

財團法人電信技術中心出國報告

第 26 屆全球智慧交通系統大會

單位名稱：研究企劃組
姓名職稱：王資寧/助理研究員
派赴國家：新加坡
出國期間：108/10/18-108/10/26
報告日期：109/01/16

摘要

本中心為執行「5G 垂直應用場域實證規劃及法規研析委託研究採購案」，依循計畫需求三大工作方向之一為「5G 垂直場域及智慧交通運輸政策/法規/案例彙整」，專案執行聚焦於 5G 垂直應用場域中之智慧交通運輸服務應用。研究背景為各國人口增長、交通運輸的發展，以及對於人、車、物之即時性、安全需求提升，逐漸由傳統車輛服務轉型為智慧化的交通系統。伴隨智慧交通需求不斷成長，國際上技術規格、商業模式、產業鏈等皆逐步發展。

2019 年第 26 屆全球智慧交通系統大會（26th World Congress on Intelligent Transport Systems 2019，簡稱 ITS）為智慧交通領域之重要國際論壇，偕同國家通訊傳播委員會 陳俊安簡正及陳威呈技正前往新加坡參與本次會議。目標在蒐集並參酌各國政策措施，同時考量我國地理環境、用路人使用習慣、人口密度等綜合因素，以利訂定相關政策進而優化我國整體交通系統。

目次

壹、 目的.....	8
貳、 行程表.....	10
參、 第 26 屆 ITS 世界大會內容.....	12
一、 開幕典禮.....	12
(一) 第 26 屆 ITS 大會主席 - Ngien Hoon Ping	12
(二) ITS Singapore President - Andrew Chow	12
(三) ITS Hall of Fame 2019 - 頒發終身成就獎 (Lifetime Achievement Awards) .	13
(四) 我國工研院勇奪「亞太區產業成就獎」	13
(五) 三大區域代表發言	14
二、 全球交通面臨問題及新加坡的交通概況 (LTMP2040 計畫)	15
三、 DSRC & LTE-V2X	17
四、 連網自動駕駛車 (CAV) 之發展.....	20
五、 我國鄰近地區智慧交通發展概況.....	22
(一) 日本	22
(二) 韓國	28
(三) 澳洲	34
(四) 中國	39
(五) 我國	42
肆、 心得及建議.....	46
伍、 附件：相關照片及資料.....	47

圖次

圖 1：第 26 屆全球智慧交通系統大會徽章及新達城國際會議展覽中心外觀.....	8
圖 2：第 26 屆全球智慧交通系統大會參與者分布圖.....	9
圖 3：工研院董事長李世光（左）領取「亞太區產業成就獎」.....	14
圖 4：新加坡陸路運輸總體規劃（LTMP2040）及口號「走、騎、搭」.....	17
圖 5：自動駕駛 0 至 5 級.....	18
圖 6：各地區封閉型測試場域.....	19
圖 7：日本老年人口攀升及老年人引起的事故率情況.....	22
圖 8：日本自動駕駛相關的政府單位和職責分工架構圖.....	23
圖 9：日本 SIP 第一階段及第二階段規劃表.....	24
圖 10：日本 FOT 研究案例－協助自動駕駛汽車分流和合併車道.....	25
圖 11：日本 FOT 研究案例－自動駕駛掃雪車.....	26
圖 12：日本由低頻至高頻的使用頻譜分配圖.....	26
圖 13：5G 三大特性提供的行動服務.....	27
圖 14：韓國三大電信業者之 5G 涵蓋範圍.....	28
圖 15：韓國 5G 匯流試點服務計畫區域.....	29
圖 16：5G 自駕車服務項目示意圖.....	29
圖 17：5G 自駕車的 3 個關鍵技術.....	30
圖 18：大邱市的醫療區-每個用戶的分類、分析數據流和需求.....	32
圖 19：人工智慧（AI）十字路口服務-每個用戶的分類、分析數據流和需求.....	33
圖 20：澳洲國家交通委員會（NTC）架構圖.....	34
圖 21：澳洲國道 1 號環繞各區主要城市.....	35
圖 22：2019 年澳洲 CAV 測試地區分布及測試項目.....	36
圖 23：布建道路安全 C-ITS 基礎設施的必要性.....	36
圖 24：Telstra 和 Lexus Australia 的 ACV2 項目用例.....	37
圖 25：C-V2X 示意圖.....	38
圖 26：「公共」4G 網路實現 C-ITS 快速傳遞資訊（ACV2 項目）之驗證結果.....	39
圖 27：中國 5G 用例概況.....	39
圖 28：中國 CCAM 的應用.....	40
圖 29：中國自駕車試驗區域分布圖.....	41
圖 30：台灣智駕測試實驗室（Taiwan CAR Lab）現場.....	42
圖 31：開幕典禮現場.....	47
圖 32：與新達城會議中心大廳合照.....	47
圖 33：開幕典禮合影.....	48
圖 34：學者專家綜合討論.....	49
圖 35：中華電信展區.....	49
圖 36：資策會展區-街道模擬解說.....	50

圖 37：智慧公車展示.....	50
圖 38：智慧電車結合 CROXERA 智慧儀表展示	51
圖 39：閉幕典禮交接儀式.....	51

表次

表 1：會議時程規劃表.....	10
表 2：V2X 的應用.....	19
表 3：兩種 V2X 技術：DSRC 和 LTE-V2X PC5 模式 4.....	19
表 4：DSRC 和 LTE-V2X PC5 模式 4 的技術差異	20
表 5：亞太地區自駕車概況及自動駕駛車輛整備指數（AVRI）排名	21
表 6：相關服務和測試項目負責單位彙整表	23
表 7：現場操作測試（FOT）的主要議題	24
表 8：日本 5G 測試場域（2018 年）	27
表 9：韓國 5G 融合試點服務計畫(5G Convergence Pilot Service Projects)	28
表 10：韓國 5G-Autodriv 計畫的相關法律	30
表 11：各國國土面積、人口、GDP、陸路交通長度、車輛數統計比較表.....	35
表 12：我國沙崙測試場域三種輔助儀器.....	45

壹、目的

本中心為執行「5G 垂直應用場域實證規劃及法規研析委託研究採購案」，蒐集國際 5G 垂直應用場域與智慧交通發展近況與未來趨勢，故參與 2019 年第 26 屆全球智慧交通系統大會(26th World Congress on Intelligent Transport Systems 2019，簡稱 ITS)，本次 ITS 於 10 月 21 日至 10 月 25 日在新加坡新達城國際會議展覽中心舉辦，新加坡是東、西方交的交通樞紐，亦為東南亞國家第一次舉辦 ITS 大會。ITS 由北美、亞太、歐洲三大區域性的智慧運輸組織於 1994 年聯合倡議而成立，於每年的秋季(10 月)於三大區域之國家輪流舉辦。



圖 1：第 26 屆全球智慧交通系統大會徽章及新達城國際會議展覽中心外觀
資料來源：參與 ITS 世界大會現場拍攝

本次大會主題為「智慧交通賦予城市力量」(Smart Mobility, Empowering Cities)，ITS 是透過連網和智慧技術，並在系統各層級布建管理和控制的運輸網路，利用尖端技術及數位創新，幫助用戶更智慧、安全且有效地使用運輸工具，提升生活品質及便利性，賦予城市克服交通挑戰的能力。會中邀集來自美洲、歐洲和亞洲等國家，中東、非洲以及其他地區的重要 ITS 相關成員、學者專家、製造商、政策制定者等共 1 萬多人齊聚一堂，將深入探討以下八個主題：智慧、連網和自駕車 (Intelligent, Connected & Automated Vehicles)；群眾外包和大數據分析 (Crowdsourcing & Big Data Analytics)；可持續發展的智慧城市 (Sustainable Smart Cities)；人員和貨物的複合運輸¹ (Multimodal Transport of People & Goods)；駕駛員和弱勢用戶的安全 (Safety for Drivers & Vulnerable Users)；政策、標準和協調 (Policies, Standards & Harmonisation)；創新定價和旅行需求管理 (Innovative Pricing

¹ 以至少兩種不同的運輸方式，由多式聯運經營人將貨物從一國境內接管貨物的地點運至另一境內指定交付貨物的地點的一種運輸方式。

& Travel Demand Management)和網路安全和數據隱私(Cybersecurity & Data Privacy)等議題，透過互動式會議、動態展示及技術示範形式進行，其中研究團隊所關心的議題是自駕車、V2X 系統及其制定政策、標準等。因此藉由參與本次會議的機會，更深入蒐集、掌握相關技術發展與應用面之動向，並整理會議成果後作為我國主管機關對於智慧交通運輸政策研擬之參考。

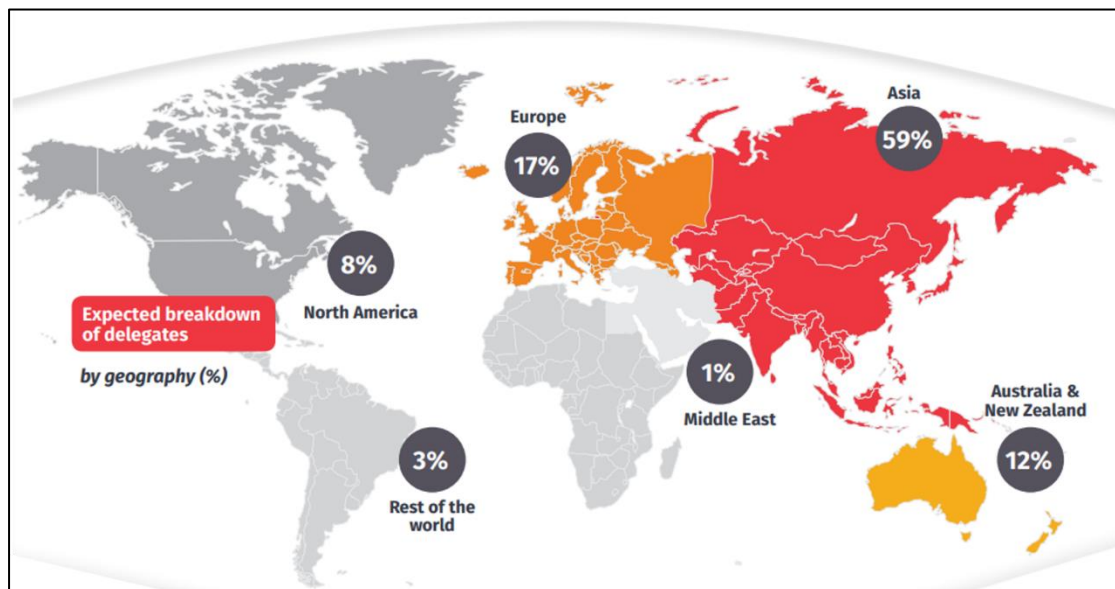


圖 2：第 26 屆全球智慧交通系統大會參與者分布圖

資料來源：ITS 2019 官網，<https://itsworldcongress2019.com/>。

貳、行程表

本次 ITS 大會區分為八個主題，其中智慧、連網和自駕車 (Intelligent, Connected & Automated Vehicles) 及政策、標準和協調 (Policies, Standards & Harmonisation) 兩大主題為本次蒐集之主要方向，整理表格如下：

表 1：會議時程規劃表

Monday, 21 October 2019	
時間	編號及主題
09:00 ~ 10:30	CP 01 : Solutions Leading To The Deployment of Connected & Automated Vehicles
11:00 ~ 12:30	SIS 05 : Verification And Validation Of AI For Autonomous Driving
13:30 ~ 15:30	AE 03 : Global Forum On Maas
16:00 ~ 17:00	Opening Ceremony
Tuesday, 22 October 2019	
時間	編號及主題
09:00 ~ 10:30	TS 11: V2X Communication Technologies & Cooperative Systems I
11:00 ~ 12:30	Plenary Sessions : Advancing Connected & Automated Mobility Deployment
14:00 ~ 15:30	TS 22: Policy Framework For Connected & Automated Vehicles
16:00 ~ 17:30	TS 30: Standards, Policies And Frameworks For Testing And Validating Safety Of Automated Vehicles
Wednesday, 23 October 2019	
時間	編號及主題
09:00 ~ 10:30	AP 04: The Role Of Government For Deploying Connected And Automated Vehicle
11:00 ~ 12:30	Plenary Sessions : Promoting Innovative Mobility Services
14:00 ~ 15:30	SIS 29: 5G For ITS: The Future Baseline For Inter-Modal Mobility And Automated Driving
16:00 ~ 17:30	SP 06: V2X Data For Improving Autonomous Vehicle Navigation And Perception

Thursday, 24 October 2019	
時間	編號及主題
09:00 ~ 10:30	SIS 43: Digital Transport Infrastructure - Definitions, Elements And Functions
11:00 ~ 12:30	SIS 50: Possible Actions For Public Authorities And Cities To Facilitate Automated Driving
14:00 ~ 15:30	SIS 55: Prospects Of A 5G Reference Framework For CCAM
16:00 ~ 17:30	TS 65: ITS Infrastructure For Automated Vehicles II
Friday, 25 October 2019	
時間	編號及主題
09:00 ~ 10:30	SIS 61: Traffic Signal Control & Management For Connected & Automated Driving Systems
11:00 ~ 12:30	SIS 66: Global Harmonization Of Safety Assurance For Highly Automated Vehicles
13:30 ~ 15:00	Plenary Sessions : Intelligent Mobility Solutions For A Sustainable Smart City
15:00 ~ 16:00	Conclusion And Closing Ceremony

資料來源：ITS 2019 官網和本研究整理。

參、第 26 屆 ITS 世界大會內容

一、開幕典禮

(一) 第 26 屆 ITS 大會主席 - Ngien Hoon Ping



第 26 屆 ITS 世界大會第一次在東南亞國家舉行，新加坡位處於東、西方的交會樞紐，希冀透過本次會議活絡該地區之發展。今年大會的主題是「智慧交通賦予城市力量」(Smart Mobility, Empowering Cities)，透過尖端技術和數位創新，賦予城市克服交通挑戰，並創建一個宜居且永續的智慧國家。大會中藉由全面綠化、互動式會議、展覽及技術展示提供一個交流與分享實踐成果及新興趨勢的機會。在參與會議之餘，可以搭乘大眾交通工具探索新加坡的美麗及享受充滿文化氣息、活力及美食的花園城市。

(二) ITS Singapore President - Andrew Chow



ITS 是透過聯網和智慧技術，並在系統各層級布建管理和控制的運輸網路，幫助用戶更智慧、安全且有效地使用運輸工具，亦使大眾負擔得起交通費用，以提升生活品質及便利性。但是，並非一套標準就能適用於任一國家。以新加坡為例，在解決公共交通挑戰包含兩個因素：第一，應先了解公共交通問題，採取中立的立場並探索廣泛的技術平台；第二，不急於採用新技術，並對新技術的發展進行客觀的評估，判斷採用的最佳時機。

接著分享三個例子：第一，解決交通壅塞問題，新加坡早在 1975 年開始使用區域通行券系統 (Area Licensing Scheme，簡稱 ALS)，警務人員以手動方式在汽車擋風玻璃上的特殊貼紙進行視覺檢查，以控管中央商業區 (CBD) 的車流量。到了 1988 年新加坡發展出全球第一個城市電子道路收費系統 (Electronic Road Pricing System，簡稱 ERP)，在汽車上安裝門架式感測器，以實現自動扣款收費；於 1990 年政府透過發放擁車證 (Certificate of Entitlement，簡稱 COE) 來輔助 ERP 系統，透過車輛牌照配額許可措施來管制車輛總數，授予持有車證者有使用新加坡道路的權利。如今過了 20 年，新加坡將 ERP 進一步升級到基於全球國家導航系統 (GNSS) 的新技術，用於交通信號燈系統、即時交通警報及其他新應用等。另外，政府每年投入公共交通的成本補貼近 20 億美元，使人民減輕交通費用；第二，自動駕駛 (Automated Vehicle，簡稱 AV)，具備改變城市交通並改善生活環境

的潛力，新加坡目前正積極探索如何將自動駕駛運用於公共交通中，進一步優化有限的交通資源，包括道路空間狹小和駕駛短缺問題，亦協助布建各種 AV 試驗；第三，電動車（Electric Vehicle，簡稱 EV），新加坡位處低緯度國家，全球氣候變遷導致極端氣候產生，新加坡將面臨生存的問題，因此致力於建立清潔和綠化的陸路運輸系統，目前新加坡在各地安裝了 2,000 個充電站，並持續擴大 EV 充電基礎設施，期望於 2040 年之前達成 100% 的綠能公共巴士和計程車車隊。

然而在科技發展的同時，新加坡亦面臨風險，第一，雖然技術可以改變社會，但也可能出現分歧。第二，網路攻擊，可能危害個人資訊及惡化公共安全。綜合以上所述，國際間應彼此交流、合作來縮短學習時間，以找尋最適的解決之道。

(三) ITS Hall of Fame 2019 - 頒發終身成就獎 (Lifetime Achievement Awards)

ITS 美國 - Mr. Jim Barbaresso (美國)

2014 年 ITS 世界大會在美國底特律舉行，擔任大會主席。
過去 40 年中，致力於改善安全、交通及環境狀況。



ITS 歐洲 - Mr. Svend Tofting (丹麥)

2018 年 ITS 世界大會在丹麥哥本哈根舉行，且從 2012 年開始擔任編輯文章的成員。
過去 30 年，擔任 ITS 所發行交通雜誌的丹麥總編輯，致力於北歐國家及加強丹麥在國際上的發展。



ITS 亞太地區 - Mr. Brian Negus (澳洲)

現任維多利亞皇家汽車俱樂部 (RACV) 的策略顧問和維多利亞州工商聯合會 (VECCI) 的董事會成員。
ITS 世界大會的負責人，且為 2020 年召開亞太論壇的推手。
致力於研析廣泛的交通運輸問題，尤其是改善運輸的智慧技術解決方案，對組織和個人提供指導。



(四) 我國工研院勇奪「亞太區產業成就獎」

工研院以自主研發的智慧道路安全警示系統 (ITRI V2X System Solution，簡

稱 iRoadSafe)，於第 26 屆 ITS 大會勇奪「亞太區產業成就獎」(Industry Award)，擊敗了今年主辦國的新加坡科技公司 (ST Engineering) 及中國大陸金溢科技公司 (Genvict)。本次獲獎主因是亞太地區有車輛、摩托車、自行車等多元運輸方式，交通環境普遍車流複雜，在混合路口易有交通安全問題，iRoadSafe 系統目標為預先警示駕駛人可能發生的危險狀況，讓駕駛人提早採取因應措施，避免交通意外發生，成為亞太地區的智慧道路安全解決方案。由工研院董事長李世光上台領取獎項，為台灣智慧運輸寫下新的里程碑。



圖 3：工研院董事長李世光（左）領取「亞太區產業成就獎」
資料來源：中央社記者黃自強新加坡攝影，108 年 10 月 23 日。

(五) 三大區域代表發言

1. 亞太地區-Mr. Kazuyoshi Akaba (日本國土交通省部長)

日本於 20 年前引入了電子道路收費系統 (Electronic Toll Collection, 簡稱 ETC)，目前已在整個日本約 10,000 公里的高速公路上布建該系統，並有超過 90% 的車輛使用該電子收費系統以解決嚴重的交通壅塞，並實施可預測的收費政策，該政策也在某些時段內提供折扣以激勵駕駛上路，希望這項活動能為一些國家及地區提供良好的榜樣。Mr. Kazuyoshi Akaba 所負責的道路基礎設施項目，正在制定標準和系統，以實現 2020 年的設定目標。明年 2020 年日本將舉辦東京奧運，希望大家能夠造訪日本共同參與。

2. 美洲地區-Mr. Ken Leonard (擔任聯邦公路管理局智慧交通系統和聯合計畫辦公室主任)

該單位主要研究最尖端的交通運輸議題、技術和政策的投資組合等，並探討有關複合運輸 (broad multimodal) 的智慧運輸問題。美國交通運輸部，研究透過

聯網車輛及自動駕駛車輛提高運輸安全性和效率、大數據、頻譜研究、網路安全、人工智慧等。這些研究必須廣泛地與學者、各州、地方政府、安全倡導團體等合作，以支持智慧運輸技術的安全開發、測試和布建。

在美國，每年有超過 600 萬起碰撞事故、300 萬起傷害事故，因此正努力讓這個數字降至零，擴展個人移動性並最大化系統有效連接是目前正在解決的問題，以建立汽車基礎設施和行動設備的連網交通生態系統。隨著社區持續布建聯網車輛，其中有 28 個州擁有超過 50 個營運據點，更計劃進一步布建聯網車輛技術、訂定普遍可接受的價格範圍，並致力於保護和使用 5.9 GHz 頻譜進行公共安全的運輸通訊。除了連接性，也追求自動化核心運輸系統，以自動駕駛系統改善安全性並解決疲勞分散和駕駛反應不及所引起的問題，目前系統尚未成熟，仍將是首要研究的重點之一。

3. 歐洲地區-歐洲運輸委員會（European Commissioner for mobility and transport）

面對全球暖化的挑戰，迫使我們採取緊急行動改變整體經濟發展方向。同時，當需要為社會進行改變時，透過合作方式以及改善交通運輸方式將扮演非常重要的角色，而車輛就是解決這些問題的工具之一。根據歐盟運輸業統計，污染死亡和排放廢氣及壅塞等問題，每年產生占 GDP 7% 的負外部性（1 兆歐元）。因此歐盟開始重新思考運輸體系結構，採用全面性系統化措施來應對這些巨大的挑戰，從基礎設施、數據應用服務，甚至是網路層，都朝著完全整合的多模式解決方案邁進，進一步減少負面的外部性影響，且提高效率。例如：採用替代燃料，包括新車，貨車、政府相關單位生產的清潔車及客車的二氧化碳排放量對象。在過去幾年中，歐洲投資銀行及私人和機構投資者合作，對歐洲運輸產業投資了 2,400 億歐元，其中 70% 中將運輸鐵路整合作為主要的工作重點，且制定必要共同標準和統一法規。

二、新加坡：LTMP2040 計畫

● 全球人口成長趨勢

2019 年全球人口約為 77 億人、約有 13 億輛汽車，預估至 2050 年全球人口將成長至 97 億人（成長 26%）、超過 20 億輛車（成長 54%），因此許多城市將面臨共同的挑戰：交通壅塞、交通事故、噪音汙染及空氣品質不佳等隱憂。

● 新加坡面臨之挑戰

新加坡人口約 570 萬人、密度每平方公里 7866 人，土地面積約為 2.5 個台北

市，約擁有 97 萬輛汽車，陸路交通占整體土地 12%，其所面臨城市的交通問題，亦是多數國家的城市所面臨之問題：

- (1) 人口老齡化：至 2030 年 65 歲以上之老年人口達 30%；
- (2) 不斷成長的旅行需求：人口增加、密集發展和生活型態的轉變；
- (3) 人力和具備數位能力者短缺：特定行業和相關數位知識人力短缺；
- (4) 土地受限：公路和陸路運輸基礎設施占總土地 12%。

● 新加坡陸路運輸總體規劃：2040

過去幾年中，新加坡的交通發生了許多變化，有比以往更多的選擇方式。目前主要的大眾交通為捷運（MRT，全長 99KM）、輕軌（LRT，全長 29KM）、公車（5600 台/310 條路線）、計程車（超過 2 萬台）及自用車（超過 4 萬 5 千台），使用 MRT 和 LRT 人口約 350 萬人、公車 430 萬人、計程車及自用車合計共 110 萬人。

新加坡陸路運輸管理局（Land Transport Authority，簡稱 LTA）於 2019 年提出「陸路運輸總體規劃」（Land Transport Master Plan，簡稱 LTMP2040）²，目標是使陸路交通更便利、完善的連結且快速，提倡口號為「走、騎、搭」（WALK、CYCLE、RIDE），期望達成搭乘大眾運輸 20 分鐘路程到達城鎮、45 分鐘路程就能抵達城市且高峰時間上班不超過 45 分鐘，並規劃於 2030 年布建達 700KM 的自行車步道及 150KM 的有遮蔽人行步道，至 2040 年超過 1,000KM 的自行車步道及設有公車專用道。另外，將實施巴士優先行駛權、提供更多輪椅無障礙設施、在高架橋上有更多的休息點和電梯以幫助年長者、對於有特殊需求的通勤者，聲音警報等新技術將幫助他們更輕鬆地從公車上、下車；碰撞預警系統等新技術也將有助於使旅途更加安全。近年共享的概念興起，如：共享電動車、腳踏車、私人代步設備等提供更多元方式。

² LTMP 計畫早在 2008 年提出，並於 5 年(2013)後進行審核，目前 2019 年提出之 LTMP 2040 是 2013 年的進階版本。

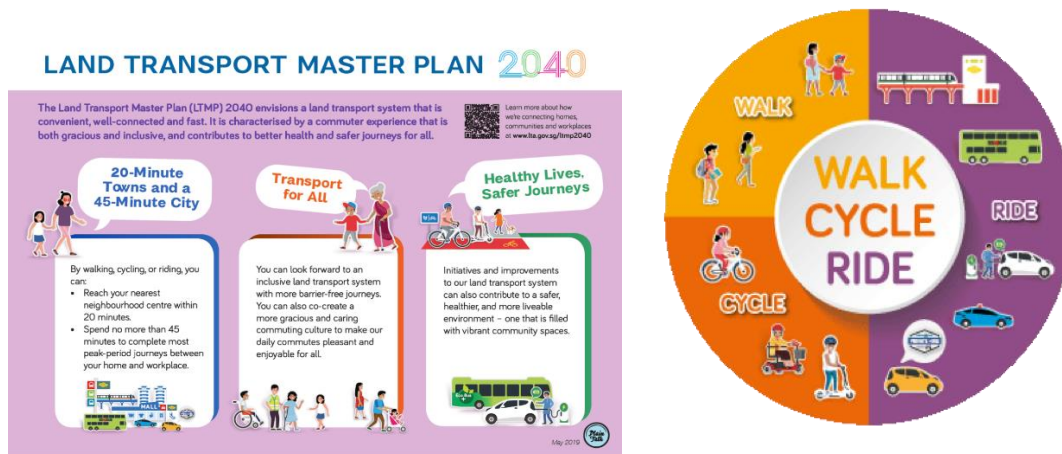


圖 4：新加坡陸路運輸總體規劃（LTMP2040）及口號「走、騎、搭」
 資料來源：新加坡 LTMP2040 官網，
https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/who_we_are/our_work/land_transport_master_plan_2040.html。

在數位化方面，逐步建立 ICV（Intelligent Connected Vehicle，智慧聯網汽車）基礎架構並布建感測器，透過來自這些感測器的豐富數據庫，協助應對日益增長的交通流量，希望藉由智慧數據和視頻分析，並使用 AI 和機器學習，我們可以了解旅行模式和隨時間變化的趨勢，更安全地計劃和營運系統，以增強客戶的真實性、可靠性及預測性維護方法。隨著智慧型手機的普及，利用手機 App、社群網站、廣播、路況看板提醒等提供即時、可靠且相關的資訊。

另外，創新的自動駕駛應用如下：

- (1) 自駕公車
- (2) 提供不同需求的自駕車
- (3) 自動卡車(貨車)：鼓勵在非尖峰時段進行貨物運輸活動
- (4) 自動公務車：減少人力清潔道路，避免危險及意外發生。
- (5) 無人機設備用於監察橋樑使用狀況

綜合上述，現今交通選擇及提供資訊管道多元，應採取長期綜合的運輸整體規劃和策略、有效利用技術和數據來支援法規和政策、廣納創新的行動解決方案和新的商業模式。

三、DSRC & LTE-V2X

由國際自動機工程師學會（SAE International）與美國國家公路交通安全管理局（NHTSA）根據不同程度的駕駛輔助至完全自動化駕駛的程度將自動駕駛分為 0 至 5 級：

- (1) 等級 0：駕駛員監控環境並控制車輛；電腦監視僅用於警告目的。
- (2) 等級 1：電腦只能控制速度或轉向。

- (3) 等級 2：電腦同時控制速度和轉向。
- (4) 等級 3：電腦監控環境並控制速度和轉向，但人工須全力支援（backup）。
- (5) 等級 4：電腦監控環境並控制速度和轉向，僅須一些人工支援。
- (6) 等級 5：電腦監控環境並控制速度和轉向，無需人工支援。



圖 5：自動駕駛 0 至 5 級

資料來源：Brian Buntz，IoT World Today，<https://www.iotworldtoday.com/author/buntzb/page/24/>。

隨者全球對自駕車的需求提升，各地積極建設試驗場域進行測試以利未來實際上路。自動駕駛的主要關鍵程序為：「感知」、「決策」及「互動」，區分為兩種技術，一為主動式感測技術，二為協同式知覺資料運算（co-operative awareness）。後者可提供終端使用者相關的服務，終端使用者包括車輛、路測裝置（roadside infrastructure）、基礎設施及行人等，可收集周邊交通環境的資訊，透過無線通訊技術進行資料交換與蒐集形成車聯網（V2X，Vehicle-to-Everything），以提高交通安全性、效率和駕駛體驗，且為了符合車用環境，較熱門的通訊技術大多具有適用於戶外環境的特性，使用 5.9GHz DSRC（Dedicated short-range communication）以及 LTE（Long Term Evolution）技術。3GPP（3rd Generation Partnership Project）所制定 LTE 自 Release 14 開始加入有關 V2X 的議題，目前所討論的 LTE V2X 服務大多以行車安全為主，其次為交通便利性，由於前者有低網路延遲的需求，不適合利用傳統電信網路架構透過核心網路進行傳遞訊息，需透過 D2D（Device-to-Device）直接通訊和分配頻段接取，而無需基地臺的方式來達成。³



圖 6：各地區封閉型測試場域

資料來源：黃品誠，台灣自駕車測試與驗證環境建構（2018）。

表 2：V2X 的應用

形式	應用範圍
V2V (Vehicle-to-Vehicle) 車輛到車輛	✓ 碰撞警告/避免碰撞 ✓ 協同適應巡航控制(cooperative adaptive cruise control)
V2I (Vehicle-to-Infrastructure) 車輛到基礎設施	✓ 用於訊號更改提醒 ✓ 提供交通壅塞及危險事故相關資訊(如：彎道速限警示)
V2P (Vehicle-to-Pedestrian) 車輛到行人	✓ 偵測行人位置及動態 ✓ 行人透過使用裝置(穿戴式裝置)接收傳送至應用層的資訊

資料來源：擷取簡報 Comparison of DSRC and LTE-V2X PC5 Mode 4 Performance in High Vehicle Density Scenarios.

表 3：兩種 V2X 技術：DSRC 和 LTE-V2X PC5 模式 4

技術	概況
DSRC	✓ 2010 年：由 IEEE 802.11 WG 標準化基於 IEEE 802.11p 的 V2X 技術 ✓ 透過汽車產業的各種測試和大規模的現場試驗驗證 ✓ 日本於 2015 年在頻譜 760MHz 開始商業布建 ✓ 美國於 2017 年在頻譜 5.9GHz 開始商業布建 ✓ 歐洲預計將在頻譜 5.9GHz 開始商業布建
LTE-V2X PC5 模式 4	✓ 2017 年 3 月：由 3GPP Release 14 標準化基於 LTE 的

技術	概況
	V2X 技術 ✓ 透過數值模擬及實驗室和現場測試進行測試 ✓ 中國於 2018 年 10 月為 LTE-V2X 分配了頻譜 5.905-5.925GHz
兩種技術都採用直接通訊和分配頻段接取而無需基地臺。	

資料來源：擷取簡報 Comparison of DSRC and LTE-V2X PC5 Mode 4 Performance in High Vehicle Density Scenarios.

接者，介紹 DSRC 和 LTE-V2X PC5 模式 4 的技術差異。

表 4：DSRC 和 LTE-V2X PC5 模式 4 的技術差異

項目	DSRC	LTE-V2X PC5 mode 4
波形 (Waveform)	正交分頻多工 (OFDM)	DFT-擴-OFDM(SC-FDM)
頻道編碼 (Channel coding)	卷積編碼 (Convolutional coding)	渦輪編碼 (Turbo coding)
時間同步/非同步 (Time synchronization)	非同步	同步
頻道接取 (Channel Access)	✓ 載波偵聽多路接取/避免碰撞 (CSMA/CA) ✓ 單一用戶佔用整個系統頻寬	✓ 透過半永久性調度 (SPS) 自主選擇資源 ✓ 多個用戶共享系統頻寬

DFT：離散傅立葉變換

SC-FDM：Single-Carrier Frequency Division Multiplexing 單載波頻分多址

OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing 正交分頻多工

CSMA/CA：Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance 載波偵聽多路接取/避免碰撞

SPS：Semi-Persistent Scheduling 半永久性調度

資料來源：擷取簡報 Comparison of DSRC and LTE-V2X PC5 Mode 4 Performance in High Vehicle Density Scenarios.

四、連網自動駕駛車 (CAV) 之發展

根據英國交通部的定義，自動駕駛車為「無須稱職的駕駛者管理各種道路、交通與天候條件之下，能安全完成旅程的車輛」，例如：自動路邊停車系統、先進輔助駕駛系統 (ADAS)、自動緊急煞車系統等。聯網自動駕駛車 (Connected and Autonomous Vehicles，簡稱 CAV) 是一種自動化聯網載具，自動駕駛車及連網車兩種技術的結合，而僅須符合其一標準即可稱為 CAV。⁴CAV 的目標：強化駕駛員、行人的安全性並減少交通壅塞及事故，要達成完全自駕車 AV 至少要至

⁴ 資策會，<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=57&tp=5&i=1&d=7657>。

2035~2040 年。目前自駕車在亞太地區的概況：

- (1) 亞太地區自駕車複合成長率至 2024 年為 58.7%，將帶來 447 億的收入；
- (2) 亞太地區每年約有 645 萬起交通事故，其中 90% 是人為疏失；
- (3) 亞太地區大多由阿里巴巴、滴滴、軟銀(日本)等企業所投資；
- (4) 由南韓、日本、中國、新加坡、馬來西亞率先布建 AV

然而，限制亞太地區 AV 普及的關鍵因素：缺乏統一法規及安全標準、最初 AV 布建主要針對自動駕駛計程車、半自動駕駛汽車在亞太地區 AV 測試占主導地位，未來預測到 2025 年亞太地區的 25% 的新車將為 2 級或 3 級自動駕駛，且行動就是服務的概念（2014 年 ITS 世界大會提出）興起，會使 AV 發展趨於完備。以下為 KPMG 統計亞太地區自駕車輛整備指數排名（Automated Vehicle Readiness Index，簡稱 AVRI）。

表 5：亞太地區自駕車概況及自動駕駛車輛整備指數（AVRI）排名

國家	AVRI 排名	概況
新加坡	第 1 名	✓ 2017 年 11 月：南洋理工大學（CETRAN）成立了 AV 測試與研究卓越中心。 ✓ 2018 年 11 月；在三個區域運行無人駕駛巴士測試 ✓ 重型私家車稅有助於補助 AV 布建。
日本	第 10 名	✓ 2019 年日本擁有最多 AV 專利數量。 ✓ 可靠的 4G 蜂巢網路涵蓋範圍。 ✓ 許多 AV 概念證明都集中在計程車和公車上。 ✓ 2020 年東京奧運會 AV 網路啟動計劃。
韓國	第 13 名	✓ 2018 年 12 月：開設 K-City 以測試 AV 技術和設備。 ✓ 2019 年 3 月：韓國國土交通省宣布了 AV&C-ITS 計劃。 ✓ 一些政府資助具有 4G 聯網和詳細的自動車輛製圖的自動車輛試驗項目。
澳洲	第 15 名	✓ 澳洲對於 AV 具有立法的支持。 ✓ 在昆士蘭州、新南威爾士州、南澳洲和維多利亞州有許多 AV 測試場域。 ✓ 到 2046 年，AV 將使溫室氣體排放量減少 2,700 萬噸
中國	第 20 名	✓ 2018 年：中國政府批准了首個 AV 測試。 ✓ 2019 年 2 月：Jinchi & Pony 在廣州的公共道路上進行了許多 AV 測試。 ✓ 由於交通流量共享法規（traffic data sharing regulations），使 AV 測試面臨挑戰。

資料來源：KPMG 統計。

以下將依序簡介日本、韓國、澳洲、中國及我國的智慧交通概況、測試及相

關政策制定。

五、我國鄰近地區智慧交通發展概況

(一) 日本

在當前日本陸路交通中，由於人口老齡化，使老年人引起的事故率增加及駕駛員短缺等問題越趨嚴重。由下圖可知，老年人口由 2010 年（23%）逐年攀升，至 2017 年老年人口達 27.7%（左下圖），而老年人引起的交通事故亦呈現正向關係（右下圖）。日本在面對老齡化社會對於自動駕駛的期望為：減少交通事故及緩解交通壅塞、減少老年人行動不便問題、振興日本鄉村、增強產業國際競爭力及解決駕駛員短缺問題，自動駕駛亦將透過提供新的行動和物流方式掀起交通革命，解決社會問題以實現富裕的生活。

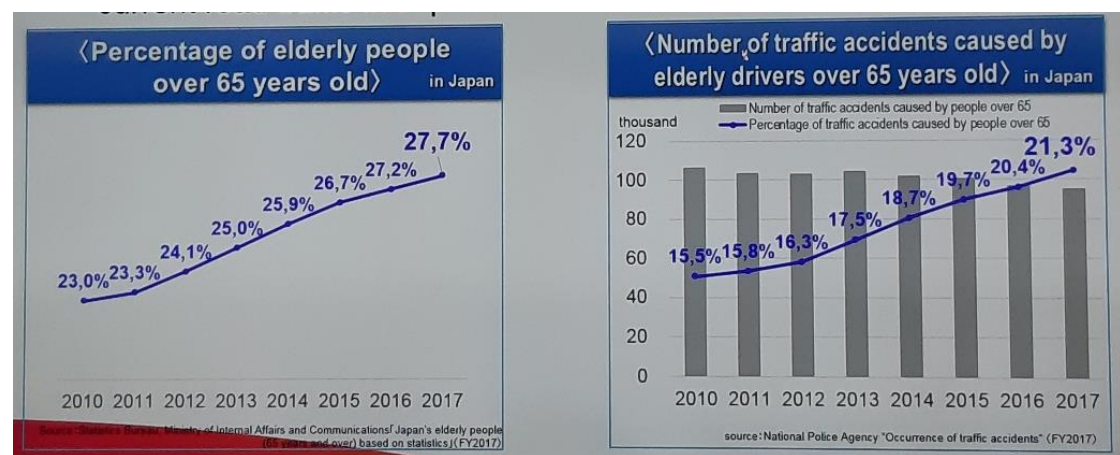


圖 7：日本老年人口攀升及老年人引起的事故率情況

資料來源：擷取簡報 Government efforts to realize automated driving in Japan.

首先，介紹日本自動駕駛相關的政府單位和職責分工架構圖、相關服務和測試項目的負責單位彙整表。其中三個重要的單位為：警察廳（National Police Agency，簡稱 NPA）負責訂定道路交通法（Road Traffic Act）提供交通法規，其具體執行事項為審查道路交通、準備公共道路展示的環境、參加國際論壇及提升研發和基礎設施建設；國土交通省（Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism，簡稱 MLIT）負責制定道路運輸車輛法（Road Transport Vehicle Act）；經濟產業省（Ministry of Economy, Trade and Industry，簡稱 METI）負責促進汽車產業發展。

日本政府為檢討實施自動駕駛所必需的法律制度，於 2018 年 4 月制定了《關於改善自動駕駛法律制度和環境綱要》（Charter for Improvement of Legal System and Environment for Automated Driving Systems），主要項目為確保車輛安全、

交通規則、綜合確保安全（設定駕駛環境條件）、事故責任等。自制訂以來，每個部門和機構都進行了審查，並取得了進展，包括法律修訂：

- (1) 《自動駕駛汽車安全技術指南》於 2018 年制定並公佈。
- (2) 《道路運輸車輛法》進行部分修訂，以確保通過自動駕駛車輛和國會常規會議通過的其他車輛的使用進度，從設計到製造過程中始終確保安全。
- (3) 《道路交通法》進行部分修訂，以制定與駕駛員義務有關的規定，以響應國會日常會議通過的自動駕駛技術的實施。
- (4) 《確保機動車安全賠償法》，根據現行的概念，使用者因汽車運行而造成的損害（死亡或人身傷害）進行賠償。

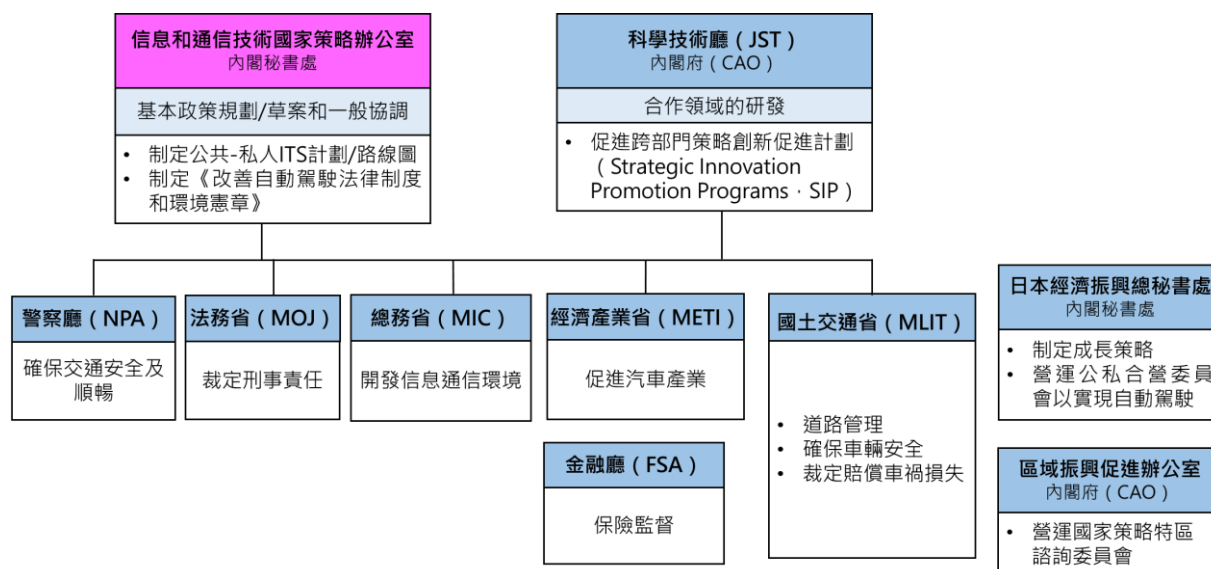


圖 8：日本自動駕駛相關的政府單位和職責分工架構圖

資料來源：整理簡報 Government efforts to realize automated driving in Japan.

表 6：日本自動駕駛相關服務和測試項目負責單位彙整表

項目	負責單位
策略創新促進計畫 (SIP)	CAO
路邊車站和其他地點的自動駕駛服務	MLIT / CAO - SIP
新開發區的自動駕駛服務	MLIT / CAO - SIP
最後一哩自動駕駛	METI / MLIT
貨車列隊	METI / MLIT
在限制機場區域內自動駕駛	MLIT
由地方政府、私人公司或大學進行的項目	-

資料來源：整理簡報 Government efforts to realize automated driving in Japan.

策略創新促進計畫 (Strategic Innovation Promotion Program，簡稱 SIP) 成立於

2014 年 5 月，是一項跨越政府部門框架的計劃，旨在促進技術發展以解決社會問題，「AD 系統」是 SIP 研發項目要解決的問題之一。SIP 分為兩階段：第一階段 2014~2018 年；第二階段：2018~2022 年，自 2016 年以來，警察廳（NPA）一直在促進基於 SIP 的 AD 研發。

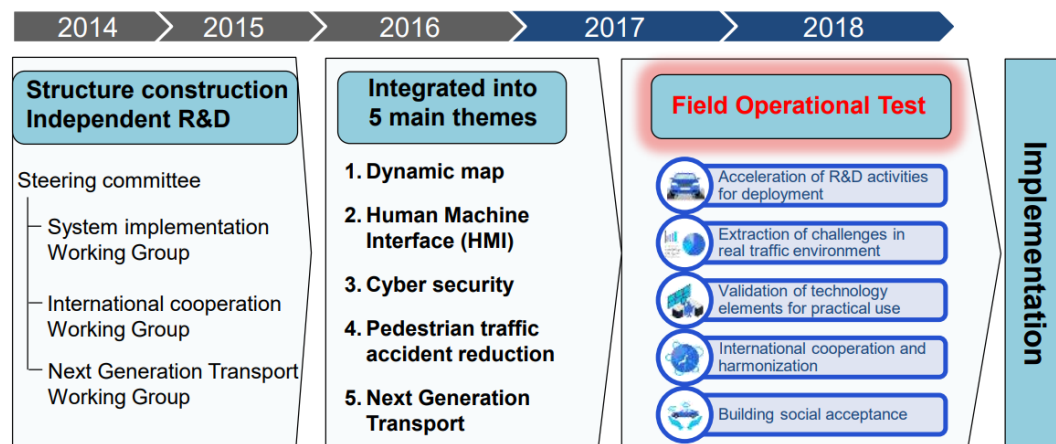


圖 9：日本 SIP 第一階段及第二階段規劃表

資料來源：Japan's SIP-adus Program on Road Vehicle Automation (2018)，http://en.sip-adus.go.jp/wp/wp-content/uploads/TRB97th_report1_Amano.pdf。

由上圖可知，SIP 第一階段主要進行自動駕駛研發及整合各項相關議題（如：動態地圖、資安等）；第二階段為自動駕駛系統的現場操作測試（Field Operational Test，簡稱 FOT）（2018 年之後），第二階段主要驗證項目：驗證車輛性能、驗證天氣狀況對車輛性能的影響、驗證有關自動駕駛技術的問題、驗證道路及周邊設施的配置及維護和管理、驗證服務內容、驗證服務操作、驗證社會接受度等。

表 7：日本 SIP 現場操作測試（FOT）的主要議題

道路	使用案例	主要議題
高速公路	貨車列隊 (Truck Platooning)	✓ 貨車列隊結構和管理的規範和標準 ✓ 斜坡測量和其他合併控制方法 ✓ 建立直接連接到專用駕駛空間的物流中心的方法
	自用車輛 (Personal Vehicle)	✓ 可容納自動駕駛的道路空間結構和管理的規範和標準 ✓ 在分流和合併位置等處提供訊息之方法 ✓ 輔助識別本身車輛（own vehicle）位置之方法 ✓ 提供位置訊息之方法

道路	使用案例	主要議題
		✓ 建立高分辨率 3D 地圖參考點
一般道路	交通服務 (Transport services)	✓ 可容納自動駕駛的道路空間結構和管理的規範和標準 ✓ 在十字路口和特定區域的交通規則提供訊息之方法 ✓ 使用電磁引導線、磁性標記等之協助方法

資料來源：整理簡報 The role of road administrator for realizing automated society.

以下說明兩項現場操作調查研究：

1. 協助自動駕駛汽車分流（branching）和合併（merging）車道

向試圖通過的車輛提供有關車道使用的資訊，使通過的車輛能夠明確地識別出可以使用的車道，且使其能夠安全通過。

- (1) 道路及車輛之間通訊（Road-to-vehicle communication，下圖紅色）：為車輛合併同車道提供資訊，例如：主車道上的行駛速度
- (2) 路側處理設備（Roadside processing unit，下圖橘色）：產生要提供給車輛合併同車道的 ADV 資訊
- (3) 車輛偵測感測器（Vehicle detection sensor，下圖藍色）：主車道感應速度和長度等

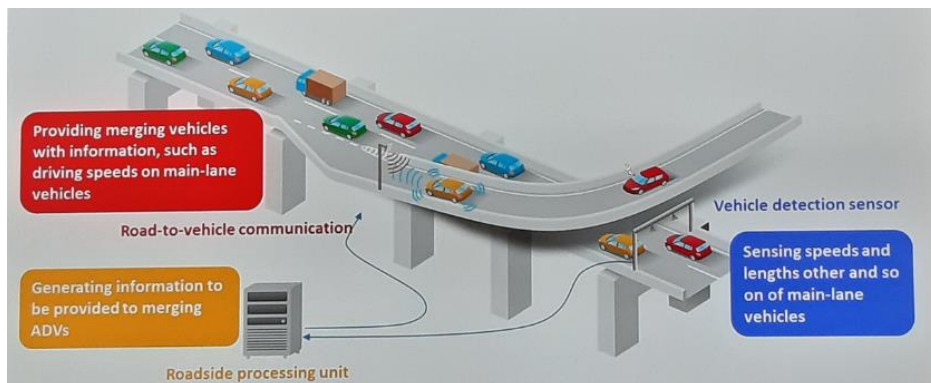


圖 10：日本 FOT 研究案例－協助自動駕駛汽車分流和合併車道

資料來源：擷取簡報 The role of road administrator for realizing automated society.

2. 自動駕駛掃雪車

為了實現自動駕駛，將分階段進行具有操作控制和輔助駕駛功能的高級掃雪車。使用來自準天頂衛星 2「Michibiki」（quasi-zenith satellite，準天頂衛星システム），將高精確度定位數據與高分辨率 3D 地圖數據（high-resolution 3D map data）結合在一起；並自動控制記錄在高分辨率 3D 地圖上的掃雪方向，其他部分自動

化的設備在掃雪車左右兩側之間自動切換，隨時顯示掃雪車行駛位置，車身校正角度和其他數據，以視覺方式協助操作員操作車輛。

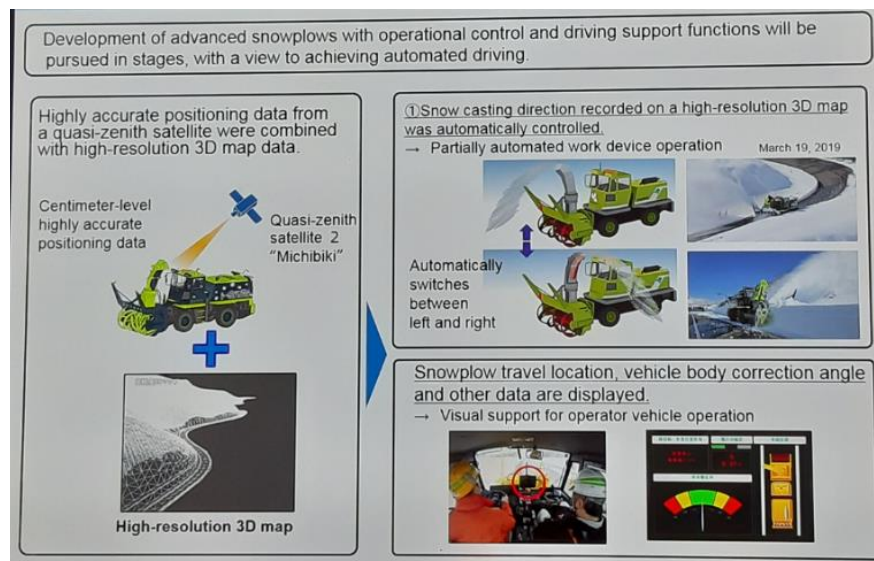


圖 11：日本 FOT 研究案例－自動駕駛掃雪車
資料來源：擷取簡報 The role of road administrator for realizing automated society.

日本與交通相關之使用頻譜分配（低頻至高頻）如下：

- (1) 路側廣播（公路廣播）：1620KHz
- (2) 車輛資訊與通訊系統（VICS）：76～90MHz
- (3) DSRC 的駕駛安全支援系統：760MHz 頻段。
- (4) DSRC 的電子收費系統（ETC）：5.8GHz 頻段
- (5) UWB 雷達：24 / 26GHz 頻段
- (6) 長距離雷達：60 / 76GHz 頻段
- (7) 高分辨率雷達：79GHz 頻段

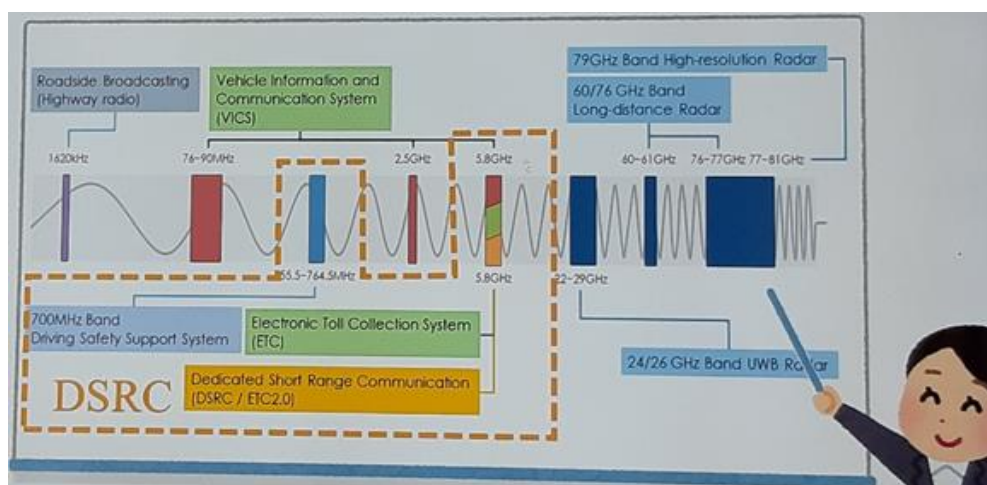


圖 12：日本由低頻至高頻的使用頻譜分配圖
資料來源：擷取簡報 The Role of Government for Deploying Connected and Automated Vehicle in Japan.

5G 三大特性所提供的行動服務及測試場域如下：

- (1) eMBB（大頻寬）：觀看電影及運動節目、醫療遠距檢查、視訊工作
- (2) 介於 eMBB 與 URLLC 之間：動態地圖分配、遠端駕駛
- (3) 介於 URLLC（低延遲）：貨車列隊
- (4) URLLC 與 mMTC（大連結）之間：協助行人



圖 13：5G 三大特性提供的行動服務

資料來源：擷取簡報 The Role of Government for Deploying Connected and Automated Vehicle in Japan.

表 8：日本 5G 測試場域 (2018 年)

採用技術	負責單位	試驗項目	主要試驗地點
eMBB (4.5GHz、28GHz)	NTT DOCOMO	AR、VR 監控與安全 醫療服務	京都 群馬 德島 和歌山
eMBB (4.5GHz、28GHz)	NTT Communications	運輸（高速鐵路）	茨城縣 東京
eMBB (28GHz)	ATR (Research Corporation)	智慧工廠 航站 學校教育	福岡 羽田機場國際線航站樓
URLLC (4.5 GHz、28GHz)	Softbank	運輸 汽車遙控器	靜岡
URLLCx eMBB (3.7/4.5 GHz、28GHz)	KDDI	遠距施工 無人機監控	大阪 長野 廣島
mMTC (4.5GHz)	Wireless City Planning	智慧高速公路 智慧辦公室	愛知 廣島

資料來源：整理簡報 The Role of Government for Deploying Connected and Automated Vehicle in Japan.

(二) 韓國

韓國於 2018 年 6 月完成 3.5GHz 及 28GHz 頻譜拍賣，由首爾等各大都市為優先布建網路地區，截至 2019 年 9 月 2 日，韓國 5G 基地臺總計 79,485 站，其中 LG U+ 為 30,282 站、KT 為 27,537 站、SKT 為 21,666 站。韓國三大電信業者之 5G 涵蓋範圍圖如下：



圖 14：韓國三大電信業者之 5G 涵蓋範圍

資料來源：擷取簡報 Institutional Review for operating 5G-based Automated Driving Service：A methodology Research.

韓國提出從 2018 年 4 月至 2020 年 12 月（共 33 個月）的 5G 匯流試點服務計畫（5G Convergence Pilot Service Projects），其目標籌措 1.7 億美元，分別來自政府和地方企業各半的配套資金，截至 2018 年底為止，總資金為 8,630 萬美元。該計畫主要針對以下五個領域：5G 自駕車、5G 智慧城市、5G 產業、5G 管理者及 5G 多媒體(如下表)，以下僅介紹 5G 自駕車計畫。

表 9：韓國 5G 匯流試點服務計畫(5G Convergence Pilot Service Projects)

計畫名稱	主要負責單位 (組織)	政府資金 (百萬美元，2018)
5G 自駕車（5G-AutoDrv）-5G V2X 整合技術的開發和自動駕駛和 C-ITS 服務的試驗	KT	6.4
5G 智慧城市（5G-SmartCity）-透過 5G 網路開發和展示智慧城市服務	ETRI	5.2
5G 產業（5G-Industry）-基於 5G 的生產/物流服務以及用於雲端製造的機器學習平台開發	SK Telecom	5.2
5G 管理者（5G-Guardian）-基於 5G 的災難安全服務的開發和驗證	KT	4.0

5G 多媒體（5G-Media）-基於 5G 的互動式沉浸式服務的開發和實證	SK Broadband	2.5
--	--------------	-----

資料來源：Giga KOREA Foundation，[http://6thglobal5geventbrazil.org.br/pdfs/Panel8-Seongchoon-Lee\(GKF\)-6th-Global-Event-Vertical-Markets-and-Use-Cases.pdf](http://6thglobal5geventbrazil.org.br/pdfs/Panel8-Seongchoon-Lee(GKF)-6th-Global-Event-Vertical-Markets-and-Use-Cases.pdf)。

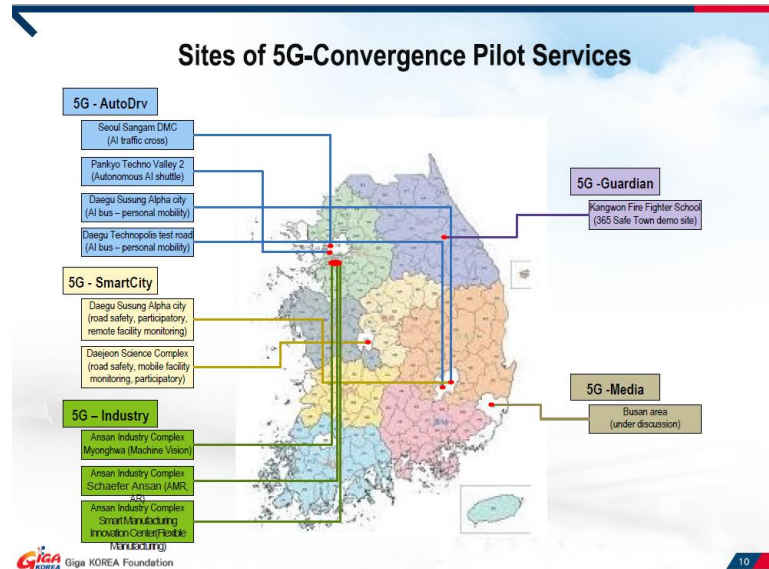


圖 15：韓國 5G 匯流試點服務計畫區域

資料來源：Giga Korea' s 5G Convergence Pilot Service Projects（2018），
[http://6thglobal5geventbrazil.org.br/pdfs/Panel8-Seongchoon-Lee\(GKF\)-6th-Global-Event-Vertical-Markets-and-Use-Cases.pdf](http://6thglobal5geventbrazil.org.br/pdfs/Panel8-Seongchoon-Lee(GKF)-6th-Global-Event-Vertical-Markets-and-Use-Cases.pdf)。

5G 自駕車目標為開發基於 5G V2X 的自動駕駛和增強的 C-ITS 服務，以設計自動駕駛服務模型並降低交通事故發生率，其服務項目為：

- (1) 5G 自駕接駁服務（5G autonomous shuttle service）：5G 聯網遠端監控自駕接駁
- (2) 為有交通需求的人提供 5G 自駕服務（5G autonomous service for people with transportation needs）：透過雲服務實現個人行動的遠端控制
- (3) AI 交通路口服務（AI traffic intersection service）：基於 5G 的交通流量自主控制和積極處理交通事故服務

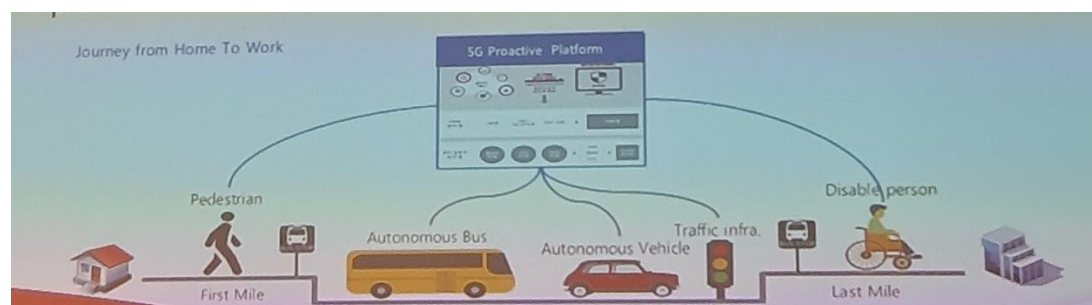


圖 16：5G 自駕車服務項目示意圖

資料來源：擷取簡報 Institutional Review for operating 5G-based Automated Driving Service : A methodology Research.

5G 自駕車的 3 個關鍵技術：

1. 5G-V2X 輔助交互式車輛的技術
 - (1) 5G-V2X 輔助自動駕駛
 - (2) 透過採用 5G 技術最大限度地降低高感測器的依賴性
 - (3) NW 輔助駕駛，以提高認知範圍和精確度
2. 基於 5G 網路的關鍵任務 V2X 基礎架構的技術
 - (1) 使用蜂巢式涵蓋和 LTE / 5G 網路
 - (2) 提供直接和間接通訊，以提高可靠性和安全性
3. 基於 5G 網路的主動式遠端控制平台的技術
 - (1) 可從黑盒子、ADAS 和 LiDAR 收集和集成複合感測器的數據
 - (2) 透過對大容量數據進行精確的遠端控制來增強駕駛安全性

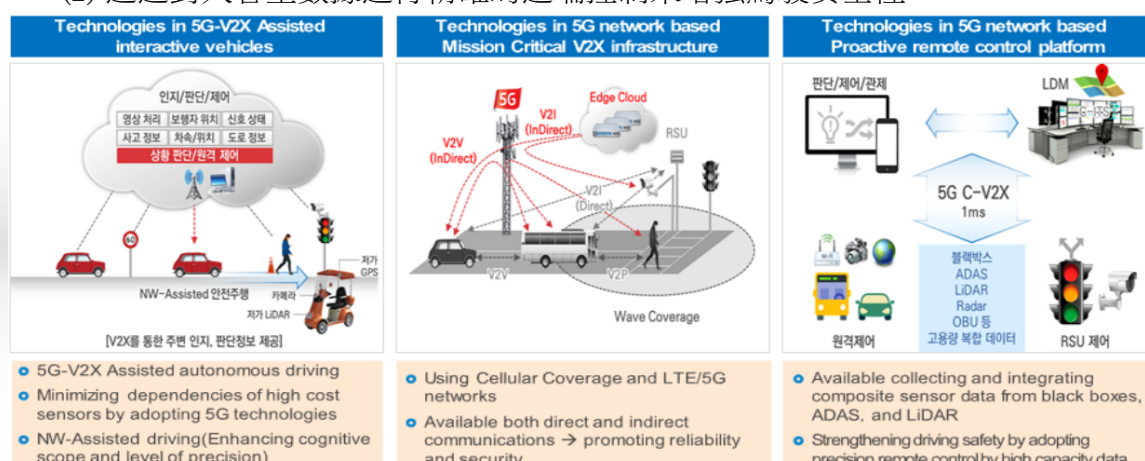


圖 17：5G 自駕車的 3 個關鍵技術

資料來源：Giga Korea's 5G Convergence Pilot Service Projects (2018), [http://6thglobal5eventbrazil.org.br/pdfs/Panel8-Seongchoon-Lee\(GKF\)-6th-Global-Event-Vertical-Markets-and-Use-Cases.pdf](http://6thglobal5eventbrazil.org.br/pdfs/Panel8-Seongchoon-Lee(GKF)-6th-Global-Event-Vertical-Markets-and-Use-Cases.pdf)。

關於 5G-Autodriv 計畫有汽車、新技術、安全及道路、基礎設施和運輸安全等相關法律規範。

表 10：韓國 5G-Autodriv 計畫的相關法律

項目	相關法規
汽車	✓ 車輛管理法 ✓ 《自動管理法》的實施規則 ✓ 自動駕駛汽車的安全運行要求和試驗規定

項目	相關法規
新技術	✓ 促進資訊和通訊技術、促進其匯流的特別法等 ✓ 產業匯流促進法 ✓ 關於建立智慧城市和促進產業的法案等 ✓ 有關自動駕駛汽車的特殊情況
安全	✓ 個人資料保護法 ✓ 位置資料的保護、使用等行為法 ✓ 促進資訊和通訊網路利用和資料保護法 ✓ 關於雲端計算發展及其用戶保護的法案
道路、基礎設施和運輸安全	✓ 道路交通法 ✓ 客運服務法 ✓ 產品責任法

資料來源：整理簡報 Institutional Review for operating 5G-based Automated Driving Service : A methodology Research.

韓國的自動駕駛服務的分析方法有三步驟：首先，有必要分析使用的資訊及每個「用戶案例」的對象；接著根據每個用戶的分類，分析數據流和需求；最後對數據流的相關規定進行審查。以下介紹兩個案例研究：

1. 案例研究：為有交通需求的人提供 5G 自駕服務

在大邱市的醫療區作為示範項目的實施案例。首先，自用車(personal mobility)在人員的即時呼叫下透過自動駕駛進行操作，並連接到居民區和主要交通設施（公車站、地鐵站等），利用基礎設施資訊，包括用戶的出發地及車輛感測器資訊，例如 PM 車輛的圖像和各種物體偵測資訊。接著，根據每個用戶的分類，分析數據流和需求。最後，對數據流的相關規定進行了審查：

- (1) 有交通需求者的位置/呼叫資訊：由於此案例包含用戶的呼叫位置和目的地等資訊，因此可以根據《個人資料保護法》以收集個人資料、使用和個人數據處理方法的同意及申請，並根據《位置資料的保護、使用等行為法》獲得位置數據和執行方法的收集、使用和處理許可。
- (2) 自用車的遠端控制：自動駕駛汽車具有遠端控制功能，可以處理特殊情況，而無需駕駛員在用戶的呼叫位置或任何等候空間內進行操作。根據《自動駕駛汽車安全操作要求和試運行規定》，駕駛員必須登上車輛，並且在未來將改進僅允許駕駛員在自動停車模式時才離開汽車。

- (3) 即時車輛位置和基礎設施資訊：根據《位置資料的保護、使用等行為法》，需要 PM 的即時位置和控制狀態數據，以及位置數據的收集和使用及項目等位置資訊。此外，如果向用戶收費提供服務，則應遵守《乘客運輸服務法》。

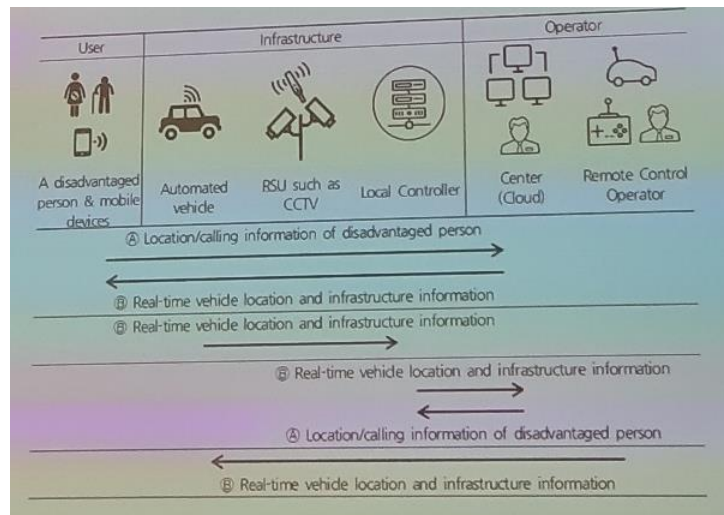


圖 18：大邱市的醫療區-每個用戶的分類、分析數據流和需求

資料來源：擷取簡報 Institutional Review for operating 5G-based Automated Driving Service：A methodology Research.

2. 案例二：人工智慧（AI）十字路口服務

該案例允許接近十字路口的車輛，接收十字路口的數位地圖資訊、交通狀況和各種安全相關資訊，並共享 LDM 資訊（包括交通信號資訊和前方情況圖像資訊），以確保十字路口行走安全性。利用基礎設施資訊，例如十字路口的 CCTV 影像資訊和交通信號控制資訊、車內圖像以及控制感測器資訊等。接著，根據每個用戶的分類，分析數據流和需求。最後，對數據流的相關規定進行了審查：

- (1) 接取車輛的位置/控制資訊：由於此使用區包含控制資訊，例如十字路口處接近車輛的位置、速度和方向，因此在《個人資料保護法》以收集個人資料、使用和個人數據處理方法的同意及申請，並適用《位置資料的保護、使用等行為法》中有關位置資訊的收集、使用和處理及執行方法的許可。
- (2) 道路上的影像採集和基礎設施資訊：道路上採集每輛車的資訊，包括位置、速度和前進方向，以及十字路口標記操作、信號操作和方向車道管理等基礎設施資訊。道路營運方面，例如《道路交通法》中的速度限制、《個人資料保護法》中關於收集、使用和處理個人資料的協議，或《位置資料的保護、使用等行為法》，並根據《雲端運算發展及其用戶保護法》或《雲端運算服

務訊息保護標準》採取保護措施。

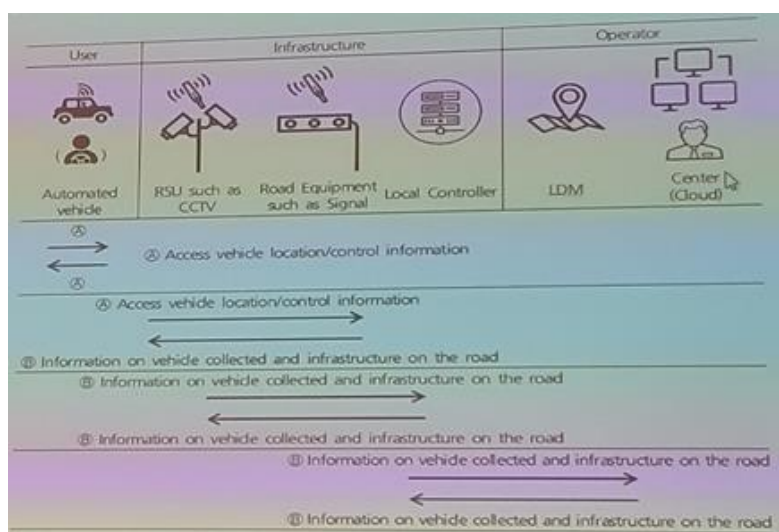


圖 19：人工智慧（AI）十字路口服務-每個用戶的分類、分析數據流和需求
資料來源：擷取簡報 Institutional Review for operating 5G-based Automated Driving Service：A methodology Research.

綜合上述，針對汽車方面，在對個人行動服務進行遠端控制的情況下，將對自動駕駛汽車進行遠端控制，並處理特殊情況，而無需駕駛在用戶的呼叫位置或任何等候空間中進行操作。根據現行法規，駕駛員有必要登上車輛，並且未來的改進將僅允許駕駛員在自動停車模式下才能離開汽車，必須仔細檢查自動系統對駕駛員的定義。有必要確認目標區域是否被指定為「無管制區」，並與政府進行管理。

針對新技術的應用，近期在駕駛員區域、自動駕駛汽車區域、操作區域和基礎設施中發現了 30 個法規問題。為了開發自動駕駛，政府提出了主動監管創新的路線圖，該路線圖與駕駛員重新安置及當前系統中圖像和位置數據的收集和利用有關。

針對安全方面，該項目中的案例不僅利用基礎設施數據（例如 CCTV 圖像），還利用感測器採集數據和自動車輛的影像記錄。預計將在自動駕駛汽車的操作過程中積極收集和使用這些資訊，並且需要採取措施保護目標服務的個人資料。因此，有必要審查當前機構標準中與資訊安全有關的法規。

針對道路、基礎設施和運輸安全方面，基本上，在實施各種案例的過程中，包括自動駕駛汽車在內的車輛都需要遵守道路交通的一般規定。如果發生涉及自動駕駛車輛的事故，則根據《自動事故賠償保證法》承擔損害賠償責任。因此，

在法律上未確定相關事項之前，有必要採取保險賠償的事故措施。

(三) 澳洲

澳洲交通主管機關國家交通委員會(National Transport Commission, 簡稱 NTC)，負責發展澳洲公路、鐵路和多式聯運的監管和營運改革，其中 AV 相關法律為《澳洲道路規則》(Australian Road Rules)，要求駕駛員對車輛進行適當的控制，制定國家執法指南涵蓋以下三個關鍵問題⁵：

- (1) 控制自動車輛者對自動車輛負有法律責任；
- (2) 駕駛員在不同自動化等級上的正確操作；
- (3) 與其他自動車輛的法規互動。

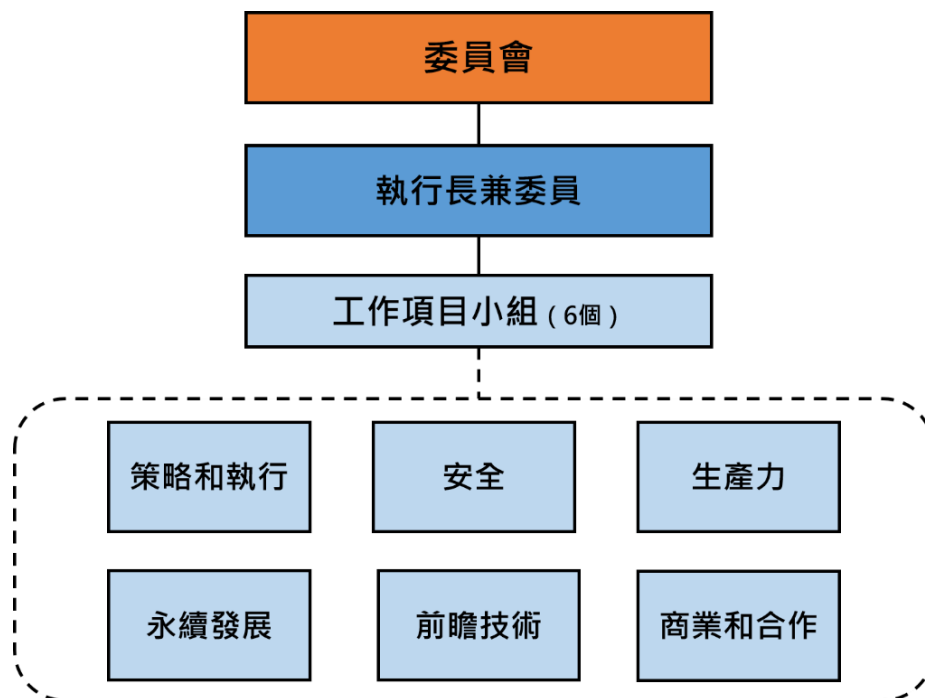


圖 20：澳洲國家交通委員會（NTC）架構圖

資料來源：NTC 官網，<https://www.ntc.gov.au/about-ntc/who-we-are-what-we-do/organisational-structure>。

澳洲國土面積廣大（分為 7 個區塊），擁有龐大且多元化的陸路網路、基礎設施、4G 行動網路涵蓋率廣泛（有超過 3,100 萬行動服務連接點）等優勢，各區塊通常以聯合協作方式進行合作。人口卻僅約 2,500 萬，且 80% 之人口生活於東部沿海幾個主要城市，相較於其他國家，擁有高滲透率的車輛擁有量。澳洲的 ITS 陸路交通基礎設施總長有 82.3 萬公里，其中 35.6 萬公里已鋪設完畢，而剩下 46.6

⁵ Australia National Transport Commission，<https://www.ntc.gov.au/codes-and-guidelines/automated-vehicle-national-enforcement-guidelines>。

萬公里是未鋪設完畢，若在這些未鋪設完成的道路上行駛並加速行駛，對車輛傷害很大且易發生事故。

表 11：各國國土面積、人口、GDP、陸路交通長度、車輛數統計比較表

國家	歐洲	中國	美國	澳洲
土地面積 (平方公里)	1002 萬	960 萬	960 萬	770 萬
人口數	7 億 4100 萬	14 億 300 萬	3 億 2600 萬	2500 萬
GDP	\$27.2 兆	\$25.1 兆	\$20.2 兆	\$1.2 兆
陸路交通全長 (公里)	480 萬	470 萬	670 萬	82.3 萬
車輛數量	2 億 9100 萬	2 億	2 億 6300 萬	180 萬

資料來源：Telstra。

澳洲國道 1 號是環繞該國的高速公路網路，與境內所有內陸城市相連(如下圖)，它是全世界最長的國道，全長共 145,000 公里⁶，每天超過 100 萬人穿越高速公路的一部分，其中約有 105,000 公里為管理路段，並利用高速公路管理系統來控制車流量(motorway management systems)，有 300 公里設有收費公路(Private Toll Roads)，且鋪設大量城市幹道(Urban Arterial Roads)及多種同步交叉路口和 RTS 設備(Registered Traveler Service，旅客快速通關服務)。



圖 21：澳洲國道 1 號環繞各區主要城市

資料來源：

[https://en.wikipedia.org/wiki/Highway_1_\(Australia\)#/media/File:Highway_1_\(Australia\)_map.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Highway_1_(Australia)#/media/File:Highway_1_(Australia)_map.png)。

2019 年澳洲 CAV 主要測試地區分布於昆士蘭、新南威爾斯、南澳及維多

⁶澳洲國道 1 號超過了西伯利亞橫貫公路 11,000 公里和橫貫加拿大的高速公路 8,030 公里。

利亞區塊（人口密集地區），測試項目包括：駕駛員監控系統、高速公路試驗、自駕接駁巴士、自駕貨艙等。

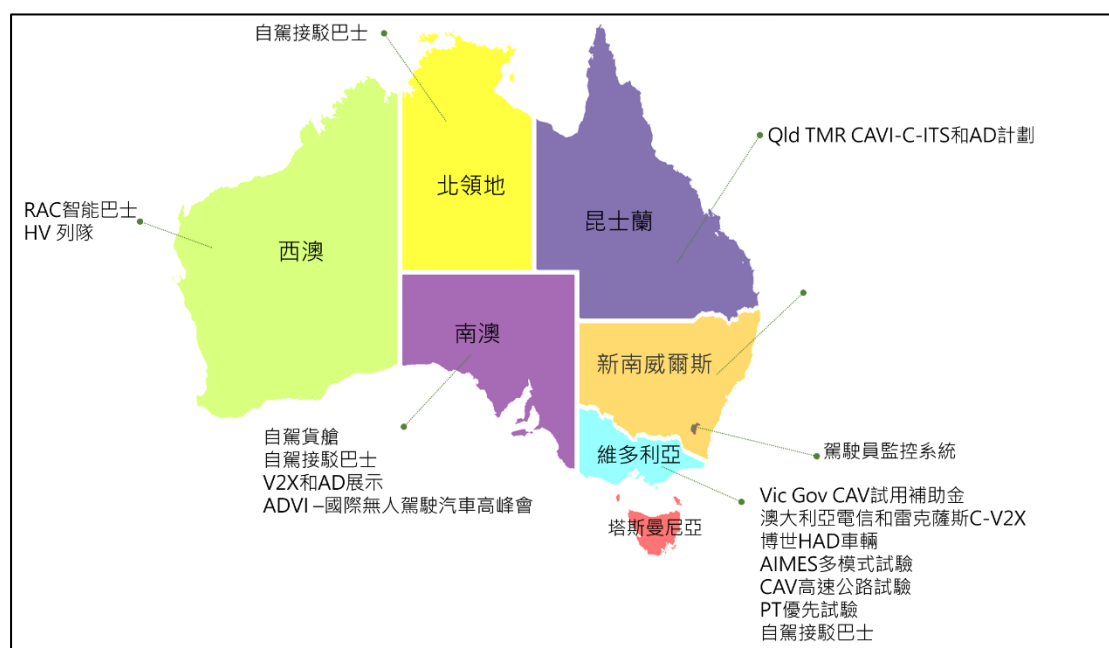


圖 22：2019 年澳洲 CAV 測試地區分布及測試項目

資料來源：Telstra。

首先，探討布建道路安全 C-ITS 基礎設施的必要性，由下圖可知，在鄉村地區有大部分的陸路網路。以美國為例 70%的陸路網路是「鄉村」公路，而「行進的汽車里程」卻 70%在城市道路上，此情況在多數國家也很常見，澳洲同樣擁有高達 80%的陸路網路為「鄉村」公路，且分散於澳洲境內各個地區。在美國，2015 年陸路交通事故總數超過 175 萬。然而在鄉村公路中，死亡人數卻大於 50%，由於成本和時間限制加速布建道路安全的設備，僅布建了 30%的 RSU。

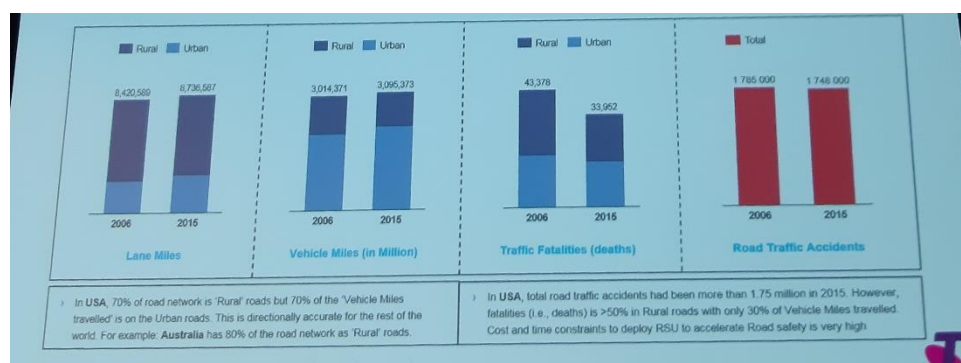


圖 23：布建道路安全 C-ITS 基礎設施的必要性

資料來源：Telstra。

目前，Telstra 為州政府贊助的電信業者公司之一，而 Lexus Australia 公司則獲得了維多利亞州政府「Towards Zero program」的撥款，兩家公司展開聯網的自動駕駛汽車測試，在 4GX 網絡的支持下，設置了一些用例測試並展示澳洲首創的 Cellular V2X 技術和先進的駕駛員輔助功能，且併入了高通（Qualcomm）、愛立信（Ericsson）為合作夥伴幫助建立了端到端（end-to-end）系統，以創造更安全的駕駛體驗。因此，研究在不同道路應用和不同駕駛情況的五個案例，以下為 Telstra 和 Lexus Australia 共同合作 ACV2（Advanced Connected Vehicles Victoria, or ACV2）項目案例：

- (1) 電子緊急煞車燈（V2X，V2N2V）
- (2) 慢速/停車警告（V2X，V2N2V）
- (3) 車載速度諮詢/曲線速度警告（I2N2V）
- (4) 違反紅燈警告（I2N2V、V2V、V2N2V）
- (5) 行人警告/右轉輔助（I2N2V）

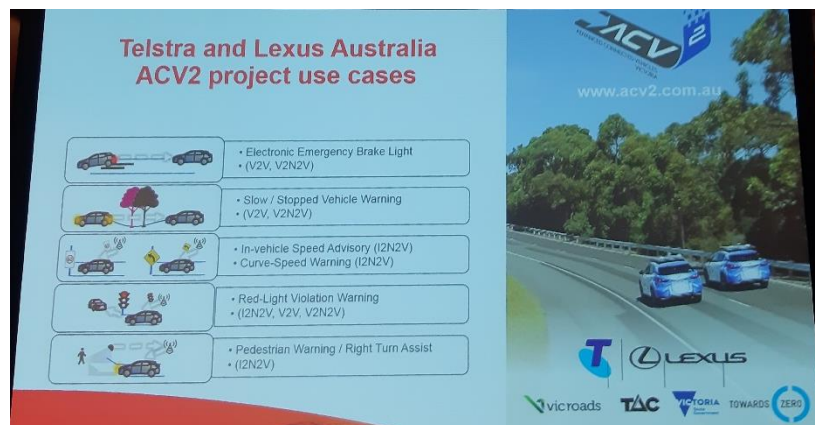


圖 24：Telstra 和 Lexus Australia 的 ACV2 項目用例
資料來源：Telstra。

C-V2X（蜂巢式車聯網）使汽車透過 4G 行動網路直接與短距離無線連結周圍的環境（其他汽車和卡車、交通信號燈、道路工程、行人和騎自行車的人）互相溝通，以提升安全性。澳洲於先前的試驗已將類似 Wi-Fi 的 802.11p 技術用於短距離通訊，該試驗是澳洲第一個使用基於先進的 4G Cellular V2X 技術的最新短距離 5.9 GHz 無線電設備的試驗，該途徑也具有與未來 5G 解決方案的兼容性。而政府道路管理單位進行 ACV 測試僅具有傳統實體的路側設備（Road Side Units，RSU）的 C-ITS 系統，在試驗中面臨以下的挑戰：

- (1) 道路基礎設施：花費大量時間布建實體的 RSU 和回程網路；
- (2) 路邊工人的工作風險；

- (3) 投資大量資本在設備和連接服務上；
- (4) 後續持續的營運和維護成本；
- (5) 內部需要更新無線電技術專業知識；
- (6) 延遲實現廣泛的道路安全利益

Cellular V2X – An ecosystem of safety

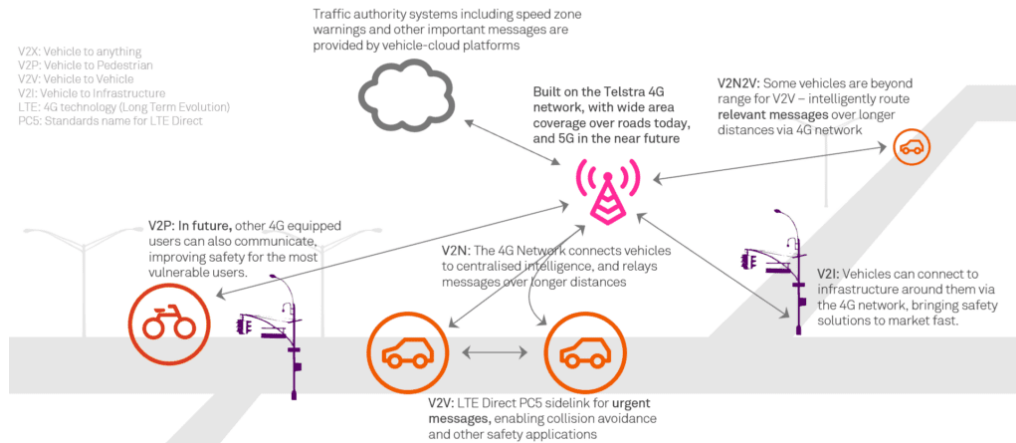


圖 25：C-V2X 示意圖

資料來源：<https://exchange.telstra.com.au/australian-first-lexus-connected-vehicle-trial-set-to-make-roads-safer/>。

驗證「公共」4G 網路以實現 C-ITS 快速傳遞資訊 (ACV2 項目)，結果發現 Telstra 4G V2X 網路在 95% 的時間內實現了低於 43 毫秒的端到端延遲，並實施了關鍵的 4G LTE 網路改進，以增強網路功能：

- (1) 最低速率優先化 (Minimum Rate Prioritization)；
- (2) 修正連接處理 (Modified Connection Handling)；
- (3) 改善調度 (Improved Scheduling)；
- (4) V2X 公共雲端平台優化以改善延遲。

未來將進一步的改善布建 V2X 平台到網路邊緣，且藉由 5G 網路補充和增強 4G 網路。

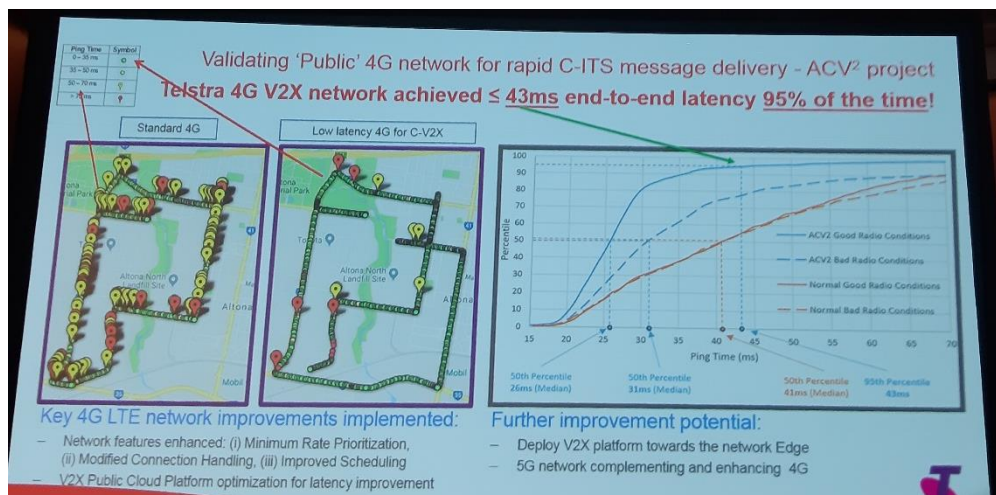


圖 26：「公共」4G 網路實現 C-ITS 快速傳遞資訊（ACV2 項目）之驗證結果
 資料來源：Telstra。

(四) 中國

中國於 2019 年 6 月 6 日發布 5G 商用執照分配給中國移動、中國電信及中國聯通三大業者，目前有 50 多個城市正在建設 5G 基地臺（中國移動：至 2020 年將有 300 多個城市布建完成），至 9 月底，總共布建 80,000 個 5G 基地臺。2019 年中國銷售十幾種型號的 5G 手機，9 月 5G 手機出貨量為 49.7 萬，而截至 10 月初，5G 最終用戶訂閱數量達到 1,000 萬。中國希冀至 2022 年實現 5G 全面商轉。5G 案例（use case）概況如下：

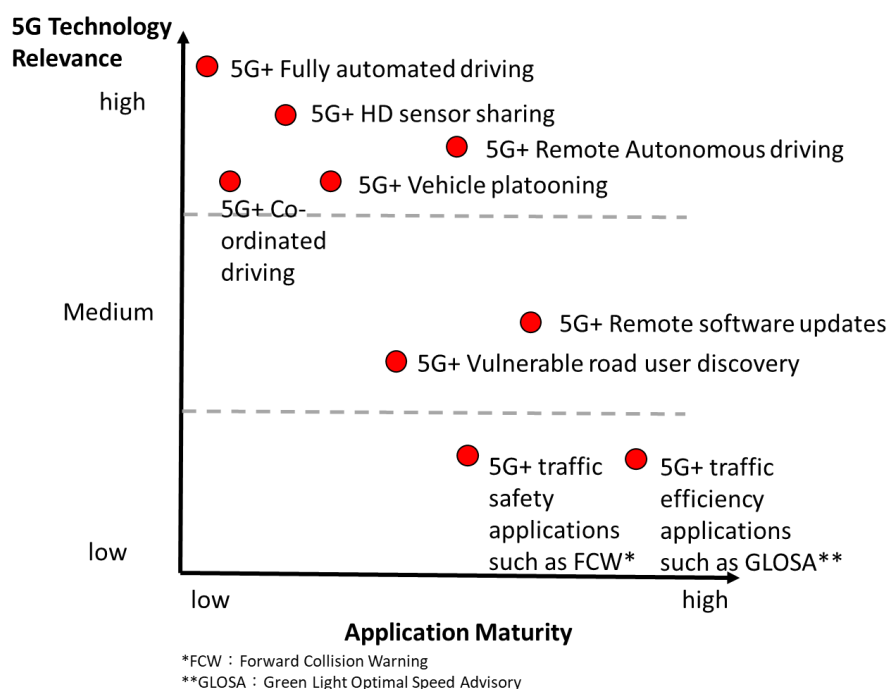


圖 27：中國 5G 用例概況

資料來源：整理簡報 Prospects of a 5G Reference Framework for CCAM.

5G 將影響許多不同的產業，運用範圍有智慧城市、虛擬實境/擴增實境（VR/AR）、運輸、自動製造、遠距醫療、智慧農業等。對於運輸，正在開發的主要案例是遠端自動駕駛、即時運行狀態監視及 V2X 應用等。

中國對於 CCAM（Cooperative, Connected and Automated Mobility）的發展，連網車（Intelligent Connected Vehicle，簡稱 ICV）是中國未來自動駕駛的道路。5G（尤其是 5G-V2X）是 ICV 的主要支持技術。2016 年，工信部（MIIT）9 月規劃智慧連網車之技術路線圖；11 月發布 LTE-V 試驗的頻段分配⁷。2017 年 4 月，提出中國汽車工業中長期發展計劃，透過發展電動汽車和 ICV 來轉變和升級汽車產業（國家發改委和科技部）；9 月在 ICV 產業發展特別委員會第一次會議中，提及促進 LTE-V 無線通訊等新技術的滲透和應用。2018 年 4 月，提出智慧連網車輛道路測試法規草案（交通運輸部和公共事務部），並於 6 月制定 ICV 產業標準體系的國家指南（如：整體要求、資訊通訊和電子產品和服務），且分配 5905-5925MHz 頻段進行車聯網（智慧連網車輛）直接通訊的管理規定諮詢作業。

5G-V2X 應用於 CCAM 的方向為：

- (1) 雷達的互補感知範圍及非線性視線功能
- (2) 直接有效地交換意圖和軌跡
- (3) 協助各項決策
- (4) 透過可靠和低延遲的通訊實現遠端駕駛
- (5) 即時交換大量資訊，例如感測器資訊共享，高畫質地圖更新等。

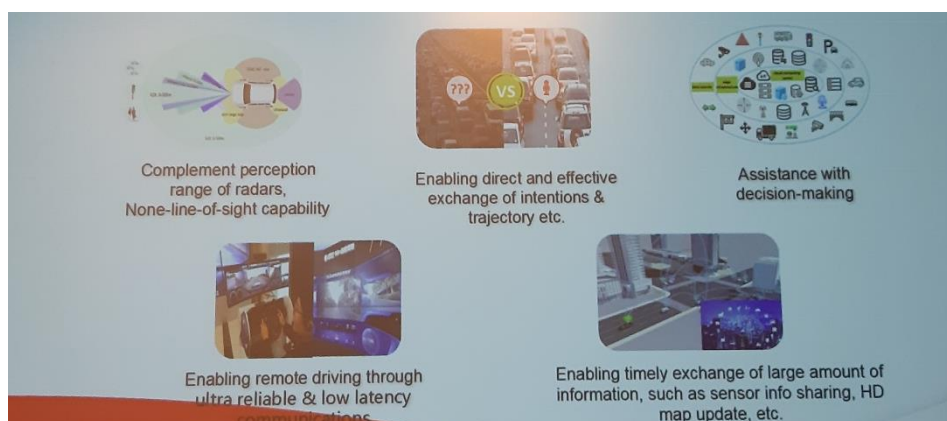


圖 28：中國 CCAM 的應用

資料來源：擷取簡報 Prospects of a 5G Reference Framework for CCAM.

中國的目標為提高車輛 V2X 滲透率，2017 年 3 月提出現代綜合運輸系統「十三五年規劃」，以提高智慧交通水準，例如車輛基礎設施協作系統。在「五年計

⁷ <https://kknews.cc/zh-tw/tech/je5oamp.html>

劃」(2016~2020 年)中，預計全國交通運輸投資目標額達到 15 兆元，其中陸路投資佔 52%。2017 年 7 月，著重於智慧高速公路試驗項目，專注於基礎架構智慧化。2019 年 7 月，提出數位化交通發展計劃，促進交通運輸從資訊技術發展到數位化、網路化和智慧集成系統；同年 9 月，實施交通運輸國家實力建設計劃，建設現代化的綜合運輸體系。以下為 CCAM 試驗區建設：

- (1) 廣東省智慧公路測試計劃
- (2) 濟南 ICV 試驗區
- (3) 深圳自主公交試驗區
- (4) 廣州國際生物島 (International Bio Island) 5G-V2X 試驗區⁸ (2019 年 7 月)：廣州聯通與文遠知行、廣州公交集團、深藍科技、珍寶巴士、華為等簽署《廣州市 5G 自動駕駛出租應用示範合作協定》、《面相自動駕駛的 5G-V2X 技術體系合作協定》、《自動駕駛公交運用示範線合作協定》三項合作協定，推動自動駕駛 MaaS (Mobility as a service) 應用試驗和 5G V2X 車路協同的測試項目，並於島上開設一條自動駕駛公車示範路線，已備有 5 台自動駕駛出租應用示範在島內營運。

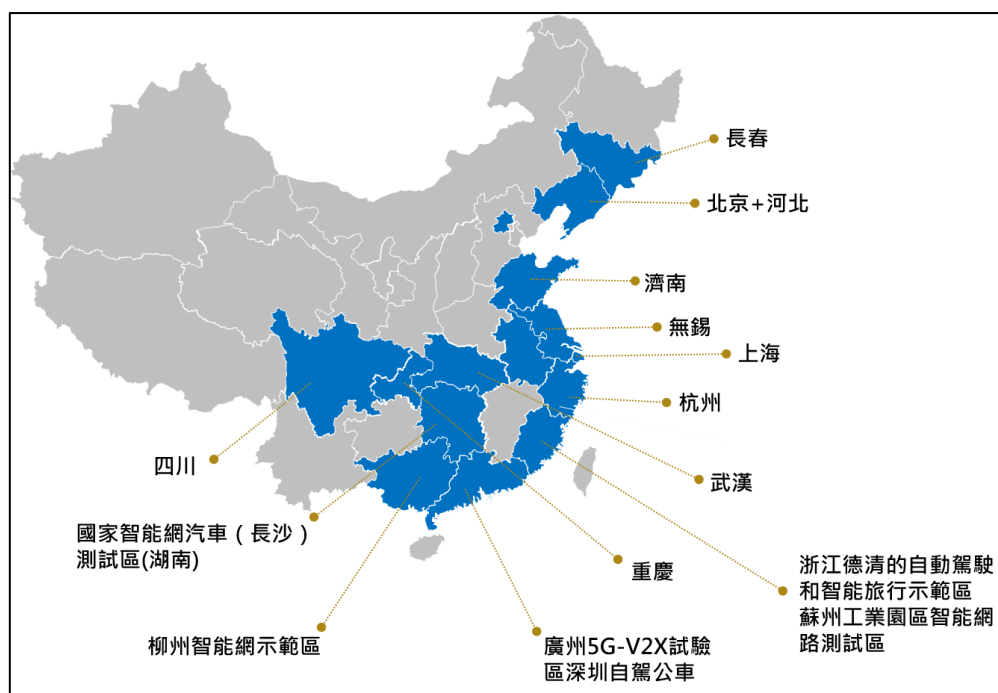


圖 29：中國自駕車試驗區域分布圖

資料來源：整理簡報 Prospects of a 5G Reference Framework for CCAM.

綜合上述，中國 5G V2X 的發展預計於 2021 完成關鍵標準，有更加具體和實

⁸ <https://spark.stpi.narl.org.tw/public/article/show?id=4b1141d26cc7c41f016cdb5a383c039f>。

際的政策，大規模開發設置 C-V2X 的模型進行測試及驗證，並投資相關的基礎設施，數位化和智慧化將是主要重點。14 家以上的汽車製造商在 2020 年下半年至 2021 年上半年之前將推出工廠安裝的商用 C-V2X 車載機（OBU）。因此，2021 年對於中國 V2X 的發展至關重要。

(五)我國

我國 2019 年在台南高鐵車站附近完成一座封閉式自駕車測試場域，建立「臺灣智駕測試實驗室（Taiwan CAR Lab）」，該場域將提供自動駕駛車測試與運行展示，提供業者產品測試、展示並開放民眾體驗。



圖 30：台灣智駕測試實驗室（Taiwan CAR Lab）現場

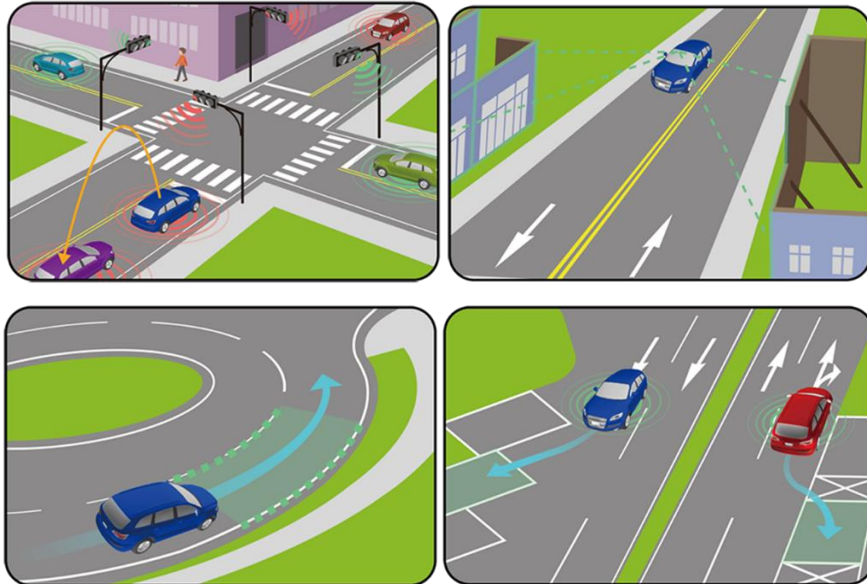
資料來源：余至浩攝影。

智駕測試實驗室的整體場域面積約 1.75 公頃，4 條縱向長約 200 公尺的雙向二車道與四車道，搭配數條同樣設計的橫向雙向多車道所組成，所有測試場景，包括道路型式、路況或紅綠燈號誌等，皆是以我國現有路況來設計，道路情境設定時速約 0~30 公里(每小時 30 KPH 以下)的低速測試，並參酌世界各地著名的測試領域和國內交通狀況，模擬系統的功能，協助城市與郊區汽車和中小型巴士，區分為三大類型（城市、郊區及特殊路況）共 13 種場景設施進行模擬測試。

1. 城市道路狀況：

- (1) 十字路口/行人穿越道：評估自駕車識別交通標誌和信號的能力與用於行車路線規劃的嚴格安全系統互相協調。

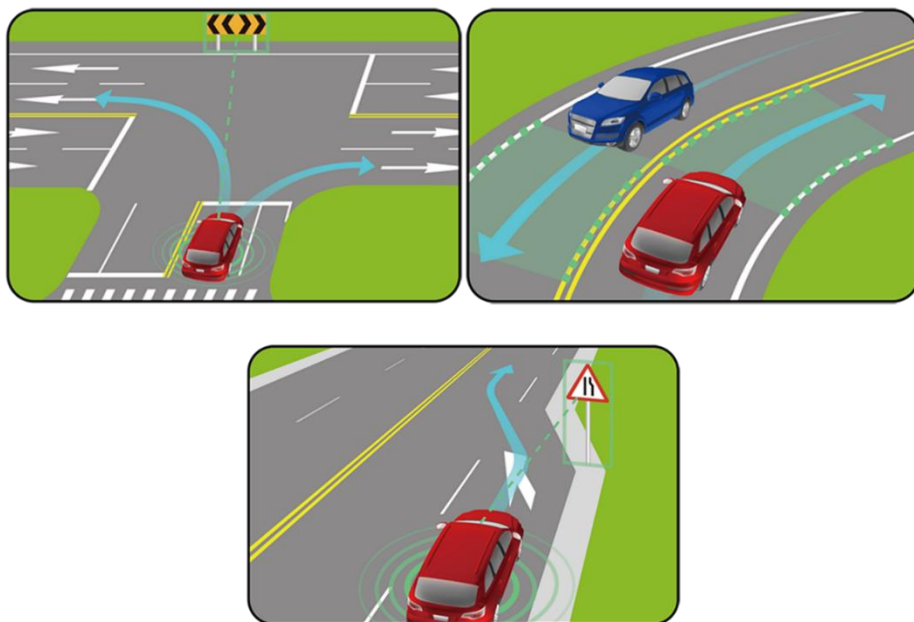
- (2) 移動街廓及場景：模擬城市街區環境。
- (3) 圓環（3 個入口/出口）：評估自駕車對圓環障礙物感測和規劃行車路線的能力。
- (4) 路外停車場：評估自駕車之自動停車能力



資料來源：臺灣智駕測試實驗室（台南沙崙），<http://taiwancarlab.narlabs.org.tw/>。

2. 郊區道路狀況：

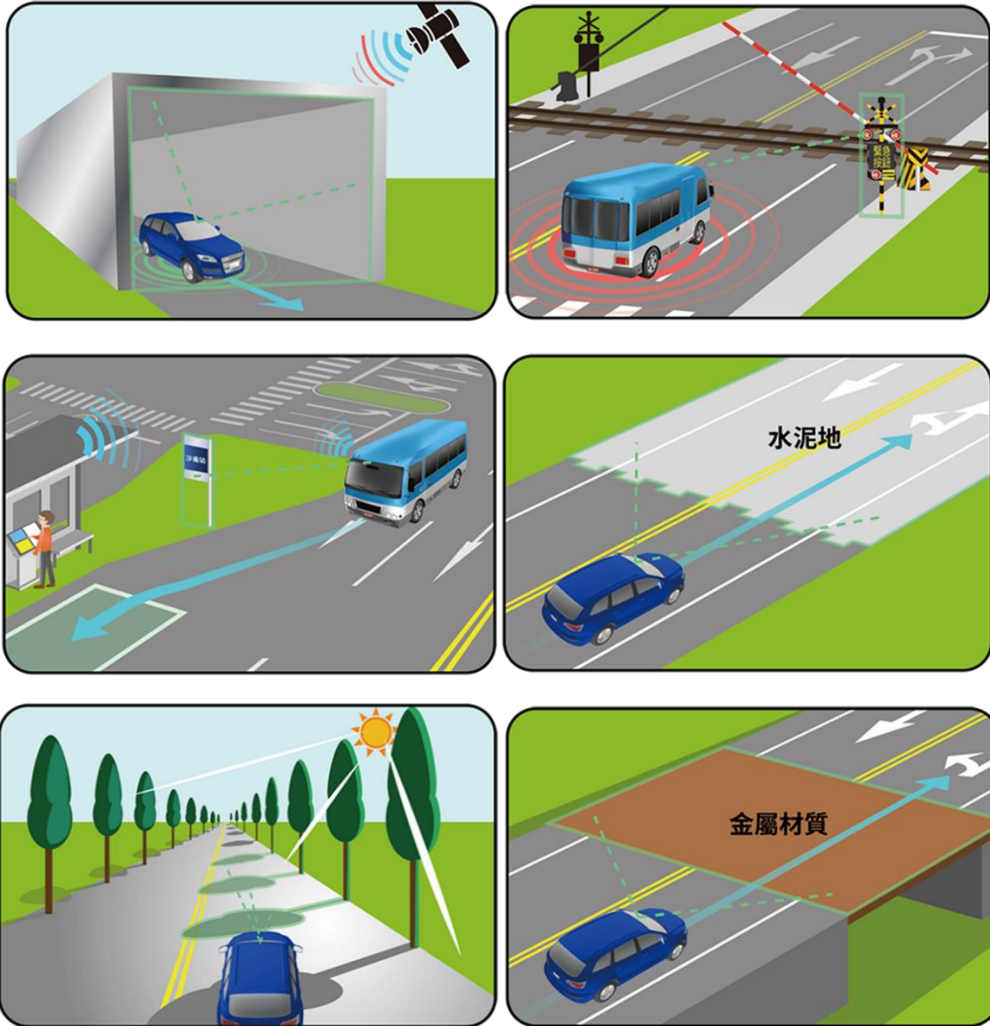
- (1) T 字路口（有/沒有交通信號燈）：評估自駕車偵測道路環境與行駛路徑規劃能力
- (2) 彎道：評估自駕車偵測交通標誌、前方障礙物感測與自動轉向能力
- (3) 車道縮減：評估自駕車在道路環境適應方面的能力



資料來源：臺灣智駕測試實驗室（台南沙崙），<http://taiwancarlab.narlabs.org.tw/>。

3. 特殊路況

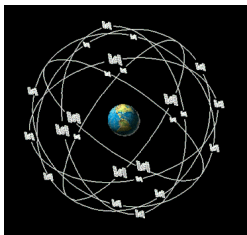
- (1) 隧道：評估光線強度變化對自駕車之感測系統影響
- (2) 鐵路平交道：評估自駕車識別交通號誌和信號的能力
- (3) 智慧公車候車亭：評估自駕車對行駛路徑規劃與目標點停車能力
- (4) 水泥路面/橋樑接縫：評估自駕車偵測路面變化和適應力的能力
- (5) 綠蔭：評估光線強度變化對自駕車之感測系統影響
- (6) 金屬鐵橋路面：評估金屬鐵橋路面對自駕車之感測系統影響



資料來源：臺灣智駕測試實驗室（台南沙崙），<http://taiwancarlab.narlabs.org.tw/>。

除了上述的測試場景，亦結合以下三種輔助儀器（Auxiliary Apparatuses）來完成各項評估：靜止軟式目標車（Static Soft Global Vehicle Target，簡稱 GVT）、行人人偶和自行車人偶虛擬平台、高精度衛星定位系統（GPS）。

表 12：我國沙崙測試場域三種輔助儀器

輔助儀器	內容
靜止軟式目標車（GVT） 	✓ 符合新版 2018 Euro NCAP(歐洲新車評鑑系統) 自動緊急煞車系統(AEB)評價用之 3D 軟式目標車(Global Vehicle Target) ✓ 包含泡棉骨架、小客車擬真外罩及固定座 1 組，具備實車反射特性可供車輛感測系統偵測，具有固定式底座平板 ✓ 可回復並重新組裝以再次使用
行人人偶和自行車人偶虛擬平台 	✓ 符合新版 2018 Euro NCAP(歐洲新車評鑑系統) 自動緊急煞車-弱勢道路使用者（AEB VRU）系統測試和驗證
高精度衛星定位系統 	✓ 測試自駕車的不同動態數據（速度，位置等） ✓ 觸發虛擬控制平台

資料來源：臺灣智駕測試實驗室（台南沙崙），<http://taiwancarlab.narlabs.org.tw/>。

沙崙自駕測車場 2019 年 2 月正式啟用後，目前已有六家業者通過測試申請，將陸續進場來測試自己的自駕車及其相關技術，包括車輛中心、宏碁、中華電信數據通信分公司、7Starlake、台灣世曦及成功大學共六家產業及學術單位。

Taiwan CAR Lab 未來計畫針對試車場域加入更多應用情景，包括隧道內整合雨天及其他不同天候狀況進行測試，也將加入更多種類的目標偵測物，如機車，或是搭配可動式軟式汽車，能透過自動化方式控制車子移動，模擬真的車輛行駛的狀況，讓駕駛可以學習依據車況變化，隨時動態調整行車策略與規劃路線，打造更完整的測試場域。

肆、心得及建議

本次 ITS 世界大會於新加坡舉行，作為一個人口稠密的小城市，與我國環境相近，將高效可靠的陸路交通網路視為經濟發展的重要推力。全球自動駕駛上路測試案例約有 52 例，如：美國自駕車試驗 Mcity、日本 Jtown、韓國 Kcity、中國北京、上海及新加坡南洋理工大學 AV 試驗中心等，將帶動國內外車輛產業對於自動駕駛技術與新服務模式的需求。ITS 大會透過互動式會議、動態展示及技術示範形式進行，我國於大會中分享台灣第一座坐落於台南沙崙的封閉式自駕車測試場域概況，動態展覽區亦有資策會、中華電信、遠傳電收（FETC）、交通部運輸研究所（MeN-Go⁹交通行動服務）、宏佳騰智慧電車等產官學界積極參與並分享成果。

會議中蒐集並參酌上述亞太鄰近國家交通概況及自駕車的發展情形，目前各國政府及相關交通主管機關皆已規劃完成、法規亦日漸完備，正處於大量測試及技術改善階段，而達成完全自駕（AV）至少要至 2035~2040 年。雖然我國於台南沙崙設置之測試區域相較於國際狹小，但它模擬了我國真實的交通條件。智駕實驗室（Taiwan CAR Lab）對內作為自駕車輛開放場域測試，提供有意願輸入自駕車輛之廠商與相關職責單位必要的安全與性能測試環境，並提供相關之認證。對外，提供測試環境與平台車輛以協助零件、模組或系統業者進行自駕產品之改良與驗證，以利自駕產品銷售，並布局整體產業生態鏈，將待後續持續觀察及擴展。

未來，第 27 屆 ITS 大會將於美國洛杉磯舉辦；第 28 屆 ITS 大會於德國漢堡舉辦；第 29 屆 ITS 大會於中國大陸蘇州舉辦。

5G 中最為人關切的應用，當屬自駕車與車聯網，本次有幸代表中心參與此次 ITS 大會，親身體驗各國積極推動自駕車與車聯網等相關應用發展。5G 與車聯網代表資訊產業、通訊產業與交通產業之相互匯流與影響，本中心過往協助通傳會研析 5G 與車聯網頻譜資源，並提供相關頻譜整備建議給通傳會參考，未來應更進一步持續參與 ITS 會議，掌握垂直領域如交通運輸業如何因應 5G 到來而改變其自身服務態樣，並從中找出可作為本中心未來切入、發展相關創新應用之契機。

⁹ MeN Go 交通行動服務由高雄市推出，民眾可選擇客製化運輸優惠套票，結合 APP 規劃路線，讓通勤旅遊有更多元的選擇，安全、省錢又環保，有月票、周票、停車票等形式。

伍、附件：相關照片及資料



圖 31：開幕典禮現場



圖 32：與新達城會議中心大廳合照



圖 33：開幕典禮合影



圖 34：互動式會議



圖 34：學者專家綜合討論



圖 35：中華電信展區



圖 36：資策會展區-街道模擬解說



圖 37：智慧公車展示

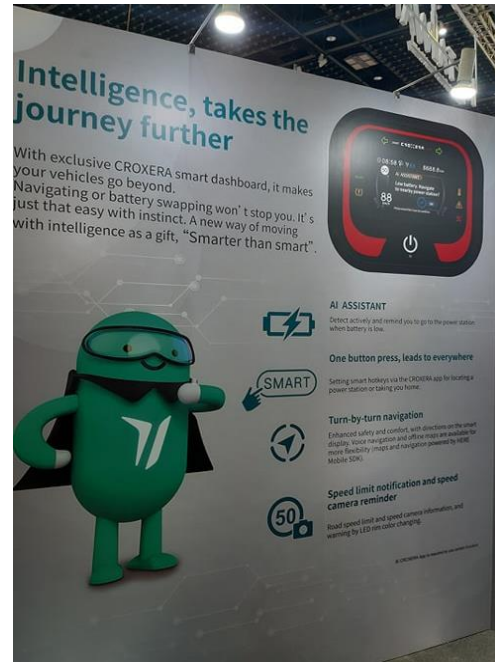


圖 38：智慧電車結合 CROXERA 智慧儀表展示



圖 39：閉幕典禮交接儀式