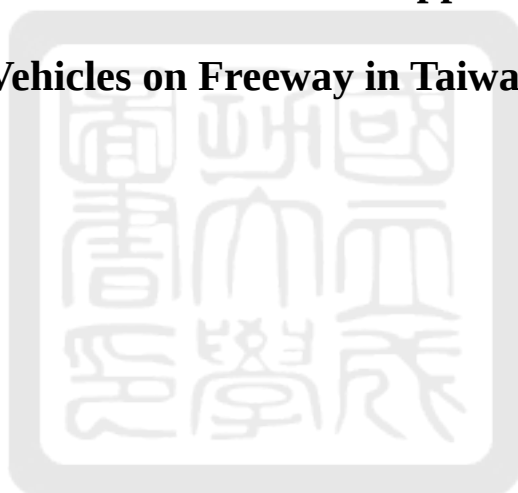


國立成功大學
交通管理科學系
碩士論文

開放自駕車行駛於臺灣地區高速公路之關鍵要素分析
**Analysis of the Crucial Factors for the Approval of Autonomous
Vehicles on Freeway in Taiwan**



研 究 生：黃鈺婷

指導教授：魏健宏 博士

中華民國一百一十一年六月

國立成功大學

碩士論文

開放自駕車行駛於臺灣地區高速公路之關鍵要素分析

Analysis of the Crucial Factors for the Approval of Autonomous
Vehicles on Freeway in Taiwan

研究生：黃鈺婷

本論文業經審查及口試合格特此證明

論文考試委員：吳昱峯

黃郁雯

胡大瑞

魏健宏

指導教授：魏健宏

單位主管：鄭永祥

(單位主管是否簽章授權由各院、系(所、學位學程)自訂)

中華民國 111 年 6 月 27 日

摘要

近年來多國政府及企業基於各種目標，如降低交通事故死傷人數、增進交通效率、彌補運輸業勞力短缺等，紛紛投入大量資源進行自駕技術的相關研究。我國政府亦積極推動智慧創新運輸服務，期望藉此達到交通安全、交通順暢及產業發展等目標。截至 2022 年 6 月底，我國已有 10 案自駕車實驗沙盒計畫通過申請，且實驗範圍遍及臺灣北中南地區一般道路，然與其他已開放自駕車於一般道路及高快速道路進行測試或核准上路的國家相比，我國尚缺乏高快速路段的自駕車實驗案例。而車輛於高速狀態下行駛時，更考驗車輛控制的穩定性與反應能力，且隨著自駕車的普及與商業化，實難以避免其於高速公路行駛之需求，故為減少我國未來於高速公路推行自駕車之障礙與衝擊，本研究旨在探討我國未來開放商轉自駕車行駛於高速公路之關鍵要素，並得出各利害關係人之重視事項。

經由相關資料與文獻回顧，本研究將自駕車普及或商業化可能面臨的挑戰與困難分為四大層面，分別為「確保自駕技術安全性」、「強化車聯網系統資安韌性」、「落實數位基礎設施建置」及「提升公眾接受度」，並透過國際推動自駕車於高速公路運行之案例，找出加強各層面需求之評估準則。再藉由專家問卷之調查及層級分析法得出，專家們認為不論是開放「等級三、四」或「等級五」之自駕車行駛於高速公路，其最重視的項目皆為「確保自駕技術安全性」，而其他項目的重要度由大至小則依序為「落實數位基礎設施建置」、「強化車聯網系統資安韌性」和「提升公眾接受度」。然各開放階段之綜合評估準則權重，及各界專家所重視之發展項目皆不盡相同，故本研究最終將依據分析結果，提出合理可行之建議，以期作為政府未來於高速公路推動自駕車發展之策略參考，及測試期間產業界技術研發之走向。

關鍵詞：自動駕駛車輛、高速公路、科技管理、層級分析法

Analysis of the Crucial Factors for the Approval of Autonomous Vehicles on Freeway in Taiwan

Yu-Ting Huang

Chien-Hung Wei

Department of Transportation and Communication Management Science, College of management

SUMMARY

In recent years, many countries have invested a lot of resources in research on autonomous vehicles technology based on various goals. Our government is also committed to promoting smart and innovative transportation services, hoping to solve traffic problems. As of June 2022, 10 experimental programs have been passed in Taiwan. However, compared with other countries that have approved AVs for testing or driving on general roads and high-speed roads, our country still lacks experiments on high-speed roads. But when the vehicle is driving at high speed, the stability of the vehicle is a tough test. And With the commercialization of AVs, it is difficult to avoid the need for driving on freeways. Therefore, in order to reduce the obstacles and negative impacts of promoting AVs on freeway in Taiwan, the purpose of this study is to explore the crucial factors for the approval of commercialized AVs on freeway in Taiwan, and to understand the priorities of various stakeholders.

After reviewing many relevant materials and literatures, this study divides the possible challenges faced by the AVs into four criteria, and find out the alternatives as strategies to promote the development in all critetia. Then, through the questionnaire survey and AHP analysis, it is concluded that experts believe that whether it is to approve “Level 3 and 4” or “Level 5” AVs to drive on freeway, the most important thing is “ensuring the safety of AV technology”, and the others in order are “implementation of digital infrastructure”, “enhancing the information security resilience of V2X” and “increasing public acceptance”. However, the weights of the comprehensive criteria in each planning phase and the matters that experts in each field value are not the same. Therefore, the final result of this study is expected to serve as a strategic reference for the government to promote the development of AVS on freeway in the future, as well as the trend of technology research and development in the industry during the test period.

Keywords: Autonomous vehicles, Freeway, Technology management, Analytic Hierarchy Process

INTRODUCTION

Taiwan has successively introduced foreign autonomous buses and conducted autonomous vehicles experiments in closed areas since 2017. Subsequently, in response to the rising trend of unmanned vehicle technology in the world, and to encourage domestic industries to invest in the research and application of related technologies, the Executive Yuan promulgated “unmanned vehicle technology innovation experimental regulations” to release drones and autonomous vehicles from various traffic restrictions during their testing in December 2018. It can be found that the experimental road types in Taiwan already include suburban roads and urban streets in the current autonomous vehicle experimentation programs. However, compared with other countries that have approved AVs for testing or driving on public roads, our country still lacks experiments on high-speed roads.

Therefore, in order to enhance the comprehensiveness of the development of autonomous vehicles in Taiwan, and reduce the obstacles and negative impact when the government implements autonomous vehicles on freeway. The purpose of this study is to explore the crucial elements and their priorities for “Taiwan orderly approve commercialized autonomous vehicles from level 3 to level 5 to drive on freeway”.

MATERIALS AND METHODS

This study uses the Analytic Hierarchy Process (AHP) proposed by Saaty in 1971. This method simplifies complex evaluation problems into a systematic hierarchical structure, so that decision-makers can make decisions more effectively and comprehensively. First, through literature analysis or brainstorming, a research hierarchy is established as shown in Figure 1. In order to distinguish the differences in survey results that may be caused by the characteristics of different autonomous level systems, the questionnaire is divided into two sections, “level three, four” and “level five”, depending on whether the autonomous system requires human driving intervention. The survey's respondents, who represented enterprises, government,

academia, and research institutes, chose three experts from each field. And then, on the basis of the survey findings, the consistency ratio and weights are then completed.

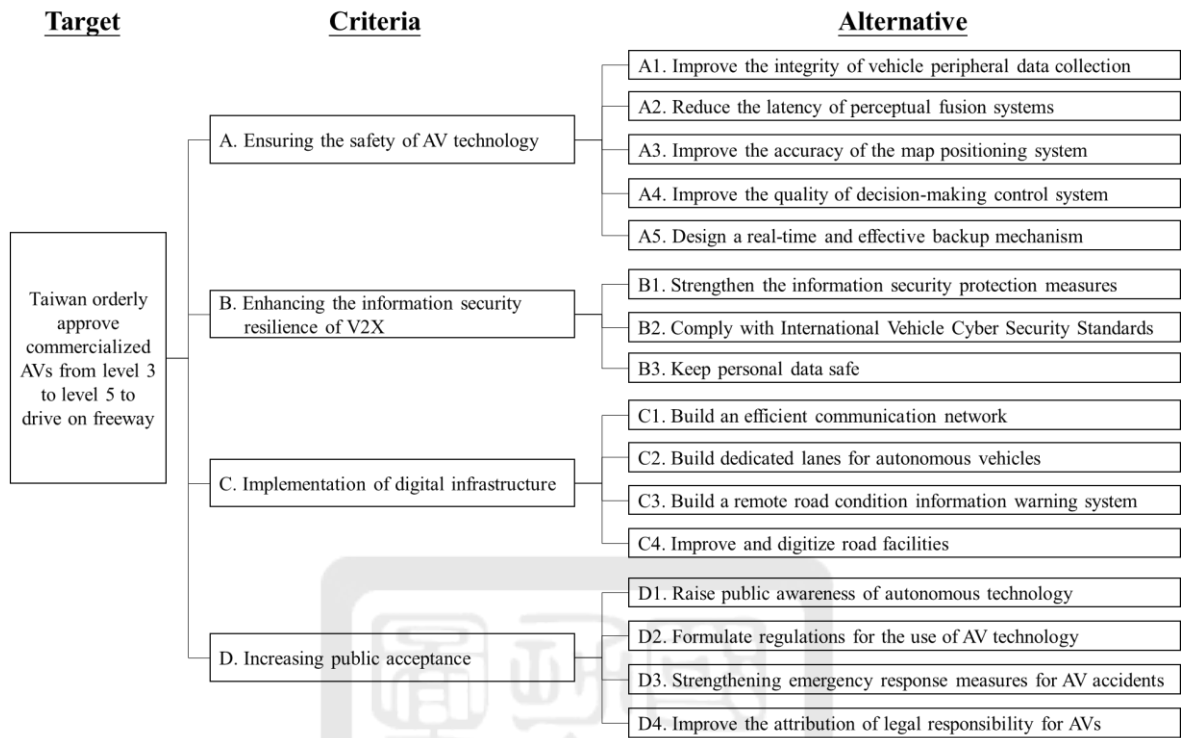


Figure 1. Research Structure

RESULTS AND DISCUSSION

As planned, 12 valid questionnaires were used in this study. Table 1 displays the consistency test findings for these 12 questionnaires. And the results of the questionnaires analysis are shown in Figures 2 to 4. As demonstrated in Figure 2, the experts feel that “A. ensuring the safety of AV technology” is the most important factor, and that it takes precedence over other factors in determining whether Taiwan will permit "level 3, 4" or "level 5" autonomous vehicles to drive on freeway in the future. The findings of the inquiry into the crucial factors of allowing level 3 and level 4 autonomous vehicles on freeway are shown in Figure 3. As seen in the graphic, the experts consider “create secure autonomous technologies” to be the primary matter at this point. Figure 4 displays the findings of the inquiry into the crucial factors of allowing level 5 autonomous vehicles on freeway. From this figure, it can be seen

that the experts believe that building a communication network, strengthening data transmission and increasing information security protection will be the important matters for the development of level 5 autonomous vehicles.

Table 1. Consistency test results

	Part 1						Part2					
	C.R.					C.R.H.	C.R.					C.R.H.
	Target	A	B	C	D		Target	A	B	C	D	
Expert 1	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
Expert 2	0.05	0.09	0.01	0.07	0.04	0.06	0.05	0.09	0.01	0.07	0.04	0.06
Expert 3	0.03	0.09	0.06	0.09	0.04	0.06	0.04	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05
Expert 4	0.06	0.03	0.07	0.09	0.05	0.05	0.04	0.09	0.03	0.06	0.09	0.06
Expert 5	0.10	0.09	0.03	0.08	0.04	0.09	0.03	0.03	0.03	0.09	0.08	0.04
Expert 6	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.09	0.09	0.06	0.06	0.09	0.08
Expert 7	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.03	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06
Expert 8	0.04	0.05	0.00	0.05	0.10	0.05	0.00	0.05	0.00	0.02	0.10	0.02
Expert 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Expert 10	0.04	0.7	0.04	0.04	0.07	0.05	0.04	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05
Expert 11	0.02	0.04	0.00	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.04	0.03
Expert 12	0.06	0.05	0.06	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05	0.06	0.10	0.06	0.06

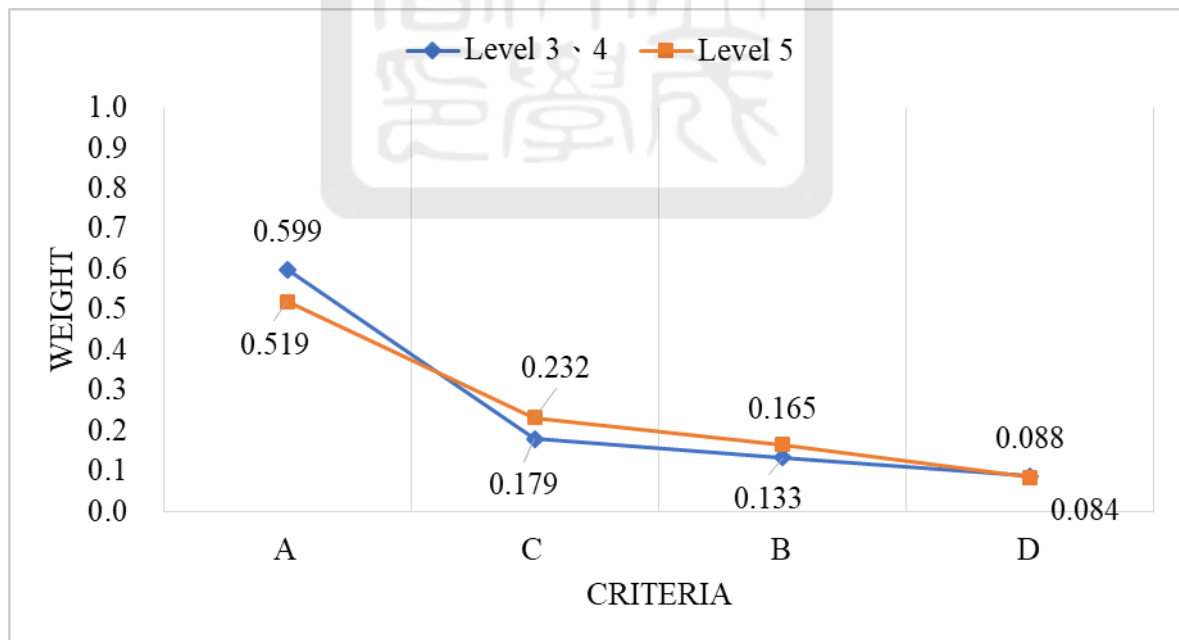


Figure 2. Line chart of the weights of the four criteria

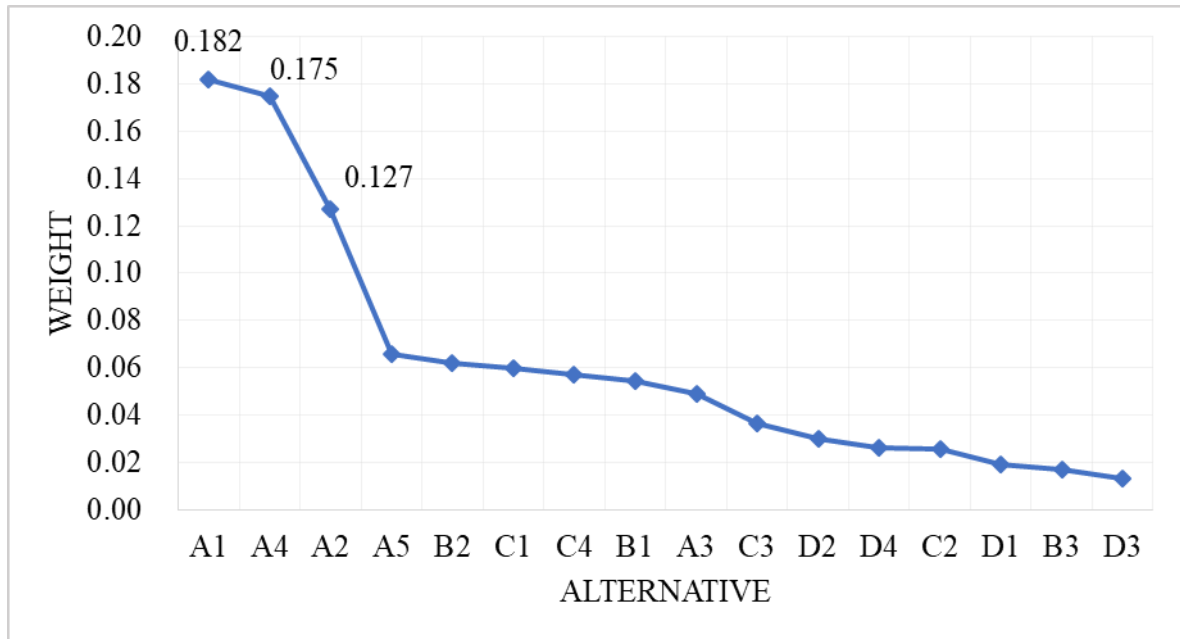


Figure 3. Line chart of the weights of the alternatives (Level 3 and Level 4)

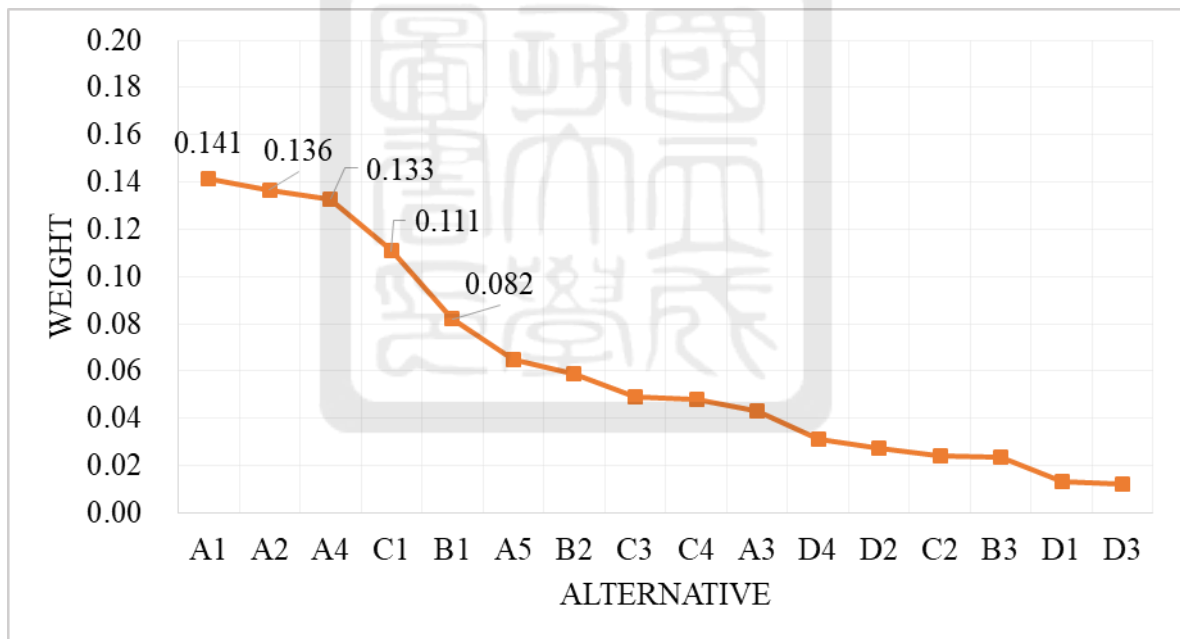


Figure 4. Line chart of the weights of the alternatives (Level 5)

CONCLUSION

The following conclusions may be drawn by examining the research findings: (1) Experts feel that maintaining the safety of autonomous vehicles technology is the

most crucial factor, regardless of which level of autonomous vehicles are permitted to operate on freeway. (2) According to the experts, system development, data collecting, facility building, and public awareness may be given priority at this point in the project to advance the development of autonomous vehicles. Data transmission, communication networks building, information security, and legal drafting can all be taken into consideration as autonomous vehicles technology develops over time. (3) The industry's decision-making outcomes in comparison to those of other institutions show the most glaring discrepancies. For instance, they placed emphasis on “ensuring the safety of AV technology” and “implementation of digital infrastructure” at the bottom, while placed emphasis on “enhancing the information security resilience of V2X” and “increasing public acceptance” at the top.

Therefore, based on the above results, this study makes the following recommendations: (1) The primary goal is to increase the sensor's accuracy, supported by a decrease in production costs, in order to increase the industry's international competitiveness in Taiwan. (2) Cultivate the professional talents of my country's information and communication to ensure the future labor supply. (3) Reduce the differences of opinion between industries and the government to promote the development of autonomous vehicles in Taiwan.

誌謝

時光荏苒，歲月如梭，離開職場再次踏入校園恍若昨日之事，如今已到了碩士生涯的尾聲。回首過往，點滴在目，萬分感謝這些日子裡遇到的每位老師、同學、朋友和我的家人們在這一路走來所給予的支持與鼓勵。

首先要感謝我的指導教授魏健宏老師，謝謝魏老師無論是在學業或是待人處事上總給予我許多的建言，在我似無頭蒼蠅打轉或原地踏步時，包容且提供多元的管道，讓我有機會接觸更多的事物以拓展新知。感謝胡大瀛老師、黃郁雯老師和吳昆峯老師擔任我的論文審查委員，提供我許多寶貴的意見，使我的研究更臻為善，更感謝胡老師從計畫書審查開始便不斷提供多樣的看法，讓我的論文可以變得更加豐富。此外，也要感謝受訪的專家學者們願意以自身專業來協助我完成研究調查。

在這兩年的日子裡，感謝嘉真和雲嘉南區域中心的專案經理們，總會在我遇到困難時，適時地關心並提供很多想法，讓我能夠順利達成每個階段的任務。感謝 502 研究室的學長姐們、同學們和學弟妹們，在這一年多的生活裡，總時不時收到大家的問候與關心，在生活中也幫我解決了很多大大小小的問題。感謝 501 和其他研究室的同学們，總在五樓的研究室和走廊間穿梭打鬧，為這二年偶爾煩悶的生活增添許多歡笑。感謝子惠在我最艱難的時期，陪著我一步步走來，無數個看見日出的夜晚，總有妳的陪伴，謝謝妳。

最後，感謝我的家人們，無論我做了任何決定，都在我背後默默的支持著，回到家總像到了避風港，能最踏實的歇息，謝謝您們。

黃鈺婷 謹誌

於成大交管 502 研究室

中華民國 111 年 7 月

目錄

第一章	緒論.....	1
1.1	研究背景與動機.....	1
1.2	研究目的.....	3
1.3	研究範圍與限制.....	3
1.4	研究流程.....	4
第二章	文獻回顧.....	6
2.1	自動駕駛車輛 (Autonomous Vehicle, AV)	6
2.1.1	自動駕駛系統 (Autonomous Drive System, ADS)	6
2.1.2	自動駕駛車輛分級	9
2.2	國際自動駕駛車輛發展情形.....	11
2.2.1	發展自動駕駛車輛之效益	11
2.2.2	發展自動駕駛車輛之挑戰	13
2.2.3	國際自動駕駛車輛發展趨勢	16
2.2.4	我國自動駕駛車輛發展情形	28
2.3	國際自動駕駛車輛於高速公路測試或使用之相關案例.....	34
2.3.1	美國	34
2.3.2	日本	39
2.3.3	德國	40
2.4	我國高速公路路側設施發展概況.....	42
2.5	研究方法.....	46
2.5.1	多準則決策方法	46
2.5.2	層級分析法	47
第三章	研究方法與設計.....	54
3.1	研究架構建立.....	55
3.1.1	確保自駕技術安全性	56
3.1.2	強化車聯網系統資安韌性	57
3.1.3	落實數位基礎設施建置	59
3.1.4	提升公眾接受度	60
3.2	研究問卷設計.....	62
3.2.1	評估尺度	62
3.2.2	專家問卷設計	63
3.2.3	專家群挑選與問卷調查方式	64
3.2.4	問卷前測與修正	65
第四章	問卷調查與分析.....	66
4.1	問卷處理.....	66

4.1.1 問卷調查與專家選擇	66
4.1.2 各層級一致性比率檢定結果	67
4.1.2 整體層級一致性比率檢定結果	69
4.2 全部專家之問卷調查結果相對權重分析.....	70
4.2.1 問卷第一部分相對權重分析結果	70
4.2.2 問卷第二部分相對權重分析結果	73
4.3 各界專家群之決策差異分析.....	78
4.3.1 問卷第一部分決策差異分析	78
4.3.2 問卷第二部分決策差異分析	83
4.4 小結	89
第五章 結論與建議.....	93
5.1 結論	93
5.2 建議	95
5.3 未來研究方向	97
參考文獻	99
附錄一 問卷調查表	111
附錄二 第一部分問卷分析結果彙整	127
附錄三 第二部分問卷分析結果彙整	133

表目錄

表 2-1 感測器優缺點比較.....	7
表 2-2 自動駕駛車輛分級表.....	10
表 2-3 前 20 名國家之自駕車四大面向準備度排名與分數.....	17
表 2-4 聯邦自動駕駛政策與 AV 2.0 之安全設計要素比較.....	19
表 2-5 六大原則 (AV 3.0) 與十大目標 (AV 4.0)	20
表 2-6 自動駕駛汽車安全技術指南之車輛十大安全設計條件.....	23
表 2-7 德國自動化與聯網化駕駛策略五大領域之措施說明.....	25
表 2-8 自動駕駛汽車技術參考準則之架構說明.....	27
表 2-9 我國申請自駕車道路測試規範差異比較.....	29
表 2-10 自駕車創新實驗沙盒通過案件.....	30
表 2-11 道路交通安全規則自駕車測試申請初/複審比較表.....	31
表 2-12 臺灣智駕測試實驗室與車聯智駕中心之道路測試情境比較表.....	33
表 2-13 美國自動駕駛應用場景範例.....	38
表 2-14 自駕系統 Traffic Jam Pilot 適用條件.....	40
表 2-15 德國 A9 數位高速公路智慧道路基礎設施.....	41
表 2-16 國道路線統整表.....	42
表 2-17 國道交控系統分類表.....	43
表 2-18 多準則評估方法統整表.....	46
表 2-19 一致性檢定方式與標準.....	52
表 2-20 評估矩陣的隨機指標值 (R.I.值)	53
表 3-1 評估尺度之定義與說明.....	62
表 3-2 評估尺度之定義與說明.....	63
表 3-3 專家問卷邀請人選配置表.....	64
表 4-1 受訪專家專業領域與年資.....	67
表 4-2 各層級一致性比率檢定結果統整表.....	68
表 4-3 整體層級一致性比率檢定結果統整表.....	69
表 4-4 各界專家之整體層級評估準則相對權重排序表 (第一階段)	82
表 4-5 第一階段與第二階段之四大構面權重變化表.....	84
表 4-6 各界專家之整體層級評估準則相對權重排序表 (第二階段)	88

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	5
圖 2-1 自駕車核心技術	6
圖 2-2 同步定位與地圖建構技術流程圖	8
圖 2-3 美國自動駕駛系統發展目標及戰略行動	21
圖 2-4 日本政府推動自駕車發展進程	22
圖 2-5 臺灣智駕測試實驗室測試情境配置圖	32
圖 2-6 桃園虎頭山車聯智駕中心測試情境配置圖	33
圖 2-7 美國各州發布自駕車法規與行政命令現況	35
圖 2-8 密西根州自駕車專用道建置路線	39
圖 3-1 層級分析法流程圖	54
圖 3-2 研究層級架構圖	55
圖 4-1 第一階段之四大構面相對權重折線圖	71
圖 4-2 第一階段之整體層級評估準則相對權重折線圖	72
圖 4-3 第一階段與第二階段之四大構面相對權重折線圖	74
圖 4-4 第二階段之整體層級評估準則相對權重折線圖	75
圖 4-5 第一階段與第二階段之整體層級評估準則相對權重折線圖	77
圖 4-6 各界專家之四大構面相對權重折線圖（第一階段）	79
圖 4-7 各界專家之四大構面相對權重折線圖（第二階段）	83
圖 4-8 相關產業之整體層級評估準則相對權重折線圖	85
圖 4-9 政府機關之整體層級評估準則相對權重折線圖	85
圖 4-10 學術機構之整體層級評估準則相對權重折線圖	86
圖 4-11 研究機構之整體層級評估準則相對權重折線圖	87

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

隨著新一代資通訊技術的發展，物聯網、雲端計算、人工智慧、及大數據分析等在智慧運輸服務的應用上愈來愈廣泛，其技術帶領著智慧運輸工具不斷產生變革，其中自動駕駛車輛的發展更是備受矚目。

面對自駕車帶來的巨大商機，近年來全球已有愈來愈多的企業投入大量資源進行自動駕駛技術的研究，各國政府也基於自身所需面對的課題，如保持國家產業競爭力、解決勞動力不足問題及減少交通事故死傷人數等，在積極地推動與自動駕駛車輛相關的新政策，如美國聯邦自動駕駛政策、歐盟自駕車移動與安全策略、德國自動化與聯網化駕駛策略、日本自動駕駛制度整備大綱等；而為了讓自動駕駛技術能夠走出封閉測試場域，更修正了國家現行的法規與監理框架，如德國道路交通修正法、日本道路交通法修正案及新加坡公路交通法修正案等，以消除對自駕車的規範與限制，並促使自動駕駛技術能邁向公共道路測試，再逐步進行商業化營運（車輛安全審驗中心，2020）。

臺灣經濟自二十世紀下半葉，因產業工業化的發展而快速起飛，在經濟成長的過程中，政府面臨了城鄉發展不均、都市交通問題惡化、交通事故逐年攀升及空氣汙染嚴重等課題，雖交通部多年來提出多項改善政策及計畫，以減緩都市發展所帶來的交通負面影響，卻收效甚微。運輸研究所在 2020 年發布的運輸政策白皮書智慧運輸篇裡提到，我國政府期望藉由智慧創新的運輸服務應用，以「交通安全」、「交通順暢」、「交通無縫」及「產業發展」為目標，建立優質便捷的永續智慧交通環境，並預期能夠達到減少道路壅塞、降低能源使用及環境汙染、提升交通安全、維護偏鄉交通正義及推動科技產業升級等效益。

我國亦自 2017 年起陸續引進國外小型自動駕駛巴士，並於封閉場域進行自駕技術測試，其後為因應國際上無人載具科技興起之趨勢，並鼓勵國內產業投入研究發展與應用，行政院於 2018 年 12 月頒布「無人載具科技創新實驗條例」，賦予產學研各界能在特定的條件及範圍下，暫時排除法規與監理的規範限制，於公共道路進行無人載具之創新實驗，以促進相關產業技術及創新服務之發展。同年，交通部發布修正版「道路交通安全規則」，開放自駕車應研究或測試需求，可依相關作業規定申領試車牌照及行駛。2019 年 9 月由工研院與新竹市政府合作的自駕車「Taiwan No. 0001」，正式領取交通部公路總局核發的測試牌照於新竹南寮漁港上路，成為全台首輛在實際道路進行自動駕駛技術測試的案例，且截至 2022 年 6 月底，經濟部已通過 10 案自駕車實際道路創新實驗測試申請。

從我國目前開放自駕車於公共道路測試之案例來看，可發現我國現有之測試道路類型已包含郊區道路（如：台南市南科園區自駕快捷公車營運實驗、桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗等）和市區街道（如：台北市信義路公車專用道自駕巴士服務營運實驗、新竹市區自駕物流服務實驗計畫等）。但與國際上現有之自駕車測試或運行案例相比，我國自駕車之測試場域類型仍缺少高快速道路之應用。推測其可能係因我國當前的自駕技術發展尚處逐步驗證階段，但當車輛以愈高速度行駛時，維持車輛穩定度和安全性的考驗亦會隨之增加，且就我國當前測試案例來看，自駕車最高測試時速僅為每小時五十公里，故推測我國廠商現階段較無測試自駕車輛在高快速狀態下行駛之需求。然而，當未來自駕技術達一定水準時，相關機構或企業於我國高快速道路進行自駕技術實驗的需求定會隨之上升，且隨著等級三至等級五自駕車商業化或普及化，政府亦無法忽視自駕車行駛於高快速道路之需求，故推動自駕車於我國高快速道路進行測試或運行，在未來無疑會成為我國自駕車發展中不可缺失的一環，故本研究將以此作為研究動機，進行後續研究。

1.2 研究目的

IDTechEx (2021) 指出，在未來二十年內，自動駕駛技術將以 47% 以上的顛覆性速度成長，且在 ABI Research (2018) 中亦預測全球至 2025 年，將約有 800 萬輛搭載等級三至五自駕系統之車輛於市面上販售。目前國際上亦已有多個國家正在卯足全力推動自駕車在公共道路之落地應用，故為因應國際趨勢，並促進我國未來之自駕車發展，本研究分述預期達到之目標如下：

一、為增進我國自駕車發展之全面性，本研究以我國目前未有的自駕車測試道路類型作為研究方向，探討「我國政府未來『依序』開放等級三至五之商轉自駕車於高速公路行駛」之關鍵要素及其優先次序，以了解我國政府核可不同自駕等級車輛在高速公路行駛之先決條件。

二、新事項的推動有賴各利害關係人的通力合作與配合，本研究透過對相關利害關係人之問卷調查，了解不同利害關係人對「開放商轉自駕車行駛於高速公路」所重視事項之差異，並藉由最後的研究分析結果向相關產業及政府提出具體建議事項，期許其能作為政府政策推廣及產業界技術研發走向之參考，以促進我國自駕車之未來發展。

1.3 研究範圍與限制

為切合本研究目的，此小節將針對研究範圍進行若干假設與限制，以利後續研究進行，條列如下：

一、依據 SAE 自駕車分級可知等級三至等級五才為自動駕駛系統，且臺灣目前尚未有自駕等級三以上（包含等級三）之車輛行駛於高速公路，故本研究探討之車輛自動化等級將定義為等級三以上（包含等級三）。

二、有鑑於國外目前開放高速公路予自駕車行駛之案例，其車種已幾乎包含大、中、小型之客貨車，且於高速公路行駛之車輛較無中途接送乘客或上下貨物之需求，故本研究不特意探討我國未來欲應用於高速公路之自駕車車種。

三、我國高快速道路主要可分為高速公路、快速公路和快速道路等，但其中僅有高速公路為專供汽車行駛之公路，部分快速公路和快速道路則為可供汽車和大型重型機車行駛之道路。故本研究為避免納入快速公路和快速道路共同討論，而致後續探討的自駕車使用情境過於複雜，本研究將限定研究場域範圍為臺灣地區之高速公路。

四、參考國外現有自駕車於高速公路測試或運行之案例，絕多數是以高速公路之主要道路進行，車輛在高速公路之前後匝道行進時，係以人類駕駛接手為主，故本研究探討之高速公路範圍，僅以高速公路之主要道路為主。

1.4 研究流程

本研究之內容架構共分為五個階段，整體研究流程如圖 1-1 所示，各階段之內容說明如下：

一、確立研究動機與目的

說明國際自駕車之發展背景，並確立本研究之動機與目的，再擬定適當之研究流程。

二、文獻回顧

透過統整國際間自駕車發展情形，並比較和找尋我國目前自駕車之發展缺口，以作為本研究架構之構面。再藉由回顧國際上自駕車於高速公路測試或運行之案例，作為評估準則之參考。最後再針對本研究所選用之研究方法進行說明。

三、研究方法與設計

依據第二章回顧之相關資料與文獻，建立本研究之完整架構，並對研究架構之構面和評估準則進行說明。再研擬專家問卷內容，及訂定挑選專家原則，以進行後續研究調查。

四、問卷調查與分析

根據前述之問卷設計內容與專家挑選原則進行調查，最後透過問卷分析，得出整體層級之評估準則重要度及優先次序，及各利害關係人之重視事項。

五、結論與建議

針對問卷的分析結果進行總結，並給予可行之建議，以利後續政府政策之推廣、和產學界技術研發之走向。

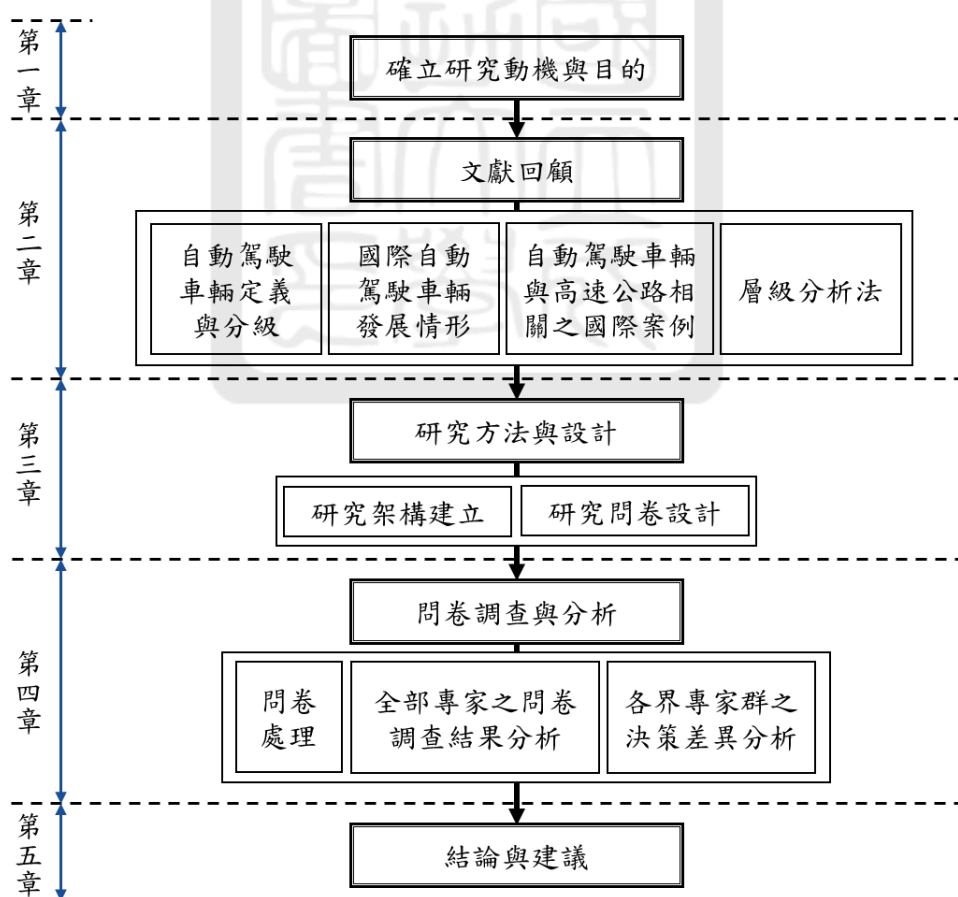


圖 1-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本章 2.1 節首先針對自駕系統相關的技術進行簡單介紹，並說明自動駕駛車輛的分級準則；2.2 節回顧目前國際自動駕駛車輛的發展情形；2.3 節探討國外已核准等級三以上之自駕車，於高速公路行駛或測試之相關案例；2.4 節則依據本研究選用的研究方法進行說明。

2.1 自動駕駛車輛 (Autonomous Vehicle, AV)

無人駕駛車輛的概念起源自二十世紀初期 (The Atlantic, 2016)，並隨著第三次工業革命展開，在二十世紀後期出現了首輛自動駕駛車輛 (Hussain and Zeadally, 2019)。而近二十年的科技發展，更使得自駕技術日新月異，自動駕駛車輛開始受到人們的重視，且在近幾年蔚為風潮。故 2.1.1 節將針對自動駕駛系統進行簡單的介紹，並將國際對自動駕駛車輛的分級方式，整理如 2.1.2 節。

2.1.1 自動駕駛系統 (Autonomous Drive System, ADS)

自動駕駛車輛係藉由車載自動駕駛系統與路側設施的相互協作，來完成適當且安全的動態駕駛任務，而自動駕駛系統主要由感知融合、車輛定位與決策控制等三大系統組成 (財團法人車輛研究測試中心，2020a)。



資料來源：翁國樑等 (2019)

圖 2-1 自駕車核心技術

一、感知融合系統

自駕車透過安裝於車身的感測器，來偵測與辨識車輛周遭 360 度的環境，並篩選出有用的道路資訊予中央處理器，經高速運算後將適當指令下達給車輛控制系統，以完成動態駕駛任務。而感測器主要可被分為毫米波雷達、光達、影像感測器等三大類型，各類感測器具有其不同的優劣處，如表 2-1 所示。因此自駕車的設計，多是藉由異質感測器的搭配，來加強車輛蒐集環境周圍資訊的完整度，並透過與深度學習的結合，利用不斷優化的演算法，來提升自駕車的辨識能力（經濟部技術處，2017）。

表 2-1 感測器優缺點比較

感測器	優點	缺點
毫米波雷達	不易受到氣候影響，適用於長距離偵測。	物體辨識及追蹤不易。
光達	測量距離長且精準，測距精準度達公釐等級。	易受大雨、下雪、濃霧等氣候影響。
影像感測器	高解析度(密度)影像畫素資訊，提供最完整的路況資訊。	影像處理技術須完全模擬人類視覺、受天候與光影等因素影響影像品質，

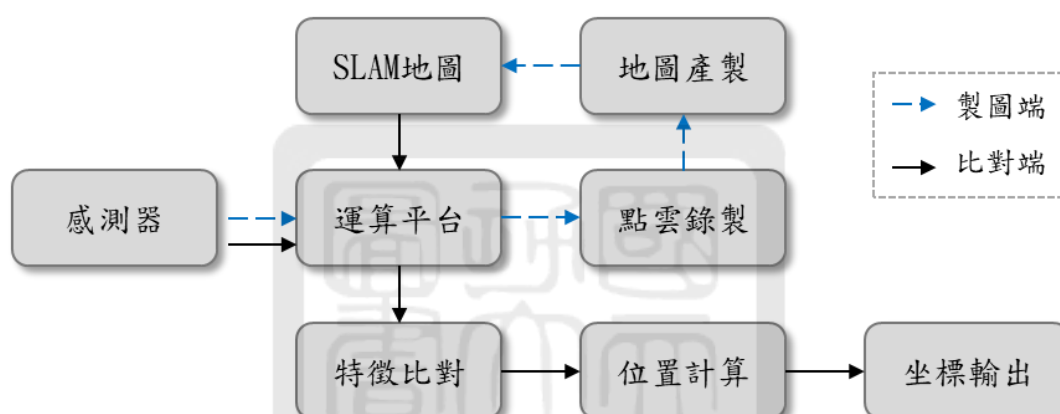
資料來源：高得欽等（2019）

二、車輛定位系統

自駕車在執行動態駕駛任務時，需要倚靠車輛定位系統的協助，才能確保自駕車穩定行駛在正確的道路上。而現有的定位方法具有相當多種，如透過車載感測器進行車輛周遭環境的辨識、利用高精圖資定位或光達點雲圖資定位技術、借助車聯網技術與其他車輛或基礎設施共享資訊等（林祐賢，2020）。

而最常被使用的高精圖資定位技術，係藉由建置精準度達厘米等級的地圖，來提供自駕車收取更精確的絕對座標位置，然此方法卻經常因建物遮蔽、

網路訊號不佳或車輛速度不同等原因影響，導致定位位置的偏移（財團法人車輛研究測試中心，2020b）。因此有別於以往自駕車使用的都是事前已完成測繪的地圖，目前的定位技術正在往同步定位與地圖建構（Simultaneous Localization and Mapping, SLAM）發展，其係透過該技術的製圖端，利用光達、攝影機等感測器，先掃描車輛環境周圍資訊進行點雲錄製，並建立比對端的底圖後，再以迴環檢測的方式與底圖進行特徵比對，來獲取自駕車在點雲地圖中的位置，以減少使用傳統高精圖資定位技術所造成的缺陷（財團法人車輛研究測試中心，2019；謝至亮等，2020）。



資料來源：整理自財團法人車輛研究測試中心（2019）

圖 2-2 同步定位與地圖建構技術流程圖

三、決策控制技術

決策控制系統係根據自駕系統所設的目標與任務，在接收到感知融合系統與車輛定位系統提供的車輛環境周圍資訊後，決定行車的策略與路線規劃，並考量車輛性能後，將指令下達予車輛控制系統，以完成正確的動態駕駛任務（科技大觀園，2021）。

自駕車的決策控制流程非常繁雜，因公路的交通狀況比起航空、海運和鐵路複雜許多，因此在國際上可看到許多研究針對不同的道路特性、行駛狀態和交通環境等前提，提出各式各樣的演算規則，以確保自駕車能應付道路上可能

發生的各種情況。如 Paden et al. (2016) 即是假定自駕車在都市環境中，與其他用路人共享道路的情況下，提出一套安全且穩定的決策控制方法；Hubmann et al. (2018) 則是以都市環境中，具有高度不確定性的交通環境為假設情境，如有多個行人、汽車和自行車通過的號誌化十字路口，提出能增進自駕系統預測和決策控制能力的運算模型；林舜友 (2021) 的研究，則是以車輛能安全閃避道路上的突發障礙物為前提，提出可讓車輛繞過障礙物而行駛於非固定路線的自駕決策控制技術。

2.1.2 自動駕駛車輛分級

根據臺灣「無人載具科技創新實驗條例」對自動駕駛車輛（或簡稱自駕車）的定義為具備感測、定位、監控之技術，並綜合前三項技術所提供之資訊，能進行路徑及任務規劃之決策判斷，且能透過遠端控制或自動操作運行之交通運輸工具。國際車輛工程師協會 (International Society of Automotive Engineers, SAE International) 則依自駕車三個判斷主體「轉向及加減速的操控」、「車輛周圍環境的監控」、「複雜情況動態駕駛任務的支援」是由人類駕駛或車輛系統執行，將自動化程度劃分為 0 至 5 級，其各級別之定義如下，分級方式如表 2-1 所示。

Level 0：由駕駛人全程操作。

Level 1：系統可輔助駕駛進行方向或車速控制，其餘狀況由駕駛操控。

Level 2：系統可輔助駕駛同時進行方向及車速控制，其餘狀況由駕駛操控。

Level 3：由系統進行駕駛與環境監控，而當遇到複雜情況系統提出操作判斷要求時，駕駛人需適當回應。

Level 4：系統能完成各種駕駛操作，若系統請求支援時，駕駛人未介入支援，系統亦可以最低風險方式處置。

Level 5：任何情況下皆可由自動駕駛系統完成各種駕駛操作。

表 2-2 自動駕駛車輛分級表

	輔助駕駛系統			自動駕駛系統		
	0	1	2	3	4	5
	無自動化	輔助駕駛	部分自動化	有條件自動化	高度自動化	完全自動化
車輛轉向及加減速操控	人類	人類和系統	系統	系統	系統	系統
車輛周圍環境監控	人類	人類	人類	系統	系統	系統
複雜情況動態駕駛任務支援	人類	人類	人類	人類	系統	系統
系統適用路況	無	部份路況	部份路況	部份路況	部份路況	所有路況
系統特點舉例	自動緊急剎車；視覺盲區警示；車道偏離警示	車道偏離修正；自適應巡航	車道偏離修正；自適應巡航	在交通壅塞情況下自動駕駛	當地自駕計程車服務；踏板上可能無方向盤須安裝	與等級四類似，但在任何條件下自動駕駛

資料來源：整理自 SAE (2021a)、SAE (2021b)

2.2 國際自動駕駛車輛發展情形

資通訊技術的突破與汽車產業的進步，正帶領著運輸工具走向新的世代，自駕車的發展不僅能為人們帶來更加便利和良好的生活品質，亦被認為在提高道路交通的安全性、效率和可持續性等方面具有可觀的潛力(Brar. and Caulfield, 2017)。然而到目前為止，社會大眾對使用自駕系統的安全性，仍抱持著保留的態度，也因此自駕車在達到普及化及商業化的目標前，仍需面對不少的挑戰。故本研究將分別於 2.2.1 節和 2.2.2 節簡短說明發展自駕車的效益與困難，並於 2.2.3 節和 2.2.4 節統整回顧國外和國內目前的自駕車發展情形。

2.2.1 發展自動駕駛車輛之效益

根據現有的國內外研究，可見發展自動駕駛車輛的優點包含改善交通安全問題、提高運輸網絡效率、減少機動車輛碳排放、彌補運輸業勞力缺口等，並個別說明如下：

一、改善交通安全問題

世界衛生組織（World Health Organization, WHO）2018 年的「全球道路安全狀況報告（Global status report on road safety）」中顯示，全世界每年因交通事故死亡的人數高達 135 萬人，受傷人數則約 5,000 萬人，在美國每年亦有超過 3 萬人因交通事故而死亡，且 NHTSA（2016）表示有 94% 的事故為人類直接或間接的疏失所導致，交通事故的嚴重性已使道路交通安全成為人們愈來愈關注的課題。而在 Petrovic et al.（2020）研究中指出自駕車的應用可減少車與車側撞及車與行人擦撞之碰撞類型，並能有效降低人類駕駛違反交通規則的行為，Fagnant and Kockelman（2015）則表示車輛自動化的等級愈高，愈能夠有效降低或避免人為疏失而導致的重大交通事故，並減少社會成本的產生，因此在許

多國家都將自動駕駛技術視為能夠顯著減少交通事故發生的解決方案之一，並對自駕技術的發展抱著高度的期望（BMVI, 2015；高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, 2018；NHTSA, 2017）。

二、提高運輸網絡效率

隨著經濟、人口、地區建設與商業服務等不斷增加，都市的交通擁擠已成為各國長期苦惱的問題（Chang et al., 2017），而其所帶來的負面影響，不僅使用路人的旅行時間增加，甚者導致行程的延誤，亦使城市的經濟發展受到限縮，並導致物流業及客運業等運輸行業的營運成本不斷提高（Weisbrod et al., 2003）。而近年已有愈來愈多的研究表明，自動駕駛與車聯網技術的進步，可使車與車之間以更短且安全的距離行進，並讓道路容量得到有效的提升，而自駕車的普及化將更有助於提高整體路網的交通效率，從而改善其他因交通擁擠帶來的負面影響（Bose and Ioannou, 2003；Hoogendoorn et al., 2014；Fagnant and Kockelman, 2015；Wang et al., 2017）。

三、減少機動車輛空氣汙染物排放

燃油車輛產生的廢氣，是交通環境中最重要空氣汙染物，根據行政院環境保護署（2022）的資料顯示，機動車輛排放的空氣汙染物，可依性質分為氣狀汙染物（如：一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫、臭氧等）和粒狀汙染物（如：懸浮微粒及細懸浮微粒等）。在眾多研究中已充分表明此類汙染物對整體環境及人體都會造成極大的危害（Zhu et al., 2022；Soleimani et al., 2022），因此許多國家也不斷透過減少私人運具使用的政策，及大眾運輸的推廣行銷等方式，來降低私人運具帶來的大量空氣汙染。而近幾年隨著自駕技術的進步，也有愈來愈多的政府開始關注到，自駕車能對永續交通環境帶來的正面效益，且有更多的研究顯示，藉由自駕車可與其他傳統車輛或自駕車互相協調作用的特質，能達到一定程度的城市空氣品質改善（Rafael et al., 2020；Silva et al., 2022）。

四、彌補運輸業勞力缺口

都市發展時常伴隨著城鄉差距的拉大及鄉村人口的外移，在許多先進國家亦面臨著少子化及高齡化之問題，導致偏鄉地區及勞力密集產業缺乏勞動人口之現象日益嚴重。而搭載較高等級自駕系統的車輛，因其具有幾乎完全或完全取代人類駕駛操控車輛之特性，如 Level 4、Level 5，使得自駕技術的發展在近幾年受到多國政府的大力支持，並期望能透過自駕技術解決勞動力不足之社會議題。如日本於 2018 年發布的自動駕駛制度整備大綱中，明確點出國家推動自動駕駛技術發展的目標，在於解決人口高齡化帶來的交通安全問題及少子化導致的勞動力短缺現象，並希望藉由智慧科技的創新應用來提升農村及山區的交通服務和緩解物流業短缺的人力。而近年來，世界各國也不乏自駕貨車於公共道路測試運行之案例，如 2016 年行駛於美國洲際公路運送貨物的 OTTO 自駕卡車（商業車誌，2016）；2019 年於瑞典延雪平工業區道路運行之 T-Pod 無人駕駛貨車（Insideevs, 2019）；及 2021 年美國佛羅里達州開放低速自駕貨車行駛一般道路（Florida Governor, 2019）等。

2.2.2 發展自動駕駛車輛之挑戰

過去幾年科技的進步，讓自動駕駛技術有著顛覆性的變化，然而技術發展日趨成熟的同時，自駕車在普及化及商業化前，所需面對的挑戰也成為社會大眾極度關注的議題，其挑戰與困難主要可分為自駕技術成熟度不足、數位或智慧化基礎設施缺乏、資訊安全和隱私保護問題、公眾接受度低落等，說明如下：

一、自駕技術成熟度不足

Electronics Engineering Times (2020) 指出發展自駕車的關鍵問題在於自駕系統是否能夠與人類駕駛的能力相匹配，而大多數具有豐富駕駛經驗及專注於駕駛任務之駕駛人，其駕駛能力皆非常出色，然而駕駛經驗不足、注意力分散

及身體機能退化，而使得駕駛能力降低等問題，是時常導致道路交通事故發生的主因（Chapman and Underwood, 1998；McCartt et al., 2009；Antin et al., 2017）。而自駕車之發展優勢是藉其感測辨識、高精圖資、車輛定位及決策控制等核心技術，達到周邊道路狀況之實時偵測並立即做出反應，來提升整體交通安全與效率，然其最大的發展挑戰亦是自駕技術的成熟度是否足以在適當的時機做出正確的決策。而近幾年有關自駕車的事故頻傳，如：2018 年一輛啟動自駕系統的特斯拉，撞上停在車道內且開啟閃光燈正在執行任務的消防車（中央社，2021）；同年，在亞利桑那州（Arizona）發生了首起因啟動自駕系統而導致的交通死亡事故，經由後續調查發現，事故發生原因為 Uber 的自動駕駛系統無法判斷未依規定行走在斑馬路上之行人（Weird, 2019）。雖然有部分的人認為，因自駕系統出錯而發生的交通事故比例，已經較人類駕駛因自我疏失導致的事務率來得低，但由數件自駕車事故發生原因仍可看見，如何提升自駕系統的安全性與穩定性等，是自駕車被核准於公共道路行駛的重要關鍵之一。

二、數位或智慧化基礎設施缺乏

在迎接真正的自駕車時代來臨前，除了車輛本身的軟硬體開發設計，聯網條件與道路環境亦十分重要，自駕車要普及於道路上，車輛之自駕技術和城市之基礎建設缺一不可。然而，現行之道路設計多是以人類駕駛之使用特性作為建設依據，因此隨著自駕車的推出，原有的道路設施設計可能不足以使自駕車憑仗自身的自駕系統就採取適當的決策與反應（Ellioot et al., 2019）。故而自駕車的發展，需要車聯網如車對車（V2V）或車對基礎設施（V2I）等技術，來向道路車輛提供更高效且準確之訊息，在 Willke et al.（2009）研究中即指出向自駕車提供車輛環境周圍之資訊，可提高其行駛的安全性及效率。Manivasakan et al.（2021）的研究中，將適用於自動駕駛車輛之基礎建設的完整度分為低、中、高三級，當相關的基礎建設愈完整，愈能有效發揮自駕系統的優勢，如整體車

速提升、車輛間安全距離縮短等，但亦因其所需的經費或土地使用等資源也愈多，而成為了自駕車未來發展的挑戰之一。

三、資訊安全和隱私保護問題

在智慧城市的發展概念中，聯網自駕車是實現未來交通的重要發展關鍵，然而在車聯網的網路架構下，若單一車輛出現可攻破的資安漏洞，駭客即可藉由惡意程式擴大感染至多部車輛，或與車輛網路相聯的其他裝置，造成整體交通路網的系統性癱瘓（網管人，2021）。而聯網自駕車在道路上正常行駛，不僅會藉由車輛搭載的感測器和定位技術來蒐集道路、天氣及行車位置等訊息，亦會透過智慧型手機和社群媒體等途徑，蒐集到更多且龐雜的個人資料。然而，上述資料無論是否經過使用者同意，對使用者來說都產生了監視的作用，且該資料亦有可能以有意或無意地方式與他人共享，從而危及到用戶的隱私（Aili, 2020；Hussain and Zeadally, 2019），因此為避免重大事故或侵犯個人隱私的情形發生，資訊安全和隱私保護的問題，都將成為未來不容忽視的議題。

四、公眾接受度差異大

許多專家、學者都認為自駕車是實現安全、高效、永續和公平交通的機會，而各國政府亦在大力推廣自駕車的發展，且近幾年全球有愈來愈多的汽車大廠與科技公司致力於開發更高等級的自駕系統。但在多篇研究中亦可看到，目前雖然有部分公眾對自駕車的發展抱著高度期望，亦有部分公眾對自駕車存有諸多疑慮（Tan et al., 2022；Janatabadi and Ermagun, 2022）。在 Santos et al. (2022) 中指出，政府或企業若要成功推動自駕車的發展，去了解公眾無法接納自駕車的原因是非常重要的事項。而根據多篇研究結果可看出，公眾對自駕車的接受度，主要取決於他們對自駕車的感知易用性、感知有用性、感知安全風險和對技術信任度等有關，其中，公眾對自駕技術的安全性疑慮尤為各因素間最關鍵的一環（Noy et al., 2018；Hohenberger et al., 2016；Santos et al., 2022）。而因目

前國際上仍未有一套完整嚴謹的規定或方法，來確認自駕車技術的安全性（李綱，2019），故自駕技術的相關研發單位，為保證自駕車的安全性和可靠性，皆會提供實車測試累積的總里程數與系統脫離次數之比例做為衡量指標，但自駕車行車總里程數高也未能代表真正的安全性，仍需要視其行車場域的交通及路況複雜度與環境天候惡劣程度等影響條件，因此此項指標仍然無法強力說服大眾使用自駕車是較安全的。故如何讓民眾對自駕車的信任度提高，以增進民眾對新科技的接受度，是各國政府及產業界需著手努力的方向。

2.2.3 國際自動駕駛車輛發展趨勢

KPMG（Klynveld Peat Marwick Goerdeler）於 2020 年發布的自動駕駛汽車準備度報告（Autonomous Vehicles Readiness Index, AVRI）中，針對 30 個國家對自駕車採用之準備度進行評估與排名，並以政策及法規、科技與創新、基礎建設和公眾接受度等四個面向，剖析各國迎接自駕車的發展情形與未來挑戰，本研究將總排名為前 20 名國家的各面向資料整理如表 2-3 所示。

從此份 KPMG 的報告中可看到世界各國在自駕車發展的不同領域中各有其擅長及準備度較高的發展方向。如新加坡因政府法規及策略規範之變遷準備度高，且未來方針較具競爭力，而在政策及法規面向穩居首位，又因受限於國土面積大小，自駕測試地點多接近人口密度高的地區，因此在公眾接受度的評比中拔得頭籌；荷蘭則因優良的道路品質及高密度的電動車充電站在基礎建設中取得第一名的佳績；以色列境內因有 84 間的自駕技術企業總部，於當地投資自駕相關項目，又因此指標以人均方式計算，而以企業實力和產業新創潛力，在科技與創新面向領先所有國家。至於其他國家（如：挪威、美國、芬蘭、瑞典、南韓、阿拉伯聯合大公國、英國、日本、德國和紐西蘭等）也都分別在不同領域拿下了不錯的成績。

表 2-3 前 20 名國家之自駕車四大面向準備度排名與分數

國家		政策及法規		科技與創新		基礎建設		消費者接受度	
		排名	分數	排名	分數	排名	分數	排名	分數
1	新加坡	1	6.084	11	4.230	5	3.379	1	4.873
2	荷蘭	3	5.576	10	4.403	1	4.221	7	4.034
3	挪威	10	5.161	5	5.209	3	3.495	5	4.078
4	美國	6	5.461	2	5.681	9	2.878	6	4.069
5	芬蘭	4	5.521	8	4.475	11	2.738	2	4.718
6	瑞典	15	4.834	6	4.946	8	3.023	3	4.377
7	南韓	16	4.777	7	4.832	2	3.525	10	3.597
8	阿拉伯聯合大公國	8	5.278	22	2.864	4	3.431	4	4.271
9	英國	2	5.626	9	4.456	16	2.442	12	3.515
10	丹麥	12	4.931	15	3.896	10	2.823	8	3.927
11	日本	18	4.496	3	4.258	6	3.233	18	2.678
12	加拿大	9	5.242	13	4.114	13	2.580	13	3.457
13	臺灣	13	4.920	14	3.946	14	2.558	15	3.396
14	德國	7	5.301	4	5.250	19	2.192	21	2.581
15	澳洲	17	4.683	17	3.248	12	2.735	9	3.670
16	以色列	19	4.097	1	5.722	25	1.712	11	3.553
17	紐西蘭	5	5.509	19	3.155	20	2.121	14	3.420
18	奧地利	11	4.952	16	3.527	7	3.095	24	2.463
19	法國	14	4.854	12	4.127	17	2.381	19	2.622
20	中國	21	3.944	20	2.913	22	1.884	16	3.364

資料來源：整理自 KPMG (2020)

自駕車的發展需要傳統車廠和科技業等不同專業領域的技術結合，而目前全球涉及自駕車發展的公司不僅包含：Alphabet 的子公司 Waymo、Uber、Apple、Mobileye 等科技公司，亦包括：德國 Mercedes-Benz、Volkswagen、BMW；美國 General Motors、Zoox、Ford、FCA、Tesla；日本 Nissan、TOYOTA；韓國 Hyundai；瑞典 Volvo；法國 Renault S.A 等知名汽車大廠（關鍵評論網媒體集團，2018）。因此本研究將根據各國家自駕車發展的相關文獻資料，與 KPMG 報告中納入的國家，篩選出幾個較具代表性的國家案例，並整合說明如下：

一、美國

位於美國密西根州（State of Michigan）東南部的底特律（Detroit）為全世界最大的汽車工業中心，使得美國持續保持著全球前三大汽車生產大國的地位（OICA, 2021），而位於美國加利福尼亞州（State of California）北端的矽谷（Silicon Valley），則為各大知名科技公司的聚集地。因此美國政府自 2016 年起便陸續頒布多項與自駕車相關的政策，以因應自駕車未來的發展趨勢與保持國家的產業競爭力。

美國交通部（U.S. Department of transportation, DOT）於 2016 年 9 月 20 日頒布了全球第一個自駕車政策指南《聯邦自動駕駛政策》（Federal Automated Vehicles Policy），其以高度自動駕駛車輛（Highly Automated Vehicles, HAVs）的安全性出發，展現了美國交通部欲藉由推廣新運輸科技的採用，來減少因人為疏失而造成交通事故的高度期望。而此政策亦提出了自駕車於公共道路使用或測試前須滿足的 15 項安全設計要素（如表 2-4），以作為各州政府的參考與指引。2017 年 9 月頒布了「自動駕駛系統 2.0：安全願景（Automated Driving Systems: A Vision for Safety 2.0, AV 2.0）」以取代《聯邦自動駕駛政策》，其內容主要為提出企業在進行自駕系統設計、開發、測試時，應考慮的 12 項非強制性規定的安全設計要素（如表 2-4）。

表 2-4 聯邦自動駕駛政策（AV 1.0）與安全設計要素（AV 2.0）比較

安全設計要素		AV 1.0	AV 2.0
1	系統安全(System Safety)	V	V
2	設計適用範圍(Operational Design Domain, ODD)	V	V
3	目標和事件的偵測與反應 (Object and Event Detection and Response, OEDR)	V	V
4	退出機制(Fallback)	V	V
5	驗證方法(Validation Methods)	V	V
6	人機交互介面(Human Machine Interface, HMI)	V	V
7	汽車網絡安全(Vehicle Cybersecurity)	V	V
8	耐撞性能(Crashworthiness)	V	V
9	碰撞後表現(Post-Crash ADS Behavior)	V	V
10	數據紀錄(Data Recording)	V	V
11	消費者教育與培訓(Consumer Education and Training)	V	V
12	政府法規(Federal, State, and Local Laws)	V	V
13	隱私(Privacy)	V	
14	註冊與認證(Registration and Certification)	V	
15	道德判斷(Ethical Considerationsy)	V	

資料來源：整理自 NHTSA (2016)、NHTSA (2017)

2018 年 10 月公布「準備迎接交通運輸的未來：自動駕駛車輛 3.0(Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0, AV 3.0)」，其以 AV 2.0 為基礎，進一步納入州和地方政府、汽車製造商、技術開發商、基礎建設營運機構、交通運輸業者等利害關係人之回饋意見，旨在促進複合運輸之安全及減少政策之不確定性，此次提出的六大原則，整理如表 2-5（NHTSA, 2018）。2020

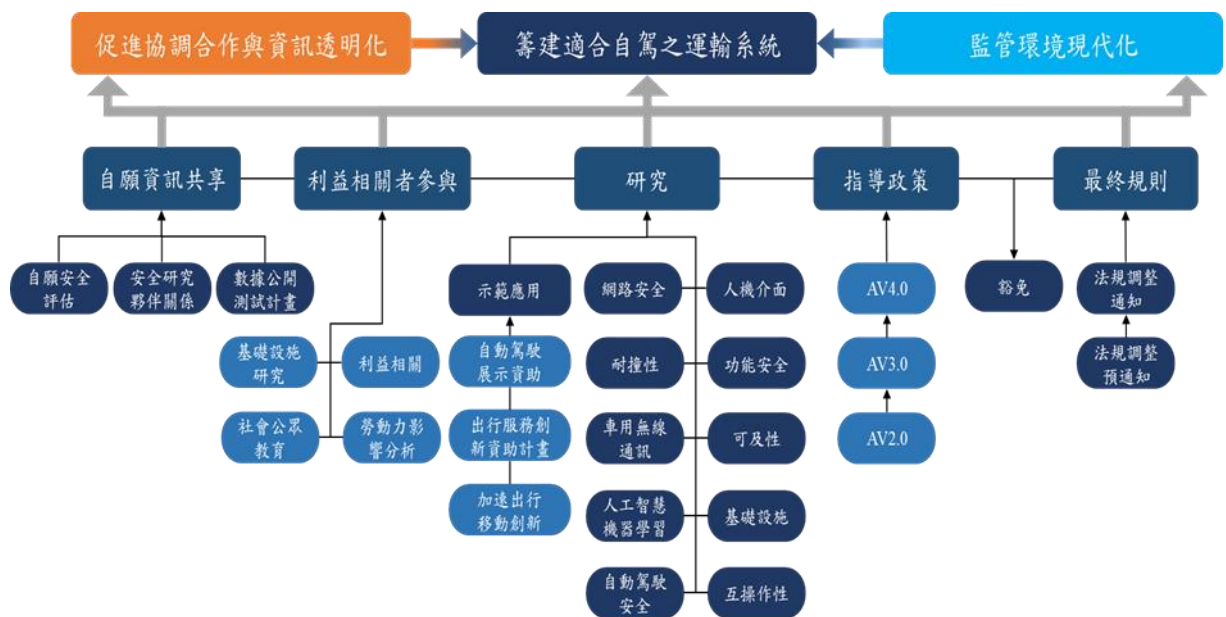
年 1 月，美國政府為確保全球自駕車技術開發和整合方面的領先地位，在考慮消費者安全與隱私的前提下，提出「保障美國維持自動駕駛車輛技術的領導地位：自動駕駛車輛 4.0 (Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies: Automated Vehicles 4.0, AV 4.0)」，其係基於 AV 3.0 所提出的十大目標（如表 2-5），並可區分為三大類之核心利益。

表 2-5 六大原則（AV 3.0）與十大目標（AV 4.0）

AV 3.0		AV 4.0		
1	安全優先性	保護使用者及社會大眾 (Protect Users and Communities)	1	安全優先性
2	維持技術中立		2	重視車輛安全及網路安全
3	法規現代化		3	確保資料安全及隱私權
4	規範一致性		4	強化機動性及大眾化
5	政府部門主動協助	促進市場效率 (Promote Efficient Markets)	5	維持技術中立
6	保障自由		6	確保美國創新及創造力
		強化工作協調合作 (Facilitate Coordinated Efforts)	7	法規現代化
			8	促進政策與標準一致性
			9	確保聯邦策略之一致性
			10	改善交通系統及效能

資料來源：NHTSA (2018)、NHTSA (2020)

2021 年 1 月，美國交通部發布「自動駕駛汽車綜合計畫 (Automated Vehicles Comprehensive Plan)」以作為 AV 4.0 的延伸與落實，其延續安全優先、促進創新和加強跨部門合作的基本理念，並以實現自駕車商轉應用及確保美國發展自駕技術的領先地位為願景，在內容中闡明美國促進自動駕駛系統發展的三大目標，分別為促進協調合作與資訊透明化、監管環境現代化及籌建適合自動駕駛的運輸系統，各目標之發展策略及行動如圖 2-3 所示。



資料來源：整理自深圳市城市交通規劃設計研究中心（2021）、NHTSA (2021)

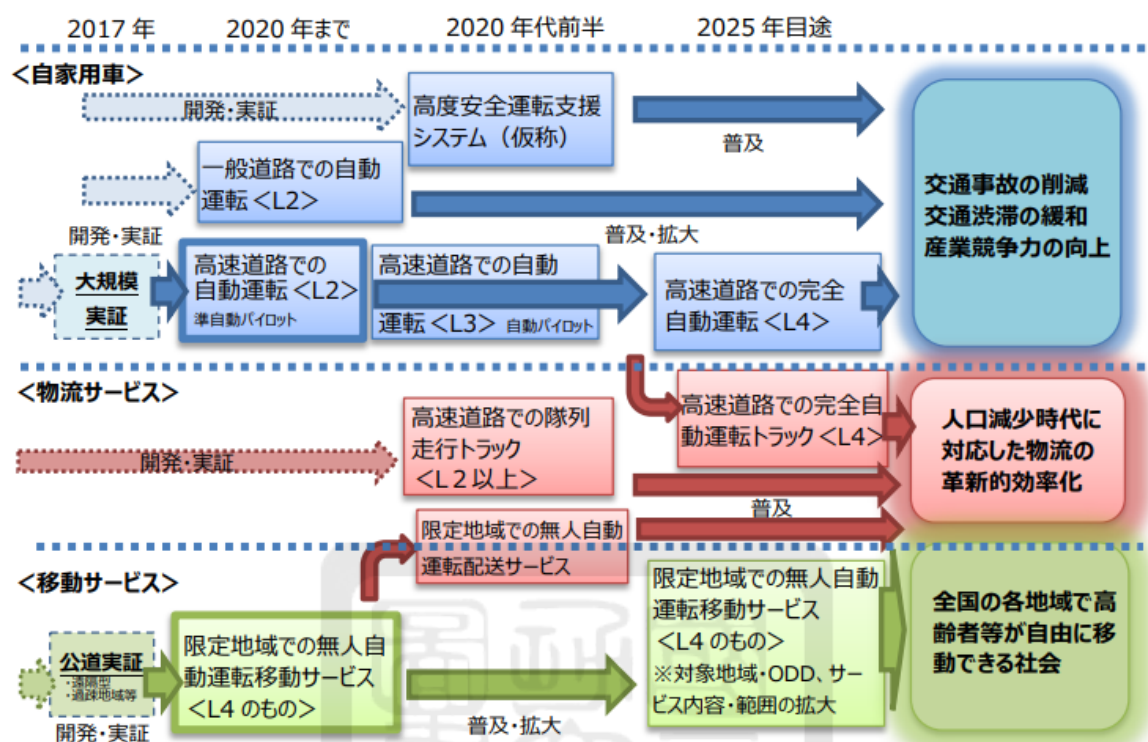
圖 2-3 美國自動駕駛系統發展目標及戰略行動

綜合美國政府從 2016 年至 2021 年間所發布的各項自駕車推動政策，可見美國政府為鼓勵國內自駕車產業及技術發展之積極態度，其實際行動包含鬆綁現行法制對自駕車發展的限制，和加強相關自駕技術產業與跨部門間的協調合作等，以加速自駕車邁向商業化運行的進程。但在推動自駕車商轉的同時，美國政府仍將公眾的權益保障及安全防護放置第一位，以加強公眾對自駕技術的認識及認同，提高公眾對自駕車於公開道路實驗或商業化運行之接受度。

2. 日本

日本基於欲從根本解決交通安全問題、緩解交通擁擠帶來的環境負擔、提升老年人或其他弱勢用路者交通便利性、和保持國家產業競爭力等目標（SIP, 2018），於 2014 年成立自動駕駛系統計畫與促進委員會（Automated Driving for Universal Service, SIP-adus），以推動日本的自駕車發展。在日本政府發布的《官民 ITS 構想・藍圖 2016》中提到，日本將於 2020 年在高速公路上及限制區域中推出自動駕駛車輛與服務（高度情報通信ネットワーク社会推進戰略本部，2016）。在《官民 ITS 構想・藍圖 2017》中則明確指出了日本政府預計推動自駕

車發展的時程，如圖 2-4 所示（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部，2017）。



資料來源：高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（2017）

圖 2-4 日本政府推動自駕車發展進程

因此日本警察廳於 2016 年 5 月發布了《自動駕駛汽車道路測試指南》，允許自駕車在確保安全的前提下，可於公共道路上進行測試，但車內駕駛座必須配有安全操作駕駛員（警察庁，2016）；2017 年 6 月，再發布了允許自駕車於無人駕駛的情形下，進行公共道路運行測試的《遠程自動駕駛系統道路測試許可處理基準》（新通訊，2019）；2018 年 3 月，日本 IT 綜合戰略本部發布《自動駕駛制度整備大綱》，其係以道路實證等技術動向，並參照各省廳之檢討結果，做為 2020 年至 2025 年間自駕車相關道路交通法規修正及施政方向之參考，其檢討範圍包括：確保整體安全性、確保自駕車安全、交通法規、責任關係、運輸業相關法制等（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部，2018；林美鳳，2018）。2018 年 9 月日本國土交通省汽車局頒布《自動駕駛汽車安全

技術指南》，其明確指出 Level 3、Level 4 之自駕車需滿足的十大安全設計條件（如表 2-6），以確保自動駕駛技術開發應用之安全（国土交通省，2018）。

表 2-6 自動駕駛汽車安全技術指南之車輛十大安全設計條件

安全設計條件		內容說明
1	訂定操作適用範圍	Level 3 或更高級別的自駕系統仍處於開發階段，容易受到道路環境害天氣條件等各統因素影響，因此在尚未達到完全安全的技術水準前，每輛自駕車因依據其性能，設置車輛適用的做運行範圍。
2	自動駕駛系統安全性	自駕系統須確保自駕車發生突發狀況，而難以繼續安全執行動態駕駛任務時，能自動且安全的終止車輛運行。
3	符合車輛安全標準	自駕車除須符合國內相關的道路運輸車輛安全規範外，亦須遵守國際上的汽車功能安全標準，如 ISO。
4	設置人機操作界面	車輛需裝有安全駕駛員能與系統相互交流訊息的操作介面，以確保必要情況下，安全駕駛員能確實接管車輛。
5	裝設數據紀錄裝置	於車輛安裝紀錄自駕系統運行資料與駕駛員狀態等資訊之裝置。
6	網絡安全防護	為確保自駕車透過通信網路向其他車輛或基礎設施蒐集資訊時，免於受到網路攻擊而發生安全問題，自駕系統須有相關的資安防護措施。
7	確保無人駕駛車輛安全性	當系統判斷難以繼續執行動態駕駛任務時，系統或車輛應設有緊急應變措施，以確保安全（使用 Level 4）。
8	安全性評價	自駕車的汽車製造商或軟體供應商，應針對 ODD 中可預見之事故，設計可預防的測試驗證，以減少傷害發生。
9	確保使用過程安全	為確保自駕車使用安全，應對車輛軟硬體設備有相關的維護管理及更新措施等。
10	向使用者提供相關訊息	自駕車製造商須向使用者說明系統自駕功能及其可使用範圍，告知使用者在啟用自駕系統時應盡之行為和義務。

資料來源：整理自国土交通省（2018）

2019 年，日本政府針對《道路交通法》和《道路運輸車輛法》進行了部分修訂，並於會議上通過此二部法案的修正案，其修訂內容主要明訂了駕駛在啟用自駕系統時應負得責任與義務，此二部法規的修正也成了 Honda 能成功推出 Level 3 自駕車的關鍵（科技新報，2021a）。

3. 德國

德國為全球汽車生產大國之一，擁有多家知名汽車公司如：Mercedes-Benz、BMW、Volkswagen、Porsche、Audi 等，為保持國家汽車領域的創新領導地位，德國聯邦交通與數位基礎設施部（Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, BMVI）於 2015 年 9 月公布《自動化與聯網化駕駛策略》（Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren），並以保持供應商技術研發之領先地位、成為汽車市場之領導者、及實現自動化及聯網化駕駛為三大目標。在該策略中亦提到自動化駕駛與車聯網發展的五大合作領域，分別為基礎建設、法律規範、創新研發、聯網設施及資料保護，並提出幾項重要措施整理如表 2-7（BMVI, 2015；潘俊良，2017）。

2017 年 6 月，德國政府通過《道路交通法第八修正案》，該修正案鬆綁了國家法律規範對自動駕駛的限制，並明訂了使用 Level 3 及 Level 4 自駕系統的操作適用區域，及駕駛人啟用自駕系統須負的責任範圍；2021 年 7 月，德國的《自動駕駛法》正式生效，該法案允許 Level 4 的自駕車在公共道路上的特定區域內正常運行，其應用場景包含：非尖峰時段的需求反應式運輸服務、固定路線的接駁運輸、點到點的物流中心配送、第一哩路與最後一哩路的交通轉乘等，而該法案的內容係針對自駕車的車輛技術訂定一致性標準，制定自駕車的駕駛執照審查程序，和規範操作車輛相關人員應承擔的義務等，然而德國聯邦交通與數位基礎設施部亦指出，該法案僅為國際上有統一法規政策前的臨時方案（科技法律研究所，2021；BMVI, 2021a）。

表 2-7 德國自動化與聯網化駕駛策略五大領域之措施說明

領域	措施	說明
基礎建設	數位基礎設施建置	自動化及聯網化的成功關鍵在於收集周遭交通環境訊息之感測系統，並能高速將訊息傳輸給終端裝置。
	智慧道路標準制定	
法律規範	國際法律框架	針對駕駛及自動駕駛技術開發與製造商制定相關法律規範，以提供律法保障，並確保其遵守法律規定之義務。
	國家法律框架	
	駕駛培訓	
	產品審核及技術監督	
創新研發	數位高速公路測試場域	政府須確保及創造有利於產業創新研發的環境與條件。
	提升研究發展	
聯網設施	交通及地理資訊	提升資料蒐集、處理與傳送的多樣性及效率，有助於車聯網間精確的訊息傳遞。
	聯網交通設施	
	高精準度圖資系統	
資料保護	IT 安全標準化	交通工具及道路基礎設施的數位化使隱私及安全性的需求增加，保護車輛免於受到外界干擾或攻擊至關重要。
	數據保護	

資料來源：整理自潘俊良（2017）和 BMVI (2015)

4. 新加坡

新加坡地狹人稠，大量的私人運具使用所造成的各種負面影響，是該國政府多年來致力於改善的課題。新加坡政府不僅利用限制發照、對機動車課重稅、和提升公共運輸環境等方法，來減少當地交通擁擠情形，在近幾年更是提出要打造全球第一個完全使用無人車的智慧型國家，以對私人運具使用量達到顯著的減少（轉角國際，2017）。

該國交通部於 2014 年 8 月成立「自動駕駛陸路交通委員會（Committee on Autonomous Road Transport for Singapore, CARTS）」，其係由政府部門代表和相

關領域的專家、學者及業內人士組成，並致力於推動自駕車於定時定點的公共運輸服務、點對點的隨需運輸服務（Mobility-on-Demand Services）、貨物運送服務和公營事業的運營（如：道路清潔）等四大領域的應用（LTA, 2015）。而新加坡的陸路交通管理局（Land Transport Authority, LTA）與科技研究局（Agency for Science, Technology and Research, A*STAR）亦於 2014 年展開合作，並簽署新加坡自動車計劃（Singapore Autonomous Vehicle Initiative, SAVI），以推動自駕技術的研究與應用，包含法制規範管理、測試設計中心設立等（LTA, 2014）。

在自駕車測試方面，新加坡交通部陸路交通管理局於 2015 年正式公布緯壹科技城（One-North）將成為第一個自駕車測試場域。2016 年 8 月，新加坡的自駕車軟體新創公司 nuTonomy，開始於緯壹科技城進行無人計程車車隊線上叫車服務測試。同年 9 月，測試路線由最初的 6 公里延伸到 12 公里，並逐步延測試路線打造更先進的道路基礎設施，如 CCTVs、DSRC 和後段監控系統等（LTA, 2016）。2017 年 6 月，緯壹科技城的測試範圍再次往外延伸至鄰近地區，測試路線再增加了 55 公里（LTA, 2017a）。

同時，在 2016 年 8 月，新加坡交通部陸路交通管理局亦宣布，將與裕廊集團（Jurong Town Corporation, JTC）、南洋理工大學（Nanyang Technological University, NTU）聯合成立卓越自駕車測試與研究中心（Centre of Excellence for Testing & Research of AVs-NTU, CETRAN），並於 2017 年 11 月正式啟用。該中心設立的目的不僅是為研究人員提供一個更安全且可控的測試環境，亦將為未來開放使用於公共道路的自駕車，制定必要的安全標準和測試制度。此中心占地共 1.8 公頃，中心建設則模擬真實道路環境，其測試場景包含號誌燈、下雨模擬器、洪水模擬器、彎道、道路突起與斜坡和巴士站等，並配有專用短距通訊信號發射器、高樓訊號阻隔模擬等，以讓自駕車可測試 V2V 與 V2I 間

的通訊與互動（財團法人中華顧問工程司，2019；科技法律研究所，2018）。

在法制修改推動方面，新加坡政府於 2017 年 2 月正式通過《公路交通法修正案》，其法案修正內容主要係針對自駕車的試驗和使用增訂章節規範，如自駕車測試責任與限制規範（6C）、測試責任豁免（6D）和對干擾測試者訂出處罰機制（6E）等，主要目的即是開始有條件允許自駕車於新加坡公共道路進行測試（科技法律研究所，2017；LTA, 2017b）。2019 年新加坡企業發展局（Enterprise Singapore, ESG）為指導自動駕駛技術研發人員開發和部署全自動駕駛汽車，發布「自動駕駛汽車技術參考準則（Technical Reference for autonomous vehicles, TR68）」，其內容架構主要分為四個部分，分別為基本行為（Basic behaviour）、安全（Safety）、網路安全原則和評估框架（Cybersecurity principles and assessment）及車輛資料類型和格式（Vehicular data types and formats），其內容說明整理如表 2-8 所示。

表 2-8 自動駕駛汽車技術參考準則之架構說明

章節		說明
Part 1	基本行為	作為自動駕駛車輛在公共道路上執行動態駕駛任務之參考，以便與道路上之其他用路人安全共存。
Part 2	安全	為公共道路行駛之自動駕駛車輛提供車輛功能和安全操作要求、系統安全適用性、研發與製造廠商品質管理之指南。
Part 3	網路安全原則和評估框架	為部署在公共道路上的自動駕駛車輛提供強化型網路安全框架的指導方針。
Part 4	車輛資料類型和格式	提供有關標準化服務和數據交換格式的指南，以便在發送方和接收方之間實現無縫連接。

資料來源：CETRAN (2019)

新加坡陸路交通管理局自 2015 年起即不斷地在促進自駕車的道路測試，以了解如何增強自駕車專用的交通系統，而至 2019 年，新加坡的自駕車測試

區域已擴大至西部地區，其開放測試的公共道路已長達 1000 公里，主要用來測試自駕車長途旅行與城際運輸服務的能力。綜合新加坡的自駕車發展歷程來看，新加坡政府近幾年從促進自駕技術發展，到對道路基礎設施的大量投入，都使得該國的自駕車發展取得了有目共睹的成績，如其於 KPMG 公布的 2020 自駕車準備度報告中取得了第一名的佳績（LTA, 2019；KPMG, 2020）。

2.2.4 我國自動駕駛車輛發展情形

臺灣自 2017 年開始陸續引進國外小型自駕巴士，而各地方政府為促進當地產業之自動駕駛技術發展，特規劃封閉式之自駕車示範運行場域，提供民眾體驗搭乘（台達電子文教基金會，2020）。2018 年 12 月我國為因應國際無人載具科技興起之趨勢，藉由頒布《無人載具科技創新實驗條例》鬆綁對無人載具之法律規範，並引進監理沙盒之精神，期望透過此條例鏈結載具、半導體、資通訊次系統、感測器、軟體及硬體設備等國內業者共同投入產業鏈，以帶動產業、促進技術及創新服務之發展（行政院新聞傳播處，2019）。同年，交通部為協助國內相關自動駕駛車輛產業發展，發布修正之《道路交通安全規則》，允許相關產業業者或研究機構應研究或測試等級三至五自駕車之需求，可依作業規定申領試車牌照，並依道路交通安全規定及管制措施行駛（交通部公路總局，2019）。

本研究整理《無人載具科技創新實驗條例》和《道路交通安全規則》的規範差異如表 2-9 所示，從表中可看到，透過《無人載具科技創新實驗條例》申請道路測試之案件主管單位為經濟部，其申請流程僅須通過一階段之審核，實驗期間以一年為限，但可藉由申請展延來延長實驗時間，且展延次數不以一次為限，然實驗全程時間最長不得超過四年。而透過《道路交通安全規則》申請道路測試之案件主管單位則為交通部，其申請流程須經過二階段審核，第一階段之審查機關為地方政府或道路主管機關，第二階段為交通部，分別針對自駕車

申請測試地區及環境之合宜性和車輛技術面及相關配套措施等進行審核，且測試時長最長僅有兩年。而其中，此二規範最大的差異在於，通過《道路交通安全規則》申請道路測試之申請者，僅能進行相關技術之研發測試，禁止載客營業與收費，而《無人載具科技創新實驗條例》則提供自駕車營運及商業化模式之測試。

表 2-9 我國申請自駕車道路測試規範差異比較

申請道路測試規範	主管單位	適用對象	申請流程	測試時間	領用牌照
無人載具科技創新實驗條例	經濟部	不限對象且允許商業實驗	一階審核 (經濟部)	最長四年	專用車牌
道路交通安全規則	交通部	研發測試單位，不得收費營利	二階審核 (地方政府或道路主管機關及交通部)	最長二年	專用車牌

資料來源：整理自車輛安全審驗中心（2019）

綜上所述，我國政府頒布的《無人載具科技創新實驗條例》和《道路交通安全規則》，雖存在著極大的本質差異，仍將我國自駕車發展推向實證上路的階段。而其目的皆是為了使我國相關的研究單位或產業，能夠進行自駕技術的開發與功能測試，並讓他們有明確的車輛規格、安全機制和保險規劃等申請規定可依循，故以下將針對此二項規範的詳細內容進行說明：

一、無人載具科技創新實驗條例

推動無人載具科技創新實驗條例是為透過建構安全完善的創新實驗環境，來串聯國內相關產業業者投入，及吸引國外業者來台進行無人載具技術實驗，以促進我國無人載具科技發展之國際交流，並開拓新型態的營運模式（行政院新聞傳播處，2019）。其主要係參考美國加州、新加坡、日本等國家針對無人載具相關規範所擬定，其章節分為條例用詞定義、創新實驗申請及審查程序、實

驗場域之安全控管機制、實驗辦理、廢止及報告和法規排除與簡化行政程序等（中華經濟研究院，2019）。該條例之審查程序是由經濟部召開審查會議，並邀集中央、地方政府或相關機構代表、法學專家及相關領域之專家共同參與，其主要審查內容包含 (1)無人載具實驗之創新性 (2)具開放式場域實驗之可行性，並具有模擬或封閉式場域測試之相關經驗及數據分析資料 (3)潛在風險評估及相關風險控管措施訂定 (4)建置參與實驗者及實驗利害關係人之保護措施，並提出保險規劃等。自該條例正式實施至 2022 年 6 月底共有 12 案無人載具創新實驗申請通過，其中有 10 案為自駕車之創新實驗測試，如表 2-10 所示。

表 2-10 自駕車創新實驗沙盒通過案件

實驗期間	實驗內容	申請人
109/02~110/02	自駕巴士彰濱鹿港觀光接駁運行	勤崙國際科技股份有限公司
109/02~111/02	台北市信義路公車專用道自駕巴士服務營運	臺灣智慧駕駛股份有限公司
109/04~111/04	台南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗	理立系統股份有限公司
109/05~109/12	新北市自動駕駛電動巴士系統測試計畫	勤崙國際科技股份有限公司
109/05~111/05	桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫	臺灣智慧駕駛股份有限公司
109/08~111/08	成功大學自駕車輛試驗計畫	國立成功大學
109/10~109/12	臺中水湳場域自駕巴士虛實整合載客運行測試計畫	鼎漢國際工程顧問股份有限公司
109/11~110/11	新竹縣高鐵自駕車接駁運行實驗計畫	財團法人工業技術研究院
110/07~111/07	新竹市區自駕物流服務實驗計畫	財團法人工業技術研究院
111/06~112/06	桃園機場員工自駕接駁與 5G 應用實驗計畫	財團法人工業技術研究院

資料來源：整理自經濟部技術處（2022）

二、道路交通安全規則

2018 年 12 月交通部於道路交通安全規則第二十條規定新增相關單位因研究、測試業務有測試自駕車之需要，得另依附件二十一自動駕駛車輛申請道路測試作業規定申領試車牌照與行駛。其審核方式分為初審及複審二階段，各階段之審查單位及內容整理如下表 2-11（車輛安全審驗中心，2019）。

表 2-11 道路交通安全規則自駕車測試申請初/複審比較表

	初審	複審
審查機關	地方政府或道路主管機關	交通部
審查項目	測試申請案件之地區及環境是否適宜自駕車進行測試	車輛技術面及相關配套措施等面向
審查內容	1. 確認申請者之申請文件完整度。 2. 評估測試車輛之數量、種類及測試方法與測試範圍之路線和環境是否合適。 3. 確認申請者提供之國內外測試報告是否與申請測試之路線、環境、車輛條件及行駛狀況等是否一致。 4. 評估申請者提出之道路交通環境衝擊分析及相關風險措施是否具足。。 5. 檢視申請者提出之保險規劃，及額度是否足以補足風險缺口。（保險種類應至少包含：公共意外責任保險、強制汽車責任保險、乘客體傷責任保險、駕駛人傷害保險及第三責任保險）。	1. 評估測試車輛之技術能力及測試方法是否合適於申請測試範圍內之路線與環境。 2. 評估測試車輛之各項功能與設備(含駕駛模式切換及相關警示訊號、資訊記錄器內容及車輛外觀標示)。 3. 確認駕駛操控人員條件是否符合規定。 4. 評估申請者所提出之相關緊急應變措施是否完善。 5. 針對測試車輛及其測試環境，得要求申請者進行實地會勘與評估。

資料來源：整理自車輛安全審驗中心（2019）

三、我國封閉式場域建置情形

依據我國申請自動駕駛車輛道路測試作業規定，申請自駕車道路測試時，計畫書內容須檢附已完成國內外封閉場域測試或國外一般道路測試之報告或證明文件，故我國自 2019 年開始積極推動自駕車封閉型測試場域之興建，如台南沙崙「臺灣智駕測試實驗室」及桃園虎頭山「車聯智駕中心」，以利相關業者在臺灣即能完成自駕車申請道路測試前之前置作業。

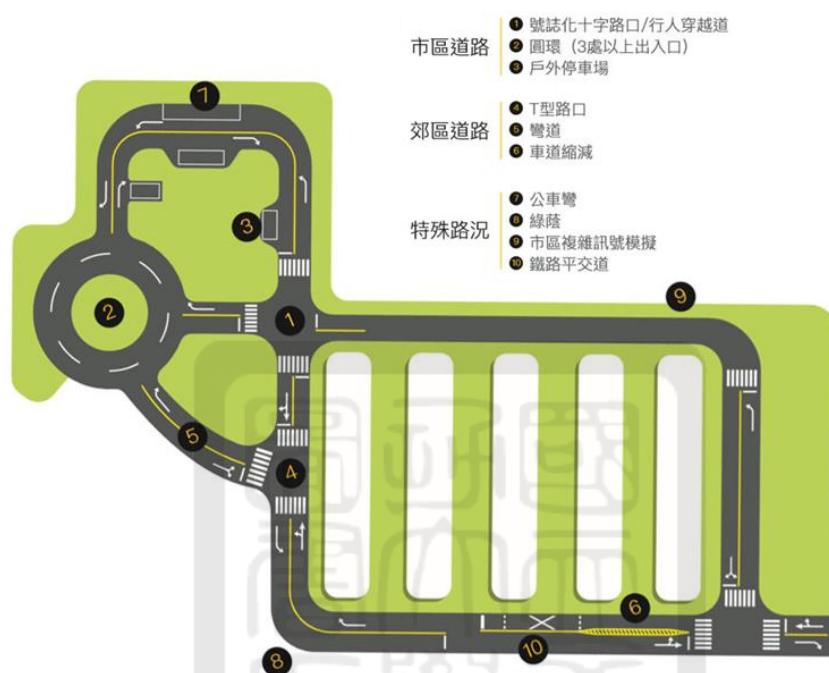
位於台南市歸仁區沙崙里之臺灣智駕測試實驗室為我國建置的首座正規自駕車測試場域，於 2019 年 2 月正式開幕，提供自駕車相關產業及研究機構進行自駕車整車與零組件系統開發相關測試。全區面積約為 1.75 公頃，車道總長度超過 1 公里，可供中型巴士、小型巴士及小客車之自駕車進行時速 30 公里/小時以下之實駕測試（臺灣智駕測試實驗室，2021），其測試場域類型可分為三大類，分別為市區街道區、郊區道路區，以及特殊路況區，各測試場域提供之測試情境整理如表 2-12（iThome，2019），配置圖如圖 2-5 所示。



資料來源：臺灣智駕測試實驗室（2020）

圖 2-5 臺灣智駕測試實驗室測試情境配置圖

桃園虎頭山創新園區於 2019 年 6 月開幕，其為結合車聯智駕中心、資安物聯網中心及多功能展覽館的測試研發場域，主要為北臺灣相關產業業者提供物聯網技術開發與應用的實證測試平台。車聯智駕中心占地約 1.8 公頃，測試場域類型亦分為市區街道區、郊區道路區和特殊路況區三大類，各測試場域提供之測試情境整理如表 2-12，配置圖如圖 2-6 所示（虎頭山創新園區，2022）。



資料來源：虎頭山創新園區（2022）

圖 2-6 桃園虎頭山車聯智駕中心測試情境配置圖

表 2-12 臺灣智駕測試實驗室與車聯智駕中心之道路測試情境比較表

	臺灣智駕測試實驗室	車聯智駕中心
市區街道	十字路口、行人穿越道、模擬建築物街景、圓環、路邊停車區	號誌化十字路口、行人穿越道、圓環、停車格
郊區道路	T 型路口、彎道、車道縮減	T 型路口、彎道、車道縮減
特殊路況	隧道、鐵路平交道、智慧候車亭、金屬鐵橋路面、綠蔭路段、水泥路面	公車彎、綠蔭、市區複雜訊號模擬、鐵路平交道

資料來源：整理自車輛中心試車場與整車安全處（2020）、iThome（2019）

2.3 國際自動駕駛車輛於高速公路測試或使用之相關案例

國際上自駕車於實際道路測試驗證的案例繁多，如 Google 最早於 2009 年開始在美國加州舊金山灣區進行的自駕小型車測試 (Investopedia, 2021)、Waymo 於 2018 年在亞利桑那州鳳凰城一般道路開啟的自駕計程車服務 (科技新報, 2018)、Boldly 於 2020 年日本茨城縣推動的自駕巴士服務 (科技新報, 2020)、Mobileye 於 2021 在紐約市區街道進行自駕車測試 (關鍵評論網媒體集團, 2021)、和 Westfield 於 2021 年在芬蘭赫爾辛基街道測試的 trombia free 街道清潔車 (designboom, 2021) 等。

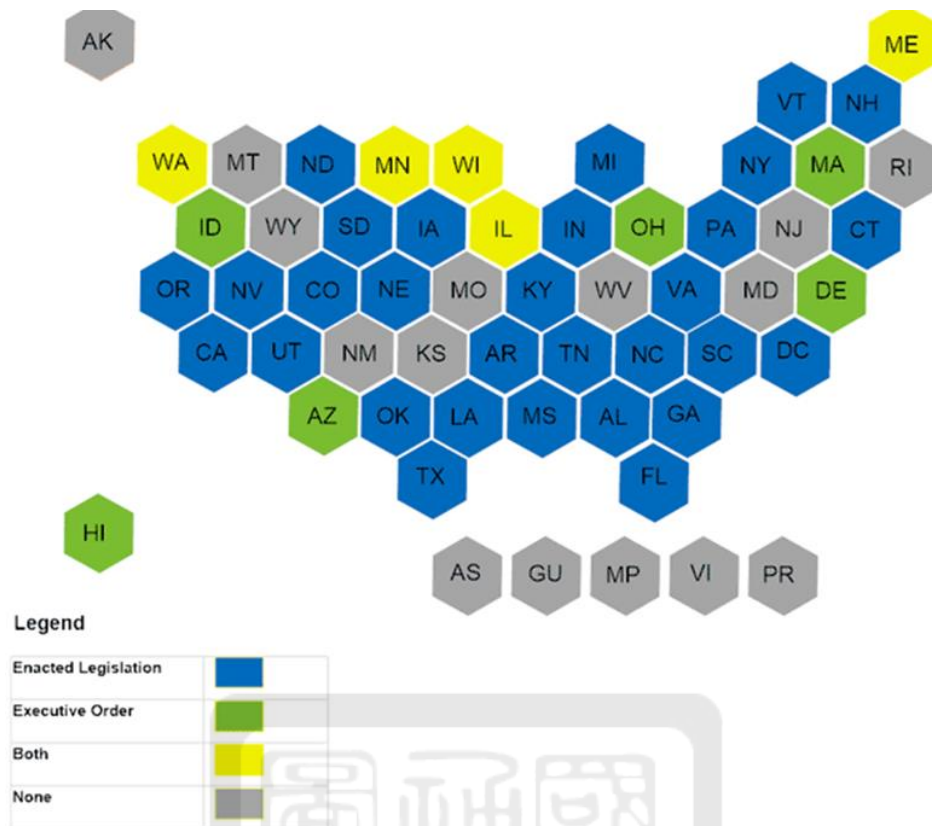
而本研究旨在探討我國未來開放商轉之自駕車於高速公路行駛之關鍵要素，故本節將針對國際上自動駕駛車輛與高速公路相關的案例進行回顧，如美國開放自駕車於高快速道路進行測試的法規、日本核准 Honda 販售 Level 3 自駕車於高速公路使用、德國建置的 A9 數位高速公路等案例。

2.3.1 美國

一、各州開放自駕車於高速公路測試之情形

美國截至 2020 年 2 月，已有 35 個州頒布與自駕車相關之法規，11 個州發布相關之行政命令，其中華盛頓州、明尼蘇達州、威斯康辛州、伊利諾州及緬因州同時具有與自駕車相關之法規與行政命令，如圖 2-7 所示。

在此 40 個州裡，發布有關開放高快速道路做為自駕車測試場域法規或行政命令之州別有阿肯色州、愛荷華州、內華達州、北卡羅來納州、北達科他州、俄勒岡州、南卡羅來納州、田納西州及猶他州等 (NCSL, 2020)。



資料來源：NCSL (2020)

圖 2-7 美國各州發布自駕車法規與行政命令現況

1. 阿肯色州

阿肯色州於 2019 年修訂該州法典第 27 篇第 51 章第 41 節，其內容授權自駕車可於該州之街道或高速公路進行自動駕駛車輛（Level 1 至 Level 3）和全自動駕駛車輛（Level 4 至 Level 5）之測試計畫，其主要規範內容如下：

- (1) 申請者提出測試申請時須說明計畫之商業目的；
- (2) 自駕車須遵守阿肯色州所有適用於機動車輛的交通安全法律與規則；
- (3) 如果自駕系統發生故障導致無法執行完整動態駕駛任務時，涉及機動車輛安全事故之自駕車須滿足阿肯色州交通安全法規之要求；
- (4) 進行測試計畫之全自動駕駛車輛可不配備安全帶、方向盤和後視鏡；
- (5) 一人至多可同時遠端操作三輛自動駕駛車輛或二輛全自動駕駛車輛。

2. 愛荷華州

根據愛荷華州之規範，滿足以下條件之無人駕駛車輛即可在該州之公共高速公路行駛且車內可不配備人類駕駛：

- (1) 自駕系統故障導致系統無法在預期操作的設計域內執行完整動態駕駛任務，但車輛能實現最小風險條件；
- (2) 無人駕駛車輛能夠按照該州適用的所有機動車輛交通安全法規執行動態駕駛任務（被相關管理部門授予豁免之車輛除外）；
- (3) 車輛須符合所有適用的聯邦機動車輛安全標準。

但配有人類駕駛之自動駕駛車輛，該駕駛需持有駕駛執照，並遵收相關之財務責任、保險要求及處罰規定；在操作期間，駕駛須遵守製造商和操作手冊之要求，並在自駕系統提示時接管車輛之操作。

3. 內華達州

內華達州對准許自動駕駛車輛於該州高速公路行駛之規範如下：

- (1) 申請者或申請機構須在高速公路測試前提交 500 萬美元之保險證明或其他財務責任證明；
- (2) 於內華達州高速公路進行測試之自駕車必須配有一名人類操作員於駕駛座上以監控車輛安全之運行，並在緊急情況下接管車輛之控制；
- (3) 自駕車需配有車內操作員易於使用之自駕技術啟用和解除裝置、安裝於車內指示自駕技術何時運行之視覺指示器、必要時刻提醒操作員接管車輛控制之裝置及能依照內華達州適用機動車輛交通法規運行之裝備。

4. 北卡羅萊納州

北卡羅萊納州對全自動駕駛車輛於公共高速公路之監管規範如下：

- (1) 配有車輛操作員之全自動駕駛車輛，該駕駛員無須具有駕駛執照；

- (2) 車輛登記卡須以實體或電子方式存放於車輛中，以便於官員檢查；
- (3) 如果 12 歲以下的人在車內，需有 18 歲以上之成人陪同；
- (4) 車輛須符合所有適用的聯邦機動車輛安全標準。

當車輛發生事故時須履行停車之義務以達到最小的風險狀態，並滿足以下條件：

- (1) 車輛或車輛之操作者須及時聯繫相應的執法機構報告事故；
- (2) 車輛或車輛之操作者在適當的情況下立即呼叫醫療救助；
- (3) 對於應報告的碰撞事故，車輛將留在碰撞現場，直到向受碰撞影響的各方提供車輛登記和保險信息，並經執法人員授權再將車輛移動；
- (4) 對於不可報告的碰撞事故，車輛應留在事故現場或緊鄰碰撞地點，直到車輛登記和保險信息提供給受碰撞影響的各方。

綜合以上對阿肯色州、愛荷華州、內華達州、北卡羅來納州等，與高速公路測試案例相關之法規統整，可見大部分的美國州政府，對於自駕車於高速公路測試時，所重視之條件包含：自駕車須能遵守交通法規行駛、須確保車輛行駛過程之安全性、自駕系統或駕駛狀態的數據紀錄、發生緊急情況的應變措施和自駕車測試保險等。

二、美國高快速道路自駕車測試案例

根據美國目前的自駕車實際道路開發測試案例，在自動駕駛汽車綜合計劃中統整出五個結合 ADS 技術、車輛性能、運行環境條件等之主流應用場景範例，如可在速限低於 25 英里/小時道路運行之低速客運巴士；可行駛於郊區、低速道路和城市道路之低速貨運車；可依道路速限在城市道路和公路行駛之有條件自動駕駛乘用車和高度自動駕駛乘用車；及可依道路速限於高速公路行駛之高度自動駕駛貨運車（表 2-13）。

表 2-13 美國自動駕駛應用場景範例

	車輛類型	運行環境	速度要求	自動化等級	其他條件
1	低速客運巴士	速限低於 25 英里/小時的道路	低於 25 英里/小時	Level 4	總重小於 3000 磅
2	低速貨運車	郊區、低速道路和城市道路	低於 25 英里/小時	Level 4 or Level 5	總重小於 3000 磅
3	有條件自動駕駛乘用車	城市和公路	一般道路速限	Level 3	滿足傳統車輛配置標準
4	高度自動駕駛乘用車	城市和公路	一般道路速限	Level 4	無駕駛控制設施
5	高度自動駕駛貨運車	高速公路	高速公路速限	Level 4	可保留駕駛控制設施

資料來源：整理自深圳市城市交通規劃設計研究中心（2021）、NHTSA (2021)

如表 2-13 可看到，美國目前在高速公路上進行的自駕車測試，多以貨運車為主。如 2016 年，自駕車新創公司 Otto 於科羅拉多州 25 號州際公路進行的自駕卡車運送測試，此次測試除了高速公路最初與最後的路程是由車內配備的安全駕駛員進行，其他行駛過程皆是由自駕系統來完成，其路程總長約 193 公里，並以每小時約 88 公里的速度行駛，使用自動駕駛的時間大約為二個小時（數位時代，2016）；2021 年，自駕車新創公司 Aurora，則與 FedEx 和卡車製造商 PACCAR 合作，預計在德州休士頓與達拉斯間的 I-45 高速公路進行卡車運輸服務測試，其為全美貨運使用率最高的運輸廊道之一（PACCAR, 2021）。

三、密西根州建置自駕車專用道

美國密西根州州長於 2020 年 8 月 13 日宣布，政府將與 Cavnue 合作打造全美第一條供聯網自駕車專用的道路，此項目是計畫藉由創新的基礎設施建置，來達到自駕車和傳統車輛共存的目標，並提高道路的安全性和使用效率。而此項目預計將底特律（Detroit）和安娜堡（Ann Arbor）的密歇根大道和 94

號州際公路沿線的主要社區串連起來，如圖 2-8 所示，以藉此促進底特律與安娜堡間的流動性與地區經濟發展。其第一階段工程將須花費約兩年的時間，來完成底特律市中心到安娜堡（Ann Arbor）間約 65 公里長的自駕車專用道路，而在此階段的可行性分析報告中，主要工作項目將側重於道路設計和技術測試（iThome，2020；CAVNUE, 2020；MEDC, 2020）。



資料來源：CAVNUE (2020)

圖 2-8 密西根州自駕車專用道建置路線

2.3.2 日本

日本於 2019 年通過《道路交通法》和《道路運輸車輛法》的修訂，奠定了自駕車能在日本公共道路使用的基礎，而日本本田汽車公司推出搭載自駕系統 Level 3 的車款 Legend，在 2020 年 11 月 11 日正式取得日本國土交通省的车辆安全認證認證，隔年 3 月，該車款開始在日本限量銷售。而該車款配有「Traffic Jam Pilot」之自動駕駛裝置，允許駕駛在遇到高速公路塞車時能將手和視線離開方向盤及道路，讓車載自駕系統完成有條件之自動駕駛，但駕駛仍須保持在警惕狀態，以備隨時將車輛控制權收回，而若駕駛未回應系統發出收回控制權之提示，系統將發出危險信號燈及喇叭聲來警告周圍車輛，並強迫車輛減速至安全停止在最外側車道或路肩上（Motor Authority, 2021；數位時代，2020；国土交通省，2020）。而本田汽車公司也針對 Traffic Jam Pilot 提出了幾項使用限制條件，如表 2-14 所示：

表 2-14 自駕系統 Traffic Jam Pilot 適用條件

	主要駕駛環境條件		主要內容
1	道路和地理條件	可使用路段	連接或計劃連接國家高速公路、城市高速公路等。
		不可使用路段與位置	1.車道與對向車道無中央分隔島。 2.急轉彎路段、服務區、停車場、收費站等。
2	交通環境條件	天氣狀況	除了因大雨、大雪、大霧或晴天逆光等天氣狀況而導致能見度不足，使自駕系統無法正確識別車輛環境周圍資訊之情形。
		交通狀況	車輛行駛的車道擁擠或接近擁擠，且前車和後車均在車道中心附近行駛。
3	駕駛情況	車速限制	車速在自動駕駛裝置啟用前必須低於 30km/h 左右，啟用後低於 50km/h 左右。
		車輛行駛狀況	可以正確獲取來自高精度地圖和全球定位衛星系統的訊息。
		駕駛員狀態	以正確的方式佩戴安全帶。
		駕駛員操作狀態	請勿操作油門、剎車、方向盤等。

資料來源：整理自国土交通省（2020）

2.3.3 德國

2015 年，德國聯邦交通數位基礎設施部、德國汽車工業協會和巴伐利亞州等，在紐倫堡（Nuremberg）和慕尼黑（München）間的 A9 公路啟動數位高速公路測試平台（Digitale Testfeld Autobahn, DTA），其為全球第一個針對自駕車設計的全電子化及網路化路段。而建置 A9 數位高速公路平台的目的，是希望能為自駕車和智能基礎設施的相關技術開發商，提供真實的開發與測試環境。

德國 A9 數位高速公路結合了現代道路基礎設施和最先進的通信網路技術，如：全段覆蓋的 LTE 高速蜂窩網路、分段設置的高精數位地圖、特殊處理的標牌設計等，詳細的智慧道路基礎設施整理如下表 2-15 所示 (BMVI, 2021b; BAST, 2021)。

表 2-15 德國 A9 數位高速公路智慧道路基礎設施

	智慧道路基礎設施	內容說明
1	逆向駕駛警示系統	逆向駕駛增加了車輛碰撞的風險，也提高了事故的嚴重度，因此該系統的建置目的，在於能夠可靠並快速的將車輛逆向訊息，傳送給逆向的車輛駕駛與其他遠處用路人，以有效降低此類事故發生。
2	智慧貨運車停車導引系統	藉由此系統的建置，透過遠端的資訊處理，可更有效的導引貨運車司機，至尚有空位的休息站休息，以幫助貨運車司機有更充足的休息時間。
3	智慧滑度預測	透過與氣象部門的合作，收集各路段的天氣與路況資訊，並預測及提供各路段的滑度予車輛，可有效降低事故發生。
4	未來高速公路服務區	該服務區主要由可再生的環保建材建置而成，並配備停車導引系統、WLAN、電動車充電站等設施。
5	智慧車道縮減系統	高速公路常有因執行道路工程而縮減車道的情形，該系統主要藉由遠端訊息的傳遞，讓車輛可提早變換車道等，以減少施工路段的交通擁擠和事故發生。

資料來源：整理自 BAST (2021)

2.4 我國高速公路路側設施發展概況

臺灣地區高速公路目前僅開放搭載輔助駕駛系統之車輛行駛，而本研究旨在探討「我國未來開放等級三至等級五自駕車行駛於臺灣地區高速公路之關鍵要素」，然依據 2.2 節和 2.3 節的文獻回顧，可看到各國開放自駕車行駛於公共道路之標準不一，難以歸納出何種道路類型或公共道路符合哪些條件可被優先開放使用，故為更全面了解我國未來適合被優先開放做為自駕車道路測試或核准使用之高速公路，本小節將針對我國高速公路發展概況進行回顧。

依據我國《公路法》規定，國道係指聯絡二直轄市（省）以上、重要港口、機場及重要政治、經濟、文化中心之高速公路或快速公路。我國臺灣本島目前共有九條國道，南北向國道編號為 1、3、5，東西向編號為 2、4、6、8、10，國道支線則於國道編號後加上甲、乙…等，各國道之詳細資料整理如表 2-16 所示，而目前除國道三號甲線全線和國道八號部分路段（臺南端至南 133 線平交路口）為快速公路外，其餘均為高速公路。

表 2-16 國道路線統整表

編號	名稱	起訖點	通車長度
國道1號	中山高速公路	基隆端-高雄端	372.7公里
國道3號	福爾摩沙高速公路	基金交流道-大鵬灣端	431.5公里
國道3甲	臺北聯絡線	臺北端-深坑端	5.6公里
國道5號	蔣渭水高速公路	南港系統交流道-蘇澳交流道	54.3公里
國道2號	機場支線、桃園環線	機場端-鶯歌系統交流道	20.4公里
國道4號	臺中環線	清水端-豐原端	17.1公里
國道6號	水沙連高速公路	霧峰系統-埔里端	37.6公里
國道8號	臺南環線	臺南端-新化端	15.5公里
國道10號	高雄環線	左營端-旗山端	33.8公里

資料來源：交通部高速公路局（2020a）

我國高速公路交通量自第一條國道通車以來與日俱增，政府為增進用路人的行車安全及效率，於民國 70 年代開始建置交控系統。而我國高速公路交控系統之演進主要可分為三個時期，第一期（民國 70 至 80 年代）為交控系統之開創時期；第二期（民國 80-95 年代）因適逢資通訊產業和智慧運輸系統之快速發展，故我國於此時期完成了所有高速公路交控系統之建置與更新；第三期（民國 95 年代迄今）除加強全國高快速路網之整合與管理外，亦將物聯網概念導入並應用於交控系統之維運。目前我國高速公路交控系統可依功能分為四類，相關設備與說明整理如表 2-17 所示。

表 2-17 國道交控系統分類表

系統類別	設備	說明
資料收集系統	車輛偵測器	設於進出口匝道、兩交流道間及多事故路段，應用電磁感應微波偵測等原理，偵測交通流量，並計算速率、車種及車距。
	天候偵測器	設於天候不良路段，偵測濃霧、強風及大雨等不良天候狀況。
	隧道事件偵測器	利用隧道閉路電視攝影機影像分析是否有事件發生，並自動提供警訊於交管中心值班人員。
	閉路電視攝影機	設於收費站、隧道、高架道路、主線壅塞路段、交流道及天候不良路段，掌握瞭解道路交通狀況。
	電子收費系統	利用電子收費系統所蒐集車輛通過收費站地點及時間資料，計算車輛起訖及路段旅行時間。
	隧道機電系統	蒐集隧道內狀況，例如火警、空氣品質等數據，作為反應計畫的輸入資訊，並執行必要的管制策略。

系統類別	設備	說明
資料收集系統	人工通報系統	用路人利用高速公路 1968 免費專線、緊急電話機等通報路況，工務段巡路人員或高速公路警察則可利用無線電通報路況。
	緊急電話	一般路段兩側每 1 公里、隧道內每 175 公尺、高架路段每 500 公尺 1 座，可直通交管中心值班人員通報緊急事件。
資訊顯示設備系統	路徑導引標誌	設於系統交流道前方，平時提供路網旅行時間等一般資訊，遇有前方事故時，提供改道資訊。
	資訊可變標誌	設於交流道出口、隧道入口及多事故路段，提供前方道路資訊予用路人參考。
	旅行時間標誌	提供中短途旅次旅行時間資訊。
	路徑比較旅行時間標誌	設於平面與高架路段銜接處，提供平面與高架不同路徑的旅行時間比較。
	天候警示標誌	設於天候不良路段，每 1 公里佈設 1 組，提供天氣狀況，以警示用路人。
交通管制系統	匝道儀控系統	利用車輛偵測器、號誌與標誌，管制進入高快速公路主線車流量，依據主線及匝道的車流狀況來決定匝道的儀控率(輛/小時，每小時放行的車輛數)。
	速限可變標誌	設於天候不良、幾何線型變化較大路段及隧道，可依據交通狀況實施速率控制，增進行車安全。
	車道管制號誌	設於隧道或高架道路主線入口前，平時顯示綠色箭號表示可通行，事故或施工需封閉車道時，則顯示紅色叉號。
	隧道廣播系統	隧道廣播系統分播音及播放兩系統。 (1)播音系統:隧道區遇有交通事故時，相關控制中心直接廣播，通知用路人緊急處理或疏散。 (2)播放系統:接收 FM 廣播電台之訊號，再經 FM 轉播機，在隧道內播放。

系統類別	設備	說明
交通資訊提供	國道資訊補給站	於各服務區設置，使用路人能在站內獲得完整的國道資訊。運用交控系統及人工通報資訊，以 1968 電話語音、網際網路、互動式多媒體資訊站(KIOSK)等，提供用路人國道資訊路況。
	有線電視	各區交管中心所蒐集即時影像及交通資訊，提供有線電視經營者加值服務，擴大資訊發布。
	廣播	各區交控中心人員定時與地方交通專業電台及警察廣播電台連線報導高速公路交通現況。
	加值業者 (手機、車載機)	1.提供交通資訊加值業者交通資訊及車流影像等相關資料。 2.加值業者透過手機、車載機等設備，提供即時車流影像、壅塞狀況、車速、發生事件、交控策略、旅行時間等交通資訊，以使用路人調整行程規劃。

資料來源：交通部高速公路局（2020b）

在交通部高速公路局（2018）可看到，高速公路的路廊建置亦可分為三代，其演進過程主要是由經濟安全和功能需求導向，轉變為均衡地區發展和環境生態。而第一代代表為國道 1 號，第二代為國道 2、3、4、5、8、10 號，第三代則為國道 6 號。而其中，國道 6 號在建置時，即將智慧交控系統做了更進一步的加強，如：一般路段採用用路側式微波式車輛偵測器取代傳統偵測器，以提升偵測器的反應速度，降低封閉車道時帶來的交通衝擊；隧道內採用較高規格的影像式事件自動偵測系統設備，以增進系統判別事故類別與規模的速度，為事故救援爭取更多的時間；使用 IP 通訊平台作為傳輸系統，且通訊電纜皆採用光纖傳輸，以減少干擾並提高通訊品質等（中華技術，2007）。故由上述可知，我國國道 6 號整體的路側設備較其餘國道更加先進，此可能將更有利於我國未來開放自駕車於高速公路測試或使用之可能。

2.5 研究方法

本研究目的是要找出我國「開放等級三至等級五之商轉自駕車於高速公路行駛」之關鍵要素及其優先次序，而要達成此目標所涉及之群體甚廣，故須廣納並考量各利害關係人之意見，以得出最適之決策結果，並作為我國未來發展自駕車之參考。而因此決策問題較為複雜，其含括層面較大，歸屬於多準則之決策類型，故 2.5.1 節將整理多個多準則決策方法及其特性，並說明本研究最後選用層級分析法作為研究方法之原因；2.5.2 節則就本研究選用之層級分析法進行相關回顧。

2.5.1 多準則決策方法

多準則決策方法係多年來被各個領域、學者廣為使用來評估複雜問題的方法之一，在張紹勳（2012）書中提到，目前較常被使用的多準則決策分析法如表 2-18 所示。而本研究係以文獻回顧之方式，找出我國「開放商轉之等級三至等級五自駕車於高速公路行駛」有待解決之四大層面問題，並透過多國自駕車測試或行駛於高速公路之案例，列出各層面下之待發展事項，且考量各準則間互為獨立關係，為得到較好的權重結果與各準則之優先次序，本研究將選用層級分析法進行後續之分析。

表 2-18 多準則評估方法統整表

方法	決策過程	優點	缺點
簡單加權法 (SAW)	將每個替選方案 m 的得點，以各評估值 n 與其相對權重 w 乘積之合來表示。得各替選方案分數後，即可比較方案之優劣。	決策過程簡單。	對於權重值的敏感度較高，且其加權平均的意義不大。

方法	決策過程	優點	缺點
層級分析法 (AHP)	將關心的問題利用層級化的方式展開，每個層級的項目各自獨立，由上而下求算各層的相對權重再加以綜合。	架構模式簡單，且決策者容易表達其偏好，又可確定偏好是否一致，為決策領域中最常被使用的方法之一。	在兩兩比較的過程中，若評比次數多，易使得決策者產生混淆，較難獲得滿意的評估結果。
TOPSIS	以歐基理德距離建立理想解與負理想解的距離，採用相對接近度來做為計畫優劣的排序。	利用距離的原理來表達各替選方案與理想解的距離，得到的結果穩定性高，較不受權重分配所影響。	僅能使用於量化準則，未能考慮質化準則。
網絡分析法 (ANP)	係 AHP 的延伸。將關心的問題延伸至網絡式的層級架構，各層級的準則不必各自獨立，由下而上求算各層的相對權重再加以綜合。	可考量到各因素或相鄰層次間的相互影響。	決策模型較為複雜繁瑣。

資料來源：張紹勳（2012）

2.5.2 層級分析法

層級分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）最初是由美國匹茲堡大學教授 Saaty 於 1971 年提出，該理論在經過多年的反覆修正與檢驗後始趨完善，並於 1974 年至 1978 年間著成專書出版（林原宏，1995）。該方法主要應用在不確定情況下又同時具有多個評估準則的決策問題上，是分析多準則決策問題中最為簡單又兼具實用性的方法之一。

一、層級分析法適用的決策問題

層級分析法的理論清晰易懂，操作方式亦容易上手，因而被實務界和學術界廣為使用，如商業、工業、資訊和社會人文等領域。在 Saaty (1980) 即整理出該方法適用的 12 種決策問題，如下所示：

1. 規劃 (Planning)；
2. 系統設計 (Designing a System)；
3. 確保系統穩定性 (Ensuring System Stability)；
4. 最佳化 (Optimizing)；
5. 產生替代方案 (Generating Set of Alternative)；
6. 選擇最佳方案 (Choosing the Best Policy Alternative)；
7. 決定需求 (Determining Requirements)；
8. 解決衝突 (Conflict Resolution)；
9. 決定優先順序 (Setting Priorities)；
10. 資源分配 (Allocating Resources)；
11. 衡量績效 (Measuring Performance)；
12. 預測結果與風險評估 (Predicting Outcomes and Risk Assessment)。

二、層級分析法的基本假設

層級分析法係將複雜的評估問題，簡化成系統性的階層架構，並給予每一層級評估尺度後，由專家進行成對要素間的重要性衡量。其優點在於藉由系統化的層級架構建立，可以讓決策者在進行決策時，以更有效且全面的方式進行評估，確保決策的品質及一致性。而層級分析法的基本假設如下：

1. 一個系統可被拆解成許多種類 (Classes) 或成份 (Components)，並形成有向網路的結構。
2. 層級結構中，每一層級的要素均假設具獨立性 (Independence)。
3. 每一層級內要素，可以用上一層級內某些或所有要素作為基準進行評估。
4. 評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度 (Ratio Scale)。
5. 各層級要素間進行成對比較後，可使用正倒值矩陣 (Positive Reciprocal Matrix) 處理。
6. 偏好關係滿足遞移性 (Transitivity)。不僅優劣關係須滿足遞移性 (如：A 優於 B，B 優於 C，則 A 優於 C)，強度關係也須滿足遞移性 (如：A 優於 B 二倍，B 優於 C 三倍，則 A 優於 C 六倍)。
7. 但完全具遞移性不容易，因此可容許不具遞移性的存在，但需測試其一致性 (Consistency) 的程度。
8. 要素的優勢程度經由加權法則 (Weighting Principle) 而求得。
9. 任何要素只要出現在階層結構中，不論其優勢程度大小，均被認為與整個評估結構有關，而並非檢核階層結構的獨立性。

三、層級分析法的決策程序

實際使用層級分析法進行問題處理時，可大致分為以下七步驟進行 (Saaty, 1990)：

1. 問題界定與相關因素羅列

對於欲研究的議題，應該盡可能擴大整體研究之系統範圍，多方審視可能影響到問題的相關因素，以成立規劃群並將問題之範圍加以界定。確立問題可利用文獻分析或腦力激盪等方式，蒐集可供確認問題的性質、範圍、影響因素及可用資源等資訊。

2. 建立層級架構

層級之建立，並無固定的構建方法與程序，惟每一層級與上一層級的關聯需自然不牽強，而所有層級的最上級為「總目標」，總目標以下依照決策問題的複雜程度可包含多個層級，每個層級的要素則須具備獨立性，Saaty (1990) 提到，由於人類無法同時對 7 個以上事物進行比較，故每一層級內的要素不可超過 7 個，如超過 7 個要素可再分層解決此一現象，如此可進行有效的成對比較，與獲得較佳一致性。

3. 問卷設計與調查

建立各層級與評估要素後，即可開始進行問卷設計。因層級分析法的每一層級要素要基於上個層級的某一要素，進行成對比較，Saaty (1990) 推薦以 9 個評估尺度進行成對比較的衡量，其中基本評估尺度劃分為絕對重要、極重要、頗重要、稍重要以及同等重要五個等級，其餘之評估尺度將介於上述五個基本尺度之間，讓受訪者填寫每一成對要素間的比較尺度。而問卷必須清楚地描述每一要素的涵義，並附加詳細的引導說明，以降低決策者判斷失誤的情形。

4. 建立成對比較矩陣

依照上述調查，將每位受訪專家之各層級填答數值結果，建立為成對比較矩陣，因成對比較有倒數性質 (Reciprocal Property)，故若要素 i 與要素 j 的權重比值為 a_{ij} ，如 (1) 所示，則要素 j 與要素 i 的權重比值即為 $1/a_{ij}$ 。

$$a_{ij} = w_i/w_j \quad (1)$$

假設 A 層級的要素為 $A_1, A_2, \dots, A_n$ ，且在上一層某一要素的評估基準下，求取到的權重為 $W_1, W_2, \dots, W_n$ ，此時 a_i 與 a_j 的相對重要程度則以 a_{ij} 表示，其成對比較具矩陣則建立如 (2) 所示：

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

5. 計算特徵值與特徵向量：

在建立成對比較矩陣後，即可求取各層級要素的權重，可利用數值分析中的特徵值（Eigen value）解法，首先求取特徵向量（Eigen vector）或稱優勢向量 W（Priority Vector）後，再求取最大特徵值。而 Saaty（1980）中提到求取特徵向量的方法，包含列向量幾何平均值正規化、行向量和倒數正規化、行向量平均值正規化與列向量平均值正規化等四種方法，而其中列向量幾何平均值正規化是四種方法中準確度最高的，其公式如下：

$$w_i = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij})^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij})} \quad (3)$$

經由上述方法求得特徵向量 W 後，將成對比較矩陣 A 乘以求出得特徵向量 W，可得式（4）、（5）如下：

$$AW = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_n/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$AW = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

但由於 a_{ij} 為決策者主觀判斷所給予的評比值，與真實的 w_i/w_j 值會有些許差異，導致 $AW = nW$ 無法成立，因此 Saaty（1990）建議以矩陣 A 中的最大特徵值 λ_{max} 取代 n，如式（6）。

$$AW = \lambda_{max}W \quad (6)$$

將成對比較矩陣 A 乘以求出得特徵向量 W ，可得到新的向量 W' ，將 W' 的每一向量值分別除以對應原向量 W 之向量值，最後將求得的各數值求其算術平均數，即可求出最大特徵向量 λ_{max} ，如式 (7)。

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \left(\frac{w_1}{w_1} + \frac{w_2}{w_2} + \cdots + \frac{w_n}{w_n} \right) \quad (7)$$

6. 計算各層級一致性比率

為確認決策者的填答內容是否前後一貫，需針對決策者的填答內容進行每一層級的一致性檢定，以確定問卷填答的合適性。因此 Saaty (1990) 建議計算一致性指標 (Consistency Index, C.I.) 與一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.)，來檢定依決策者填答內容而構成的成對比較矩陣是否合乎一致。其檢定方式和標準整理如表 2-19 所示，當檢定結果為 $C.R. \leq 0.1$ 時，即通過一致性檢定。

表 2-19 一致性檢定方式與標準

檢定方式	公式	檢定標準	
一致性指標 (C.I.)	$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$C.I. \leq 0.1$	可容許的偏差
		$C.I. = 0$	前後判斷完全一致
		$C.I. > 0$	前後判斷不一致
一致性比率 (C.R.)	$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \leq 0.1$	$C.R. \leq 0.1$	一致性達可接受水準

資料來源：整理自 Saaty (1990)

其中 R.I. 為隨機性指標值 (Random Index;)，如各階層需比較的要素愈多，則成對比較矩陣的階數亦會增加，因此不同階數下有不同隨機指標值，如表 2-20 所示，以調整一致性的比率。

表 2-20 評估矩陣的隨機指標值 (R.I.值)

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

資料來源：Saaty (1980)

7. 計算整體層級一致性比率

通過各層級一致性比率檢定後，尚需檢定整體的層級結構是否符合一致性，如整體層級一致性比率 (Consistency Ratio of the Hierarchy, C.R.H.) 檢定通過，表示該層級架構的一致性程度符合要求；不通過，則表示其層級要素間的關聯性有問題，需重新檢視相關因素的適當性。而整體層級的一致性比率，為整體層級一致性指標 (Consistency Index of the Hierarchy, C.I.H.) 除以整體層級隨機指標 (Random Index of the Hierarchy, R.I.H.)，完整公式如下式 (8) 至 (10)。

$$C.I.H. = \sum(\text{各層級的特徵向量}) \times (\text{各層級的 C.I. 值}) \quad (8)$$

$$R.I.H. = \sum(\text{各層級的特徵向量}) \times (\text{各層級的 R.I. 值}) \quad (9)$$

$$C.R.H. = \frac{C.I.H.}{R.I.H.} \quad (10)$$

若 $C.R.H. < 0.1$ ，則為整體層級一致性比率符合要求，即可求取各層級與整體層級之權重。

第三章 研究方法與設計

本章依據 2.4.2 節層級分析法的回顧，整理出此方法之研究流程如圖 3-1 所示，並於 3.1 節進行研究的層級架構建立，並說明各層級之構面與評估準則內涵；於 3.2 節說明本問卷之設計方式與選用之評估尺度、專家挑選原則與問卷調查方式等。

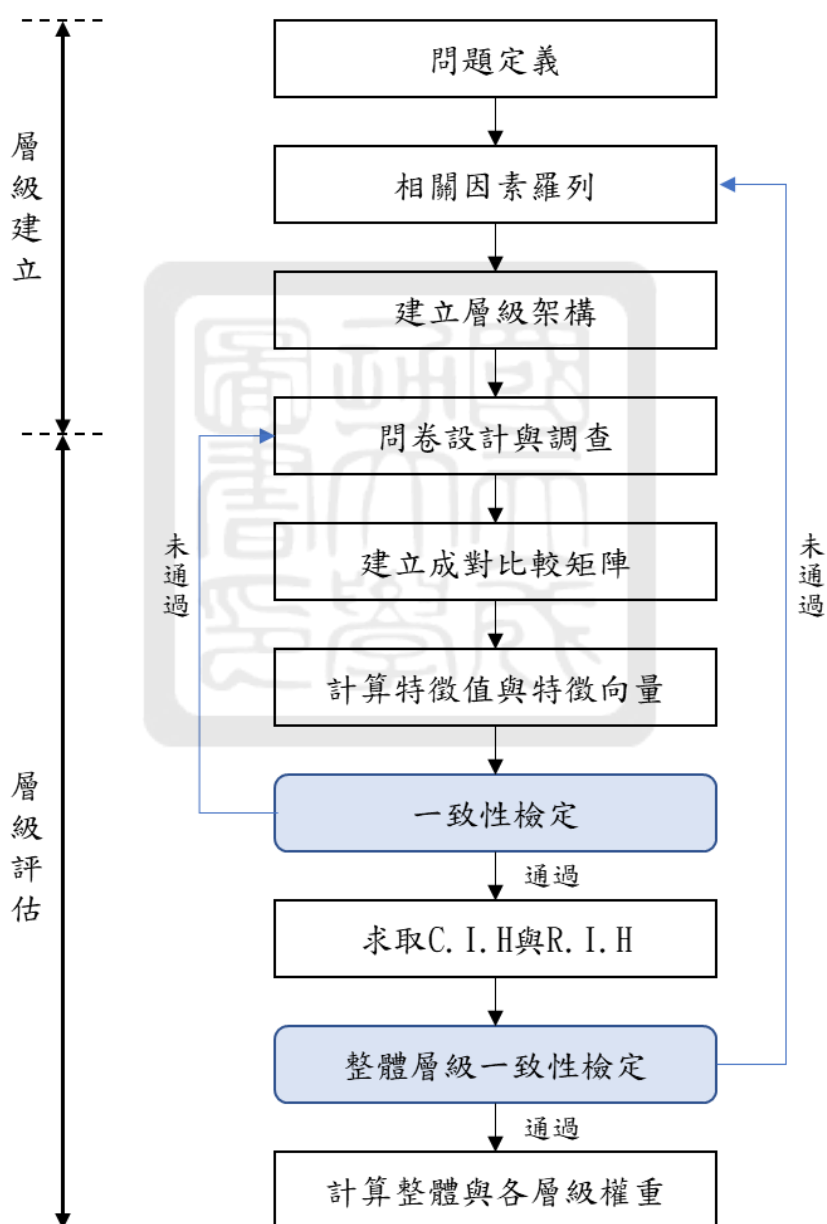


圖 3-1 層級分析法流程圖

3.1 研究架構建立

本研究之目的係在探討「我國政府未來『依序』開放商轉之自駕車於高速公路行駛之關鍵要素」，而經由本研究第二章文獻回顧可看到，自駕車在普及化及商業化前，需面臨的挑戰與困難，包含：自駕技術成熟度不足、數位或智慧基礎設施缺乏、資訊安全和隱私保護問題及公眾接受度低落等，故本研究將以此四個面向，作為研究架構的四個構面，分別為「確保自駕技術安全性」、「強化車聯網系統資安韌性」、「落實數位基礎設施建置」、「提升公眾接受度」。再根據 2.2 節至 2.4 節的文獻回顧中，提及的國際法規與相關案例，依各構面之內容進行篩選分類，以作為各構面下的評估準則，整體層級架構整理如圖 3-2 所示，各構面與評估準則之說明如 3.1.1 節至 3.1.4 節所述。

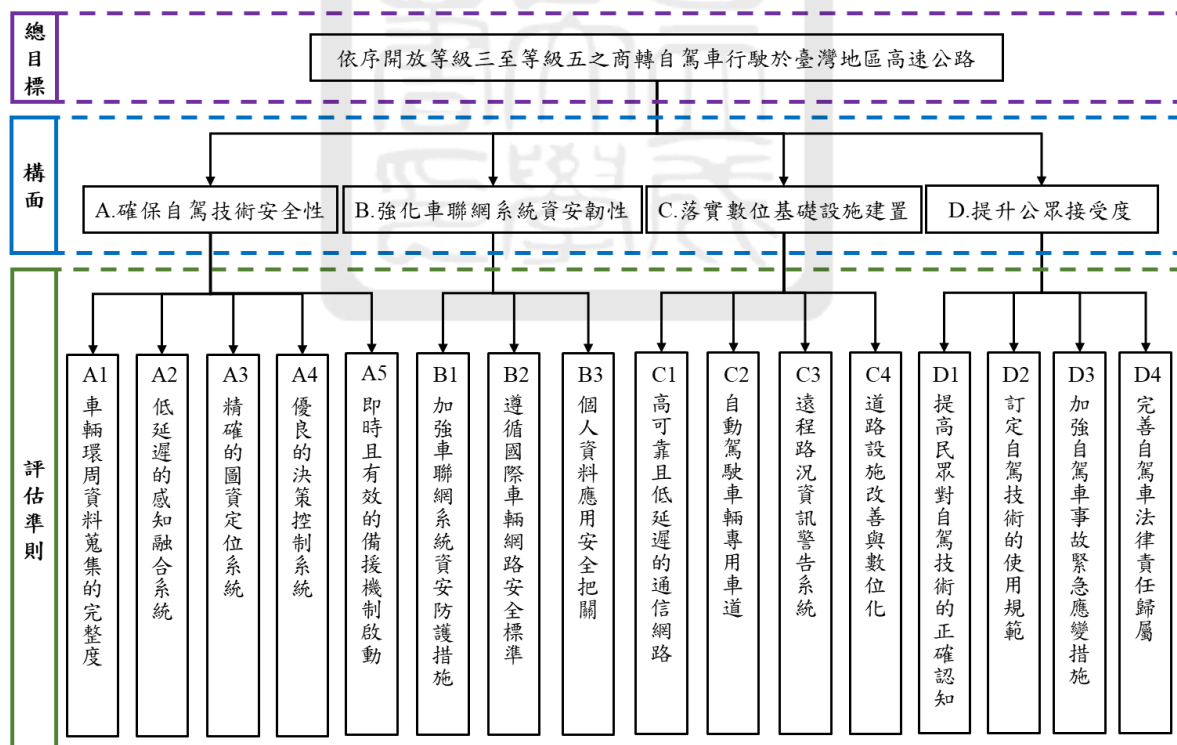


圖 3-2 研究層級架構圖

3.1.1 確保自駕技術安全性

自駕車的自駕功能主要由感知融合、圖資定位和決策控制等三大系統互相協作來完成（財團法人車輛研究測試中心，2020a），三大系統的成熟度為確保自駕車安全行駛之重要關鍵，而根據高公局資料指出會導致現行輔助駕駛系統無法辨識造成事故之情況包含：與前車速差過大、前車未行駛於車道正中間、突然切入車道之車輛、上下坡大路段、彎道路段、特殊形式之車輛等（交通部高速公路局，2021），而為確保自駕車上路之安全，防止重大事故之發生，本研究將「確保自駕技術安全性」納為研究構面之一。此構面之評估準則包含「完整的車輛環周資料蒐集」、「低延遲的感知融合系統」、「精確的圖資定位系統」、「優良的決策控制系統」和「即時且有效的備援機制啟動」，詳細說明如下：

一、車輛環周資料蒐集的完整度

自駕車能否於高速公路上安全行駛，與自駕系統的決策與控制能力有關，而正確的動態駕駛任務執行，有賴於車載感測器對車輛環境周圍資料蒐集得準確性與完整性，目前較常被使用之感測器包含攝影機、雷達和光達等，不同感測器各具有其優缺點（高得欽等，2019），因此如何藉由不同感測器之搭配與裝設，達到 360 度無死角之偵測，是確保自駕車安全行駛於高速公路的要素之一。

二、低延遲的感知融合系統

現有之車載感知融合系統為增強自駕車的辨識能力，多是藉由異質感測器與深度學習的結合來提升其辨識效果，然而部分感測器的傳輸資料冗餘（如影像辨識資料），不僅佔據中央處理器效能，亦導致感知融合系統資料傳輸的延遲（EE Times, 2020），若能減少感測器冗餘資料的傳輸，並提升資料處理的速度，可使自駕車在高速公路運行時，以更快的速度修正自駕車行駛的軌跡，是自駕車於高速公路安全行駛的關鍵所在。

三、精確的圖資定位系統

傳統導航圖資的定位誤差較大難以提供自駕車精確的位置訊息，容易導致自駕車產生錯誤的決策，因此自駕車需要一套高精密的圖資定位技術，來提供自駕系統精確的車輛位置訊息和豐富的道路資訊，然而定位系統隨著車速的變換，不同的速差可能會有不同的定位誤差影響（林祐賢，2020），因此提升車輛定位的精確度並搭配車道維持輔助功能，是能夠讓自駕車於高速公路保持在固定車道行駛的重要技術之一。

四、優良的決策控制系統

自駕車的決策控制能力在物件移動預測不確定性高時具有相當的難度，其中又以遇到緊急衝出障礙物、匯入車流、變換車道等狀況的反應能力較差，在車輛高速移動時的表現又更加明顯（林大傑等，2020），因此決策模型的訓練方式對於自駕系統預測他車駕駛行為，並做出正確動態駕駛任務是非常重要的。

五、即時且有效的備援機制啟動

即使自駕系統皆具備以上四點優勢，仍可能因難以預料的事件發生，而導致系統失靈或判斷失誤，故為確保自駕車於道路行駛之安全，自駕系統應具備緊急或突發狀況發生時的應變機制或備援裝置（NHTSA, 2016；NHTSA, 2017；国土交通省，2018），如等級三、四之自駕系統應配有能即時接管車輛之駕駛員或使用者；等級五之自駕系統應具有系統被攻擊時的安全措施，如阻斷與外部資訊的連結，將車輛停駛至道路安全位置等。

3.1.2 強化車聯網系統資安韌性

自駕車倚賴大量的數據傳遞與存儲來判斷與執行適當之駕駛任務，但當車輛或路側設施之系統存在資訊安全漏洞，便可能為人身、車輛及整體交通等安全課題帶來極大隱憂。過去，臺灣政府開發的多款應用程式曾被檢測出多項資

安弱點，如：高速公路局的「高速公路 1968」被檢測出有外洩使用者資料的疑慮 (iThome, 2014a)；遠通電收計程收費系統亦曾發生 APP 遭到惡意網路攻擊致系統產生緩慢狀況 (iThome, 2014b)，故本研究將「強化車聯網系統資安韌性」納為構面之一。而為加強車輛或路側設施之資訊安全(潘俊良, 2017; BMVI, 2015)，此構面將「加強車聯網系統資安防護措施」、「遵循國際車輛網路安全標準」和「個人資料應用之安全把關」列為構面下之改善要素，詳細說明如下：。

一、加強車聯網系統資安防護措施

5G 通信網路應用於車聯網系統，有助於加速資訊的傳輸，並促進自駕車使用的安全與效率，然而隨著車聯網的發展，車輛與外部系統互聯化的開展，車聯網的資安風險已愈來愈高，雖然過去資安防護並非車輛通訊技術的重要考量，但近年的網路駭客惡意攻擊盛行，一旦車輛或路側設施的任一電子系統被攻破，即有可能為高速公路路網帶來嚴重影響。目前，國際上許多政府與企業已開始推行網路監控服務，以即時發現駭客的入侵，避免惡意程式攻擊、機敏資料遭竊取或阻斷服務攻擊等情形發生，將危害降至最低(科技新報, 2021b)，我國亦應加速此類服務的發展，以實時檢測網路攻擊事件和攻擊類型。

二、遵循國際車輛網路安全標準

國際車輛網路安全標準 ISO/SAE 21434 於 2021 年 8 月正式發布，其主要作為汽車網路安全之參考，可協助整個汽車產業供應鏈，從設計開發、生產到生產後的完整生命週期，都符合網路安全設計與風險管理要求(行政院國家資通安全會報技術服務中心, 2021)。我國應對提供自駕車輛所有軟硬體設備之製造商和供應商加強監督與稽核，以確保產品設計流程都有適當的安全措施來管理數據安全和未經授權的數據訪問風險等。

三、個人資料應用安全把關

車聯網之應用雖然可增進自駕車使用之安全與效率，但其透過車輛對車輛

和車輛對其他設備等方式的進行資料交換，過程中難以避免會將個人車輛定位資訊、行車紀錄等較為隱私之資料共享予其他平台或人員使用（Aili，2020；Hussain and Zeadally, 2019），因此如何防止個人資料遭有心人士竊取另做其他用途，而違反個資法之規定，是車聯網時代來臨時將備受矚目的議題。

3.1.3 落實數位基礎設施建置

自駕車上路需要車輛自駕技術與道路智慧基礎設施的相互配合，完善的道路基礎設施可以加強 V2V、V2I 和 V2N 等的資訊傳遞，以即時提供前方路況予車輛，並達到提升自駕車行車安全及效率等效果（Willke et al., 2009），故本研究將「落實智慧基礎設施建置」納為構面之一。然因各國對於智慧基礎設施的發展不一，我國難以依循其他國家之案例來建置高速公路的智慧基礎設施，故此構面參考國際現有的案例及研究後（BAST, 2021；CAVNUE, 2020），將「可靠低延遲的通信網路」、「自動駕駛車輛專用車道」、「遠程路況資訊警告系統」、「道路設施改善與數位化」列為構面之改善要素，詳細說明如下：

一、高可靠且低延遲的通信網路

車聯網是串連車輛資訊、道路資訊、行動網路等的重要技術，為確保自駕車能夠有效率又安全的以高速行駛，車輛與車輛、車輛與環境間的資訊交換，是不可或缺的技術之一，目的是為讓車輛能夠更加精確的掌握車流情況，並以更適宜的動力與平穩的速度行駛（Willke et al., 2009），因此普及於高速公路的高效通信網路為自駕車上路的重要關鍵之一。

二、自動駕駛車輛專用車道

成熟的自駕技術雖可確保自駕車於道路上安全行駛，但根據國際研究指出設置自駕車專用道將更有利於發揮車輛自動跟車及保持固定車距等優點，其不僅可有效提升自駕車在高速公路上的行車效率與使用體驗，亦能避免受到其他

傳統車輛的干擾，提高自駕車安全性 (Manivasakan et al., 2021)，因此，在自駕系統未達到完全自駕等級前，完善的自駕車專用車道建置，或可幫助等級三、四之自駕車實際落地應用。

三、遠程路況資訊警告系統

車輛於高速公路行駛難免會遇到突發事件（如車輛故障、突然掉落的障礙物、道路養護工程的車道縮減等），若反應不及則可能造成交通事故。當有此類突發事件發生，會更加考驗自駕系統的判斷與決策能力，故若能在高速公路上安裝相關的辨識與檢測系統，並即時將車輛遠方的道路狀況回傳予自駕系統 (BAST, 2021)，能夠更加確保自駕車於高速公路行駛之安全。

四、道路設施改善與數位化

將現有高速公路基礎設施（如號誌、標誌看板、標線、護欄及橋墩等）之測量單位縮小至厘米等級的精準度並將此數據數位化，可使自駕車更精確的掌握到車輛環境周圍的細部變化，而逐步將高速公路上基礎設施的製造材質，替換為更易於自駕系統辨識的材料，亦可大幅提升自駕車於高速公路行駛之安全性（交通部，2022）。

3.1.4 提升公眾接受度

近年來科技與生活已密不可分，然大眾對於自駕車之信任感與自駕技術之認知卻仍存在明顯差距 (Tan et al., 2022；Janatabadi and Ermagun, 2022)，因此如何培養並提升民眾對自駕車之接受度，是開放自駕車應用於高速公路的關鍵考量之一，故本研究將「提高公眾接受度」納為本研究構面之一。而此構面之改善要素包含「提高民眾對自駕技術的認知與信任」、「訂定自駕技術的使用規範」、「加強自駕車安全控管機制」以及「完善自駕車法律責任歸屬」，詳細說明如下：

一、提高民眾對自駕技術的正確認知

透過車商、大眾與社群媒體等管道，宣導搭載不同自駕等級之自駕車可使用的範圍與操作限制，來減少民眾因啟用自駕系統，而疏忽對系統之監督造成之交通事故，並可藉由警察廣播電台、國道電子資訊看板或高公局服務網等方式發布自駕車用路注意事項與實時路況資訊，以減輕民眾對自駕車使用之疑慮，增強民眾信任感。

二、訂定自駕技術的使用規範

我國政府可參考日本國土交通省核准本田汽車公司搭載第三級自駕系統之車款量產上路的案例（國土交通省，2020），提前針對不同自駕等級之自駕車訂定相關的使用規範，包含允許啟用自駕系統的路段與情境、人機介面設計警示性、系統連網安全性、車輛使用紀錄和辨別自駕車款的車身識別標誌等，以確保自駕車於高速公路行駛的安全性，並提高其他用路人對自駕車接受度。

三、加強自駕車事故緊急應變措施

根據我國「無人載具科技創新實驗條例」，相關主管機關都會在自駕車於真實道路測試前，要求實驗申請人提供完善的保險規劃與風險管理機制，以落實自駕車的安全控管。在開放商轉自駕車行駛於我國高速公路前，亦應加強各單位對自駕車事故發生時的應變措施，如由高公局發布自駕車適用的行車安全指南、健全國道警察對自駕車事故排解之處理措施、加強車輛廠商對自駕系統啟動緊急措施的技術監管等。

四、完善自駕車法律責任歸屬

現今各國對於自駕車的肇事責任認定與歸屬，尚無一套完整規範可供參考，但若法律上的責任歸屬始終無法跟上自駕車發展的速度，民眾對於自駕車上路的不信任感將無法消除，故透過自駕車測試中與合法上路前的過程來逐步完善我國專屬的法律規範，應能一定程度的提高一般大眾對自駕車的接受度。

3.2 研究問卷設計

3.2.1 評估尺度

根據 2.4.2 節的層級分析法回顧，在 Saaty (1980) 中提出的評估尺度數值與定義如表 3-1 所示，其將數值劃分為五個主要評估尺度，分別為絕對重要、極重要、頗重要、稍重要及同等重要，2、4、6、8 衡量值則介於五個基本尺度之間。本研究將依據 3.2 節建立之層級架構，對每個層級內之要素捉對進行評估，而本問卷之評估尺度將採用 9 等尺度，即以絕對重要、極重要、頗重要、稍重要及同等重要做為劃分，避免因採用中間衡量值造成尺度過長的問題，而導致專家在進行填答時的比較區別能力下降。

表 3-1 評估尺度之定義與說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻度具同等重要。(Equal)
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案。(Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案。(Strongly)
7	極重要 (Very Strong Importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案。(Very Strong)
9	絕對重要 (Absolute Importance)	有足夠證據肯定並絕對喜好某一方案。(Extremely)
2、4、6、8	相鄰尺度的中間值 (Intermediate Value)	需要折衷值時。

資料來源：Saaty (1980)

3.2.2 專家問卷設計

本研究根據 2.1.2 節中回顧 SAE 對自駕車的分級，為區分不同等級系統使用特性可能帶來的調查結果差異，本問卷內容的設計，以等級三、四之自駕系統於緊急情況時，尚須人類駕駛接管車輛，但有程度上之差異，而等級五之自駕系統則可由系統完成所有動態駕駛任務之特性，將問卷分為第一部分開放搭載等級三、四自駕系統之車輛行駛於高速公路，與第二部分開放等級五之自駕系統行駛於高速公路之重要因素調查，且依據 3.2 節建立之研究架構與 3.3.1 節的評估尺度，進行研究問卷的設計。下表 3-2 為本研究之專家問卷設計範例，詳細之問卷內容請參照附錄一。

表 3-2 評估尺度之定義與說明

構面 A	重要性程度 A：B									構面 B
	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
A.確保自駕技術安全性										B.強化車聯網系統資安韌性
										C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度
B.強化車聯網系統資安韌性										C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度
C.落實數位基礎設施建置										D.提升公眾接受度

3.2.3 專家群挑選與問卷調查方式

一、專家群挑選

臺灣目前之自駕車發展尚屬前期部署階段，為廣納各領域專業人士之意見，本問卷調查之專家群，將參考本研究四大構面之設計，以車輛技術、資訊安全、運輸工程與管理、公眾接受度等方向，作為主要的專家挑選原則，並以產、官、學、研之四界專家群為主，詳細配置如表 3-3 所示。

表 3-3 專家問卷邀請人選配置表

研究構面	專家群來源		
自駕技術	相關產業	學術機構	研究機構
資訊安全			
運輸工程與管理			
公眾接受度	政府機關		

因在鄧振源（2002）書中提到，成立決策群體時，專家人數不宜過多，並建議以 5 至 15 人為佳，故本研究預計於各界中找尋 3 位（共計 12 位）相關領域之專家作為調查對象。而為達到良好的回收情形，本研究在發放問卷的同時，亦同步詢問專家們的填答意願，如有專家婉拒填答，則繼續找尋相關領域的備案人選進行調查，以完成本研究預計的 12 份問卷回收。

二、問卷調查方式

本問卷之調查採發送電子郵件方式進行，並提供三種填答方法，供專家選擇，以提高專家們填寫的意願，方法如下：

1. 提供 Google 表單，以利專家直接填答完送出；
2. 提供 PDF 檔案，供專家列印填寫完成後，掃描或傳真回傳；
3. 提供 Word 黨，供專家直接於電腦編輯填寫，完成後回傳。

3.2.4 問卷前測與修正

本研究架構建立與問卷設計，除以相關的文獻回顧資料做為參考外，在設計問卷初期，亦多次與指導教授和相關領域之從業人員或專家，討論整體架構之完整度，與被選用準則之合理性，並對各構面和評估準則的內容說明，進行措辭和語意上的修正，以減少專家們對文意的理解誤差。初版問卷產生後，亦再次找尋相關領域之從業人員、研究人員或專家，進行問卷的填答，以檢視問卷設計之缺漏處，和確認整體問卷設計之適當性，再依據上述人員給予之意見回饋，修改問卷內容如附錄一所示之正式版問卷。

第四章 問卷調查與分析

經由專家問卷的調查後，本章以第二章文獻回顧中提及得層級分析法，並選用 Expert Choice 2000 來進行後續的問卷結果分析。而因本問卷內容係分為第一部份「開放搭載等級三、四自駕系統之商轉車輛行駛於高速公路」，和第二部份「開放搭載等級五自駕系統之商轉車輛行駛於高速公路」進行調查，故本章內容主要分為四個小節，首先 4.1 節說明本問卷的調查與回收情形，及個別專家一致性檢定分析結果統整；4.2 節為整合全部專家問卷填答內容之分析結果與說明；4.3 節為各界專家問卷填答內容之分析結果與決策差異探討；4.4 節為本章之總結。

4.1 問卷處理

4.1.1 問卷調查與專家選擇

本研究依據 3.3.3 節的專家群挑選原則和問卷調查方式，於 2022 年 3 月 2 日開始進行問卷調查，因過程中有部分專家基於個人因素（如：時間不足等）婉拒填答，故在計入備案人選後，本研究共計發放 16 份問卷，並於 3 月 15 日完成 12 份問卷的回收。然而初次回收之 12 份問卷中，因有部分專家的一致性檢定未完全通過，故本研究於 3 月 16 日開始，再次透過電子郵件或電話訪談等方式，與專家反覆進行交流，最終於 3 月 30 完成所有問卷填答內容之確認，故本研究從開始調查至完成全部問卷的填答內容修正，共歷時約一個月。

而本研究推測原一致性檢定多未完全通過之原因，可能為多數專家係採用 Google 表單進行填答，但因表單的版面配置無法直觀呈現評估尺度供專家們勾選，以致專家們在考量要素間的關係與強度遞移性效果不佳。故後續之問卷填

答內容修正，本研究係以版面較清晰之 Word 檔案與專家們進行交流，最後問卷填答一致性檢定完全通過之 12 位專家相關資訊，整理如表 4-1 所示。

表 4-1 受訪專家專業領域與年資

編號		專業領域	專業領域年資
產	專家 1	智慧運輸及自動駕駛系統	10
	專家 2	測繪	23
	專家 3	地圖導航與車聯網系統	22
官	專家 4	交通運輸	25
	專家 5	數據服務與智慧道路	20
	專家 6	交通工程與管理	29
學	專家 7	公路運輸事故調查	20
	專家 8	測量及空間資訊	20
	專家 9	資訊工程	20
研	專家 10	車輛安全管理	12
	專家 11	車輛安全測試	20
	專家 12	車載資通訊與自動駕駛	20

4.1.2 各層級一致性比率檢定結果

因本研究問卷調查共分為二部分，且每部分皆有五個大項，故在完成填答內容確認的 12 份問卷中，共有 120 個項目須逐一進行成對比較矩陣的一致性。經檢定後，此 12 位專家的填答內容皆符合 2.4.2 節層級分析法中，成對比較矩陣的一致性檢定標準，即 C.R.值 ≤ 0.1 ，因此回收的 12 份問卷皆可被視為有效問卷，而詳細的一致性檢定結果整理如表 4-1 所示，個別專家的權重分析結果則如附錄二之專家問卷個別專家權重分析結果（第一部分），和附錄三之專家問卷個別專家權重分析結果（第二部分）所示。

表 4-2 各層級一致性比率檢定結果統整表

	問卷第一部分					問卷第二部分				
	四大構面	A 構面	B 構面	C 構面	D 構面	四大構面	A 構面	B 構面	C 構面	D 構面
專家 1	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01
專家 2	0.05	0.09	0.01	0.07	0.04	0.05	0.09	0.01	0.07	0.04
專家 3	0.03	0.09	0.06	0.09	0.04	0.04	0.06	0.06	0.07	0.06
專家 4	0.06	0.03	0.07	0.09	0.05	0.04	0.09	0.03	0.06	0.09
專家 5	0.10	0.09	0.03	0.08	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.08
專家 6	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.09	0.09	0.06	0.06	0.09
專家 7	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.03	0.10	0.07	0.07	0.07
專家 8	0.04	0.05	0.00	0.05	0.10	0.00	0.05	0.00	0.02	0.10
專家 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
專家 10	0.04	0.7	0.04	0.04	0.07	0.04	0.07	0.04	0.04	0.04
專家 11	0.02	0.04	0.00	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	0.04
專家 12	0.06	0.05	0.06	0.04	0.07	0.06	0.05	0.06	0.10	0.06

4.1.2 整體層級一致性比率檢定結果

從圖 3-2 可看到，本研究架構共分為三個層級，第一層級為總目標，第二層級為四大構面，第三層級為各構面下之評估準則，本小節依據 2.4.2 節中層級分析法的整體層級一致性檢定規則，進行個別專家第一部分與第二部分問卷之整體層級一致性檢定，檢定結果如表 4-3 所示。由此表可看到，12 位專家在第一部分及第二部分問卷之 C. R. H. 值皆 < 0.1 ，故所有專家的問卷填答結果，均符合整體層級一致性檢定的標準。

表 4-3 整體層級一致性比率檢定結果統整表

	問卷第一部分			問卷第二部分		
	C.I.H.	R.I.H.	C.R.H.	C.I.H.	R.I.H.	C.R.H.
專家 1	0.04	1.85	0.02	0.06	1.84	0.03
專家 2	0.12	1.89	0.06	0.12	1.89	0.06
專家 3	0.11	1.92	0.06	0.10	1.91	0.05
專家 4	0.09	1.91	0.05	0.11	1.84	0.06
專家 5	0.16	1.84	0.09	0.07	1.85	0.04
專家 6	0.03	1.90	0.02	0.16	1.83	0.08
專家 7	0.15	1.87	0.08	0.12	1.91	0.06
專家 8	0.09	1.90	0.05	0.04	1.86	0.02
專家 9	0.00	1.76	0.00	0.00	1.77	0.00
專家 10	0.10	1.89	0.05	0.09	1.89	0.05
專家 11	0.05	1.85	0.03	0.06	1.76	0.03
專家 12	0.10	1.91	0.05	0.11	1.91	0.06

4.2 全部專家之問卷調查結果相對權重分析

本研究目的係探討「我國未來『依序』開放等級三至等級五之商轉自駕車行駛於臺灣地區高速公路」之關鍵要素及其優先次序，並以此作為本研究架構最上層之總目標，而總目標下共分為四大構面，以作為達成總目標前需克服的挑戰與困難，分別是「確保自駕技術安全性」、「強化車聯網系統資安韌性」、「落實數位基礎設施建置」和「提升公眾接受度」；而四大構面下亦包含多項評估準則，以作為促進各構面發展的策略方案，完整架構如圖 3-2 所示。且依據 3.2.2 節的問卷設計概述，本節之問卷分析結果，將分為 4.2.1 節問卷第一部分「開放等級三、四之商轉自駕車行駛於高速公路」的分析結果說明；4.2.2 節問卷第二部分「開放等級五之商轉自駕車行駛於高速公路」的分析結果說明，和與問卷第一部分分析結果的差異比較及綜合評析。

4.2.1 問卷第一部分相對權重分析結果

第一部分問卷係以我國政府未來開放「等級三、四」之商轉自駕車於高速公路行駛為目標，以下簡稱此目標為「第一階段」。而本小節綜合全部專家填答第一部份問卷之結果進行分析，此部分完整之構面權重、評估準則權重和整體層級相對權重分析結果，可參考附錄二之全部專家整體層級相對權重表。

一、四大構面相對權重分析結果

由圖 4-1 可看到，受訪專家們認為我國未來要實現第一階段目標，最重要的條件是「確保自駕技術的安全性」，且此構面之重要度占比高達 59.9%，遙遙領先其他三大構面，而其他三大構面的重要度則分別落在 8%至 18%之間，重要程度由大至小依序為「落實數位基礎設施建置」(17.9%)、「強化車聯網系統資安韌性」(13.3%)、「提升公眾接受度」(8.8%)。由此可知，專家們認為現階

段之自駕車發展，須以加強自駕技術的安全性為主，其重要程度遠大於其他三個促進自駕車發展之項目。

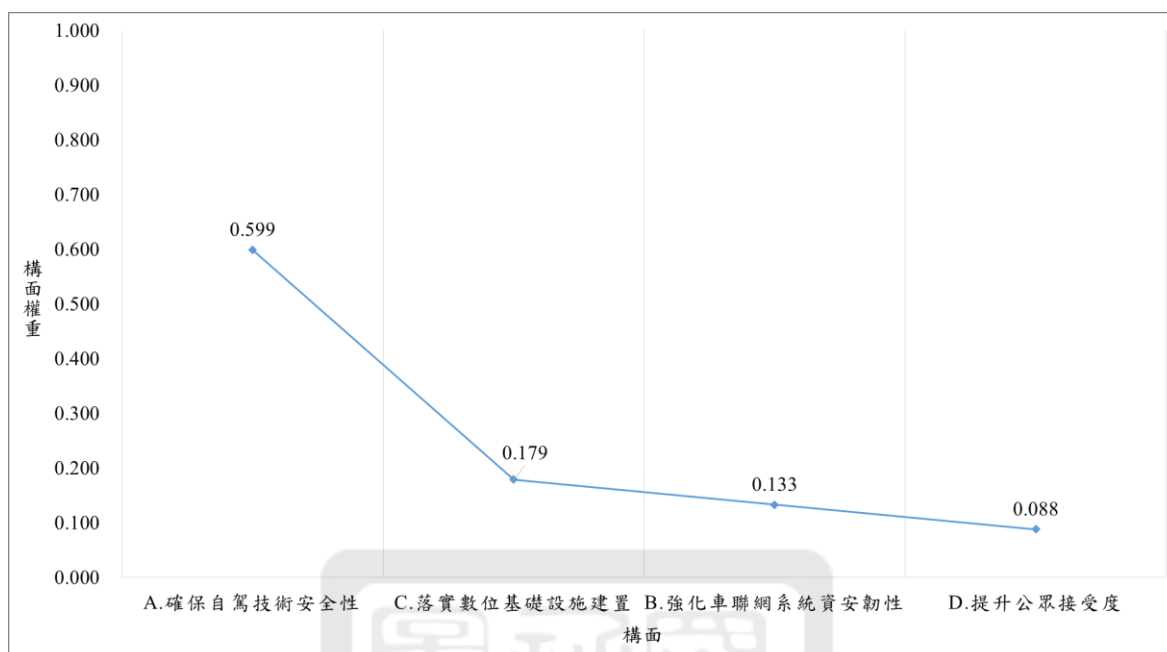


圖 4-1 第一階段之四大構面相對權重折線圖

二、整體層級之評估準則相對權重分析結果

而促進第一階段四大項目發展之策略方案，最後之整體層級評估準則相對權重分析結果如圖 4-2 所示。此十六項評估準則之重要度排名依序為「A1.車輛環周資料蒐集的完整性」(18.2%)、「A4.優良的決策控制系統」(17.5%)、「A2.低延遲的感知融合系統」(12.7%)、「A5.即時且有效的備援機制」(6.6%)、「B2.遵循國際車輛網路安全標準」(6.2%)、「C1.高可靠且低延遲的通信網路」(6.0%)、「C4.道路設施改善與數位化」(5.7%)、「B1.加強車聯網系統資安防護措施」(5.5%)、「A3.精確的圖資定位系統」(4.9%)、「C3.遠程路況資訊警告系統」(3.6%)、「D2.訂定自駕技術的使用規範」(3.0%)、「D4.完善自駕車法律責任歸屬」(2.6%)、「C2.自動駕駛車輛專用車道」(2.6%)、「D1.提高民眾對自駕技術的正確認知」(1.9%)、「B3.個人資料應用安全把關」(1.7%)、「D3.加強自駕車事故緊急應變措施」(1.3%)。

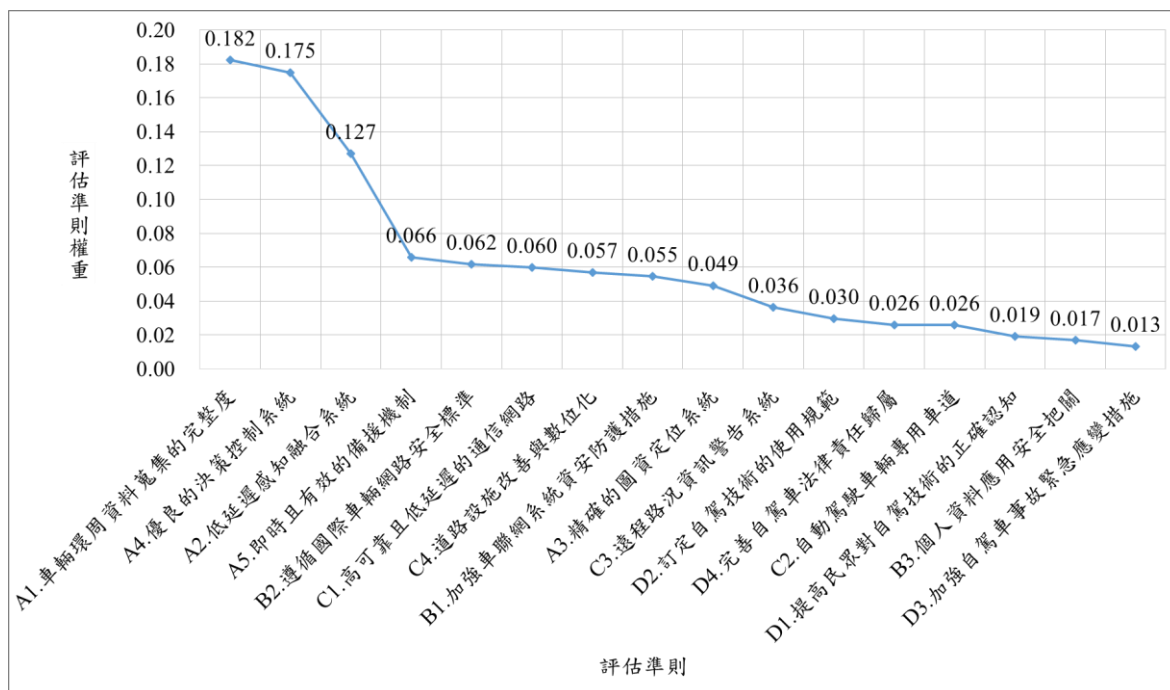


圖 4-2 第一階段之整體層級評估準則相對權重折線圖

藉由此圖可看出，專家們認為要實現第一階段目標，現階段最重要的事項皆與自駕系統的技術開發相關，並以「車輛環周資料蒐集的完整度」、「優良的決策控制系統」、「低延遲的感知融合系統」三者最為關鍵，其重要度皆超過10%。此可能係因專家們認為等級三、四之自駕車，需加強於自駕系統的技術開發，以確保自駕車的決策控制系統能藉由準確的道路環境資訊，在符合現有交通法規的條件下，分析並執行合適的動態駕駛任務。如若再透過降低感知融合系統的延遲性，來提升自駕系統修正車輛行駛軌跡之速度，則能更增進此階段自駕車於高速公路行駛之可能性與安全性。

而雖從圖 4-2 中可看到其餘十三項之評估準則權重較無明顯差距，但仍可看出專家們認為在強化車聯網系統資安韌性方面，現階段應以「遵循國際車輛網路安全標準」為主，再以「加強車輛網路系統資安防護措施」為輔。其係因等級三、四之自駕車在現階段尚屬創新技術，因此專家們認為比起強化車輛網路系統資安防護措施，加強監督並稽核提供所有自駕車軟硬體之製造商和供應商的

產品設計流程符合國際車輛網路安全標準是更為重要之事項；在落實數位基礎設施建置方面，現階段應以「建置高效通信網路」和「改善和數位化道路基礎設施」為優先執行之事項。因此二項皆可為等級三、四之自駕車提供更舒適的行車環境，且透過高效通信網路的建置，來促進車輛與車輛、車輛與其他設備間的資訊交流，能彌補等級三、四自駕系統的不足之處，以提升自駕車整體的使用效能；而在提升公眾接受度方面，則因第一階段開放之自駕車仍非完全自動化駕駛，在部份情況仍有人為介入之需求，故以「訂定自駕技術的使用規範」為優先事項，以確保民眾能夠正確啟用自駕系統，及清楚了解使用過程中所需擔負之責任與義務。

4.2.2 問卷第二部分相對權重分析結果

第二部分問卷係以我國政府未來開放「等級五」之商轉自駕車於高速公路行駛為目標，以下簡稱此目標為「第二階段」。而本小節綜合全部專家填答第二部份問卷之結果進行分析，此部分完整之構面權重、評估準則權重和整體層級相對權重分析結果，可參考附錄三之全部專家整體層級相對權重表。

一、四大構面相對權重分析結果

由圖 4-3 之四大構面權重值可看到，受訪專家們認為我國未來要實現第二階段目標，此四大項目的重要度排序同為「確保自駕技術的安全性」(51.9%)，而其他三大構面的重要度排序亦為「落實數位基礎設施建置」(23.2%) > 「強化車聯網系統資安韌性」(16.5%) > 「提升公眾接受度」(8.4%)。

然從圖中亦可看到，第二階段之四大構面權重與第一階段相比，「確保自駕技術的安全性」的重要度已略有下滑，而「落實數位基礎設施建置」和「強化車聯網系統資安韌性」則皆有微幅的上升，在「提升公眾接受度」方面則較無明顯差異。由此權重變化可知，專家們認為在「依序」開放等級三至等級五

之商轉自駕車於高速公路行駛之過程，「確保自駕技術安全性」的重要度會逐漸下降，其係因為自駕技術發展已逐漸成熟，自駕系統在應付各種路況上應會更加游刃有餘，但仍應在確保自駕系統可安全應用於高速公路的前提下，將發展重心逐漸轉移至「數位化或智慧化道路基礎設施的建置」，及「車聯網系統資安防護的加強」，以藉此促進開放等級五之自駕車於高速公路行駛之可能與發展。而在「提升公眾接受度」方面，根據部分受訪專家的反饋，他們認為現今技術至多僅能打造到等級四之自駕車，對於等級五自駕車之未來想像過於遙遠且遐想空間過大，故在提升公眾接受度方面無足夠的經驗可作為參考，因此較無實質有用之建議可提供，由圖 4-3 亦可看到在第一階段與第二階段「提升公眾接受度」之構面權重近乎無差距存在。

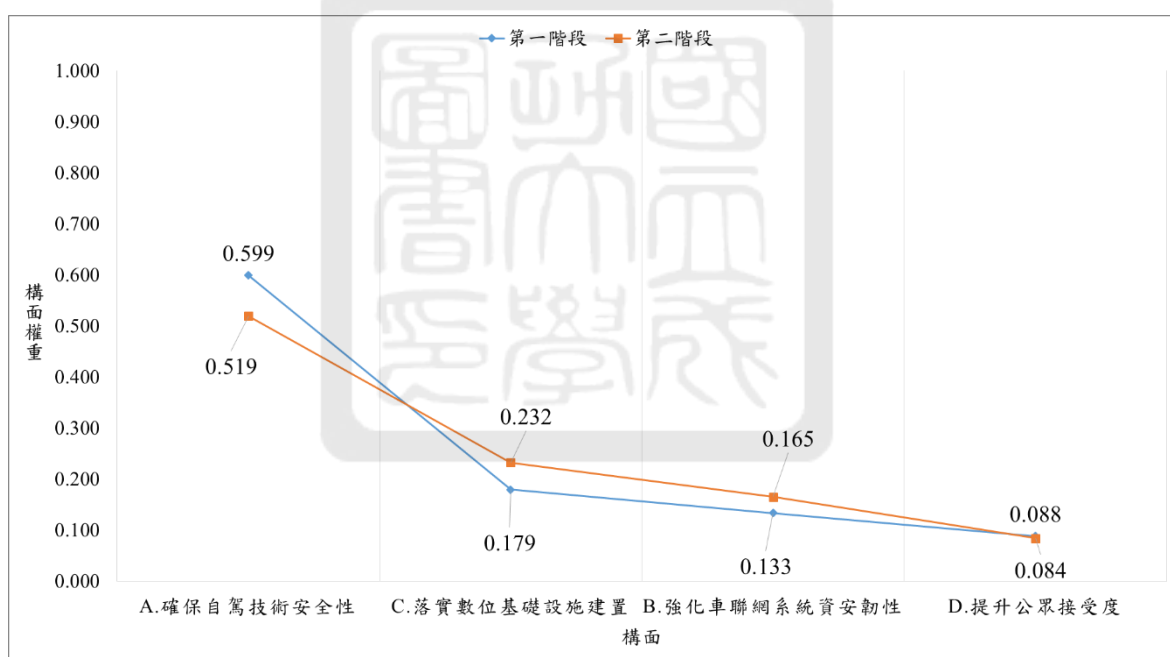


圖 4-3 第一階段與第二階段之四大構面相對權重折線圖

二、整體層級之評估準則相對權重分析結果

整合問卷第二部分構面與構面下之評估準則相對權重後，最後之整體層級評估準則相對權重分析結果如圖 4-4 所示。此十六項評估準則之重要度排名依序為「A1.車輛環周資料蒐集的完整性」(14.1%)、「A2.低延遲的感知融合系統」

(13.6%)、「A4.優良的決策控制系統」(13.3%)、「C1.高可靠且低延遲的通信網路」(11.1%)、「B1.加強車聯網系統資安防護措施」(8.2%)、「A5.即時且有效的備援機制」(6.5%)、「B2.遵循國際車輛網路安全標準」(5.9%)、「C3.遠程路況資訊警告系統」(4.9%)、「C4.道路設施改善與數位化」(4.8%)、「A3.精確的圖資定位系統」(4.3%)、「D4.完善自駕車法律責任歸屬」(3.1%)、「D2.訂定自駕技術的使用規範」(2.7%)、「C2.自動駕駛車輛專用車道」(2.4%)、「B3.個人資料應用安全把關」(2.4%)、「D1.提高民眾對自駕技術的正確認知」(1.3%)、「D3.加強自駕車事故緊急應變措施」(1.2%)。

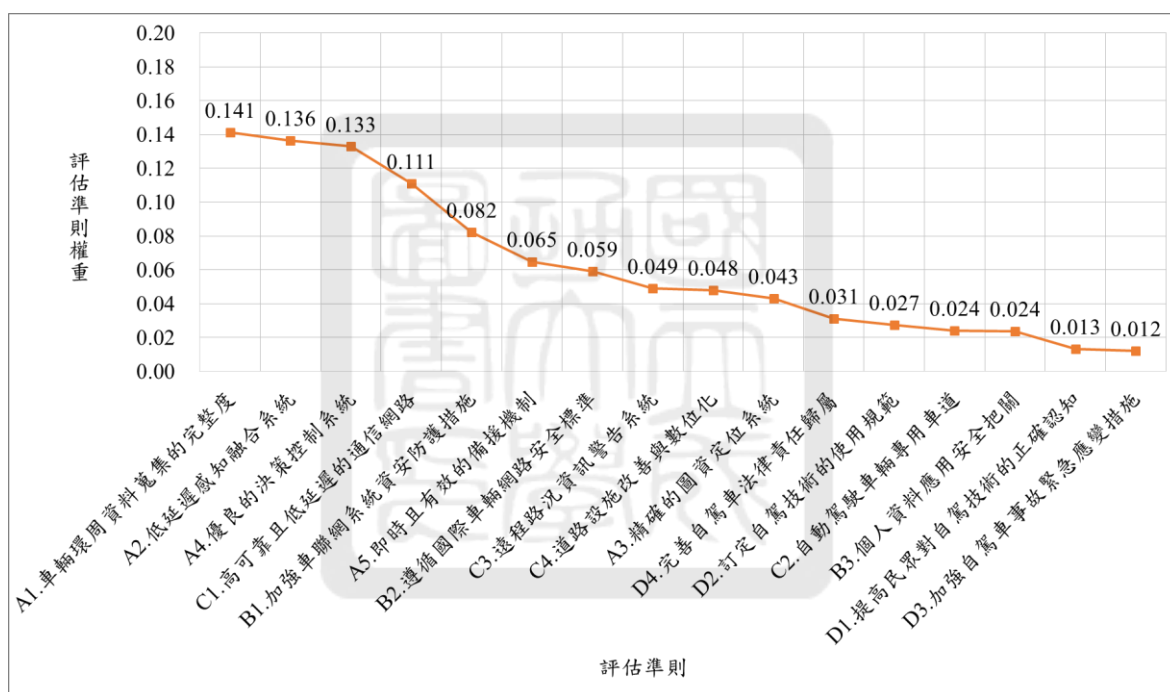


圖 4-4 第二階段之整體層級評估準則相對權重折線圖

由圖 4-4 可看出，專家們認為要實現第二階段目標，排名前三重要的評估準則仍為「車輛環周資料蒐集的完整度」、「低延遲的感知融合系統」、「優良的決策控制系統」，但與第一階段相比，此三者的重要性在第二階段已趨近同等重要，且「低延遲的感知融合系統」重要度在未來將超越「優良的決策控制系統」，此可能係因專家們認為等級五之自駕車為完全自駕，其無論遇到何種情

況都應由自駕系統來完成所有動態駕駛任務，故在辨識車輛環周資訊能力上，應達到和人類駕駛眼睛一樣精確且快速的水準，以促進完全自駕之可能性。且從圖 4-4 亦可看到，第二階段的十六項評估準則整體曲線已較圖 4-2 更為平滑，無似第一階段十六項評估準則中之重要度有明顯斷層，故由此可知，專家們認為要實現第二階段目標，不僅需以整體行車安全為主要考量，且自駕技術的研發上需有所突破外，更應平均發展自駕技術、智慧化道路基礎設施與資安防護等重要事項。

而由圖 4-4 可看到，專家們認為於第一階段往第二階段邁進的過程中，未來在落實數位基礎設施建置方面與第一階段相同，應皆以「建置高效通信網路」最為關鍵，但重要度已從第一階段之第六名上升至第四名，且在強化車聯網系統資安韌性方面，需更注重「加強車聯網系統資安防護措施」勝過於「遵循國際車輛安全網路標準」。其可能係因專家們認為欲達到完全自動化車輛於高速公路行駛，車輛與車輛、車輛與其他設備間的資訊交流必不可少，故在建置高效通信網路的同時，強化車聯網系統資安防護措施的重要度亦有所提升。而在提升公眾接受度方面，則以「完善自駕車法律責任歸屬」為首要發展事項，其可能係因等級五之自駕車無論在何種情況下，皆仰賴自駕系統來完成所有動態駕駛任務之決策及控制，故若發生事故時應如何判別事故是否為自駕系統的設計瑕疵或其他因素引起，及後續相關的肇事責任歸屬問題，皆是第二階段來臨前，需審慎思考且有待處理之議題。

三、全部專家對實現第一階段與第二階段目標之決策差異分析

為更清楚看出專家們對達成第一階段與第二階段目標之決策差異，本研究將問卷第一部分與第二部分之評估準則權重整合如圖 4-5 所示。從圖中可看到，專家們認為在第二階段的十六項評估準則中，與第一階段相比，重要度有明顯上升的為「建置高效通信網路」和「加強車聯網系統資安防護措施」，顯見未來

建立起完整車聯網系統和資通平台之高度重要性，此二者亦將成為我國未來實現第二階段目標之關鍵要素。

而根據填答問卷專家的反饋可知，專家們認為第一階段之自駕車，在緊急情況時可人為介入，因此可著重於系統開發、資料蒐集、設施建置、民眾認知等做為優先發展項目，而當達到第二階段時，則可進一步以資料傳輸、通信網路、資訊安全、法律訂定等為考量。故從圖 4-5 亦可看到，與第一階段相比，在第二階段重要度略為上升的有「降低感知融合系統的延遲性」、「建置遠程路況資訊警告系統」、「完善自駕車法律責任歸屬」、「個人資料應用安全把關」；重要度有明顯下降的有「提升車輛環周資料蒐集的完整度」、「提升決策控制系統的優良性」；重要度略為下降的則有「設計即時且有效的備援機制」、「遵循國際車輛網路安全標準」、「改善與數位化道路基礎設施」、「建立精確的圖資定位系統」、「訂定自駕技術使用規範」、「建置自駕車專用道」、「提高民對自駕技術的正確認知」、「加強自駕車事故緊急應變措施」。

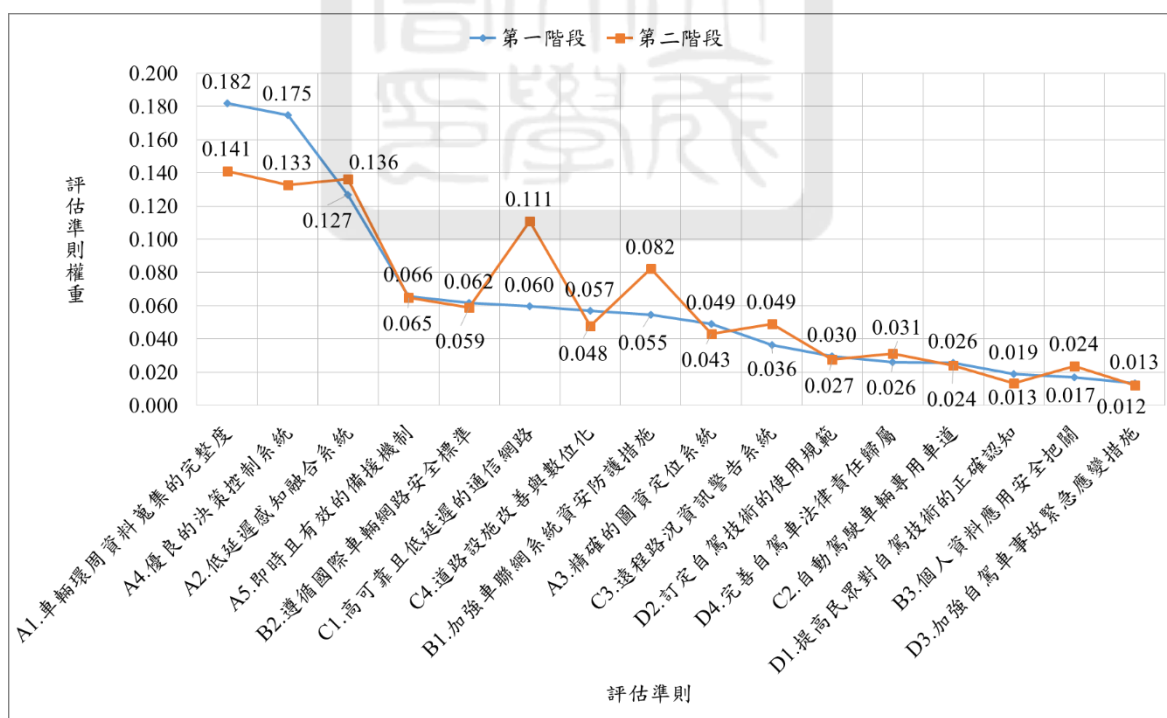


圖 4-5 第一階段與第二階段之整體層級評估準則相對權重折線圖

4.3 各界專家群之決策差異分析

4.2 節透過彙整所有接受本研究調查專家之意見，探討專家們對「我國未來依序開放等級三至五之商轉自駕車於高速公路行駛」之重要因素及其優先次序，以作為我國未來於高速公路推動自駕車發展之參考。而為深入了解產官學研各界專家群在我國未來於高速公路推動自駕車發展之決策差異，本節將分為 4.3.1 節問卷第一部分各界專家群之分析結果，與 4.3.2 節問卷第二部分各界專家群之分析結果進行探討與說明，以找出各界專家群於自駕車不同發展階段所重視之事項。有關產官學研四個專家群的四大構面、構面下十六項評估準則和整體層級評估準則之完整權重結果，可參考附錄二及附錄三之相關產業、政府機關、學術機構、研究機構專家群整體層級相對權重表。

4.3.1 問卷第一部分決策差異分析

一、四大構面決策差異分析

從圖 4-6 可看到，產官學研四界專家群，對實現第一階段目標之四大構面重視程度不盡相同，但他們都將「確保自駕技術安全性」視為最重要的關鍵，且重要度皆高達 50% 以上，其中又以政府機關最為重視此項目之發展，其次為研究機構，第三為學術機構，最後才為自駕技術的相關產業。而從此折線圖亦可看出產業界專家群與其他三個專家群相比有較明顯的決策差異存在，如在「落實數位基礎設施建置」方面，產業界對其的重視度高達 28.4%，研究機構有 16.9%，學術機構有 16.1%，政府機關則為 12.3%。由第一部分之問卷分析結果顯見，我國政府與產業界對第一階段目標達成前須克服的挑戰與困難，存在一定程度的意向分歧。

而根據問卷調查的專家回饋意見可知，產業界的專家群認為要推動自駕車於高速公路發展，車輛自駕技術與數位道路基礎設施乃是相輔相成的角色，如

過度重視車輛自駕技術的成熟度發展，可能會有礙於自駕車商轉落地的進程。但政府機關則認為自駕車要落地測試或運行的先決條件，必須能夠確保自駕技術具有足夠的安全性和穩定性，以避免不必要的意外發生，徒增社會成本。因此在實現第一階段目標前，我國政府要如何與產業界達到一定程度的共識，為促進我國自駕車發展之未來願景共同努力，亦是現階段尤為重要之課題。

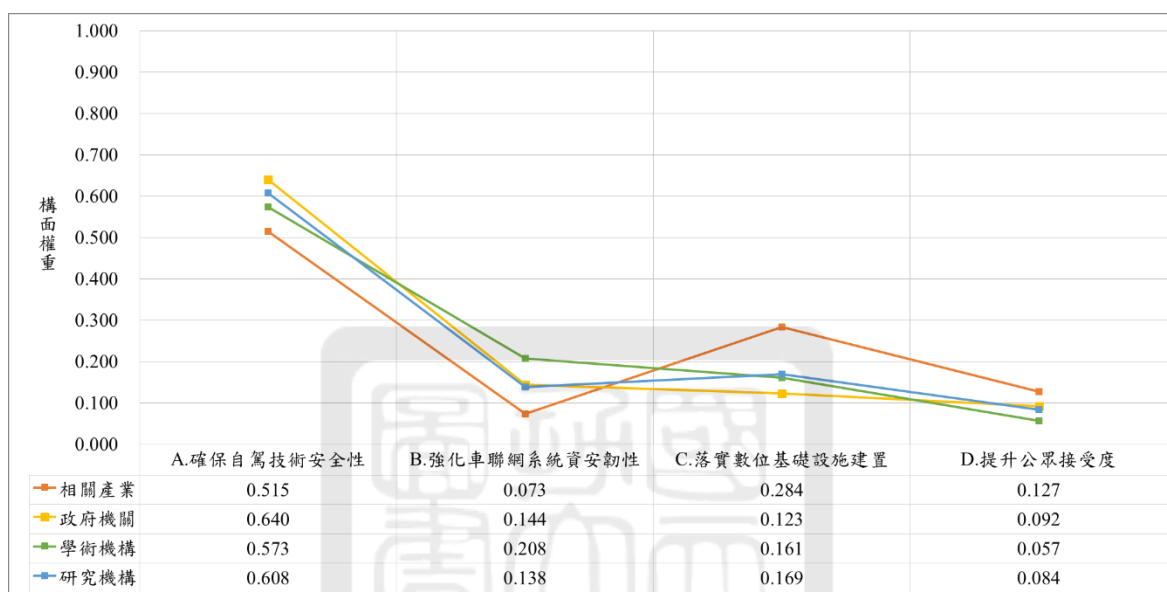


圖 4-6 各界專家之四大構面相對權重折線圖（第一階段）

二、整體層級之評估準則決策差異分析

從圖 4-6 之分析結果即可看到，產官學研之四界專家皆將自駕技術的安全性視為未來能否實現第一階段目標的關鍵要素，而為更清楚了解各界專家對達成每一構面所重視之策略方案，本研究將四界專家之整體層級評估準則權重整理如表 4-4 所示。

從表 4-4 可看到，產業界的專家群認為，要確保等級三、四自駕系統的安全性，應首重於自駕系統的感知融合技術，其原因在於要提升車輛環境周圍資訊蒐集的完整度，不僅會增加車輛感測器裝設數量，亦需要多種感測器做搭配，因此對感知融合系統的演算法、運算能力和功耗表現等，都需要有更高的要求，

且感測器的配置，亦會因車輛適用的道路情境不同（如高速公路、市區街道等）而有所變化，因此持續提升感知融合系統的能力，才能有效改善自駕效能。而產業界的專家們亦認為，現階段要落實數位基礎設施的建置，首先要以道路設施的改善和數位化為主，因臺灣目前的道路主要係以符合人類駕駛需求做為設計，為自駕車打造更乾淨、整齊和智慧化的道路，才能有效促進自駕車在我國高速公路之發展，且若能在高速公路上提供自駕車專屬之道路，會更有助自駕車落地應用之可能，因其能有效降低自駕車與傳統車輛之車流衝突。此外，產業界專家們亦認為自駕車要達到商業化量產階段，符合國際對車輛的安全檢驗標準亦是不可或缺的要件。

政府機關的專家群認為此十六項評估準則的重要度排序，排名一至五名全為構面 A 之評估準則，而其中「優良的決策控制系統」更是以 25.2% 的比例奪得第一，其可能係因政府機關的專家群比起產業界的專家群，更注重自駕系統能否依照我國的交通法規執行動態駕駛任務，其後才是其他如何提升自駕系統安全性與穩定性的相關事項。且比起產業界的專家群，政府機關更重視資訊安全防護之問題，其後才是落實道路設施的改善與數位化，在前述相關產業的評估準則分析結果說明即可看到，產業界專家群認為要達到「等級三、四」自駕車行駛於高速公路之目標，應以改善道路基礎設施為主要項目，但政府機關則認為，建置高效的通信網路才是此構面的首要事項，且「建置自動駕駛車輛專用道」為此十六項評估準則中最不重要的事項。

學術機構的專家群認為，等級三、四之自駕系統在緊急情況時，仍可藉由人為介入來保障行車安全，因此此階段應著重在系統的開發與資料的蒐集，故學術機構認為先提高車輛環周資料蒐集的完整度，可確保決策控制系統做出更準確的決策，再精進感知融合系統的運算能力等，是開發自駕系統的主要優先順序。而根據圖 4-6 可看到，學術機構的專家群與政府機關的專家群認為的四

大構面重要發展順序是相同的，僅為程度上之差異，而從此十六項之評估準則重要度排序亦可看出，學術機構的專家群重視資安防護措施的加強，和重視個人資料之安全應用更甚於政府機關。

研究機構專家群同樣與產業界專家群認為自駕技術與智慧道路的發展要齊頭並進，但在落實基礎設施改善和數位化方面，則是與政府機關和學術機構一樣，認為應優先發展的事項為「建置高效的通信網路」，並「強化車聯網系統的資安韌性」後，才為「道路基礎設施改善與數位化」、「建置自駕車專用道」等。在提升公眾接受度方面，研究機構則與政府機關和學術機構相同，都認為應先「訂定自駕技術的使用規範」，但在「完善自駕車法律責任歸屬」、「提高民眾對自駕技術的正確認知」和「加強自駕車事故緊急應變措施」的重要度排序則與學術機構相同，故從表 4-3 可知研究機構專家群與產業界、政府機關和學術機構所認為之重要度排序皆有異同之處。

總結上述可知，要實現第一階段之目標，以政府機關和學術機構的意見最為接近，但政府機關和產業界的想法差距最大，而研究機構則是介於學術機構和產業界之間。如產業界認為現階段應以精進自駕車的感知融合系統為主；政府機關認為決策控制系統的正確性，才為開放自駕車於高速公路行駛之關鍵；學術和研究機構則認為，提升自駕系統蒐集車輛環境周圍資料的完整度，才是現階段的重要發展事項。在「落實數位基礎設施建置」方面，除產業界認為現階段應優先「加強道路設施改善和數位化」外，其他單位皆認為現階段應加強的事項為「建置高效的通信網路」。在「強化車聯網系統資安韌性」方面，除產業界認為要達到第一階段目標，「遵循國際車輛安全網路標準」之重要度遠勝於「加強車聯網系統資安防護措施」外，其他單位皆認為此二事項之重要度接近同等重要。在「提升公眾接受度」方面，除產業界認為「完善自駕車法律責任歸屬」最為重要外，其他單位皆認為「訂定自駕技術的使用規範」更為重要。

表 4-4 各界專家之整體層級評估準則相對權重排序表（第一階段）

排序	相關產業		政府機關		學術機構		研究機構	
	評估準則	權重	評估準則	權重	評估準則	權重	評估準則	權重
1	A2.低延遲的感知融合系統	0.199	A4.優良的決策控制系統	0.252	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.238	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.179
2	C4.道路設施改善與數位化	0.138	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.157	A4.優良的決策控制系統	0.146	A4.優良的決策控制系統	0.168
3	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.121	A2.低延遲的感知融合系統	0.079	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.114	A2.低延遲的感知融合系統	0.159
4	A4.優良的決策控制系統	0.111	A3.精確的圖資定位系統	0.076	A5.即時且有效的備援機制	0.083	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.076
5	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.064	A5.即時且有效的備援機制	0.076	A2.低延遲的感知融合系統	0.079	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.066
6	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.051	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.067	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.060	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.056
7	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.048	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.058	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.056	A3.精確的圖資定位系統	0.055
8	A5.即時且有效的備援機制	0.047	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.050	C3.遠程路況資訊警告系統	0.054	A5.即時且有效的備援機制	0.046
9	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.041	C4.道路設施改善與數位化	0.045	B3.個人資料應用安全把關	0.035	C4.道路設施改善與數位化	0.034
10	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.041	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.037	C4.道路設施改善與數位化	0.033	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.032
11	C3.遠程路況資訊警告系統	0.041	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.023	A3.精確的圖資定位系統	0.028	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.027
12	A3.精確的圖資定位系統	0.037	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.022	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.023	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.027
13	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.026	C3.遠程路況資訊警告系統	0.021	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.018	C3.遠程路況資訊警告系統	0.026
14	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.016	B3.個人資料應用安全把關	0.019	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.014	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.017
15	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.013	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.011	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.013	B3.個人資料應用安全把關	0.016
16	B3.個人資料應用安全把關	0.006	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.008	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.007	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.013

4.3.2 問卷第二部分決策差異分析

一、四大構面決策差異分析

從圖 4-7 可看到，產官學研四界專家群對實現第二階段目標之決策結果，以政府機關和學術機構最為相近，而相關產業和研究機構的想法則較為相似。其中又以政府機關最為重視自駕技術在未來的發展和車聯網系統資安韌性的強化，且產業界和研究機構對道路基礎設施數位化的重視度在第二階段幾乎達到了同等重要的程度，在提升公眾接受度方面則以產業界最為重視。

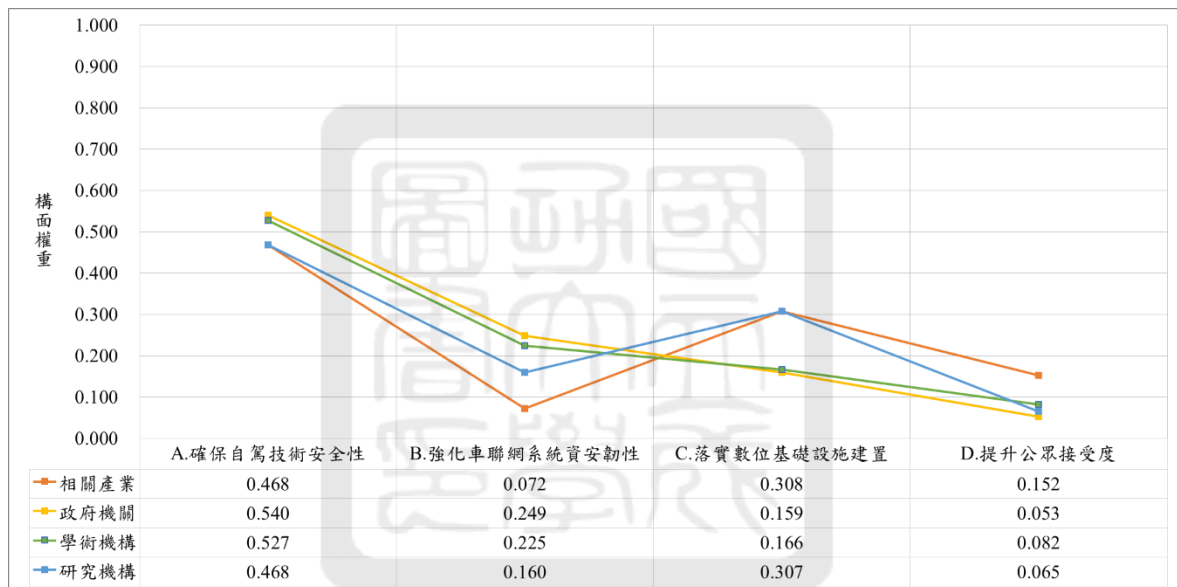


圖 4-7 各界專家之四大構面相對權重折線圖（第二階段）

而從表 4-5 可更清楚看到，產業界認為在第二階段重要度上升的有「落實數位基礎設施建置」和「提升公眾接受度」，而政府機關、學術機構和研究機構認為重要度上升的皆為「強化車聯網系統資安韌性」和「落實數位基礎設施建置」。由此可知在第二階段，多數專家認為藉由智慧基礎設施的建置，能更促進我國達成第二階段之目標，此亦為我國未來自駕車發展的重要關鍵。且根據後續的整體層級評估準則分析結果可看到，專家們重視的基礎設施發展多為建置高效通信網路，故而強化聯網系統的資安韌性，也成了此階段十分重要的事項。

表 4-5 第一階段與第二階段之四大構面權重變化表

構面	相關產業			政府機關			學術機構			研究機構		
	一階	二階	差距	一階	二階	差距	一階	二階	差距	一階	二階	差距
A. 確保自駕技術安全性	0.515	0.468	-0.047	0.640	0.540	-0.100	0.573	0.527	-0.046	0.608	0.468	-0.140
B. 強化車聯網系統資安韌性	0.073	0.072	-0.001	0.144	0.249	+0.105	0.208	0.225	+0.017	0.138	0.160	+0.022
C. 落實數位基礎設施建置	0.284	0.308	+0.024	0.123	0.159	+0.036	0.161	0.166	+0.005	0.169	0.307	+0.138
D. 提升公眾接受度	0.127	0.152	+0.025	0.092	0.053	-0.039	0.057	0.082	+0.025	0.084	0.065	-0.019

二、整體層級之評估準則決策差異分析

在圖 4-7 可看到四界專家中分別以「政府機關和學術機構」及「相關產業和研究機構」對四大構面的重視度最為接近。為更詳細了解不同專家群，對第二階段四大構面下十六項評估準則的重視程度，本研究分別整理了相關產業、政府機關、學術機構和研究機構在第一階段和第二階段的整體層級評估準則相對權重折線圖，如圖 4-8 至 4-11 所示。

從圖 4-8 可看到，產業界的專家群對實現第一階段和第二階段目標的關鍵要素重視度差異較小，在第二階段重要度有較顯著上升的評估準則有「完善自駕車法律責任歸屬」、「車輛環周資料蒐集的完整度」、「道路設施改善和數位化」和「建置高效的通信網路」；重要度有明顯下降的為「低延遲的感知融合系統」；其餘準則在第二階段之重要度與第一階段相比近乎相同。

從圖 4-9 可看到，政府機關認為與第一階段相比，在實現第二階段目標重要度有顯著上升的評估準則為「低延遲的感知融合系統」、「加強車聯網系統資安防護措施」、「建置高效的通信網路」；重要度微幅上升的有「建置遠程路況資訊警告系統」和「個人資料應用安全把關」；重要度有較明顯下降的為「優良的決策控制系統」、「車輛環周資料蒐集的完整度」、「精確的圖資定位系統」、「道

路設施的改善與數位化」；其餘準則在第二階段之重要度相對第一階段則皆有較小幅的下降。

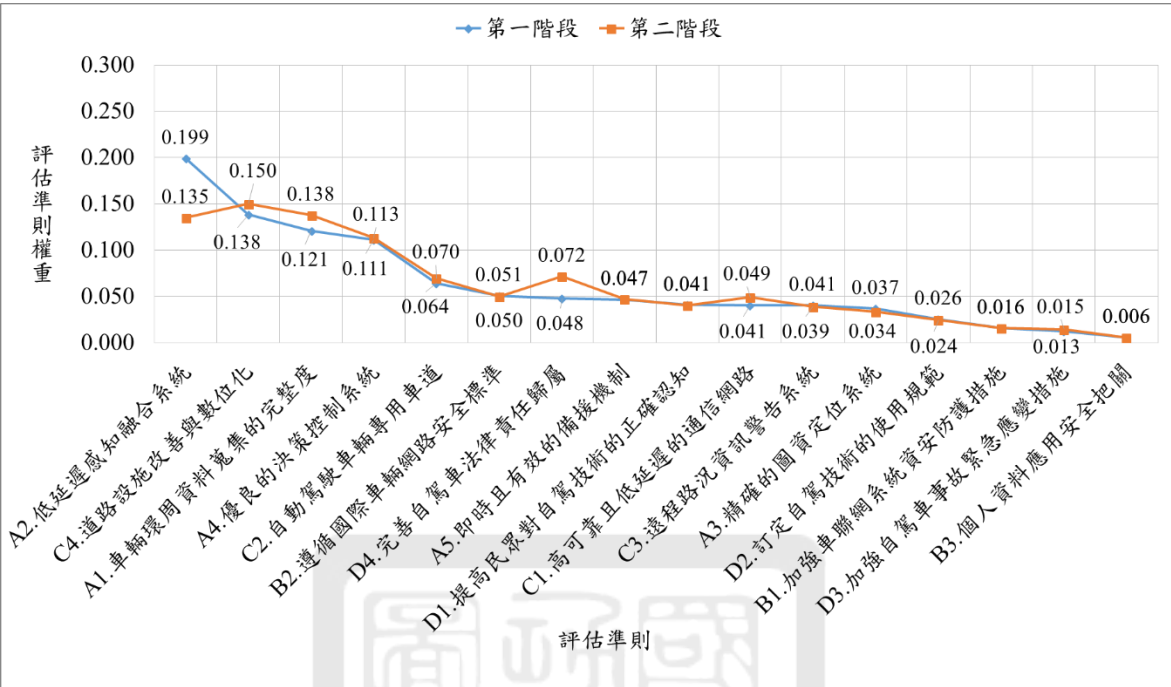


圖 4-8 相關產業之整體層級評估準則相對權重折線圖

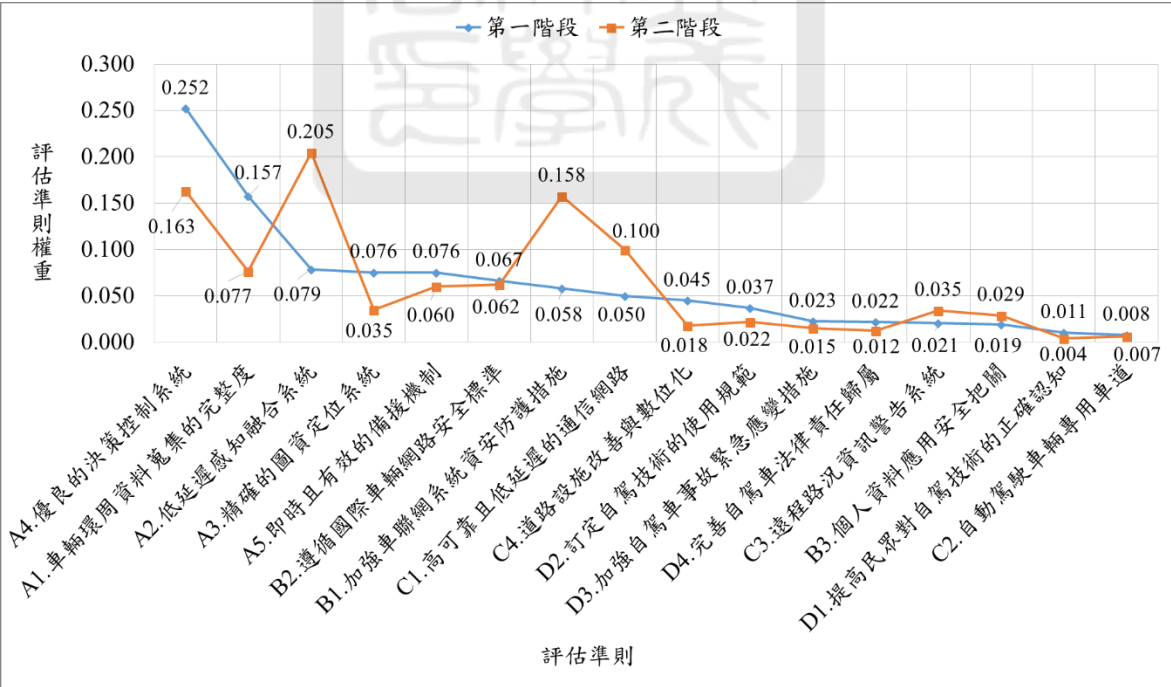


圖 4-9 政府機關之整體層級評估準則相對權重折線圖

從圖 4-10 可看到，學術機構認為與第一階段相比，在實現第二階段目標重要度有顯著上升的評估準則為「建置高效的通信網路」；重要度微幅上升的有「加強車聯網系統資安防護措施」、「即時且有效的備援機制」、「精確的圖資定位系統」、「訂定自駕技術的使用規範」、「完善自駕車法律責任歸屬」和「個人資料應用安全把關」；重要度有較明顯下降的為「車輛環周資料蒐集的完整度」、「優良的決策控制系統」、「建置遠程路況資訊警告系統」等；其餘準則在第二階段之重要度相對第一階段則皆有較微幅的下降。

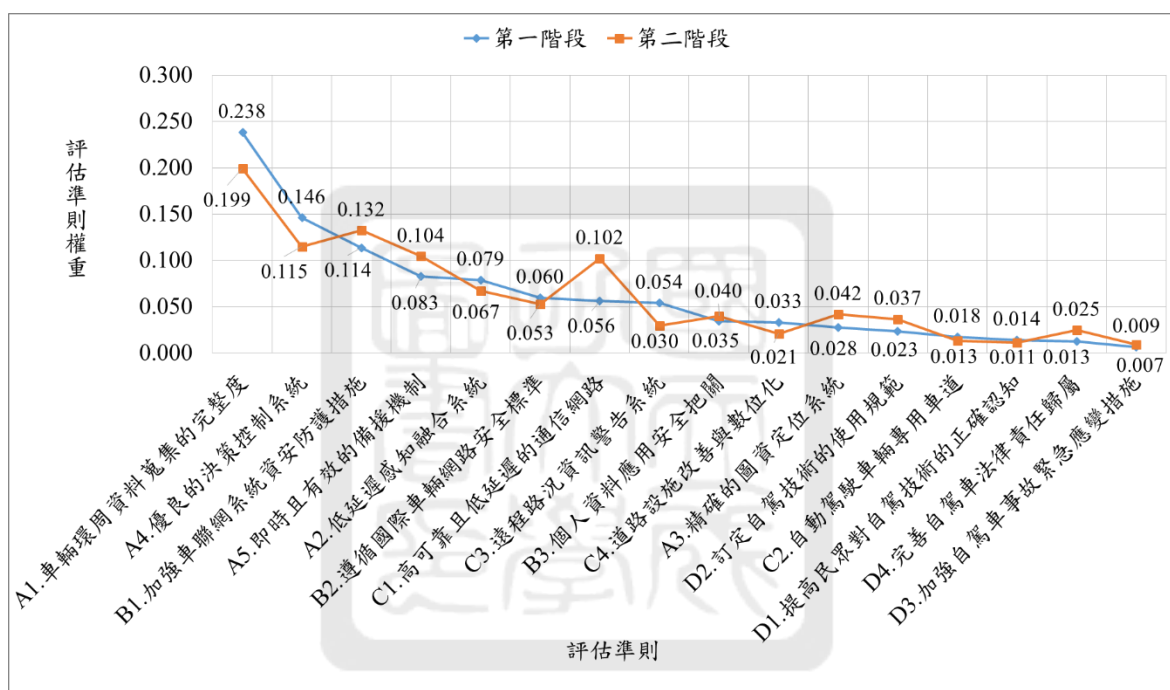


圖 4-10 學術機構之整體層級評估準則相對權重折線圖

從圖 4-11 可看到，研究機構認為實現第二階段目標之評估準則相較第一階段有顯著上升的為「建置高效的通信網路」和「建置遠程路況資訊警告系統」；微幅上升的有「加強車聯網系統資安防護措施」、「道路設施改善與數位化」、「個人資料應用安全把關」和「完善自駕車法律責任歸屬」；較明顯下降的為「車輛環周資料蒐集的完整度」、「優良的決策控制系統」、「低延遲的感知融合系統」等；其餘準則在第二階段之重要度相對第一階段則皆有較微幅的下降。

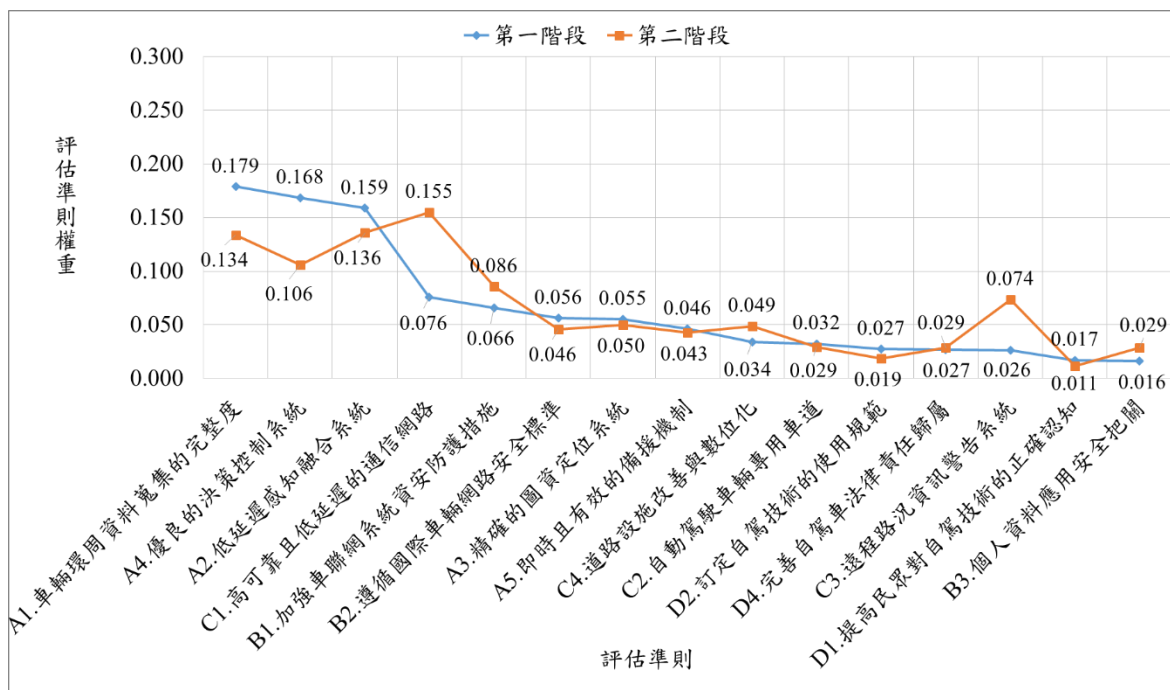


圖 4-11 研究機構之整體層級評估準則相對權重折線圖

藉由圖 4-8 至圖 4-11 的分析結果可知，產官學研四界專家一致認為在第二階段重要度有提高的評估準則僅有「建置高效且可靠的通信網路」；而官學研三界專家則認為在第二階段重要度有提高的評估準則有「加強車聯網系統資安防護措施」和「個人資料應用安全把關」；產研二界對「道路設施的改善與數位化」、產學二界對「完善自駕車法律責任歸屬」和政研二界對「建置遠程路況資訊警告系統」在實現第二階段的重視度則皆有所提升。

由表 4-6 則可看到，政府機關、學術機構和研究機構排名前八項的關鍵要素多與自駕技術相關，在「落實數位基礎設施」和「強化車聯網系統資安韌性」方面，則將「建置高效且可靠的通信網路」、「加強車聯網系統資安防護措施」和「遵循國際車輛網路安全標準」視為實現第二階段最為重要的關鍵要素；然產業界則認為「道路設施的改善與數位化」為未來須優先執行的事項，且重視「自駕車法律責任歸屬」問題更甚於其他三界專家，且較不重視「車聯網系統資安防護」問題，由此顯見產業界與其他三個專家群的決策差異最為明顯。

表 4-6 各界專家之整體層級評估準則相對權重排序表（第二階段）

排序	相關產業		政府機關		學術機構		研究機構	
	評估準則	權重	評估準則	權重	評估準則	權重	評估準則	權重
1	C4.道路設施改善與數位化	0.150	A2.低延遲感知融合系統	0.205	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.199	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.155
2	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.138	A4.優良的決策控制系統	0.163	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.132	A2.低延遲感知融合系統	0.136
3	A2.低延遲感知融合系統	0.135	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.158	A4.優良的決策控制系統	0.115	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.134
4	A4.優良的決策控制系統	0.113	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.100	A5.即時且有效的備援機制	0.104	A4.優良的決策控制系統	0.106
5	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.072	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.077	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.102	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.086
6	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.070	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.062	A2.低延遲感知融合系統	0.067	C3.遠程路況資訊警告系統	0.074
7	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.050	A5.即時且有效的備援機制	0.060	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.053	A3.精確的圖資定位系統	0.050
8	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.049	A3.精確的圖資定位系統	0.035	A3.精確的圖資定位系統	0.042	C4.道路設施改善與數位化	0.049
9	A5.即時且有效的備援機制	0.047	C3.遠程路況資訊警告系統	0.035	B3.個人資料應用安全把關	0.040	B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.046
10	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.041	B3.個人資料應用安全把關	0.029	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.037	A5.即時且有效的備援機制	0.043
11	C3.遠程路況資訊警告系統	0.039	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.022	C3.遠程路況資訊警告系統	0.030	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.029
12	A3.精確的圖資定位系統	0.034	C4.道路設施改善與數位化	0.018	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.025	B3.個人資料應用安全把關	0.029
13	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.024	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.015	C4.道路設施改善與數位化	0.021	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.029
14	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.016	D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.012	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.013	D2.訂定自駕技術的使用規範	0.019
15	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.015	C2.自動駕駛車輛專用車道	0.007	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.011	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.011
16	B3.個人資料應用安全把關	0.006	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.004	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.009	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.006

4.4 小結

本研究將問卷內容分為二部分進行調查，以探討我國各自駕車發展階段之關鍵要素；而為更清楚了解不同利害關係人對各自駕車發展階段所重視事項之差異，本研究將調查對象分為來自不同領域之相關產業、政府機關、研究機構和學術機構專家，以分析產官學研四界專家群對「促進我國自駕車於高速公路發展」之決策差異。故本節就 4.2 節和 4.3 節之分析內容，統整說明如下：

一、「開放等級三、四商轉自駕車行駛於高速公路」之關鍵要素

1. 綜合全部專家意見可知，現階段我國應優先著重於自駕技術的開發，以確保自駕車行駛的安全性；其次為完善我國適用於自駕車之道路基礎設施；第三為強化車聯網系統的資安韌性；第四為提升我國民眾對自駕車的接受度。
2. 在「確保自駕技術安全性」方面，專家們認為現階段我國應以提升自駕系統蒐集車輛環周資訊的完整度為第一優先項目，並持續優化自駕車的決策控制系統，以確保自駕車能依我國交通法規行駛於高速公路，且透過降低感知融合系統的延遲性，來增進車輛修正行駛軌跡之速度與正確性，可促進自駕車於高速公路行駛之安全性，故在十六項評估準則中「車輛環周資料蒐集的完整度」、「優良的決策控制系統」、「低延遲的感知融合系統」成為實現自駕車第一階段發展目標的三大關鍵要素。
3. 在「落實數位基礎設施建置」方面，專家們認為要達成此階段目標，應優先建置高效且可靠的通信網路，其次為改善道路基礎設施現況，如更改高速公路上基礎設施的製造材質、基礎設施資訊數位化等。建置遠程路況資訊警告系統和自駕車專用道，則非專家們認為現階段或我國發展自駕車過程中的必要項目。

4. 在「強化車聯網系統資安韌性」方面，因本研究架構之總目標為開放商轉自駕車行駛於高速公路，故專家們認為商業化販售或量產之自駕車，須以遵循國際車輛網路安全標準為第一要項，其次為加強我國對車聯網系統的資安防護措施。而可能因較前期之自駕車發展階段，車聯網系統尚未建置完全，故專家們對個人資料應用安全把關的重視度較低。
5. 在「提升公眾接受度」方面，該構面下的四項評估準則重要度排序皆落在了十六項評估準則中的後半部，但仍可看出此四項準則的優先順序為訂定自駕技術的使用規範、完善自駕車法律責任歸屬、提高民眾對自駕技術的正確認知、加強自駕車事故緊急應變措施。由此可知專家們認為透過法律的規範性和強制性，可有效提升民眾對自駕技術的認知，和啟用自駕系統應負的責任與義務。

二、「開放等級五商轉自駕車行駛於高速公路」之關鍵要素

1. 綜合全部專家意見可知，未來我國仍應持續著重於自駕技術的開發，以達成第二階段之目標；除此之外，在建置自駕車適用之道路基礎設施，和強化車聯網系統的資安韌性方面，亦需延續上一階段之成果再進一步擴大部署範圍，以為等級五自駕車提供更智慧且舒適的行車環境。
2. 在「確保自駕技術安全性」方面，未來除應繼續提升自駕系統蒐集車輛周圍資訊的完整度外，在感知融合系統方面則需有更多的突破，以將異質感測器的效用發揮至最大，並實現等級五自駕車於高速公路行駛之可能性，且「降低感知融合系統的延遲性」為該構面下的評估準則中，在第二階段重要度唯一有所提升的事項，其亦為該階段十六項準則中，綜合排名第二的關鍵要素。
3. 在「落實數位基礎設施建置」方面，未來除可持續增加高效通信網路的部署範圍，以促進等級五自駕車與其他設備或裝置間之交流外，於高速公路

上建置遠程路況資訊警告系統，以提前警示車輛前方道路之特殊狀況，亦是專家們認為未來可有效提升完全自駕安全性與可能性之關鍵要素。

4. 在「強化車聯網系統資安韌性」方面，當自駕系統已發展至等級五階段，且欲透過車聯網系統來提升自駕系統的使用安全性，若車聯網系統在我國道路達到一定密度時，加強車聯網系統的資安防護措施亦會成為我國未來極為重要的發展事項，故而在此階段落實資通平台的建置及資安防護措施的加強，以避免受有心人士之攻擊而導致國安問題發生，並保障民眾使用自駕車之安全性，成為了該階段綜合排名第五的關鍵要素，且此項重要度相比第一階段，在第二階段得到顯著提升。
5. 在「提升公眾接受度」方面，因等級五自駕車論在何種情況下，皆由自駕系統來完成車輛控制，故在此階段來臨前，「完善自駕車的法律責任歸屬」成為比「訂定自駕技術使用規範」更為重要之事項，以減少事故發生時之責任歸屬爭議。

三、各界專家之決策差異

1. 儘管相關產業、政府機關、學術機構和研究機構，在自駕車發展第一階段和第二階段所重視的開發項目不完全相同，但所有專家群皆一致認為，在此二階段，皆以「確保自駕技術的安全性」為達成各階段目標之關鍵要素，且都以「車輛環周資料蒐集的完整度」、「低延遲的感知融合系統」、「優良的決策控制系統」為前五大評估準則中的重點發展事項。
2. 由構面來看，在圖 4-6 可發現在第一階段，以相關產業與政府機關對「確保自駕技術安全性」和「落實數位基礎設施建置」，及相關產業與學術機構對「強化車聯網系統資安韌性」和「提升公眾接受度」之重視程度差異最大。而從圖 4-7 可發現在第二階段，皆以相關產業與政府機關對此四大構面的重視程度差異最大。且產業界無論在第一階段或第二階段，皆重視「道

路基礎設施改善」與「提升民眾接受度」更甚於其他三個專家群，且與其他三個專家群相比，最不重視「車聯網系統資安防護」問題。

3. 由整體層級的評估準則權重來看，可發現產業界與其他三個專家群的意見最為不同，其差異整理如下：

- (1) 在「落實數位基礎設施建置」方面，除產業界認為現階段與未來皆應優先「加強道路設施改善和數位化」外，其他專家群皆認為應以「建置高效且可靠的通信網路」為主要項目。
- (2) 在「強化車聯網系統資安韌性」方面，產業界對「加強車聯網系統資安防護措施」的重視度遠低於其他三界專家群，但其認為「遵循國際車輛網路安全標準」之重要度則與其他三界專家群相近。
- (3) 在「提升公眾接受度」方面，產業界明顯重視「完善自駕車法律責任歸屬」和「提升民眾對自駕技術的使用規範」勝於其他三界專家群。

第五章 結論與建議

5.1 結論

近幾年，資通訊的進步和自駕技術的逐步開發，讓自駕車開始被認為是可以實現安全、高效、永續和公平交通的機會，並成為人們熱切關注的議題。我國亦自 2017 年開始積極推動自駕車在臺灣地區之發展，並藉由法規的鬆綁讓自駕車得以於公共道路落地測試或運行。然本研究經由國內外相關的資料與文獻回顧，發現我國目前的自駕車發展進程與他國相比，尚缺乏自駕車於高快速道路之應用，故為促進我國未來於高速公路推動自駕車之發展，進行了相關研究與調查，最後之研究結果總結如下：

一、各國推動自駕車發展之目標明確，我國則多頭並進較無確切方向

藉由 2.2.3 節國際推動自駕車發展趨勢之文獻回顧可看到，許多國家皆根據自身產業優勢及已訂定之社會目標與願景，來推動自駕車在自己國家之發展，如汽車生產大國（美國、日本、德國等）皆以保持國家產業競爭力為首要目標，積極促進當地自駕技術的研發；新加坡則是憑藉自身法律領域和國土面積之優勢，在自駕車政策及法規和消費者接受度二大面向取得佳績，並積極與跨國企業進行自駕技術研發的合作，以保持國家科技與創新層面的競爭力；日本也為解決國內人口快速老化，勞動力不足之問題，於郊區開始進行自駕巴士商業化運行，並期望藉此改善當地交通機能。

而在 2.2.4 節我國自駕車發展情形之文獻回顧可看到，臺灣自 2017 年即引進自駕巴士運行，並於 2018 年頒布《無人載具科技創新實驗條例》來帶動自駕產業、技術及創新服務之發展，交通部亦發布修正之《道路交通安全規則》來協助國內相關自動駕駛車輛產業之研發技術測試。然而，即便我國政府不斷

提倡欲透過智慧創新的運輸服務應用，達到「交通安全」、「交通順暢」、「交通無縫」及「產業發展」等目標，但就我國目前整體自駕車發展進程及測試案例來看，仍未明顯看出政府推行自駕車發展之方向，及其能帶來的社會效益。

二、自駕車各階段之發展事項不同，但仍皆以自駕技術研發為第一要項

由問卷第一部分及第二部分之四大構面分析結果來看，專家們認為無論是開放等級三、四或等級五之商轉自駕車於高速公路行駛，其待完成事項的優先次序皆為「確保自駕技術安全性」、「落實數位基礎設施建置」、「強化車聯網系統資安韌性」和「提升公眾接受度」，由此可知我國自駕車發展係以「確保自駕技術安全性」為第一要項。然而，從十六項評估準則的綜合分析結果及專家們的反饋可知，我國在實現第一階段目標的過程中，因等級三、四之自駕車在緊急情況時可人為介入，故現階段可著重於系統開發、資料蒐集、設施建置、民眾認知等做為優先發展項目（如：加強車輛感測器蒐集環周資料的完整度、優化自駕車的決策控制系統、訂定自駕技術的使用規範等）；未來，當第一階段目標達成往第二階段目標邁進時，則可進一步以資料傳輸、通信網路、資訊安全、法律訂定等為考量。（如：降低自駕車感知融合系統的延遲性、建置高效的通信網路、加強車聯網系統資安防護措施、完善自駕車法律責任歸屬等）。

三、減少產業界與政府間之意向分歧，以促進我國自駕車之發展

根據各界專家問卷填答內容之分析結果可知，產官學研四界專家群中，以產業界和其他三界專家群的意見最為不同，其中又以產業界與政界的決策差異最為明顯，如：產業界認為車輛自駕技術與數位道路基礎設施乃是相輔相成的角色，如顧此失彼可能會有礙於自駕車商轉落地的進程，然政府機關認為自駕車落地的先決條件，必須能夠確保自駕技術具有足夠的安全性和穩定性，以避免不必要社會成本產生。因此我國政府要如何與產業界達到一定程度的共識，為未來願景共同努力，是現階段尤為重要之課題。

5.2 建議

綜合本研究之所有文獻回顧內容與分析結果，本節提供相關單位發展自駕車之幾項建議如下：

一、相關產業

1. 「確保自駕技術之安全性」為我國未來於高速公路推動自駕車發展之第一要項，且在等級三、四之自駕車發展階段，專家們較為重視車輛感測器蒐集環周資料的準確性與完整性，和決策控制系統的正确性；在等級五之自駕車發展階段，專家們對降低感知融合系統延遲性的重視度上升，且超越專家們對決策控制系統的重視。故由上述可知，我國自駕技術相關產業，現階段首要須以提升感測器之精確度為目標，並於開發自駕車關鍵零組件上有突破性的創新技術，以增加國際能見度。且目前自駕車多係以異質感測器作為搭配，來提升車輛監控周遭環境的完整度，然也因此使得製造自駕車的軟硬體成本提高許多，故我國相關產業除在零組件開發上需有突破性的創新技術外，有效降低開發成本，亦能增進我國產業在國際之競爭力。
2. 隨著自駕等級的提高，除硬體開發外，對系統軟體的要求亦將愈為嚴苛，而無論是在感知融合系統的感測融合技術，或是決策控制系統的決策能力，都須仰賴演算法的開發。故我國產業應延攬更多相關專業之人才，提升企業競爭力，以因應未來的國際發展趨勢。
3. 在實現等級五自駕車於高速公路行駛之目標前，車聯網系統之建置將漸趨完善，隨之而來的資安問題亦須更多相關領域的專業人士來努力，而隨著科技的發展，我國資通訊人才輩出，但人才外流問題嚴重致勞力缺口逐漸擴大，我國企業應增加產學合作之機會，以為未來需求預作打算。

二、政府機關

1. 由研究分析結果可知，產業界與政府機關對促進自駕車發展的關鍵要素決策差異最為明顯，是以現階段我國政府當務之急，應先加強相關產業與政府間的協調合作，在與自駕車相關的發展事項上達到一定程度的共識，以創造雙贏局面。
2. 從國際自駕車的發展案例來看，美國、德國、日本等國家現階段皆已朝技術研發、法律規範、基礎建設、聯網設施、資料保護、公眾權益保障等多面向發展，故我國政府實應對其他事項加緊腳步進行推動，不應過度執著於國內自駕技術開發現況，應多方尋求合作，以提早實現我國之理想交通願景。
3. 根據本研究之問卷調查分析結果可知，數位化基礎設施或通訊裝置會隨著自駕車的發展變得愈來愈重要，但基礎設施的改善並非一蹴可幾，故政府現階段即應開始為我國智慧道路建置進行前期規劃與超前部署，避免未來自駕車發展進程落於人後。
4. 未來隨著車聯網系統建置完全，資安的防護問題亦會隨之而來，政府可於現階段開始著手培育相關的資安防護人才，並致力將人才留於臺灣。

三、自駕車道路測試建議

本研究基於我國目前的自駕車發展缺口展開相關研究與調查，為將研究結果具體化，本研究將為「實現開放商轉自駕車於高速公路行駛」前的自駕技術測試階段，提供幾點建議如下，以促進我國未來於高速公路推動自駕車之發展：

1. 道路選用

由 2.4 節我國高速公路發展概況之文獻回顧可知，我國目前有 9 條國道，且有 8 條為高速公路，1 條全線為快速公路且可供 550cc 以上之大型

重型機車使用。本研究建議在開放自駕車測試初期，以安全為考量，可優先選用彎道較少、地面坡度較小、車流量較低之高速公路路段進行，以減少突發狀況發生所造成的損失。自駕車測試中後期，以整體行車環境為考量，可選用路側設施較為先進之路廊（如國道 6 號），並檢視自駕車於我國高速公路行駛之整體情形，以評估開放自駕車使用之可能性。

2. 設施建置

我國目前之智慧型運輸系統係以提升交通安全和促進交通效率為考量，提供用路人重要道路資訊、道路指引和即時訊息推播等，然未來隨著自駕車之發展，道路資訊不再僅須提供予人類駕駛，還需傳送予自駕系統。故本研究建議現階段，政府單位可依據自駕車之需求，逐步改善現有之高速公路道路設施，如：道路設施製造材質更換、道路設施資產數位化等，以確保未來自駕車上路測試或使用時，能精確掌握車輛環境周圍的細部變化。而在自駕車於高速公路測試初期，即可開始規劃高速公路通訊設備的建置、資通平台的建立等，以提供自駕車測試後期更完善的道路使用環境，而其建置標準則可參考他國之案例（如德國 A9 數位高速公路、中國 1 號高速公路、美國密西根州自駕車專用道等）及我國之道路特性進行相關設施之佈設，如全段覆蓋的通訊網路、分段設置的地圖資訊等。

5.3 未來研究方向

1. 本研究以「開放等級三至等級五自駕車行駛於高速公路」作為主軸，進行後續之問卷調查。然因等級五之自駕車與目前科技水準仍有一段距離，故在挑選評估準則方面可能與未來情形存在一定的現實差距，且根據受訪專家們之回饋意見亦可知，等級五之自駕車實過於遙遠致遐想空間過大。因此本研究建議有關等級五之自駕車於公共道路應用之調查，可在等級三、

四之自駕車發展較為成熟後再次進行，以得到更精確且實用之分析結果。

2. 本研究之研究構面共分為四個面向，分別為「確保自駕技術安全性」、「強化車聯網系統資安韌性」、「落實數位基礎設施建置」、「提升公眾接受度」。然本研究調查專家群的挑選，雖係以政府機關作為提升公眾接受度之代表，但政府單位與民眾之想法仍存在一定差距，由本研究之分析結果亦可看到在「提升公眾接受度」的重要度都明顯低於其他三者，因此本研究建議後續研究可找尋相關民意代表作為調查專家之選擇。
3. 本研究之研究層級架構建立，全由回顧相關國內外文獻而來，部分構面或準則之挑選或說明，可能無法正確反映出我國自駕車發展現況，如評估準則 A3.精確的圖資定位系統。根據調查專家的意見反饋指出，此準則提及之圖資與定位是兩個相關但獨立之技術，且在準則說明部分亦無法有效突顯該準則強調的為圖資或是定位技術，故本研究推測此可能為分析結果中，A3 準則重要度皆明顯低於其他 A 構面評估準則的原因。但藉由專家之建議及部分文獻內容仍可知，目前自駕車因定位技術尚不夠成熟，故須倚賴高精地圖的建置來提供車輛系統更精確的道路資訊，然此方法容易受到建物遮蔽或網路訊號不佳等因素影響，故目前的自駕車定位技術正在往同步定位與地圖建構（SLAM）發展，因此當車輛定位技術達一定程度之改善時，建立高精圖資的重要度將逐漸降低。故本研究建議後續之研究可針對此項或其他項準則進行改善，或在建立研究架構前，先進行專家訪談或座談會，以更加完善構面或評估準則之挑選。

參考文獻

- Aili (2020)，認識人工智慧技術下的自駕車—從道德到隱私問題，擷取日期：2021 年 10 月 24 日，網站：https://www.aili.com.tw/aili_detail/83.htm。
- iThome (2014a)，熱門政府 App 驚爆有弱點，臺北好行、高速公路 1968 皆上榜恐影響 60 萬民眾，擷取日期：2022 年 6 月 11 日，網站：<https://www.ithome.com.tw/news/90362>。
- iThome (2014b)，遠通電收 ETC App 受分散式阻斷服務而停擺，擷取日期：2022 年 6 月 11 日，網站：<https://www.ithome.com.tw/news/84599>。
- iThome (2019)，臺南沙崙首座國際級自駕試車場啟用，目前已有 6 家國內業者搶先進駐測試，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：<https://www.ithome.com.tw/news/129232>。
- iThome (2020)，美國密西根州計畫設置全美首條自駕車專用道路，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：<https://www.ithome.com.tw/news/139407>。
- 中央社 (2021)，特斯拉感應不到路邊消防車美國當局要查，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202108160363.aspx>。
- 中華技術 (2007)，談「國道高速公路工程至繪畫之推動與遠景」，擷取日期：2022 年 6 月 8 日，網站：<https://www.ceci.org.tw/Upload/Download/3010DC9E-EB77-41E9-94C5-1F6FE48D85EE.pdf>。
- 中華經濟研究院 (2019)，面對《無人載具科技創新實驗條例》的產業化挑戰，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：https://www2.itis.org.tw/netreport/NetReport_Detail.aspx?rpno=944493289。
- 台達電子文教基金會 (2020)，從「實驗」走入「運行」對自動駕駛巴士上路後的想像，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：<https://www.delta-foundation.org.tw/blogdetail/3089>。
- 交通部 (2022)，我國智慧道路應用與數據服務發展策略規劃-服務建議書徵求說明。
- 交通部公路總局 (2019)，公路總局核發第 1 副編號 0001 自動駕駛車輛專用試車號牌上路，擷取日期：2022 年 6 月 8 日，網站：https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=14&parentpath=0,2&mcustomize=news_view.jsp&dataserno=201909050007&toolsflag=Y。

交通部高速公路局 (2018)，國道規劃設計，擷取日期：2022 年 6 月 8 日，網站：<https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1688&p=2639>。

交通部高速公路局 (2020a)，行車補給站>認識國道路線編號，擷取日期：2022 年 6 月 8 日，網站：<https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1688&p=2639>。

交通部高速公路局 (2020b)，交通控制簡介，擷取日期：2022 年 6 月 8 日，網站：<https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=87&p=79>。

交通部高速公路局 (2021)，開啟駕駛輔助系統時，你應該要知道的事：2022 年 6 月 8 日，網站：<https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=195&p=25304>。

行政院國家資通安全會報技術服務中心 (2021)，首個國際車輛網路安全標準 ISO/SAE 21434 已正式發布，擷取日期：2022 年 4 月 8 日，網站：<https://www.nccst.nat.gov.tw/NewsRSSDetail?seq=16633>。

行政院新聞傳播處 (2019)，《無人載具科技創新實驗條例》—完備智慧運輸，擷取日期：2022 年 6 月 8 日，網站：<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/6cf45fd7-8031-4256-9e39-1106325975e0>。

行政院環境保護署 (2022)，交通監測背景介紹，擷取日期：2022 年 3 月 30 日，網站：<https://airtw.epa.gov.tw/cht/TaskMonitoring/Traffic/TrafficIntro.aspx>。

李綱 (2019)，「自駕車商業化的挑戰」，電腦與通訊，第 179 期，頁 2-3。

車輛中心試車場與整車安全處 (2020)，臺灣自駕車場域現況與未來展望，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUpload/knowledge/tw_knowledge_659798937.pdf。

車輛安全審驗中心 (2019)，我國自動駕駛車輛申請道路測試規定介紹，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：<http://vsccdms.vsc.org.tw/webfile/Epaper/500000225/File/eb56a668-d09b-4437-b77f-1aa71d4bf760.pdf>。

車輛安全審驗中心 (2020)，國內自駕車道路測試概況，擷取日期：2021 年 10 月 4 日，網站：<http://vsccdms.vsc.org.tw/webfile/Epaper/500000237/File/3a43825f-d56b-4113-8fe8-24bc4ed2de8c.pdf>。

国土交通省 (2018)，自動運転車の安全技術ガイドライン。

国土交通省 (2020)，世界初！自動運転車（レベル 3）の型式指定を行いました

た，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：
https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha08_hh_003888.html。

林大傑、劉欣憲、周艾蓁、李佳容、黃品誠、吳政欣、陳銘旭、張俊毅（2020），「應用層級分析法建立自駕車測試路線難度評估機制」，*中華民國自動機工程學會第二十五屆車輛工程學術研討會論文集*。

林美鳳（2018），「日本訂定自動駕駛制度整備大綱，期能對應 2020 年自動駕駛社會之需求」，*科技法律透析*，第三十卷第六期，頁 8-10。

林原宏（1995），「層級分析法：理論與應用之探討（二）」，*測驗統計簡訊*，第六卷，頁 31-34。

林祐賢（2020），「車輛圖資定位技術」，*車輛研測專刊*，頁 44-56。

林舜友（2021），「非固定路線之自動駕駛決策技術」，*車輛研測專刊*，頁 29-38。

虎頭山創新園區（2022），自駕車測試場域介紹，擷取日期：2022 年 06 月 08 日，網站：
<https://www.hutoushan-innohub.org.tw/Home/ShowProductionInfoIdea?ID=d4f264ab-b8f4-49d8-9afe-498d6d22fbc4>。

科技大觀園（2021），交通自駕車系列 1：演化(革命)中的自駕車核心技術，擷取日期：2022 年 3 月 27 日，網站：
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=11873363-004e-4cb6-abc4-c96ac23a6af3>。

科技法律研究所（2017），新加坡無人車測試之法制匹配評析，擷取日期：2022 年 4 月 1 日，網站：
<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=0&tp=3&i=0&d=7840>。

科技法律研究所（2018），新加坡 LTA 與 NTU 及 JTC 共同宣布建立新加坡第一個自駕車測試中心，擷取日期：2022 年 4 月 1 日，網站：
<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=67&tp=5&d=7975>。

科技法律研究所（2021），德國聯邦政府內閣通過自駕車草案，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：
https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=8637#_ftn3。

科技新報（2018），12 月鳳凰城見！Waymo 自駕計程車即將上線，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：
<https://technews.tw/2018/11/19/waymo-self-driving-taxi-going-to-run/>。

科技新報（2020），日本自駕巴士商用化首例！軟銀 BOLDLY 率先於茨城縣長期運行，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：
<https://technews.tw/2020/11/26/softbank-boldly-autonomous-bus-navya-arma->

to-provide-service-at-sakai-town-ibaraki-prefecture/。

科技新報 (2021a)，迎接自駕時代，各國法規都準備好了嗎，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：<https://technews.tw/2021/04/20/are-laws-and-policies-ready-for-the-era-of-self-driving/>。

科技新報 (2021b)，自駕車被駭風險增，松下聯手 McAfee 提供資安監控服務，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：<https://technews.tw/2021/03/24/mcafee-panasonic/>。

翁國樑、李玉忠、柯明寬、徐錦衍 (2019)，「自駕車發展趨勢與關鍵技術」，工程，第 92 卷第 4 期，頁 23-41。

財團法人中華顧問工程司 (2019)，新加坡 ITS 重大建設與自駕車發展，擷取日期：2022 年 4 月 1 日，網站：<https://www.ceci.org.tw/modules/article-content.aspx?s=1&i=162>。

財團法人車輛研究測試中心 (2019)，同步定位地圖建構技術於自駕車之應用，擷取日期：2022 年 3 月 28 日，網站：https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=13383。

財團法人車輛研究測試中心 (2020a)，自駕車具意圖之路口決策技術，擷取日期：2022 年 3 月 28 日，網站：[http://www.teema.org/download/doc/%E8%87%AA%E9%A7%95%E8%BB%8A%E5%85%B7%E6%84%8F%E5%9C%96%E4%B9%8B%E8%B7%AF%E5%8F%A3%E6%B1%BA%E7%AD%96%E6%8A%80%E8%A1%93\[20210106\].pdf](http://www.teema.org/download/doc/%E8%87%AA%E9%A7%95%E8%BB%8A%E5%85%B7%E6%84%8F%E5%9C%96%E4%B9%8B%E8%B7%AF%E5%8F%A3%E6%B1%BA%E7%AD%96%E6%8A%80%E8%A1%93[20210106].pdf)。

財團法人車輛研究測試中心 (2020b)，動態圖資更新共享技術，擷取日期：2022 年 3 月 27 日，網站：https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=13456。

高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (2016)，官民 ITS 構想・ロードマップ 2016。

高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (2017)，官民 ITS 構想・ロードマップ 2017。

高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (2018)，自動運転に係る制度整備大綱。

高得欽、梁珮蓉、陳澤民、陳柏宇 (2019)，「感知融合技術於自駕車之應用」，電腦通訊，第 179 期，頁 20-24。

商業車誌 (2016)，OTTO 自駕卡車完成全球首次自駕運送貨物，卡車司機的任務以輔助自駕車，擷取日期：2021 年 10 月 28 日，網站：

<http://www.cvn.com.tw/cgi-bin/news.cgi?b610501910011>。

張紹勳 (2012)，*模糊多準則評估法及統計*，初版，臺北：五南圖書出版股份有限公司。

深圳市城市交通規劃設計研究中心 (2021)，*延續、沉澱、展望——美國自動駕駛綜合計劃解讀*，擷取日期：2021 年 10 月 18 日，網站：<http://www.sutpc.com/news/jishufenxiang/730.html>。

新通訊 (2019)，*借鏡美/德/日三大國法規，自駕車政策發展促進創新*，擷取日期：2022 年 4 月 1 日，網站：<https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/5B2C469E82C04FC7B22D0E252782BDD8>。

經濟部技術處 (2017)，*感測器融合技術：實現車輛自動駕駛願景*，擷取日期：2022 年 3 月 27 日，網站：https://www.moea.gov.tw/MNS/doit/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=120。

經濟部技術處 (2022)，*無人載具科技創新實驗資訊揭露*，擷取日期：2022 年 06 月 08 日，網站：https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/content/Content.aspx?menu_id=33280。

網管人 (2021)，*自駕智慧化發展如火如荼車載資安議題浮上檯面*，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/trend/25FCC45685004A07BB6C126D9F510D3F。

臺灣智駕測試實驗室 (2020)，*臺灣智駕測試實驗室成果發表會*，擷取日期：2022 年 06 月 08 日，網站：<https://taiwancarlab.narlabs.org.tw/zh-TW/events/4>。

臺灣智駕測試實驗室 (2021)，*關於臺灣智駕測試實驗室*，擷取日期：2021 年 10 月 22 日，網站：<https://taiwancarlab.narlabs.org.tw/zh-TW>。

數位時代 (2016)，*新里程碑！自駕卡車公司 Otto 完成第一趟無人駕駛、近兩百公里的商用運貨*，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：<https://www.bnext.com.tw/article/41503/self-driving-truck-otto-first-commercial-ride>。

數位時代 (2020)，*日本 Honda Legend 搶世界第一！開車滑手機追劇時代來臨，全球首款 Level 3 自駕車登場*，擷取日期：2022 年 4 月 2 日，網站：<https://www.bnext.com.tw/article/60058/honda-legend-level-3>。

潘俊良 (2017)，「簡析德國自動駕駛與車聯網發展策略」，*科技法律透析*，第二十九卷第四期，頁 25-33。

鄧振源 (2002)，*計畫評估—方法與應用*，初版，基隆：海洋大學運籌規劃與管

理研究中心。

謝至亮、黃自誠、曾文詮、張嘉榮、陳顯禎 (2020),「同步定位與地圖構建於無人車軌跡跟蹤控制」, *技術通報*, 第 275 期, 頁 21-29。

轉角國際 (2017), 小國焦慮的「打車」政策: 新加坡為何不讓開車, 擷取日期: 2022 年 4 月 1 日, 網站: https://global.udn.com/global_vision/story/8664/2841737。

關鍵評論網媒體集團 (2018), 自駕車高科技廠大評比, 誰才是翻轉汽車產業的一級玩家, 擷取日期: 2022 年 3 月 31 日, 網站: <https://www.inside.com.tw/article/12900-automobile-industry-analysis>。

關鍵評論網媒體集團 (2021), 英特爾子公司 Mobileye 在紐約市區測試自駕車, 擷取日期: 2022 年 4 月 3 日, 網站: <https://www.inside.com.tw/article/24259-intels-mobileye-takes-its-autonomous-vehicle-testing>。

警察庁 (2016), 自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン。

ABI Research (2018), ABI Research Forecasts 8 Million Vehicles to Ship with SAE Level 3, 4 and 5 Autonomous Technology in 2025, Retrieved April 25, 2022, website: <https://www.abiresearch.com/press/abi-research-forecasts-8-million-vehicles-ship-sae-level-3-4-and-5-autonomous-technology-2025/>.

Antin, J. F., Guo, F., Fang, Y., Dingus, T. A., Hankey, J. M., and Perez, M. A. (2017), "The influence of functional health on seniors' driving risk," *Journal of Transport & Health*, Vol.6, pp.237-244.

BAST (2021), Digital Motorway Test Bed, Retrieved April 3, 2022, website: https://www.bast.de/EN/Traffic_Engineering/Subjects/V5-digital-test-bed.html.

BMVI (2015), Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMVI (2021a), Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft, Retrieved April 2, 2022, website: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html>.

BMVI (2021b), Digitale Testfelder, Retrieved October 27, 2021, website: <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Digitale-Testfelder/Digitale-Testfelder.html>.

Bose, A. and Ioannou, P.A. (2003), "Analysis of traffic flow with mixed manual and semiautomated vehicles," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation*

Systems, Vol.4, No.4, pp.173-188.

- Brar, J.S. and Caulfield, B. (2017), "Impact of autonomous vehicles on pedestrians' safety," *2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp.714-719.
- CAVNUE (2020), Cavnue's Lead Project in Michigan, Retrieved April 3, 2022, website: <https://www.cavnue.com/michigan-project>.
- CETRAN (2019), Singapore Publishes Technical Reference for AVs, Retrieved October 7, 2021, website: <https://cetran.sg/tr68/>.
- Chang, Y.S., Lee, Y.J. and Choi S.B. (2017), "Is there more traffic congestion in larger cities? Scaling analysis of the 101 largest U.S. urban centers," *Transport Policy*, Vol.59, pp.54-63.
- Chapman, P.R. and Underwood, G. (1998), "Visual Search of Dynamic Scenes: Event Types and the Role of Experience in Viewing Driving Situations," *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*, No. 17, pp.369-393.
- designboom (2021) · trombia free is an electric, autonomous and silent street sweeper, Retrieved April 3, 2022, website: <https://www.designboom.com/technology/trombia-free-autonomous-street-sweeper-helsinki-05-03-2021/>.
- Electronics Engineering Times (2020), AV Software Driver vs. Human Driver, Retrieved October 19, 2021, website: <https://www.eetimes.com/av-software-driver-vs-human-driver/>.
- Ellioot, D., Keen, Walter. and Miao, Lei. (2019), "Recent advances in connected and automated vehicles," *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, Vol.6, No.2, pp.109-131.
- EE Times (2020), Neuromorphic Vision Sensors Eye the Future of Autonomy, Retrieved March 28, 2022, website: https://www.eetimes.com/neuromorphic-vision-sensors-eye-the-future-of-autonomy/?_ga=2.91403283.825520896.1648369197-307180980.1643010956&_gl=1*rvnrb0*_ga*MzA3MTgwOTgwLjE2NDMwMTA5NTY.*_ga_ZLV02RYCZ8*MTY0ODM5NzM1MC44LjEuMTY0ODM5ODUxMi4w.
- Fagnant, D. and Kockelman, K. (2015), "Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations," *Transportation Research Part A*, Vol.77, pp.167-181.

- Florida Governor (2019), Governor Ron DeSantis Signs CS/HB 311: Autonomous Vehicles, Retrieved October 27, 2021, website: <https://www.flgov.com/2019/06/13/governor-ron-desantis-signs-cs-hb-311-autonomous-vehicles/>.
- Hohenberger, C., Spörrle, M. and Welp, I.M. (2016), "How and why do men and women differ in their willingness to use automated cars? The influence of emotions across different age groups," *Transportation Research Part A*, Vol.94, pp.374-385.
- Hoogendoorn, R., van Arem, B., and Hoogendoorn, S. (2014). "Automated driving, traffic flow efficiency and human factors: A literature review," *Transportation Research Record*, Vol.2422, pp.113-120.
- Hubmann, C., Schulz, J., Becker, M., Althoff, D. and Stiller, C. (2018), "Automated Driving in Uncertain Environments: Planning With Interaction and Uncertain Maneuver Prediction," *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, Vol.3, No.1, pp.5-17.
- Hussain, R. and Zeadally, S. (2019), "Autonomous Cars: Research Results, Issues, and Future Challenges," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol.21, No.2, pp.1275-1313.
- IDTechEx (2021), Autonomous Cars, Robotaxis & Sensors 2022-2042, Retrieved October 6, 2021, website: <https://www.idtechex.com/tw/research-report/autonomous-cars-robotaxis-and-sensors-2022-2042/832>.
- Insideevs (2019), Autonomous Einride T-pod Enters Service On A Public Road, Retrieved October 27, 2021, website: <https://insideevs.com/news/350293/autonomous-einride-t-pod-public-road/>.
- Investopedia (2021), How Google's Self-Driving Car Will Change Everything, Retrieved April 3, 2022, website: <https://www.investopedia.com/articles/investing/052014/how-googles-selfdriving-car-will-change-everything.asp>.
- Janatabadi, F. and Ermagun, A. (2022), "Empirical evidence of bias in public acceptance of autonomous vehicles," *Transportation Research Part F*, Vol.84, pp.330-347.
- KPMG (2020), Autonomous Vehicles Readiness Index, Retrieved October 17, 2021, website: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/uk/pdf/2020/07/2020-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>.
- LTA (2014), Joint Release by the Land Transport Authority, JTC & A*STAR - A

SAVI Step Towards Autonomous Transport, Retrieved March 31, 2022, website: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2014/8/2/joint-release-by-the-land-transport-authority-jtc-astar---a-savi-step-towards-autonomous-transport.html>.

LTA (2015), Joint Release by the Land Transport Authority (LTA) & MOT - Self-Driving Vehicles will Transform Singapore's Transport Landscape, Retrieved March 31, 2022, website: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2015/10/2/joint-release-by-the-land-transport-authority-lta-mot---self-driving-vehicles-will-transform-singapores-transport-lands.html>.

LTA (2016), Factsheet: Facilitating the one-north AV Test-Bed, Retrieved March 31, 2022, website: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2016/10/2/factsheet-facilitating-the-one-north-av-test-bed.html>.

LTA (2017a), On-Road Testing of Autonomous Vehicles to Expand Beyond one-north, Retrieved March 31, 2022, website: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2017/6/2/on-road-testing-of-autonomous-vehicles-to-expand-beyond-one-north.html>.

LTA (2017b), Factsheet: Second Reading of Road Traffic (Amendment) Bill, Retrieved March 31, 2022, website: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2017/2/2/factsheet-second-reading-of-road-traffic-amendment-bill.html>.

LTA (2019), Autonomous Vehicle Testbed to be Expanded to Western Singapore – Continued Emphasis on Public Safety, Retrieved March 31, 2022, website: https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2019/10/1/Autonomous_vehicle_testbed_to_be_expanded.html.

Manivasakan, H., Kalra, R., O'Hern, S., Fang, Y., Xi, Y. and Zheng, N. (2021), "Infrastructure requirement for autonomous vehicle integration for future urban and suburban roads – Current practice and a case study of Melbourne, Australia," *Transportation Research Part A*, Vol.152, pp.36-53.

McCartt, A.t., Mayhew, D.R., Braitman K.A., Ferguson, S.A. and Simpson, H.M. (2009), "Effects of Age and Experience on Young Driver Crashes: Review of Recent Literature," *Traffic Injury Prevention*, Vol.10, No.3, pp.209-219.

MEDC (2020), Michigan, Cavnue Creating Road of Future Between Ann Arbor and Detroit, Retrieved April 3, 2022, website:

<https://www.michiganbusiness.org/press-releases/2020/08/michigan-cavnue-creating-road-of-future-between-ann-arbor-and-detroit/>.

Motor Authority (2021), 2021 honda legend launches in japan with level 3 self-driving tech, Retrieved October 27, 2021, website: https://www.motorauthority.com/news/1131479_2021-honda-legend-launches-in-japan-with-level-3-self-driving-tech.

NCSL(2020), Autonomous Vehicles | Self-Driving Vehicles Enacted Legislation, Retrieved October 23, 2021, website: <https://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx>.

NHTSA (2016), Federal Automated Vehicles Policy, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.

NHTSA (2017), Automated Driving Systems: A Vision for Safety 2.0, National Highway Traffic Safety Administration, Ann Arbor.

NHTSA (2018), Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.

NHTSA (2020), Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies: Automated Vehicles 4.0, National Highway Traffic Safety Administration, Las Vegas.

NHTSA (2021), Automated Vehicles Comprehensive Plan, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.

Noy, I.N., Shinar, D. and Horreya, W. (2018), "Automated driving: Safety blind spots," *Safety Science*, Vol.102, pp.68-78.

OICA (2021), World Motor Vehicle Production, Retrieved March 31, 2022, website: <https://www.oica.net/category/production-statistics/2021-statistics/>.

PACCAR (2021), PACCAR, Aurora and FedEx Launch Autonomous Truck Commercial Pilot, Retrieved June 8, 2022, website: <https://newsroom.fedex.com/newsroom/fedex-teams-up-with-aurora-and-paccar-to-test-autonomous-linehaul-technology/>.

Paden, B., Cap M., Yong S. Z., Yershov, D. and Frazzoli, E. (2016), "A Survey of Motion Planning and Control Techniques for Self-Driving Urban Vehicles." *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, Vol.1, No.1, pp.33-35.

Petrovic, D., Mijailovic, R. and Pesic, D. (2020), "Traffic Accidents with Autonomous Vehicles: Type of Collisions, Manoeuvres and Errors of

- Conventional Vehicles' Drivers," *Transportation Research Procedia*, Vol.45, pp.161-168.
- Rafael, S., Correia, L.P., Lopes, D., Bandeira, J., Coelho, M.C., Andrade, M., Borrego, C. and Miranda, A.I. (2020), "Autonomous vehicles opportunities for cities air quality," *Science of The Total Environment*, Vol.712, pp.1-11.
- Saaty, T.L. (1980), *The Analytical Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill.
- Saaty, T.L. (1990), *Decision Making For Leaders-the analytic hierarchy process for decisions in a complex world*, Pittsburgh, PA: RWS Publications °
- SAE (2021a), SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience, Retrieved March 25, 2022, website: <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>.
- SAE (2021b), Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, Retrieved March 25, 2022, website: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104.
- Santos, F.L.M.D., Grosso, A.D.M., Raposo, M.A., Krause, J., Mourtzouchou, A. Balahur, A. and Ciuffo, B. (2022), "An acceptance divergence? Media, citizens and policy perspectives on autonomous cars in the European Union" *Transportation Research Part A*, Vol.158, pp.224-238.
- Silva, O., Cordera, R., González, E.G. and Nogués, S. (2022), "Environmental impacts of autonomous vehicles: A review of the scientific literature," *Science of The Total Environment*, Vol.830, pp.1-11.
- SIP (2018), SIP-adus: Project Reports, 2014-2018-Automated Driving for Universal Services, Retrieved April 2, 2022, website: https://www.sip-adus.go.jp/file/rd-result_all.pdf.
- Soleimani, M., Akbari, N., Saffari, B. and Haghshenas, H. (2022), "Health effect assessment of PM2.5 pollution due to vehicular traffic (case study: Isfahan)," *Journal of Transport & Health*, Vol.24, pp. 1-22.
- Tan, H., Zhao, X. and Yang, J. (2022), "Exploring the influence of anxiety, pleasure and subjective knowledge on public acceptance of fully autonomous vehicles," *Computers in Human Behavior*, Vol.131, pp.1-11.
- The Atlantic (2016), Our Grandmother's Driverless Car, Retrieved March 26, 2022, website: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/06/beep-beep/489029/>.
- Wang, N., Wang, X., Palacharla, P. and Ikeuchi, T. (2017), "Cooperative autonomous

driving for traffic congestion avoidance through vehicle-to-vehicle communications,” *2017 IEEE Vehicular Networking Conference*, pp.327-330.

Weird (2019), Uber’s Self-Driving Car Didn’t Know Pedestrians Could Jaywalk, Retrieved October 24, 2021, website: <https://www.wired.com/story/ubers-self-driving-car-didnt-know-pedestrians-could-jaywalk/>.

Weisbrod, G., Vary, D. and Treyz, G. (2003), “Measuring Economic Costs of Urban Traffic Congestion to Business,” *Transportation Research Record*, Vol.1839, No.1, pp.98-106.

WHO (2018), Global status report on road safety 2018, Retrieved October 24, 2021, website: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>.

Willke, T., Tientrakool, P. and Maxemchuk, N.F. (2009), "A survey of inter-vehicle communication protocols and their applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol.11, No.2, pp.3-20.

Zhu, Y., Fan, Y., Xu, Y., Xu, H., Wu., C., Wang, T., Zhao, M., Liu, L., Cai, J., Yuan, N., Guan, X., He, X., Fang, J., Zhao, Q., Song, X., Zu, L. and Huang, W. (2022), “Short-term exposure to traffic-related air pollution and STEMI events: Insights into STEMI onset and related cardiac impairment,” *Science of The Total Environment*, Vol. 827, No.25, pp.1-9.

附錄一

「開放自駕車行駛於臺灣地區高速公路之關鍵要素」問卷調查表

敬愛的專家/先進/學者，您好：

此為一份有關於探討「開放自駕車行駛於臺灣地區高速公路之關鍵要素」的學術性研究問卷，本研究目的係希望藉由專家問卷的調查來確立我國未來於高速公路推動自動駕駛車輛之重要因素及其優先次序，並期望研究分析結果能做為政府後續研擬智慧運輸發展策略與交通管理政策之參考，本研究問卷期望藉由您的專業經驗與意見，賦予本研究寶貴的實質建議。

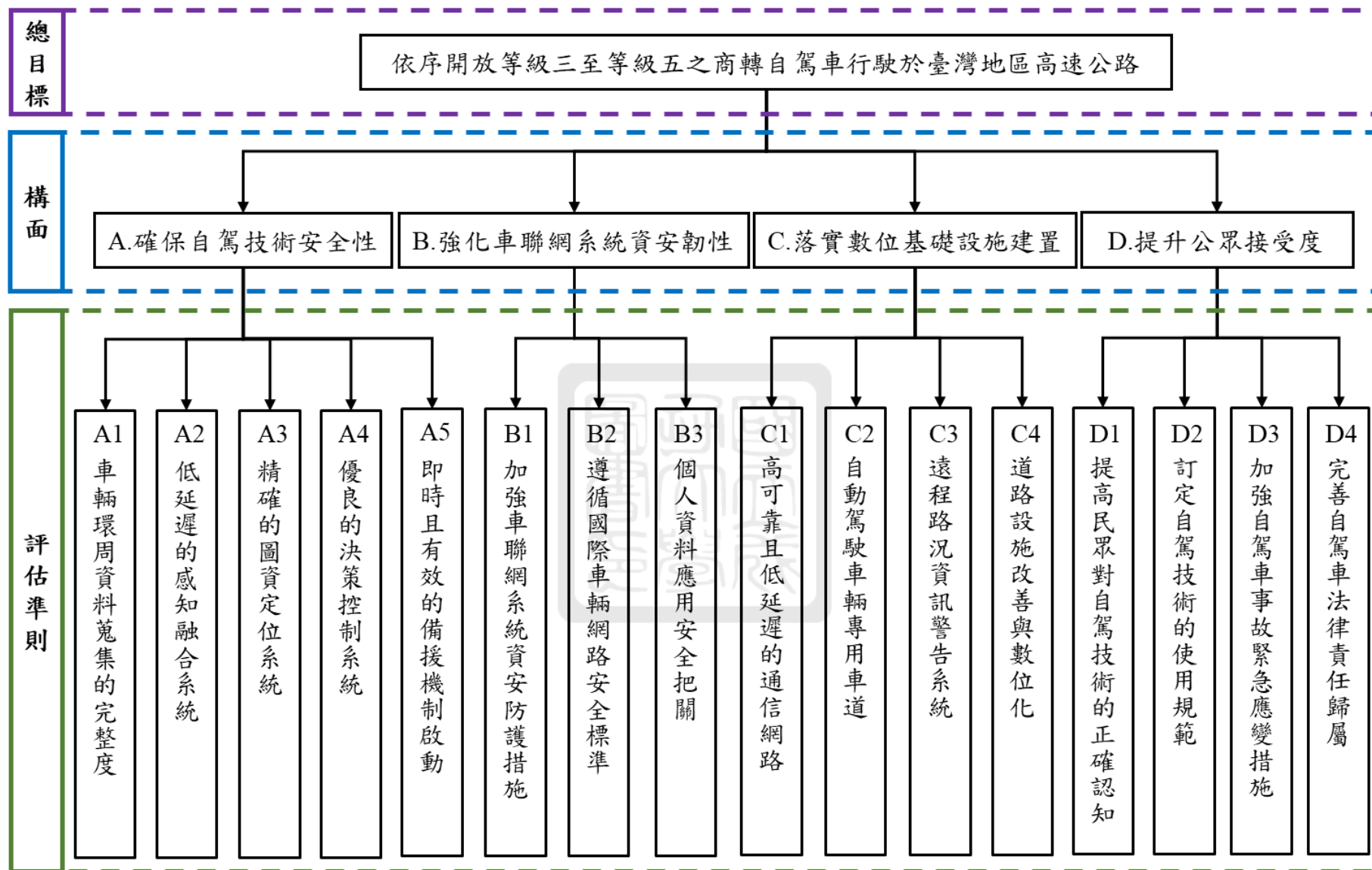
敬祝 平安健康，萬事順心

國立成功大學交通管
理科學所
指導教授：魏健宏
研 究 生：黃鈺婷



【問卷內容說明】

近年來我國政府積極推動智慧創新運輸服務，期望藉此達到交通安全、交通順暢及產業發展等目標，而截至去年底已有 13 件自駕車實驗沙盒計畫通過申請，且實驗範圍遍及臺灣北中南地區的一般道路，然與其他已開放自駕車於一般道路及高快速道路進行測試或核准上路的國家相比，我國尚缺乏高快速路段的自駕車實驗案例，而車輛於高速狀態下行駛時，更考驗車輛控制的穩定性與反應能力，且隨著自駕車的普及與商業化，實難以避免其於高速公路行駛之需求。而根據 KPMG 於 2020 年發布的自駕車準備度報告與各國推行自駕車情形，可見各國所重視的自駕車發展領域不盡相同，故本研究擬以核准自駕車商業化販售且正式上路為目標，目的為探討我國未來依序開放搭載自駕系統等級三至等級五之車輛行駛於高速公路之重要因素及其優先次序，以期研究結果能作為政府於高速公路推動自駕車發展之策略參考及測試期間產業界技術研發之走向，並減少我國未來於高速公路推行自駕車之障礙與衝擊。本問卷調查內容將分為【第一部分】開放等級三、四之自駕車行駛於高速公路和【第二部分】開放等級五之自駕車行駛於高速公路進行調查，以區分不同等級系統使用特性可能帶來的結果差異。以下為本研究之架構、各構面和評估準則內容及問卷填寫說明：



圖一 開放自動駕駛車輛行駛於臺灣地區高速公路之層級架構圖

表一 研究構面與各構面下之評估準則內容說明

構面	構面說明
A.確保自駕技術安全性	自駕車的自駕功能主要由感知融合、圖資定位和決策控制等三大系統互相協作來完成，三大系統的成熟度為確保自駕車於真實道路安全行駛之重要關鍵，而根據高公局資料指出會導致現行輔助駕駛系統無法辨識造成事故之情況包含：與前車速差過大、前車未行駛於車道正中間、突然切入車道之車輛、上下坡大路段、彎道路段、特殊形式之車輛等，因此為確保自駕車上路之安全，防止重大事故之發生，本研究將「確保自駕技術安全性」納為研究構面之一，此構面之評估準則包含「完整的車輛環周資料蒐集」、「低延遲的感知融合系統」、「精確的圖資定位系統」、「優良的決策控制系統」和「即時且有效的備援機制啟動」。
B.強化車聯網系統資安韌性	自駕車倚賴大量的數據傳遞與存儲來判斷與執行適當之駕駛任務，但當車輛或路側設施之系統存在資訊安全漏洞，便可能為人身、車輛及交通等安全課題帶來極大隱憂。過去，臺灣政府開發的多款 APP 曾被檢測出多項資安弱點，其中包括高速公路局的「高速公路 1968」App 被檢測出有外洩使用者資料的疑慮；遠通電收計程收費系統亦曾發生 APP 遭到惡意攻擊致系統產生緩慢狀況，故本研究將「強化車聯網系統資安韌性」納為構面之一，為加強車聯網系統之資訊安全，此構面將「加強車聯網系統資安防護措施」、「遵循國際車輛網路安全標準」和「個人資料應用之安全把關」列為構面之評估準則。
C.落實數位基礎設施建置	自駕車上路需要車輛自駕技術與道路智慧基礎設施的相互配合，完善的道路基礎設施可以加強 V2V、V2I 和 V2N 等的資訊傳遞以即時提供前方路況予車輛並達到提升自駕車行車安全及效率等效果，故本研究將「落實智慧基礎設施建置」納為構面之一。然因各國對於智慧基礎設施的發展不一，我國難以依循其他國家之案例來建置高速公路的智慧基礎設施，故此構面參考國際現有的案例及研究後，將「可靠低延遲的通信網路」、「自動駕駛車輛專用車道」、「遠程路況資訊警告系統」和「道路設施改善與數位化」列為構面之評估準則。
D.提升消費者接受度	隨著近年來科技的進步，科技與生活已逐漸密不可分，自駕車亦成為各大國競相發展之產業且為高熱度討論之話題，然大眾對於自駕車之信任感與認知仍存在明顯差距，因此如何培養並提升民眾對自駕車之接受度，是開放自駕車應用於高速公路的關鍵考量之一，故本研究將「提高消費者接受度」納為研究構面，此構面之評估準則包含「提高民眾對自駕技術的正確認知」、「訂定自駕技術的使用規範」、「加強自駕車事故緊急應變措施」以及「完善自駕車法律責任歸屬」。

構面	評估準則	評估準則內容說明
A	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	正確的動態駕駛任務決策倚賴於車載感測器對車輛環周資料蒐集的準確性與完整性，且車載感測器各具有其優缺點，因此如何透過多元的感測器搭配與裝設，以達到 360 度偵測無死角，是確保自駕車安全行駛的要素之一。
	A2.低延遲的感知融合系統	現行感知融合系統多藉由異質感測器與深度學習的結合來提升辨識效果，卻因部分感測器的傳輸資料冗餘而佔據中央處理器效能，導致資料傳輸的延遲，故若能減少感測器的冗餘資料並提升資料處理的速度，可使自駕車在高速公路運行時，以更快的速度修正自駕車行駛軌跡。
	A3.精確的圖資定位系統	定位系統可能隨著車速的變換而有一定的定位誤差產生，因此愈精密的圖資定位技術能提供自駕系統愈精確的車輛位置訊息和豐富的道路資訊，若搭配車道維持輔助功能，將有助於自駕車在高速公路保持順暢行駛狀態。
	A4.優良的決策控制系統	自駕車的決策控制能力在物件移動預測不確定性高時具有相當的難度，在車輛高速移動的情況下表現又更加明顯，因此決策模型的訓練方式對於自駕系統預測他車駕駛行為並做出正確動態駕駛任務是非常重要的。
	A5.即時且有效的備援機制啟動	為確保自駕車於道路行駛之安全，自駕系統應具備緊急或突發狀況發生時的應變機制或備援裝置，如等級三、四之自駕系統應配有能即時接管車輛之駕駛員或使用者的；等級五之自駕系統應具有系統被攻擊時的安全裝置，如阻斷與外部資訊的連結，將車輛停駛至道路安全位置等。
B	B1.加強車聯網系統資安防護措施	過去資安防護並非車輛通訊技術的重要考量，但近年網路攻擊盛行，車聯網系統做為車、路、雲的結合，一旦系統一處被攻破，即有可能為高速公路路網帶來嚴重影響，甚而造成國安問題，故我國應積極加強車聯網系統的資安防護措施，如：加強資安漏洞檢測與追蹤、定期進行資安弱點修復、落實網管監控等，以防止危機發生。

B	B2.遵循國際車輛網路安全標準	國際車輛網路安全標準 ISO/SAE 21434 於 2021 年 8 月正式發布，其主要是作為汽車網路安全之參考，可協助整個汽車產業供應鏈，從設計開發、生產到生產後的完整生命週期都符合網路安全設計與風險管理要求。我國應對提供自駕車輛所有軟硬體設備之製造商和供應商加強監督與稽核，以確保產品設計流程都有適當的安全措施來管理數據安全和未經授權的數據訪問風險等。
	B3.個人資料應用安全把關	車聯網之應用可增進自駕車使用之安全與效率，但其透過 V2V、V2I 和 V2N 等的資料傳輸應用來加強自駕系統決策控制的能力，過程難以避免會將個人之車輛定位資訊、行車紀錄等較為隱私之資料共享予其他平台使用，如何防止個人資料遭有心人士竊取而另做他用，是車聯網時代來臨時將備受矚目的議題。
C	C1.高可靠且低延遲的通信網路	為讓車輛能夠更加精確的掌握車流情況並以更適宜的動力與順暢的速度安全行駛，車輛與車輛、車輛與環境間的資訊交換是不可或缺的技術之一，因此普及於高速公路的高效通信網路為自駕車上路的重要關鍵之一。
	C2.自動駕駛車輛專用車道	根據國際研究指出設置自駕車專用道將更有利於發揮車輛自動跟車及保持固定車距等優點，不僅可有效提升自駕車在高速公路上的行車效率與使用體驗，亦能避免車輛行進間受到其他傳統車輛的干擾，因反應不及而發生事故，增進自駕車行車安全。
	C3.遠程路況資訊警告系統	若在高速公路上安裝路況辨識與檢測的相關系統，並即時將車輛前方路況回傳予自駕系統，能更加確保自駕車於高速公路行駛之安全，減少因道路突發事件（如車輛故障、突然掉落的障礙物、道路養護工程的車道縮減等）造成的事故。
	C4.道路設施改善與數位化	將現有高速公路基礎設施（如號誌、標誌看板、標線、護欄及橋墩等）之測量單位縮小至厘米等級的精準度並將此數據數位化，可使自駕車更精確的掌握車輛環境周圍資訊，而將高速公路上基礎設施的製造材質更改為易於自駕系統辨識的材料，亦可大幅提升自駕車於高速公路行駛之安全性。

D	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	透過大眾與社群媒體宣導不同自駕等級之自駕車適用範圍與操作限制，減少因啟用自駕系統而疏忽對系統之監督而造成之交通事故，並可藉由警察廣播電台、國道電子資訊看板或高公局服務網等方式發布自駕車用路注意事項與實時路況資訊，以減輕其他用路人對自駕車使用之疑慮，增強民眾之信任感。
	D2.訂定自駕技術的使用規範	我國政府可參考日本核准本田汽車公司搭載第三級自駕系統之車款量產上高速公路之案例，提前針對不同自駕等級之自駕車訂定相關使用規範，包含允許該自駕技術使用路段、人機介面設計警示性、車輛使用紀錄和辨別自駕等級的車身識別標誌等，以確保自駕車於高速公路行駛的安全性，並提高其他用路人對自駕車接受度。
	D3.加強自駕車事故緊急應變措施	在開放自駕車應用於高速公路前，我國政府應加強各單位對自駕車事故發生時的應變措施，如由高公局發布使用不同等級自駕車之駕駛或乘客應注意的行車安全指南、健全國道警察對自駕車事故排解之處理措施、加強車輛廠商對自駕系統啟動緊急措施的技術監管等。
	D4.完善自駕車法律責任歸屬	現今各國對於自駕車的肇事責任認定與歸屬尚無一套被大眾認可的規範可供參考，若法律上的責任歸屬始終無法跟上自駕車發展的速度，民眾對於自駕車上路的不信任感將無法消除，故透過自駕車測試中與合法上路前的過程來逐步完善我國專屬的法律規範，應能一定程度的提高一般大眾對自駕車的接受度。

【問卷填寫說明】

本研究採用層級分析法分析各構面及評估準則之權重，請您於填答時先將各構面（或各評估準則）之優先次序進行排定，再依您的專業判定，兩兩要素間的重要程度，並依【範例】介紹進行劃記，劃記時請以左邊甲欄的構面（或評估準則）為基準，與右邊乙欄的構面（或評估準則）進行比較。

1. 本研究利用 1~9 尺度進行「構面」以及「評估準則」間相對重要程度的比較，可以依照您所感受程度不同，做最適當的選擇。
2. 比較時偏好關係遞移性，若 A 優於 B，B 優於 C，則 A 優於 C；若 A 優於 B 二倍，B 優於 C 三倍，則 A 優於 C 六倍。
3. 此部分較為繁瑣，建議您可將圖一（p.2）與表一（p.3-5）準備於旁做對照，填答時請先思考各構面以及評估準則間的相對重要程度後再填寫。

【範例】

1. 假若您認為四大構面的優先順序為，「C.落實數位基礎設施建置」>「A.確保自駕技術安全性」>「D.提升公眾接受度」>「B.強化車聯網系統資安韌性」，則請您將各構面代號填入【】。如四大構面優先順序【C】>【A】>【D】>【B】。
2. 假若您認為左邊甲欄的「A.確保自駕技術安全性」相較於右邊乙欄的「B.強化車聯網系統資安韌性」之相對重要程度較高時，且程度達到「絕對重要」，則請您於「絕對重要」的格子劃記（V），如下表所示。
3. 假若您認為左邊甲欄的「A.確保自駕技術安全性」相較於右邊乙欄的「C.落實數位基礎設施建置」之相對重要程度較低時，且程度達到「稍不重要」，則請您於「稍不重要」的格子劃記（V），如下表所示。

構面甲	重要性程度 甲：乙									構面乙
	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
A.確保自駕技術安全性	V									B.強化車聯網系統資安韌性
						V				C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度

【第一部分】開放搭載等級三、四自駕系統之車輛行駛於高速公路之重要因素調查

國際 SAE 依據車輛動態行駛任務的支援是由人類或系統完成來區分自動駕駛系統的等級，因自駕系統為等級三、四之車輛，在遇到緊急或突發事件時，皆需人類駕駛來接管車輛控制，僅為程度上之差異，故本問卷調查分為二大部份，此部分為開放自駕系統為等級三、四之車輛行駛於高速公路之重要因素調查，請根據此前提假設進行第二部分中第一大題與第二大題的填答。

【第一大題】四大構面之相對重要性

請您以「開放自駕系統為等級三、四之車輛行駛於高速公路」為目標，先評估本研究擬定之四大構面項目的優先順序並填答於【 】中後，再接著權衡兩兩構面間的相對重要程度。四大構面之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】。

構面甲	重要性程度 甲：乙									構面乙
	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
A.確保自駕技術安全性										B.強化車聯網系統資安韌性
										C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度
B.強化車聯網系統資安韌性										C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度
C.落實數位基礎設施建置										D.提升公眾接受度

【第二大題】各構面下各項評估準則之相對重要性

第二大題共分為一至四題，分別為「A.確保自駕技術安全性」、「B.強化車聯網系統資安韌性」、「C.落實數位基礎設施建置」、「D.提升公眾接受度」四大構面，請就各構面下所包含的多項評估準則，先比較各準則之優先順序並依次填答於【 】中後，再接著比較兩兩準則間的相對重要性，並在適當格子中劃記（V）。

一、構面「A.確保自駕車輛安全性」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】>【 】。

準則丙	重要性程度 丙：丁									準則丁
	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
A1.車輛環周資料蒐集的完整度										A2.低延遲的感知融合系統
										A3.精確的圖資定位系統
										A4.優良的決策控制系統
										A5.即時且有效的備援機制啟動
A2.低延遲的感知融合系統										A3.精確的圖資定位系統
										A4.優良的決策控制系統
										A5.即時且有效的備援機制啟動
A3.精確的圖資定位系統										A4.優良的決策控制系統
										A5.即時且有效的備援機制啟動
A4.優良的決策控制系統										A5.即時且有效的備援機制啟動

二、構面「B.強化車聯網系統資安韌性」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】。

準則丙	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	準則丁
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
B1.加強車聯網系統資安防護措施										B2.遵循國際車輛網路安全標準
										B3.個人資料應用安全把關
B2.遵循國際車輛網路安全標準										B3.個人資料應用安全把關

三、構面「C.落實數位基礎設施建置」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】。

準則丙	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	準則丁
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
C1.高可靠且低延遲的通信網路										C2.自動駕駛車輛專用車道
										C3.遠程路況資訊警告系統
										C4.道路設施改善與數位化
C2.自動駕駛車輛專用車道										C3.遠程路況資訊警告系統
										C4.道路設施改善與數位化
C3.遠程路況資訊警告系統										C4.道路設施改善與數位化

四、構面「D.提升公眾接受度」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】。

準則丙	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	準則丁
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
D1.提高民眾對自駕技術的正確認知										D2.訂定自駕技術的使用規範
										D3.加強自駕車事故緊急應變措施
										D4.完善自駕車法律責任歸屬
D2.訂定自駕技術的使用規範										D3.加強自駕車事故緊急應變措施
										D4.完善自駕車法律責任歸屬
D3.加強自駕車事故緊急應變措施										D4.完善自駕車法律責任歸屬

【第二部分】開放等級五之自駕系統行駛於高速公路之重要因素調查

國際 SAE 依據車輛動態行駛任務的支援是由人類或系統完成來區分自動駕駛系統的等級，因自駕系統為等級五之車輛，在遇到緊急或突發事件時，自駕系統已可自行做出最佳決策，無需人類駕駛來接管車輛控制，故本研究將問卷調查分為二大部份，此部分為開放自駕系統為等級五之車輛行駛於高速公路之重要因素調查，請根據此前提假設進行第二部分中第三大題與第四大題的填答。

【第三大題】四大構面之相對重要性

請您以「開放自駕系統為等級三、四之車輛行駛於高速公路」為目標，先評估本研究擬定之四大構面項目的優先順序並填答於【 】中後，再接著權衡兩兩構面間的相對重要程度。四大構面之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】。

構面甲	重要性程度 甲：乙									構面乙
	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
A.確保自駕技術安全性										B.強化車聯網系統資安韌性
										C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度
B.強化車聯網系統資安韌性										C.落實數位基礎設施建置
										D.提升公眾接受度
C.落實數位基礎設施建置										D.提升公眾接受度

【第四大題】各構面下各項評估準則之相對重要性

第四大題共分為一至四題，分別為「A.確保自駕技術安全性」、「B.強化車聯網系統資安韌性」、「C.落實數位基礎設施建置」、「D.提升公眾接受度」四大構面，請就各構面下所包含的多項評估準則，先比較各準則之優先順序並依次填答於【 】中後，再接著比較兩兩準則間的相對重要性，並在適當格子中劃記（V）。

一、構面「A.確保自駕車輛安全性」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】>【 】。

準則丙	重要性程度 丙：丁									準則丁
	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
A1.車輛環周資料蒐集的完整度										A2.低延遲的感知融合系統
										A3.精確的圖資定位系統
										A4.優良的決策控制系統
										A5.即時且有效的備援機制啟動
A2.低延遲的感知融合系統										A3.精確的圖資定位系統
										A4.優良的決策控制系統
										A5.即時且有效的備援機制啟動
A3.精確的圖資定位系統										A4.優良的決策控制系統
										A5.即時且有效的備援機制啟動
A4.優良的決策控制系統										A5.即時且有效的備援機制啟動

二、構面「B.強化車聯網系統資安韌性」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】。

準則丙	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	準則丁
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
B1.加強車聯網系統資安防護措施										B2.遵循國際車輛網路安全標準
										B3.個人資料應用安全把關
B2.遵循國際車輛網路安全標準										B3.個人資料應用安全把關

三、構面「C.落實數位基礎設施建置」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】。

準則丙	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	準則丁
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
C1.高可靠且低延遲的通信網路										C2.自動駕駛車輛專用車道
										C3.遠程路況資訊警告系統
										C4.道路設施改善與數位化
C2.自動駕駛車輛專用車道										C3.遠程路況資訊警告系統
										C4.道路設施改善與數位化
C3.遠程路況資訊警告系統										C4.道路設施改善與數位化

四、構面「D.提升公眾接受度」各評估準則之重要或優先順序為【 】>【 】>【 】>【 】。

準則丙	絕對重要	極重要	頗重要	稍重要	同等重要	稍不重要	頗不重要	極不重要	絕對不重要	準則丁
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
D1.提高民眾對自駕技術的正確認知										D2.訂定自駕技術的使用規範
										D3.加強自駕車事故緊急應變措施
										D4.完善自駕車法律責任歸屬
D2.訂定自駕技術的使用規範										D3.加強自駕車事故緊急應變措施
										D4.完善自駕車法律責任歸屬
D3.加強自駕車事故緊急應變措施										D4.完善自駕車法律責任歸屬

【第三部分】受訪者基本資料

受訪人：_____

一、您的專業領域為_____，專業領域之總年資約為_____年

二、您目前服務單位為_____，職稱為_____，目前職務年資約為_____年

三、請將您對本研究或問卷之寶貴建議填寫於下方：



—本問卷到此結束，謝謝您的用心填答！敬祝 平安喜樂—

附錄二

專家問卷個別專家權重分析結果表（第一部分）

項目	專家 1	專家 2	專家 3	專家 4	專家 5	專家 6	專家 7	專家 8	專家 9	專家 10	專家 11	專家 12
構面 A	0.333	0.558	0.607	0.657	0.559	0.584	0.652	0.571	0.409	0.565	0.522	0.657
準則 A1	0.235	0.151	0.226	0.127	0.107	0.504	0.505	0.365	0.290	0.117	0.267	0.513
準則 A2	0.235	0.284	0.556	0.054	0.060	0.245	0.126	0.053	0.290	0.226	0.177	0.261
準則 A3	0.044	0.042	0.129	0.241	0.032	0.102	0.029	0.094	0.032	0.043	0.079	0.129
準則 A4	0.235	0.455	0.058	0.518	0.522	0.102	0.268	0.159	0.290	0.539	0.366	0.063
準則 A5	0.252	0.068	0.030	0.060	0.280	0.046	0.072	0.329	0.097	0.075	0.112	0.033
構面 B	0.060	0.113	0.049	0.094	0.264	0.093	0.216	0.081	0.409	0.118	0.200	0.094
準則 B1	0.231	0.243	0.188	0.149	0.659	0.429	0.655	0.429	0.429	0.258	0.429	0.731
準則 B2	0.692	0.669	0.731	0.785	0.185	0.429	0.290	0.429	0.143	0.637	0.429	0.188
準則 B3	0.077	0.088	0.081	0.066	0.156	0.143	0.055	0.143	0.429	0.105	0.143	0.081
構面 C	0.274	0.279	0.243	0.046	0.140	0.239	0.090	0.268	0.136	0.262	0.078	0.203
準則 C1	0.136	0.129	0.092	0.647	0.114	0.545	0.657	0.049	0.563	0.565	0.139	0.565
準則 C2	0.045	0.248	0.574	0.059	0.039	0.069	0.094	0.094	0.063	0.055	0.525	0.118
準則 C3	0.409	0.074	0.052	0.051	0.253	0.193	0.203	0.406	0.188	0.118	0.056	0.262
準則 C4	0.409	0.549	0.282	0.243	0.594	0.193	0.046	0.451	0.188	0.262	0.279	0.055
構面 D	0.333	0.050	0.101	0.203	0.037	0.084	0.042	0.080	0.045	0.055	0.200	0.046
準則 D1	0.573	0.565	0.055	0.056	0.055	0.249	0.082	0.682	0.125	0.074	0.282	0.175
準則 D2	0.149	0.118	0.262	0.525	0.118	0.560	0.577	0.145	0.375	0.549	0.425	0.060
準則 D3	0.088	0.055	0.118	0.139	0.565	0.095	0.039	0.051	0.375	0.129	0.213	0.055
準則 D4	0.191	0.262	0.565	0.279	0.262	0.095	0.301	0.121	0.125	0.248	0.080	0.710

全部專家整體層級相對權重表（第一部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.599	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.304	1	0.182	1
			A2.低延遲感知融合系統	0.212	3	0.127	3
			A3.精確的圖資定位系統	0.082	5	0.049	9
			A4.優良的決策控制系統	0.292	2	0.175	2
			A5.即時且有效的備援機制	0.110	4	0.066	4
B.強化車聯網系統資安韌性	0.133	3	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.410	2	0.055	8
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.464	1	0.062	5
			B3.個人資料應用安全把關	0.127	3	0.017	15
C.落實數位基礎設施建置	0.179	2	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.334	1	0.060	6
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.144	4	0.026	12
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.203	3	0.036	10
			C4.道路設施改善與數位化	0.318	2	0.057	7
D.提升公眾接受度	0.088	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.217	3	0.019	14
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.337	1	0.030	11
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.151	4	0.013	16
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.295	2	0.026	12

相關產業專家群整體層級相對權重表（第一部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.515	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.235	2	0.121	3
			A2.低延遲感知融合系統	0.387	1	0.199	1
			A3.精確的圖資定位系統	0.072	5	0.037	12
			A4.優良的決策控制系統	0.216	3	0.111	4
			A5.即時且有效的備援機制	0.091	4	0.047	8
B.強化車聯網系統資安韌性	0.073	4	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.220	2	0.016	14
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.698	1	0.051	6
			B3.個人資料應用安全把關	0.082	3	0.006	16
C.落實數位基礎設施建置	0.284	2	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.143	3	0.041	10
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.227	2	0.064	5
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.143	3	0.041	10
			C4.道路設施改善與數位化	0.487	1	0.138	2
D.提升公眾接受度	0.127	3	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.322	2	0.041	8
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.202	3	0.026	13
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.100	4	0.013	15
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.376	1	0.048	7

政府機關專家群整體層級相對權重表（第一部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.640	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.246	2	0.157	2
			A2.低延遲感知融合系統	0.123	3	0.079	3
			A3.精確的圖資定位系統	0.118	4	0.076	4
			A4.優良的決策控制系統	0.394	1	0.252	1
			A5.即時且有效的備援機制	0.118	4	0.076	4
B.強化車聯網系統資安韌性	0.144	2	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.405	2	0.058	7
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.462	1	0.067	6
			B3.個人資料應用安全把關	0.132	3	0.019	14
C.落實數位基礎設施建置	0.123	3	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.404	1	0.050	8
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.065	4	0.008	16
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.167	3	0.021	13
			C4.道路設施改善與數位化	0.365	2	0.045	9
D.提升公眾接受度	0.092	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.115	4	0.011	15
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.404	1	0.037	10
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.245	2	0.023	11
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.237	3	0.022	12

學術機構專家群整體層級相對權重表（第一部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.573	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.416	1	0.238	1
			A2.低延遲感知融合系統	0.138	4	0.079	8
			A3.精確的圖資定位系統	0.048	5	0.028	16
			A4.優良的決策控制系統	0.255	2	0.146	2
			A5.即時且有效的備援機制	0.144	3	0.083	7
B.強化車聯網系統資安韌性	0.208	2	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.546	1	0.114	5
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.288	2	0.060	11
			B3.個人資料應用安全把關	0.166	3	0.035	14
C.落實數位基礎設施建置	0.161	3	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.349	1	0.122	3
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.109	4	0.038	13
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.335	2	0.117	4
			C4.道路設施改善與數位化	0.207	3	0.072	9
D.提升公眾接受度	0.057	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.251	2	0.063	10
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.411	1	0.103	6
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.117	4	0.029	15
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.221	3	0.055	12

研究機構專家群整體層級相對權重表（第一部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.608	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.294	1	0.179	1
			A2.低延遲感知融合系統	0.261	3	0.159	3
			A3.精確的圖資定位系統	0.091	4	0.055	7
			A4.優良的決策控制系統	0.277	2	0.168	2
			A5.即時且有效的備援機制	0.076	5	0.046	8
B.強化車聯網系統資安韌性	0.138	3	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.475	1	0.066	5
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.408	2	0.056	6
			B3.個人資料應用安全把關	0.117	3	0.016	15
C.落實數位基礎設施建置	0.169	2	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.450	1	0.076	4
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.192	3	0.032	10
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.156	4	0.026	13
			C4.道路設施改善與數位化	0.202	2	0.034	9
D.提升公眾接受度	0.084	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.204	3	0.017	14
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.326	1	0.027	11
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.150	4	0.013	16
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.321	2	0.027	11

附錄三

專家問卷個別專家權重分析結果表（第二部分）

項目	專家 1	專家 2	專家 3	專家 4	專家 5	專家 6	專家 7	專家 8	專家 9	專家 10	專家 11	專家 12
構面 A	0.234	0.558	0.565	0.565	0.528	0.514	0.719	0.545	0.300	0.565	0.213	0.657
準則 A1	0.244	0.151	0.458	0.134	0.053	0.222	0.492	0.337	0.231	0.117	0.243	0.513
準則 A2	0.229	0.284	0.256	0.503	0.113	0.512	0.113	0.054	0.231	0.226	0.243	0.261
準則 A3	0.038	0.042	0.162	0.070	0.049	0.046	0.028	0.167	0.077	0.043	0.130	0.129
準則 A4	0.244	0.455	0.083	0.266	0.403	0.145	0.298	0.105	0.231	0.539	0.192	0.063
準則 A5	0.244	0.068	0.041	0.027	0.382	0.076	0.069	0.337	0.231	0.075	0.192	0.033
構面 B	0.044	0.113	0.055	0.262	0.210	0.278	0.155	0.193	0.300	0.118	0.282	0.094
準則 B1	0.231	0.243	0.188	0.659	0.481	0.731	0.785	0.429	0.429	0.258	0.481	0.731
準則 B2	0.692	0.669	0.731	0.185	0.405	0.188	0.149	0.429	0.143	0.637	0.114	0.188
準則 B3	0.077	0.088	0.081	0.156	0.114	0.081	0.066	0.143	0.429	0.105	0.405	0.081
構面 C	0.283	0.279	0.262	0.118	0.210	0.159	0.063	0.193	0.300	0.262	0.425	0.203
準則 C1	0.136	0.129	0.123	0.583	0.625	0.657	0.696	0.535	0.563	0.565	0.291	0.555
準則 C2	0.045	0.248	0.561	0.042	0.036	0.046	0.118	0.060	0.063	0.055	0.086	0.135
準則 C3	0.409	0.074	0.037	0.290	0.170	0.203	0.140	0.188	0.188	0.118	0.291	0.275
準則 C4	0.409	0.549	0.279	0.085	0.170	0.094	0.045	0.217	0.188	0.262	0.333	0.034
構面 D	0.439	0.050	0.118	0.055	0.052	0.050	0.063	0.069	0.100	0.055	0.080	0.046
準則 D1	0.464	0.565	0.040	0.053	0.045	0.092	0.075	0.174	0.125	0.075	0.213	0.203
準則 D2	0.072	0.118	0.267	0.549	0.122	0.574	0.596	0.267	0.375	0.570	0.282	0.094
準則 D3	0.072	0.055	0.127	0.102	0.417	0.282	0.039	0.067	0.375	0.168	0.080	0.046
準則 D4	0.392	0.262	0.566	0.297	0.417	0.052	0.290	0.493	0.125	0.187	0.425	0.657

全部專家整體層級相對權重表（第二部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.519	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.272	1	0.141	1
			A2.低延遲的感知融合系統	0.263	2	0.136	2
			A3.精確的圖資定位系統	0.083	5	0.043	10
			A4.優良的決策控制系統	0.256	3	0.133	3
			A5.即時且有效的備援機制	0.125	4	0.065	6
B.強化車聯網系統資安韌性	0.165	3	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.498	1	0.082	5
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.358	2	0.059	7
			B3.個人資料應用安全把關	0.144	3	0.024	14
C.落實數位基礎設施建置	0.232	2	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.478	1	0.111	4
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.104	4	0.024	13
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.211	2	0.049	8
			C4.道路設施改善與數位化	0.207	3	0.048	9
D.提升公眾接受度	0.084	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.158	3	0.013	15
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.327	2	0.027	12
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.144	4	0.012	16
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.372	1	0.031	11

相關產業專家群整體層級相對權重表（第二部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.468	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.295	1	0.138	2
			A2.低延遲的感知融合系統	0.289	2	0.135	3
			A3.精確的圖資定位系統	0.072	5	0.034	12
			A4.優良的決策控制系統	0.242	3	0.113	4
			A5.即時且有效的備援機制	0.101	4	0.047	9
B.強化車聯網系統資安韌性	0.072	4	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.220	2	0.016	14
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.698	1	0.050	7
			B3.個人資料應用安全把關	0.082	3	0.006	16
C.落實數位基礎設施建置	0.308	2	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.159	3	0.049	8
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.226	2	0.070	6
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.127	4	0.039	11
			C4.道路設施改善與數位化	0.488	1	0.150	1
D.提升公眾接受度	0.152	3	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.267	2	0.041	10
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.161	3	0.024	13
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.097	4	0.015	15
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.474	1	0.072	5

政府機關專家群整體層級相對權重表（第二部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.540	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.142	3	0.077	5
			A2.低延遲的感知融合系統	0.379	1	0.205	1
			A3.精確的圖資定位系統	0.065	5	0.035	8
			A4.優良的決策控制系統	0.302	2	0.163	2
			A5.即時且有效的備援機制	0.112	4	0.060	7
B.強化車聯網系統資安韌性	0.249	2	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.634	1	0.158	3
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.250	2	0.062	6
			B3.個人資料應用安全把關	0.117	3	0.029	10
C.落實數位基礎設施建置	0.159	3	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.629	1	0.100	4
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.042	4	0.007	15
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.217	2	0.035	9
			C4.道路設施改善與數位化	0.112	3	0.018	12
D.提升公眾接受度	0.053	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.075	4	0.004	16
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.410	1	0.022	11
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.284	2	0.015	13
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.232	3	0.012	14

學術機構專家群整體層級相對權重表（第二部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.527	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.378	1	0.199	1
			A2.低延遲感知融合系統	0.127	4	0.067	6
			A3.精確的圖資定位系統	0.079	5	0.042	8
			A4.優良的決策控制系統	0.218	2	0.115	3
			A5.即時且有效的備援機制	0.198	3	0.104	4
B.強化車聯網系統資安韌性	0.225	2	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.588	1	0.132	2
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.234	2	0.053	7
			B3.個人資料應用安全把關	0.178	3	0.040	9
C.落實數位基礎設施建置	0.166	3	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.616	1	0.102	5
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.080	4	0.013	14
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.178	2	0.030	11
			C4.道路設施改善與數位化	0.127	3	0.021	13
D.提升公眾接受度	0.082	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.136	3	0.011	15
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.448	1	0.037	10
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.115	4	0.009	16
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.302	2	0.025	12

研究機構專家群整體層級相對權重表（第二部分）

構面	構面權重	構面排序	評估準則	準則權重	準則排序	整體權重	整體排序
A.確保自駕技術安全性	0.468	1	A1.車輛環周資料蒐集的完整度	0.286	2	0.134	3
			A2.低延遲感知融合系統	0.290	1	0.136	2
			A3.精確的圖資定位系統	0.107	4	0.050	7
			A4.優良的決策控制系統	0.226	3	0.106	4
			A5.即時且有效的備援機制	0.091	5	0.043	10
B.強化車聯網系統資安韌性	0.160	3	B1.加強車聯網系統資安防護措施	0.535	1	0.086	5
			B2.遵循國際車輛網路安全標準	0.285	2	0.046	9
			B3.個人資料應用安全把關	0.180	3	0.029	12
C.落實數位基礎設施建置	0.307	2	C1.高可靠且低延遲的通信網路	0.505	1	0.155	1
			C2.自動駕駛車輛專用車道	0.096	4	0.029	11
			C3.遠程路況資訊警告系統	0.240	2	0.074	6
			C4.道路設施改善與數位化	0.159	3	0.049	8
D.提升公眾接受度	0.065	4	D1.提高民眾對自駕技術的正確認知	0.174	3	0.011	15
			D2.訂定自駕技術的使用規範	0.288	2	0.019	14
			D3.加強自駕車事故緊急應變措施	0.099	4	0.006	16
			D4.完善自駕車法律責任歸屬	0.439	1	0.029	13