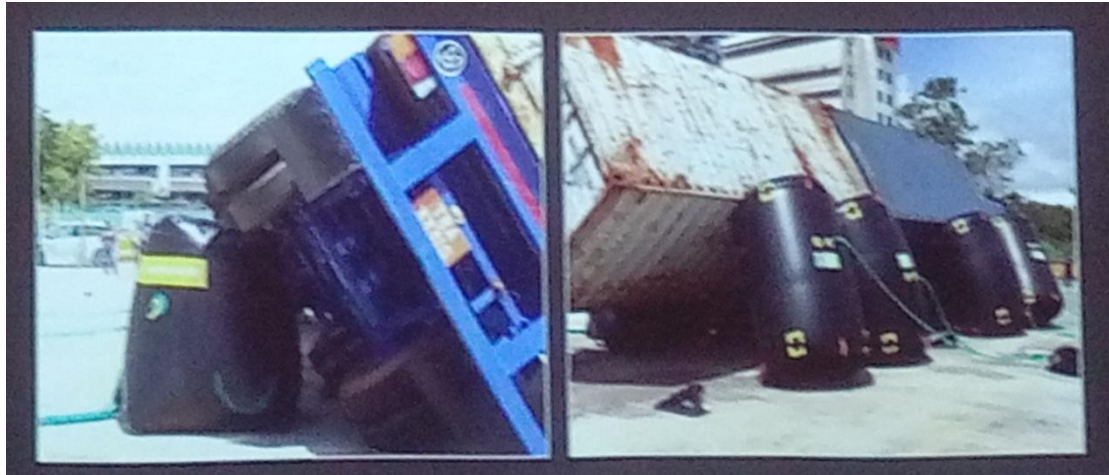


圖 3-4-2 充氣式起重裝置

### (三) 高速公路戰備道

新加坡國家小，但對於國防憂患意識重，故為能預防發生戰爭時機場跑道被破壞，故也將高速公路規劃為戰備跑道，中央分隔採設置花圃方式(如圖 3-4-3)，便於戰時移離。但因其高速公路等級近於台灣的快速公路，所以車輛衝撞影響較小，以台灣高速公路，一旦大貨車衝撞，就容易衝至對向，發生嚴重車禍。



圖 3-4-3 新加坡高速公路中央分隔帶

## 肆、心得與建議

### 一、心得

本次有幸參加 ITS 世界年會，在研討會、技術參訪及展覽會場的參與中，可以瞭解目前國外針對智慧運輸領域所做的研究努力，最新技術發展程度，及未來發展的趨勢，並與本國現況做一比較，以做為後續參考改進之借鏡。

未來的交通管理已經不僅僅是單純的道路興建及車輛行駛，隨著自駕車發展，將會有大量不同領域的投入，包括資訊、電子、機械、車商甚至地圖繪製(目前國內已有內政部地政司投入 3D 地圖的發展)、人因、行為科學(車輛偵測行人等行為後須預測動線等)各種相關專業的參與，將使交通管理提升到另一個層次。

另外在國外交通工程的發展及創意部分，部分雖不一定適合於本國，惟仍能由其中獲得相關啟發，在未來使用、應用上，可以有更多的思考。

### 二、建議

在參訪過程中，可以發現本國在 ITS 領域的發展，已經不亞於多數國家，目前本局正建置中央電腦系統雲端案，針對資訊蒐集、處理及發布，均已趨成熟，包括車輛偵測、天候偵測(與氣象局合作接收相關資料)、路側顯示資訊(資訊可變標誌)、1968App、與警廣資訊交換等，後續在與民間車載機結合部分，亦可再加以做更廣泛的應用。

隨著智慧車輛技術日趨成熟，車輛各項自動偵測功能日益強大，自駕車亦開始有廠商推廣至實際使用，除依賴車輛本身各項偵測設備外，尚須取得道路相關資訊，其中本國亦有多家民間廠商的參與投入，國內相關設備研發益趨成熟，站在道路主管機關的立場，未來有關道路硬體部分亦須提供足夠資訊，以利車輛接收辨識，並轉化為反應動作，另相關法規亦須與時俱進，針對自駕車行駛議題，須配合研擬修訂，爰此，自駕車已成為未來趨勢，亦為後續智慧運輸所必須面臨的重要議題，本局及相關機關仍有很大的努力空間。