

110 年度

國際經濟整合趨勢下，南部產業的衝擊、商機
及升級轉型研究

工作項目一：專題研究

後疫情時代的數位轉型策略研究

——以臺南市建置新興數位科技驗證場域為例

（本報告內容係受託單位之觀點，不代表委託單位之意見）

委託單位： 經 濟 部

研究單位： 財團法人中華經濟研究院

中華民國 110 年 12 月

110 年度

國際經濟整合趨勢下，南部產業的衝擊、商機
及升級轉型研究

工作項目一：專題研究

後疫情時代的數位轉型策略研究

——以臺南市建置新興數位科技驗證場域為例

（本報告內容係受託單位之觀點，不代表委託單位之意見）

計畫主持人：劉孟俊

共同主持人：吳佳勳

協同主持人：吳若瑋

議題負責人：鍾富國

研究人員：余佩儒、林欣儀

計畫顧問：胡以祥、楊雅博

委託單位：經 濟 部

研究單位：財團法人中華經濟研究院

中華民國 110 年 12 月

中文摘要

本研究聚焦「5G 臺南隊」涵蓋的智慧製造、自駕車、文化展演等三個領域，藉由盤點與比較六都、國外標竿案例，探討如何透過建置新興數位科技驗證場域促進臺南市的智慧製造、自駕車、文化展演產業發展。

在臺灣五都推動的新興數位科技驗證方面：

第一，在智慧製造方面，我國政府設置的驗證場域為位於臺中市的「智慧製造技術驗證場域」占地800坪，規畫9條示範生產線，涵蓋智慧製造資訊中心、小型設備加工區、彈性製造系統、自動化量測系統，完整示範如何讓業者掌握智慧製造系統樣貌。民間進行的智慧製造案例則以導入5G通訊技術，搭配使用自主移動機器人、人工智慧自動光學瑕疵檢測、雲計算、混合實境、戰情中心等應用。

第二，自駕車驗證主要使用中型巴士作為自駕載具。個別測試特色上，臺北市的亮點為長距離（實驗路段總長度約14公里）的深夜測試；臺中市的測試重點在於「自駕車測試監控整合管理平臺」與「模擬環境訓練平臺」的「虛實整合測試」；臺北市、新北市特別強調以5G進行自駕車與路側設備之間的測試；桃園市、臺中市則有佈建路側設備強化對自駕環境的記錄與監控。

第三，文化展演方面，臺北市和桃園市皆透過定期的數位/科技藝術節，凝聚相關科技文化展演業者與作品；臺中市則有國立臺灣美術館作為數位藝術發展的推手、作為固定展出場域，且具備國際合作的網路能量；新北市和高雄市則習慣於運用開放場域進行科技文化展演。

在國外的新興數位科技驗證方面：

第一，在智慧製造方面，本研究選擇中小企業與汽車零組件製造業的燈塔工廠案例進行分析，發現中小企業燈塔工廠並沒使用機器取代員工，

反而是運用數位技術引發工作變革，以降低員工重複性工作、使工作內容更具趣味性，以提升工作效率。汽車零組件製造業則建構生產物料、數據驅動、機器設備維修、看板系統以實現「工業4.0」的概念。

第二，自駕車驗證方面，首先在封閉場域測試上，相較於「臺灣智駕測試實驗室」，新加坡 CETRAN 具備全球其他測試中心相對少見的「降雨模擬器」，能更逼真模擬熱帶地區的極端氣候；其次在開放場域驗證上，新加坡的特點是在進行「非載人」自動駕駛應用示範，例如自駕卡車車隊行駛測試與自駕環境服務無人車測試。

第三，文化展演方面，首先，線上（虛擬）演唱會，因不受限地理限制，使國際歌迷有更多機會觀看表演，虛擬場館有望獲得跨國演唱會、舞臺劇等售票型線上直播活動的合作洽談；從韓國 Beyond LIVE 線上音樂會個案觀察，將歌手崔始源打造成高12公尺的虛擬影像，應用 AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，成為後疫情時代演唱會發展的趨勢，可作為臺南在發展5G 異地共演可以納入思考的軸向。其次，科技藝術展演呈現出的特點為國際 IP/內容較能引起國際觀眾共鳴、創造全新體驗，結合內容概念、影像演算繪製和音效製作，提供臺南市文化展演發展上的新路徑、相較於一次性的光雕秀，創作的影像若能有固定式的展演才是能永續發展模式。

在臺南市自身推動智慧製造、自駕車、文化展演方面：

首先在推動智慧製造方面，臺南市多數企業為中小企業，經營現況往往是設備老舊；空間有限、廠內生產流程更改不易；數位轉型概念不足與缺乏數位轉型誘因。而在眾多智慧製造解決方案中，導入成本相對低廉、改善品質顯著、能節省人工的「人工智慧光學檢測」更適合大型與中小型企業導入，也符合臺南市涵蓋半導體、面板、汽車零組件、扣件等多元化的產業需求。此外，本研究依循經濟部「智慧機械產業推動方案」的推動重點檢視臺南市目前推動智慧製造的現況，發現臺南市「智慧機上盒」總裝機數量排名全國第5，且裝機數量逐年增加；但當地符合工業局「技術

服務能量登錄合格機構名單」的數量、法人與研究機構開發工業應用 App 並上架「智慧機械雲」的數量，均明顯低於其他縣市。

其次在發展自駕車產業方面，本研究透過盤點多種產業鏈試圖瞭解臺南市在地的企業與學研能量，涵蓋自動駕駛感知系統產業鏈、自動駕駛巴士產業鏈、車聯網產業鏈、臺灣特斯拉產業鏈。發現臺南市主要為國內重要的車燈、保險桿、鑄件、沖壓件、螺絲螺帽等產業聚落，另有2間生產先進駕駛輔助系統的廠商，而缺乏生產自駕車感知系統、決策系統的廠商；另主要的學研單位則為科技部臺灣智駕實驗室、成功大學「高精地圖研發發展中心」與「成功大學自駕車輛試驗計畫」。

最後，本研究綜合比較國內外文化展演發展的兩個軸向：(1)線上（虛擬）演唱會與(2)科技藝術展演。發現結合多元科技的應用（例如 XR、AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有3D 建模工作等），以及未來線上（虛擬）演唱會走向國際擴張/展演的發展，可作為臺南市在發展5G異地共演可以納入思考的軸向；相較於一次性的科技藝術展演/光雕秀，創作的影像若有固定式的展演則是較能永續發展的模式，而臺南市的美術館/博物館是可能的場域。

本研究最後依序提出臺南市未來發展智慧製造、自駕車與文化展演的建議。

首先在智慧製造方面：(1)針對獲得「智慧機上盒(Smart Machine Box)輔導計畫」補助之廠商，進行加碼補助；(2)透過「地方產業創新研發計畫」，鼓勵在地法人與廠商開發智慧製造應用軟體上架「智慧機械雲」；(3)引入「系統整合服務機構」並鼓勵「分析服務產業」發展；(4)協助廠商對接「智慧城鄉計畫」，取得延續性資源挹注；(5)挑選經濟部「卓越中堅企業」或隱形冠軍進行示範；(6)鼓勵轄區內潛力企業申請「燈塔工廠」作為全球智慧製造模範；(7)推出人才培訓計畫，強化智慧機械人才儲備；(8)運用大型企業搭配中小企業推動供應鏈數位化；搭配補助獲得「雲

市集工業館數位點數補助計畫」的中小企業；

其次，針對自駕車產業發展則建議：(1) 透過「地方產業創新研發計畫」(地方型 SBIR) 鼓勵發展自駕車領域相關配套技術；(2) 於「臺灣智駕實驗室」進行封閉場域測試完成後，若於臺南市進行沙盒驗證，則補助封閉場域測試費用；(3) 引入國外知名自駕企業進行特殊車輛自駕測試，創造話題、新穎性；(4) 吸引國內、外自駕相關業者至臺南市投資設廠；(5) 促成在地自駕車零組件、次系統廠商打入新興車廠供應鏈，進而輸出海外；(6) 「臺灣智駕測試實驗室」測試項目精進；(7) 臺南市公車營運路線申請針對具「自駕公車」投入規畫之業者評選進行加分；

最後，文化展演則可：(1) 文化科技展演開發模式建議從多元利害關係人觀點設計，整合場域/平臺、業主需求方、中央/地方政府、軟體、硬體方、授權公司、舞臺設計者、編劇導演、音樂創作等多方利害關係人；(2) 與文化觀光旅遊、美食結合，搭配臺南相關節慶活動，透過在地策展公司與科技解決方案商合作，但需回應臺南當地歷史文化需求，而非僅強調科技；(3) 扣合府城建城400年的發展契機(2024年)，有以下幾個方向發展：第一、學研資源的擴散：以在地學校的5G 異地劇場能量，透過科技記錄，結合動捕手套與機械手臂，在未來能夠透過軌跡重繪就可重現並培訓人才，甚至是跨時空、跨地區的共演。第二、固定長期的文化科技展演場域：例如結合導演魏德聖『豐盛之城』文化園區，打造結合觀光與定期的科技藝術展演。第三、文化內容資料庫科技加值：在既有文化資產資料庫的基礎上，結合有合作意願的業者做加值應用。例如透過 AR/VR 虛擬重建歷史建築，運用手機將被拆的老建築重現；(4) 結合中央資源，包括中央文化部、文策院等計畫，達到5G 科技情境的示範效應，補助案用意是要開拓與實驗可能性，如何與情境整合，不能以過去載體思維推行政策；4G 並進為可能的推動方向；(5) 評估成立「數位科技發展局」的可行性，以便整合既有市政府推動新興數位科技的資源。

Abstract

This research focuses on the three areas of smart manufacturing, self-driving cars, and cultural performances of the "5G Tainan Team". By depicting and comparing six municipalities and foreign benchmarking cases, it explores how to establish a digital technology verification field to promote the development of smart manufacturing, self-driving cars, and cultural exhibition industries.

In terms of digital technology verification promoted by the five municipalities in Taiwan:

First, in terms of smart manufacturing, the Taiwan government has set up a verification field "Smart Manufacturing Technology Verification Field" in Taichung City, covering an area of 800 square meters, planning 9 demonstration production lines, covering smart manufacturing information centers, small equipment processing areas, and flexible manufacturing. System, automated measurement system, a complete demonstration of how to let the industry master the appearance of the smart manufacturing system.

The private showcases of smart manufacturing involve the introduction of 5G communication technology, combined with the use of autonomous mobile robots, artificial intelligence automatic optical defect detection, cloud computing, mixed reality, and combat situation centers.

Second, self-driving vehicle verification uses medium-sized buses as vehicles. In terms of individual test features, the highlight of Taipei City is the long-distance (the total length of the experimental section is about 14 kilometers) late night testing; the test in Taichung City focuses on the "integrated management platform for self-driving test monitoring and

management" and the "virtual reality" of the "simulated environment training platform" Integration testing"; Taipei City and New Taipei City place special emphasis on 5G testing between self-driving cars and roadside equipment; Taoyuan City and Taichung City have installed roadside equipment to strengthen the recording and monitoring of the self-driving environment.

Third, in terms of cultural performance, Taipei City and Taoyuan City both have organized regular digital/technical art festivals to gather relevant technology and cultural performances and works; National Taiwan Museum of Fine Arts works as a promoter of digital art development in Taichung City and the museum is a fixed venue for exhibitions and has strong network for international cooperation; New Taipei City and Kaohsiung City are accustomed to using open fields for technological and cultural exhibitions.

Regarding to foreign digital technology verification:

First, in terms of smart manufacturing, this study selects the lighthouse factory case of small and medium-sized enterprises and automotive component manufacturing to analyze and finds that the lighthouse factory of small and medium-sized enterprises does not use machines to replace employees, but instead uses digital technology to trigger work changes to reduce duplication. And improve work efficiency. The automotive component manufacturing industry constructs production materials, data-driven, and maintenance of machinery and equipment to realize the concept of "Industry 4.0".

Second, in terms of self-driving vehicle verification, first, in closed field testing, compared with the "Taiwan Smart Driving Test Laboratory", Singapore CETRAN has a rare "rain simulator" that can more realistically simulate extreme climates in tropical regions; In the open field verification, Singapore is characterized by the demonstration of "unmanned" autonomous driving

applications, such as the driving test of the self-driving truck fleet and the self-driving environment service unmanned vehicle test.

Third, in terms of cultural performances, first of all, online (virtual) concerts, due to unrestricted geographic restriction, allow international fans to have more opportunities to view performances. Virtual venues are expected to win ticket-selling online live events such as transnational concerts and stage show; from the case study of the Beyond LIVE online concert in South Korea, the singer Choi Siwon was transformed into a 12-meter-high virtual image. The application of AI, cloud technology, 3D processing and rendering technology has become the trend of concert development in the post COVID-19 era. This trend could be considered as Tainan's development of 5G remote co-performance. And Secondly, the characteristics of technology art exhibitions are that international IP/content can resonate with international audiences and create new immersive experience. It combines content concept, image calculation rendering and sound effect production to provide a new path for the development of cultural exhibitions in Tainan.

In terms of promoting smart manufacturing, self-driving cars, and cultural exhibitions in Tainan City:

Regarding to smart manufacturing, the current operating conditions of small and medium-sized enterprises in Tainan City are old equipment, limited space, difficult production process changes, insufficient digital transformation concepts, and lack of incentives for digital transformation. In smart manufacturing solutions, the introduction of "artificial intelligence optical inspection", which is relatively inexpensive, has significantly improved quality, and can save labor, is more suitable for large and small and medium-sized enterprises to import, and is also in line with Tainan City covering

semiconductors, panels, automotive components, and fasteners.

In addition, this study followed the promotion of the "Smart Machinery Industry Promotion Plan" of the Ministry of Economic Affairs to focus on the current situation of Tainan City's current promotion of smart manufacturing, and found that Tainan City's total installed capacity of "Smart Set-Top Box" ranks fifth in the country, and the number of installed units is increasing year by year; However, the number of local qualified organizations that meet the "Technical Service Energy Registration Qualified Organization List" of the Bureau of Industry, and the number of industrial application apps developed by legal persons and research institutions and the number of "Smart Machinery Clouds" on the shelves are significantly lower than other counties and cities, which may imply local smart machinery. The coaching energy needs to be strengthened.

With respect to promoting the self-driving car industry, this research analyzes the self-driving perception system industry chain, the self-driving bus industry chain, the car networking industry chain, and the Tesla industry chain. It is found that Tainan City is mainly home to important domestic automobile lights, bumpers, castings, stamping parts, screws and nuts, but there are only two manufacturers that produce advanced driving assistance systems, and there is a lack of manufacturers that produce self-driving car perception systems and decision-making systems. The other major academic and research units are the Taiwan Intelligent Driving Laboratory of the Ministry of Science and Technology, the "High-precision Map Research and Development Center" of Chenggong University and the "Self-driving Vehicle Test Project of Chenggong University".

Finally, this study comprehensively compares the two axes of the

development of cultural exhibitions at home and abroad: (1) online (virtual) concerts and (2) technological art exhibitions. The study discovers applications that combine multiple technologies (such as XR, AI, cloud technology, 3D processing and rendering technology, automating existing 3D modeling work, etc.), as well as the development of future online (virtual) concerts to international expansion/show performances, which could be considered as Tainan's development of 5G remote co-performance. In addition, the development model of digital art exhibition in Taiwan is more one-time event, and it is more difficult to form industrialization. Compare with one-time light sculpture show, performance in a fixed venue is the sustainable development model, and the art museums in Tainan City are possible venues.

This research finally puts forward recommendations for the future development of smart manufacturing, self-driving cars and cultural exhibitions in Tainan City in order.

First in terms of smart manufacturing: (1) Provide additional subsidies to manufacturers that have received subsidies from the "Smart Machine Box (Smart Machine Box) Counselling Program"; (2) Encourage local legal persons through the "Local Industrial Innovation R&D Program" Develop smart manufacturing application software with manufacturers and put it on the shelf "Smart Machinery Cloud";(3) Introduce "system integration service organizations" and encourage the development of "analysis service industry"; (4) Assist manufacturers to connect with "Smart Urban and Rural Projects" and obtain continuous resources Note; (5) Select "Excellent Backbone Enterprises" or Hidden Champions of the Ministry of Economic Affairs for demonstration; (6) Encourage potential companies within the jurisdiction to apply for "Lighthouse Factory" as a global smart manufacturing model; (7) Launch a

talent training program to strengthen smart machinery Talent reserve; (8) Use large-scale enterprises with small and medium-sized enterprises to promote the digitization of the supply chain; match subsidies to small and medium-sized enterprises that have received the "Cloud Industrial Hall Digital Point Subsidy Program".

Secondly, for the development of the self-driving car industry, it is recommended:(1) Encourage the development of related supporting technologies in the self-driving field through the "Local Industry Innovation and Research Program" (local SBIR); (2) Close the field at the "Taiwan Intelligent Driving Laboratory" After the domain test is completed, if the sandbox verification is carried out in Tainan City, the closed field test fee will be subsidized; (3) Introduce foreign self-driving companies to conduct special vehicle self-driving tests, creating topics and novelty; (4) Attracting domestic and foreign self-driving Related companies invest in factories in Tainan City; (5) Encourage local self-driving car component and sub-system manufacturers to enter the supply chain of emerging car manufacturers, and then export them overseas; (6) Improve the test project of the "Taiwan Smart Driving Test Laboratory"; (7) The application of Tainan City bus operation route will be given extra points for the selection of the industry with "self-driving bus" investment plan.

Finally, the suggestions in cultural exhibitions include: (1) The development model of technological and cultural exhibition is suggested to be designed from the perspective of multiple stakeholders, integrating the field/platform, the owner demand side, the central/local government, software, hardware, licensing companies, stage designers, screenwriters and directors, music creation and others; (2) Integrate with cultural tourism, food, and

Tainan-related festivals, and cooperate with local curatorial companies and technology solution providers, but need to respond to the local history and culture of Tainan Demand, rather than just emphasizing technology; (3) It can be combined with the 400-year development opportunity of Tainan city (2024), and there are the following development directions: the diffusion of academic and research resources, fixed and long-term cultural and technological exhibition venues, and the value-added technology of the cultural content database; (4) The local government combines the central resources, including the Ministry of Culture, the Taiwan Creative Content Agency (TAICCA) and other programs, to achieve the demonstration effect of the 5G technology situation. The biggest purpose of the subsidy program is to open up and experiment the possibility, and how to integrate with the situation. It is recommended that policy should not be implemented based on the past device thinking; 4G parallel development is a possible driving direction; (5) Evaluate the feasibility of establishing a "Digital Technology Development Bureau" in order to integrate existing municipal government resources to promote emerging digital technologies.

目 錄

中文摘要	i
Abstract	v
目 錄	xiii
表 次	xv
圖 次	xvii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的與架構.....	6
第三節 研究方法與預期效益	8
第二章 新興數位科技驗證場域的國內案例研析	11
第一節 新興數位科技驗證場域建置的類型與國際趨勢探討.....	11
第二節 智慧製造國內案例研析	20
第三節 自駕車國內案例研析	33
第四節 文化展演國內案例研析	56
第五節 本章小結	66
第三章 新興數位科技驗證場域的國外案例研析	79
第一節 智慧製造—以燈塔工廠為例	79
第二節 自駕車—以新加坡為例	96
第三節 文化展演—以線上（虛擬）演唱會與科技藝術展演為例.....	113
第四節 本章小結	127
第四章 臺南市推動新興數位科技驗證的現況分析	133
第一節 臺南市推動新興數位科技驗證場域的措施盤點.....	133
第二節 臺南市智慧製造、自駕車與文化展演產業的能量盤點分析....	196
第三節 本章小結	238
第五章 結論與建議.....	249
第一節 結論	249
第二節 建議	257
參考文獻	315
附件 1 第一場座談會會議紀錄.....	329
附件 2 第二場座談會會議紀錄.....	335
附件 3 第三場座談會會議紀錄.....	349
附件 4 第四場座談會會議紀錄.....	357
附件 5 訪談記錄.....	371
訪談紀錄 1	371
訪談紀錄 2	375
訪談紀錄 3	379

訪談紀錄 4	391
訪談紀錄 5	395
訪談紀錄 6	399
訪談紀錄 7	405
訪談紀錄 8	409
訪談紀錄 9	413
訪談紀錄 10	419
訪談紀錄 11	425
訪談紀錄 12	429
訪談紀錄 13	437
附件 6 期初報告審查意見回覆.....	443
附件 7 期中報告審查意見回覆.....	447
附件 8 期末報告審查意見回覆.....	457

表 次

表 1-1-1	「工業 4.0 大調查」的 31 間「工業 3.0」企業地理分布.....	5
表 2-3-1	自動駕駛定義.....	34
表 2-3-2	臺北市信義路公車專用道自駕巴士測試涉及之測試技術內容....	37
表 2-3-3	虎頭山創新園區服務項目.....	44
表 2-5-1	台達電與日月光 5G 智慧工廠比較.....	67
表 2-5-2	臺北市、新北市、桃園市、臺中市自駕巴士驗證比較.....	72
表 2-5-3	臺灣五都推動科技文化展演驗證的案例.....	76
表 3-1-1	燈塔工廠具備的特色.....	80
表 3-1-2	燈塔工廠發展成功的因素.....	82
表 3-1-3	Rold SmartFab 具備之主要特色.....	86
表 3-1-4	Rold SmartFab 具備之主要功能.....	87
表 3-1-5	博世蘇州廠「燈塔工廠」建設著重層面.....	95
表 3-2-1	全球主要國家自駕車準備度指標排名.....	96
表 3-2-2	新加坡自動駕駛發展規畫.....	99
表 3-2-3	新加坡支持自駕車測試的政策措施.....	100
表 3-2-4	新加坡自動駕駛驗證示範例舉.....	104
表 3-2-5	新加坡自駕環境服務無人車規格.....	110
表 3-3-1	韓國在沉浸式體驗/文化展演的發展策略.....	114
表 3-3-2	比利時南部：數位瓦隆尼亞（Wallonia）.....	121
表 3-3-3	法國巴黎光之博物館：重要利害關係人.....	126
表 3-4-1	綜整：科技藝術展演國外案例研析.....	130
表 4-1-1	「5G 臺南隊」主要參與廠商.....	135
表 4-1-2	成功大學「智慧製造研究中心」的發展目標.....	141
表 4-1-3	「智慧工廠自動化」系統平臺具備之智慧製造服務.....	143
表 4-1-4	「智慧工廠自動化」系統平臺版本.....	144
表 4-1-5	成功大學「智慧製造研究中心」產學合作與人才培育概況.....	145
表 4-1-6	先知科技公司產業應用案例.....	146
表 4-1-7	經昌汽車電子公司與南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」產學合作計畫.....	150
表 4-1-8	經昌汽車電子公司產品線.....	151
表 4-1-9	表面貼焊技術製程中涉及的主要檢測環節.....	153
表 4-1-10	臺灣智駕測試實驗室基本資料.....	164
表 4-1-11	「5G 臺南隊」相關廠商：文化展演領域.....	176
表 4-2-1	智慧工廠解決方案例舉.....	198
表 4-2-2	製造業對新興科技的導入意願.....	200

表 4-2-3	「智慧機上盒」聯網功能模組要求.....	208
表 4-2-4	「智慧機械雲」營運特色.....	214
表 4-2-5	南部之研發法人於智慧機械雲上架之應用程式.....	215
表 4-2-6	「智慧機上盒輔導計畫」與「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」 比較	217
表 4-2-7	自駕車關鍵技術.....	218
表 4-2-8	臺灣主要政府單位自駕車發展分工與目標.....	219
表 4-2-9	汽車先進自動駕駛輔助系統參考.....	220
表 4-2-10	臺灣自動駕駛感知系統產業鏈代表企業.....	221
表 4-2-11	「自駕車產業聯盟」廠商.....	224
表 4-2-12	「臺灣車聯網產業協會」位於臺南市與高雄市之會員廠商....	228
表 4-2-13	臺灣車聯網產業鏈代表廠商.....	228
表 4-2-14	臺灣特斯拉電動車供應鏈.....	230
表 4-2-15	綜整：線上（虛擬）演唱會國內、外案例研析.....	235
表 4-2-16	綜整：科技藝術展演國內、外案例研析.....	237
表 4-3-1	六都與燈塔工廠智慧製造驗證案例比較.....	241
表 4-3-2	六都進入「無人載具科技創新實驗計畫」之自駕車驗證比較..	245
表 5-2-1	臺南市智慧製造驗證現況與本研究政策建議對照.....	258
表 5-2-2	2020 年臺南市「地方產業創新研發計畫」推薦通過數位轉型（含 金屬與機械）類別計畫名稱.....	261
表 5-2-3	經濟部「中堅企業」遴選資格條件.....	265
表 5-2-4	「卓越中堅企業」獲獎名單.....	266
表 5-2-5	臺南市「隱形冠軍」企業列舉.....	266
表 5-2-6	「普及智慧城鄉生活應用計畫」補助機制.....	269
表 5-2-7	「普及智慧城鄉生活應用計畫」5G 創新技術應用服務.....	270
表 5-2-8	群創光電公司高雄廠入選「燈塔工廠」使用之智慧製造技術..	273
表 5-2-9	新北 AWS 工業應用計畫三階段流程	277
表 5-2-10	臺南市自駕車產業現況與本研究政策建議對照.....	284
表 5-2-11	2020 年臺南市「地方產業創新研發計畫」推薦通過智駕漫遊（含 創新資訊）類別計畫名稱.....	285
表 5-2-12	臺灣智駕測試實驗室服務價目表.....	291
表 5-2-13	擴大智自駕車布局的企業.....	300
表 5-2-14	臺灣封閉式自駕車驗證場域比較.....	308

圖次

圖 1-1-1	「工業 4.0 大調查」的 31 間「工業 3.0」企業得分分布.....	3
圖 1-2-1	本研究架構.....	8
圖 2-1-1	新興數位科技驗證場域的定位.....	17
圖 2-3-1	智駕電動巴士設備.....	40
圖 2-3-2	設施佈建與路線圖.....	41
圖 2-3-3	虎頭山車聯智駕中心場域配備之道路情境.....	44
圖 2-3-4	「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」使用之自駕小巴士	48
圖 2-3-5	「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」使用之巴士....	51
圖 2-3-6	智慧路口實證情境規畫.....	54
圖 2-4-1	2019 臺北光之饗宴：Galleria（左）、Façade（右）.....	58
圖 2-4-2	第一屆桃園科技表演藝術獎.....	60
圖 2-4-3	我國數位藝術展演：蜃樓.....	63
圖 2-4-4	高雄「2021 跨百光年」：融合藝術和科技.....	64
圖 2-4-5	高雄觀光局 x 馬來西亞饒舌歌手黃明志 XR 線上虛擬演唱會	65
圖 3-1-1	Rold 公司運用「工業 4.0」協助生產製造示意圖.....	88
圖 3-2-1	新加坡自動駕駛測試區變化.....	99
圖 3-2-2	新加坡 CETRAN 自駕車測試場域的配置.....	102
圖 3-2-3	通過 CETRAN 降雨模擬器的自動駕駛小客車.....	103
圖 3-2-4	新加坡自駕大巴士測試.....	106
圖 3-2-5	新加坡自駕卡車車隊行駛測試概念.....	107
圖 3-2-6	Navya 位於 Sheba 醫療中心之自駕小巴.....	112
圖 3-3-1	SKT 和 SM 娛樂合作：Super Junior 的線上音樂會展示 3D 混合 實境表演.....	118
圖 3-3-2	SKT：虛擬聚會（Virtual Meetup）.....	119
圖 3-3-3	Dirty Monitor 作品：中國大陸北京國際電影節.....	122
圖 3-3-4	Dirty Monitor 作品：蒙斯（Mons）戰役光雕秀.....	123
圖 3-3-5	科技藝術展演：日本 teamLab.....	124
圖 3-3-6	法國巴黎光之博物館：梵谷《星夜》與日本夢，漂浮世界.....	125
圖 4-1-1	南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」技術應用三 位一體架構.....	148
圖 4-1-2	「成功大學自駕車輛試驗計畫」使用之車身.....	162
圖 4-1-3	沙崙封閉式自駕車場域圖.....	166
圖 4-1-4	成功大學「高精地圖研究發展中心」發展方向.....	174
圖 4-1-5	NTT：5G 文化展演開展豐富觀賞體驗.....	178
圖 4-1-6	NTT：perfume 異地演唱會.....	179

圖 4-1-7	NTT 虛實共演：超歌舞伎（傳統文化+網路動畫）	179
圖 4-1-8	NTT：美國大聯盟棒球賽事異地轉播	180
圖 4-1-9	NTT 東京奧運創新科技應用：帆船賽（上）、羽球轉播（下）	181
圖 4-1-10	NTT：臺北三立異地共演	182
圖 4-1-11	NTT：桃園超逼真跨域沉浸式球賽觀看體驗	183
圖 4-1-12	NTT：臺南遠距異地共演	188
圖 4-1-13	「Fantage 臺南」意象影片	189
圖 4-1-14	臺南文創園區：「昌南閣-府城幻宴」	190
圖 4-1-15	文化展演領域：科技藝術策展公司	191
圖 4-1-16	動捕手套與機械手臂的結合：掌中戲異地共演	194
圖 4-1-17	文化保存與 5G 可能性：生態系整合	195
圖 4-2-1	「智慧機上盒」裝設數量	209
圖 4-2-2	「智慧製造輔導團」輔導流程	210
圖 4-2-3	「智慧製造輔導團」之「顧問分團」組成	210
圖 4-2-4	「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」50 家輔導單位與縣市分布	211
圖 4-2-5	「智慧機械領航」計畫的智慧機械標竿示範企業	212
圖 4-2-6	「智慧機械雲」運作模式	213
圖 5-2-1	英業達智慧工廠涉及之人工智慧光學檢測	271
圖 5-2-2	2021~2023 年智慧機械發展趨勢對人才需求示意圖	275
圖 5-2-3	臺灣智駕測試實驗室服務使用者類別	306
圖 5-2-4	沉浸體驗開發模式：多元利害關係人	310

第一章 緒論

第一節 研究背景

壹、計畫背景

回顧以往，臺南市主要依靠製造業及高科技業中偏向勞力密集的次領域作為區域經濟與城市發展的主力；然而受氣候變遷、能源轉型、產業用地、國際市場變動等因素的綜合影響，在地賴以發展的支柱產業也對城市樣貌與市民生活造成負面影響，如公安、水污染、土地污染、空污惡化等。此外，傳統產業的工作環境與薪資水準，也不利吸引在地青年深耕發展。面對產業與環境風險堆疊，臺南市轉而尋求加速產業與城市治理的數位轉型，變換城市發展的動力，以確保居民生活水準的持續提升。

近年由於美中貿易戰及新型冠狀病毒疫情等因素，吸引許多國際大廠臺商回流臺灣，高雄市與臺南市正是臺商投資最熱門的區域之一。其中，投資臺灣方案也要求產線導入智慧化功能、將高階產品留在臺灣，有助於激發臺南市不同產業對於高階製造科技應用的想像，並引領更多企業思考、投入高階及智慧製造。

由國際趨勢觀察，目前數位科技應用已逐步深化發展，不僅涉及各行各業，也改變經濟、社會及民眾生活等多層次樣貌；因此，若可進一步善用智慧科技之影響力與渲染力，解決在地需求與產業轉型挑戰，兼顧創造引人注目的特色題材，成為推動「智慧府城」的轉型契機。

臺南市製造業占全國比重高達9%，可謂我國製造業發展的重鎮。因此，輔導製造業升級轉型刻不容緩。特別是在推動產業數位轉型的實際措施上，未來臺南市政府應跳脫傳統形塑關鍵零組件產業聚落、協助廠商進行海外

拓銷的作法，而是更需要發展系統整合型的聚落、促成大廠商帶小廠商，使各種規模的企業有機會互相學習及共享資源，才有能量與其他公司相互競爭。特別是在新興數位科技競相嶄露頭角時，無論是促進傳統產業導入智慧製造或建設智慧城市優化政府治理，皆需要優異的系統整合商提供資源及解決方案。

但另一方面，關於臺南市乃至於南部地區數位轉型程度的統計與調查仍付諸闕如。僅能從旁推敲大致的情況。大致而言，以臺南市為首的南部地區，面臨的數位轉型難點包含¹：

1.北部數位化能力較南部強，臺南市雖製造業發達，但當地資通訊、資服等系統整合業者較少，數位轉型、智慧製造技術來源，相對仰賴北部；

2.新興數位科技演變與進步快速，更需要應用場域進行驗證，但以5G通訊技術為例，南部的廠商可能難以找到合適的應用情境。即便有應用情境，卻又可能衍生後續的困境。以智慧農業、智慧養殖而言，投入5G AIoT技術後，若造成農漁產品產量增加、品質提升（此為當初希望5G AIoT技術能達成的效益之一），卻又會面臨農產品通路的問題、價格崩盤的問題；此外，無人智慧搬運車、智慧倉儲技術僅能協助將產品推動至產線旁，再由人工協助，且科技變化迅速、生命週期短，難以吸引廠商進行大筆投資而裹足不前²；

3.南部中小企業數位化能力不足的原因部分是由於廠商連基本的企業資源規畫系統（ERP）皆難以導入；另一部分的原因則在於人口老化，老師傅面臨數位落差或排斥抗拒數位化管理，影響企業內部變革的速度。故目前有能力推動數位轉型的中小企業大多為配合供應鏈大客戶的要求而被迫轉型。其餘中小企業雖也想進入大型企業的供應鏈體系，但業者本身

¹ 資料來源：本研究附件 1 第一次專家座談會記錄

² 資料來源：本研究附件 4 訪談記錄 2

通常無資金、人力推動數位轉型。抑或是單一中小企業同時供貨予數個大客戶，但每個大客戶的下單量皆不足以引導該中小企業捨棄舊有的製程設備改以智慧化生產設備，尤其當舊製程設備生產的產品品質已符合大客戶的品質要求。

4.南部中小企業的生產模式屬於「少量多樣」，智慧製造、關燈工廠使用的自動化生產設備、檢測設備較適合大量生產所需，若使用於「少量多樣」情境，可能需多次生產線暫停重新設定等程序，反而增加成本。

5.在南部中大型企業的數位轉型程度方面，天下雜誌曾於2019年針對556家製造企業進行「工業4.0大調查」，問卷以1~4級分為尺度，2019年臺灣全體製造業成熟度為2.22，其中成熟度在3.0以上企業僅31家(占比5%)。(見圖1-1-1)

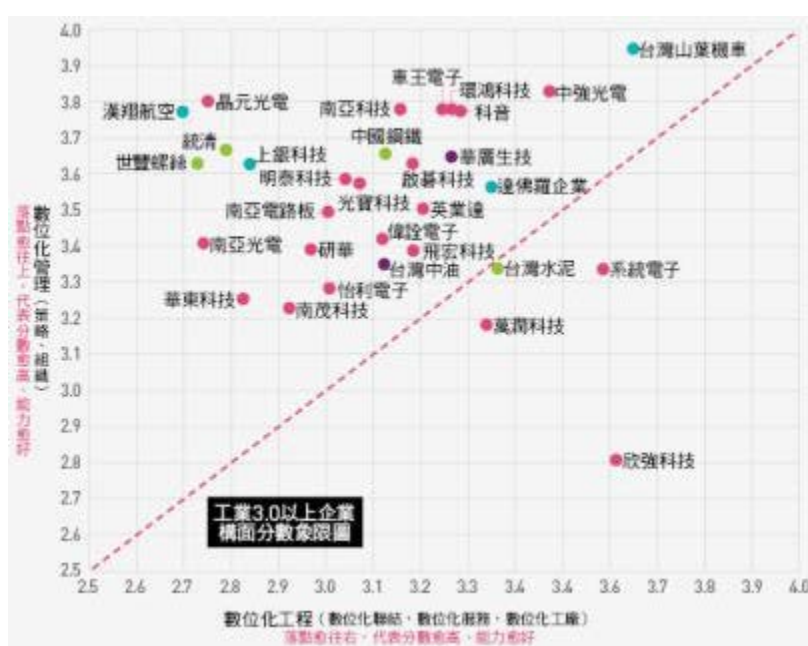


圖1-1-1 「工業4.0大調查」的31間「工業3.0」企業得分分布

其餘重要的調查數據發現如：(1) 約50%公司員工對工業4.0無參加熱情；(2) 約13%公司完全不具備自動化能力；(3) 近30%公司不進行任何數據分析；(4) 近50%公司機器設備不具資料傳輸力；(5) 具智慧物聯網

以上能力者僅3.9%；(6) 僅10%可以利用現場數據進行預測。「工業4.0大調查」特別列出臺灣達「工業3.0」以上的31家企業名單，涵蓋資訊電子(21間)、傳統製造及其他(4間)、機械(4間)、醫藥與化工(2間)。多數企業在「數位化管理」方面得分較高，但在代表數位製造能力的「數位化工程」方面，得分較低。

此外，表1-1-1盤點31間「工業3.0」企業僅發現屬於統一集團子公司的「統清公司」總部設於臺南市永康區，主要生產與研發食用油，且其數位得分仍以「數位化管理」見長，而非「數位化工程」。其餘30間「工業3.0」企業的總公司多半設立於臺北市、新北市、桃園市、高雄市。由此可推敲，臺南市目前製造業的數位轉型程度仍有待加強。

另外，美中貿易摩擦及新冠肺炎疫情造成全球供應鏈重組，許多臺商與外商尋找新的投資場域分散風險，而臺南市具備鄰近高雄海、空雙港的交通優勢，而生產技術與產品品質也具競爭力。目前，臺南市政府持續透過各式作為，可望在後疫情時代把握契機，注入嶄新產業動能，兼顧升級轉型。

觀察臺南市政府近期的作為，主要是透過組建「5G 臺南隊」在智慧製造、自駕車、文化展演三大領域建置新興數位科技驗證場域，透過應用示範，進而引導在地產業技術升級，希望帶動相關領域對於5G 網路的需求。例如高畫質的4K 影像內容，需要更高的網路容量、速度予以支援，以因應製造產業自動化發展的趨勢。特別是南科進駐台積電最先進的5奈米、3奈米製程製造工廠，可能增加對5G 企業專網的需求，成為臺南市發展5G 企業應用的契機。

本研究擬扣合臺南市政府希望促成產業轉型的施政目標，借鏡國內外新興科技驗證場域的標竿經驗，聚焦研析後疫情時代如何以建置新興數位科技驗證場域帶動臺南市產業升級轉型的可能發展芻議。

表1-1-1 「工業4.0大調查」的31間「工業3.0」企業地理分布

資訊電子產業			傳統製造業及其他		
公司名稱	總公司	分支機構	公司名稱	總公司	分支機構
中強光電	新竹市	臺南市	臺灣水泥	臺北市	高雄市 臺南市
系統電子	臺北市	-	中國鋼鐵	高雄市	臺南市
科音	桃園市	-	統清	臺南市	-
環鴻科技	南投縣	高雄市	世豐螺絲	高雄市	-
車王電子	臺中市	-	機械產業		
南亞科技	新北市	-	臺灣山葉 汽車	桃園市	-
啟碁科技	新竹市	臺南市	達佛羅企 業	臺中市	-
英業達	臺北市	-	漢翔航空	臺中市	-
欣強科技	臺北市	-	上銀科技	臺中市	-
萬潤科技	高雄市	-	醫藥及化工產業		
光寶科技	臺北市	臺南市	華廣生技	臺中市	-
飛宏科技	桃園市	臺南市	臺灣中油	高雄市	-
明泰科技	新竹市	-			
偉詮電子	新竹市	高雄市			
南亞電路板	桃園市	-			
晶元光電	新竹市	臺南市			
研華	臺北市	高雄市			
怡利電子	彰化縣				
南茂科技	新竹市	臺南市			
南亞光電	新北市				
華東科技	高雄市	新竹市			

資料來源：賀桂芬、熊毅晰，【重磅調查】566家企業智慧製造大盤點：誰是最佳工業4.0企業？，天下雜誌665期，網址：<https://www.cw.com.tw/article/5093664>，2019/1/15，本研究整理

第二節 研究目的與架構

壹、研究目的

臺南市長黃偉哲於2020年7月宣布對接中央政府的5G 政策³，與廣達集團為首的11家業者及法人簽署合作備忘錄，透過媒合公私部門的場地，提供業者試驗5G 傳輸技術的應用，進而打造智慧製造、文化展演與自駕車領域的「5G 臺南隊」，希望整合各界資源翻轉在地產業實力，抓住後疫情時代推動數位轉型的機會。

首先在製造業數位轉型上，臺南市政府以汽車零組件製造商龍鋒企業為示範場域，搭配由臺灣松下與雲達公司組成的技術團隊，找出車燈製造上下游的「共同數位需求」，進而建置5G 企業專網的製造業垂直示範場域，利用5G 低延遲、高傳輸特性，開發結合5G、VR 及人工智慧技術之穿戴式製造輔助系統「5G 混合實境眼鏡（Mixed Reality，MR）」。³透過混合實境眼鏡提供作業員標準作業流程的操作指引及防錯輔助，希望有效提升作業員生產效率，最終達成提高企業生產力與生產品質之目的，並作為未來5G 製造的最佳範例。

其次在文化展演領域，臺南市政府在溪南地區（臺南文化中心）到溪北地區（臺江文化中心）之間的11公里區間，利用三冠王有線電視公司的高速光纖網路，配合不同團隊規劃影像測試場景，支援100M 或1G 不同的網路傳輸速度，以進行5G 影像傳送，藉此呈現高畫質影像壓縮技術在跨場域間，利用光纖網路所展示的技術示範。

最後在5G 應用於自駕車上，則順勢運用科技部於「沙崙智慧綠能科學城」建置的「臺灣智駕測試實驗室」作為自駕車運行的獨立驗證與認證

³ 資料來源：科技橘報，半導體大廠加碼投資，臺南成為高科技產業鏈的核心要角，2020/9/30

基地，作為國內外自駕車行駛於道路前，進行可靠度驗證的中心。此外，目前也規劃作為國際自駕車開源軟體交流中心、自駕車遠距行控中心與自駕車運行資料中心、擬定自駕車軟體規格檢視，讓自駕車分別於開放及封閉式測試場域，進行資安、模擬、自駕車行駛監控與數據管理，確保自駕車可以安全上路。

「臺灣智駕測試實驗室」除可保障自駕車可安全行駛於我國道路之外；另一方面也有可能匯聚自駕車產業軟硬體及系統相關人才於臺南，使自駕車產業順利由測試接軌實務運用，帶動臺南市發展自駕車產業的潛力。

由上可知，「5G 臺南隊」串聯5G 上下游供應鏈，幫助臺南製造業、交通與文化展演領域的數位轉型。本研究即試圖順勢觀察5G、AIoT 等新興數位技術的應用，如何搭配「5G 臺南隊」的建置，透過盤點既有政策與進行國內外建置類似的新興數位科技驗證場域標竿案例分析，了解臺南市政府未來如何藉由諸如場域驗證等手段，以優勢產業為基礎連結新興科技與創新能量、運用地利優勢培育新興科技應用典範提高國際能見度、運用「以大帶小」扶植在地新創公司、輸出智慧解決方案等議題。

貳、研究架構

本研究針對「5G 臺南隊」涵蓋的智慧製造、自駕車、文化展演等三大領域的新興數位科技驗證場域，進行臺南市、其餘五都與國外案例研析，歸納與總結數位轉型標竿案例的特色與成功模式；再進一步搭配盤點臺南市政府與2020年底成立的「5G 臺南隊」推動方向，以掌握臺南市運用數位科技加速改善城市治理效率與在地產業的升級與轉型的政策趨勢；最後再透過比較「5G 臺南隊」、臺灣五都、國外新興數位科技驗證場域的實踐案例分析，提出臺南市後續推動與規劃運用數位科技促進本地產業創新、升級與轉型的精進建議。本研究架構如圖1-2-1：

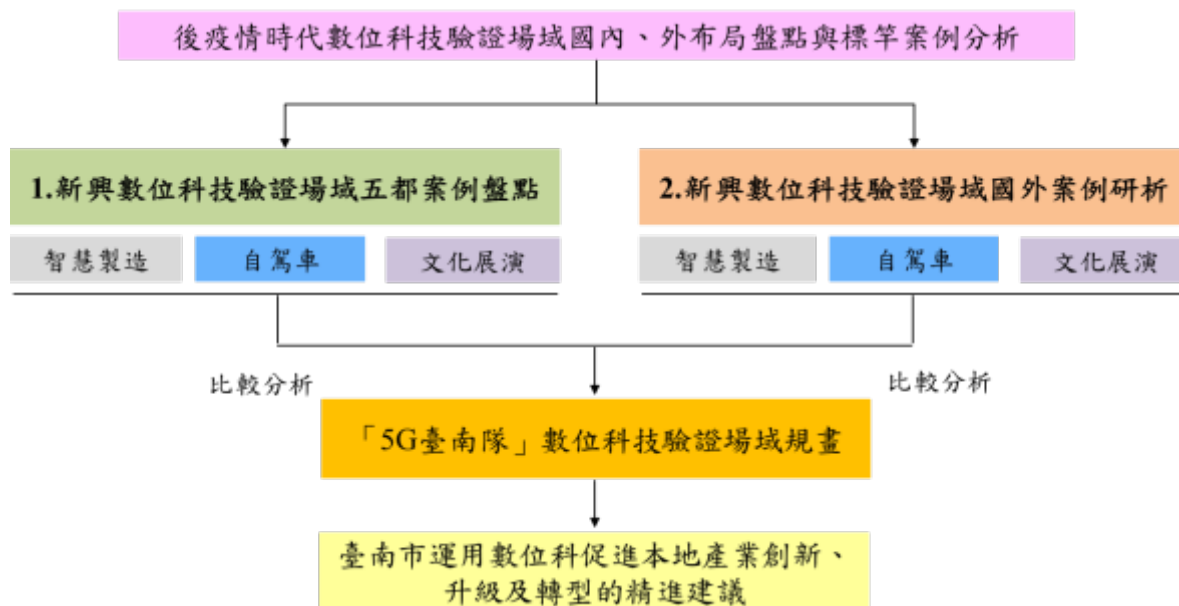


圖1-2-1 本研究架構

第三節 研究方法與預期效益

壹、研究方法

本研究擬透過相關文獻與資料之整理分析、研究團隊參與相關研討會與論壇、針對重要議題進行專家訪談或舉辦座談，最後再進行綜合歸納與分析等方式完成。主要預計採用的研究方法包括以下幾項：

1.文獻回顧：由報導、專家評論、統計資料與相關研究文獻所構成。有鑒於預定分析的政策內容可能將持續調整更新，研究團隊除整理既有政策內容與影響評論外，力求關注不定時發布之新政策作法、相關產業與重大政策等動向。參考之文獻來源主要包括（但不限於）：國內外中英文期刊、書籍、國內相關學位論文、政府文件、報章雜誌、資料庫統計數據、網路資料等。

2.參與相關的研討會/論壇：本研究參與人員將參加與研究議題相關之研討會/論壇。透過參與相關活動，力求緊密掌握官方、產業界與學術界對

臺灣南部企業發展、區域創新、新興產業發展、城市轉型等相關政策的看法與評論，以豐富本研究的素材與完備即時資訊的追蹤。

3.舉辦座談會並進行專家訪談：對於如何運用數位科技的資源與能量，打破藩籬串接公私部門之交流合作、各行動主體如何運作、個案分析等，仍必須透過座談或訪談以取得第一手訊息。本研究將視議題內容，舉辦座談會或進行專家訪談，以補充前述自行研究與參加外界研討會之不足。惟受新型冠狀病毒疫情影響，座談會與專家訪談的形式可能以視訊或電話等遠距方式舉行。

4.綜合歸納：整合次級資料分析、參與研討會以及第一手蒐集訊息等之成果，盤點六都政府、中央政府提出之產業政策、區域規畫、中央與地方資源對接管道等，並配合重要的海內外重要的經貿與科技創新動態，經綜合分析進而提出政策建議。

貳、預期效益

本研究聚焦「5G 臺南隊」涵蓋的智慧製造、自駕車、文化展演等三個領域，藉由盤點與比較臺南市、其餘五都，以及國外標竿案例，如何透過建置新興數位科技驗證場域進而有助於地區產業發展，並研析地方政府如何槓桿新興數位科技場域的利益相關者，及其研發創新能量與優勢資源協助孕育在地新興產業的作法，進而提出政策建議。預期效益如下：

1.了解與綜整臺灣六都如何運用智慧製造、自駕車、文化展演等三個領域的新興數位科技驗證場域，帶動地方產業發展或城市治理的政策與作法趨勢；以及盤點哪些技術廣泛用於智慧製造、自駕車、文化展演領域；

2.以個案分析的方式，描繪與分析國內外新興數位科技驗證場域的標竿案例。透過歸納與總結標竿案例的特色與成功模式，比對與搭配「5G 臺南隊」目前的實際情況與需求，提出後續精進的政策建議。

第二章 新興數位科技驗證場域的 國內案例研析

第一節 新興數位科技驗證場域建置的類 型與國際趨勢探討

近年在全球化、都市化、老齡化、氣候變遷等社會挑戰議題驅動下，對創新渴求與日俱增，各國產業皆積極投入新興數位技術（如5G、IoT、AI、VR/AR）的發展。但另一方面，也可觀察到包含我國在內的主要國家政府也更熱衷投入支持新興數位技術商業化的推動策略，從最初的各自摸索階段，轉向形成共識的「概念凝聚」階段，特別是透過加速科研成果商業化的實驗測試場域建設成為科技創新的重要一環。在各國政府推動下也確實孕育出多元領域及類型之試驗場域，做為銜接技術研發成果落實市場產業之重要媒介與落實社會需求解決，其核心功能都是為新興數位技術的實驗測試或法規驗證提供支持。

在此趨勢下，歐洲、美洲、亞洲等重要國家陸續投入新興數位科技驗證場域之建置，各國根據產業優勢與發展需求發展出智慧醫療、運輸（無人陸海空載具）、製造、零售、能源等不同的新興科技試驗場域。但新興科技試驗場域之投入成本高昂，主要仍由政府挹注經費，或由政府出面整合學研機構與私人企業等聯合投資測試場域

壹、新興數位科技驗證場域的定義

「新興數位科技驗證場域」一詞，係指各種提供新興技術應用實驗測試功能的虛擬或實體場域環境，新興數位科技驗證場域提供新型態的創新平臺，凝聚產官學研資源，實踐共創目標，形成與社會互動之中介組織或網絡，進而引領參與實驗場域的企業在技術研發、產品商品化上加速進程。

但創新實驗場域的規模尺度差距迥異，規模大型者如智慧城市，即是以城市做為大型生活實驗室或測試平臺，擴大參與者範疇，測試各項目發展，提升數位化。

創新實證場域主要是提供創新者或協助創新者結合各方資源到特定場域中進行驗證、測試，所需測試的不僅是產品本身的技術，亦包括該項產品的社會接受度、法規適應等。最重要的是驗證成功後，希望能推廣至全國其他地區。

貳、新興數位科技驗證場域功能與發展趨勢

在企業推出新產品或新服務時，多半先實證測試以確認創新服務或商業模式可行，創新實證場域核心目的是供創新者或結合各方夥伴到場域中進行概念驗證、模型試製等之合作平臺。在進行場域驗證時，為了要確認產品或服務模式的可行性及可複製性，新創業者宜挑選具一定規模、且應用較容易被複製的場域。亦即，實驗場域可協助產業累積技術發展經驗、加快測試與驗證，並深度洞察產品服務進入商業化階段所欠缺環節。再加上許多新興科技技術或解決方案的導入，通常須隨著垂直應用領域的需求進行客製化調整，近年來各國以場域淬煉數位科技解決方案已成為大勢所趨，許多國家政府或企業推動新興科技導入的相關計畫時，常會在實際場域做測試，希望藉此解決場域需求痛點，也回頭更完善解決方案。

而在近期的發展趨勢上，新興數位科技驗證場域逐漸衍生具備「平臺」功能，匯集產官學、強調共創，形成與社會相互影響的介面與網路，以平臺功能支持，盡量讓科技與市民生活有感銜接，甚至最後將可能影響社會秩序規章的創新。以智慧城市發展為例，城市做為大型生活實驗室或測試平臺，設置實驗性的創新設備，測試各項智慧城市發展的項目，有助於提升公共設施的數位化，瞭解創新數位設備對於市政管理、城市發展、交通運輸等項目，以及智慧設施與市民互動後的實際反映。

參、新興數位科技驗證場域的種類與特色

新興數位科技驗證場域的種類主要有生活實驗室、測試平臺、先導工廠，其中與臺南市涉及的新興數位科技驗證場域較相關者主要有測試平臺與先導工廠。重點特色分別是：(吳松澤，陳奕伶，簡國明，2020)¹⁴

一、測試平臺

主要提供封閉式的擬真測試空間進行新技術的實驗測試，早期聚焦製造業技術生產製程的創新測試及新技術與新產品之試量產測試，提供先導測試功能外，還提供概念驗證、產品驗證等功能。在以往的概念中，測試平臺主要是因應開發新產品、測試具有發展潛力的技術或新概念，需要建立相應的獨立、隔絕外界干擾的測試環境，以允許對科學理論、計算工具或新技術等進行嚴格、透明與可複製的測試，所以測試平臺一詞原本指涉在標準的實驗室環境進行新技術、產品的測試，以避免真實環境的影響⁵。

測試平臺的重要優勢是提供測試環境的服務，減少研究機構或企業自行投資相關設施的必要性，並減少新技術開發的不確定性風險。此外，測試平臺做為匯聚專業技術資源的網絡節點，其功能不是產生更多的競爭，而是在提供學研機構與企業建立連結的開放創新互動平臺，共同以改善提升技術成熟度與服務創新而進行努力。換言之，測試平臺可以是側重某項專業技術設備為核心的設施機構，透過該設施營運吸引相關產業的企業與學研機構參與，藉由平臺串接與合作計畫的推動，形成具備技術影響力的創新中心。

觀察國際趨勢，測試平臺已被視為新型態的基礎建，提供相關設備、場域空間與專業技術，具體功能包括提供原型試製、實驗測試、技術指導、

¹⁴ 資料來源：吳松澤，陳奕伶，簡國明，創新實驗示範場域的理論與政策研析，國家實驗研究院，2020/6

⁵ 資料來源：Ballon, Pieter & Dimitri Schuurman (2015). Living Labs: Concepts, Tools and Cases. info, 17 (4). <https://doi.org/10.1108/info-04-2015-0024>

發展諮商，提供能夠將技術從較低技術成熟度推進，以利產品或服務能更快進入市場。我國近年也陸續建置各類測試平臺，例如智慧製造領域有臺中市的「智慧製造技術驗證場域」；自駕車測試則有位於臺南沙崙綠能科學城的「臺灣智駕測試實驗室」以及位於桃園市虎頭山創新園區的「車聯自駕中心」，主要透過提供實景測試空間或合作平臺讓企業或相關研究單位進行實際驗證與模擬分析。

二、先導工廠

同樣針對製造業用於測試新開發的生產技術，先導工廠強調提供創新技術測試與驗證，特別是積極擴大利害關係者參與；而測試平臺則著重提供原型製作、測試、技術升級設備等服務，讓產品或服務能快速進入市場。換言之，先導工廠為新技術與新產品開發從實驗室原型到全面量產中間過程，進行試量產測試所設置的生產線或廠房，目的在透過少量生產蒐集產品製程最佳參數條件，並及早發現可能的潛在問題進行修正調整，以降低正式量產時投入大規模的成本，並通常設置在化學、製藥、煉鋼、太陽能、風力等產業。狹義而言，先導工廠是對經過原型測試之新技術與新產品，進行製程放大(scale-up)生產測試；廣義上先導工廠則往往帶有示範功能，側重於技術擴散。從先導工廠實際運作可發現⁶：

- 1.驗證實驗室環境中的技術、組件、子系統之研發項目，並轉移至測試生產活動層次；
- 2.建立商業化前測試生產系統，由一個或多個產業運作，包括外部機構的參與，如中小企業和研究組織等；
- 3.生產首批小型商業化前之產品和原型，供客戶對產品和製造過程進行測試和驗證（包括成本效率）；

⁶ 資料來源：European Commission (2015). Assessing support of pilot production in multi-KETs activities, 網址：http://www.mkpl.eu/fileadmin/site/final/mKETs_D7_final_report.pdf

4.基於商業化前測試生產，進行產品設計之調整；

5.建立市場關係，向主要客戶介紹新技術開發，為公司全面商業化做準備；

6.開拓內、外部投資者之業務發展；

7.整備全面量產內、外部組織之調整，如生產價值鏈之建構。

從以上先導工廠的相關重要活動、角色與功能，可以發現先導工廠進行新技術和新產品之測試，發揮探索中學習、邊做邊學、邊用邊學、互動學習之效應，以降低技術、組織、市場等風險和不確定性。

除上述的測試平臺、先導工廠，創新實證場域亦可分類為：

1.封閉型空間：如臺南沙崙的「臺灣智駕測試實驗室」模擬實際道路運行；針對體感技術 VR/AR/XR 則於臺北市 digiBlock 園區設立「5G living lab」，結合5G之數位遊戲實證體驗基地及應用展示平臺；智慧機械則於中科、南科設置以人工智慧、機器人為主題的智慧機器人自造基地；

2.開放型空間：主要依據申請團隊需求選定測試場域、申請實證測試計畫。例如，為推動我國之無人載具科技發展與世界各國齊頭並進，鼓勵無人載具科技之研究發展與應用，建構完善且安全之創新實驗環境，行政院於2019年6月開始施行「無人載具科技創新實驗條例」，並經「無人載具科技創新實驗計畫」審核通過之自駕車相關計畫，於臺北、新北、桃園、臺中、臺南等地進行上路實驗（如觀光接駁、夜間試驗、公共接駁最後一哩等），皆屬於開放型空間的新興數位科技驗證場域。

由上可知，新興數位科技驗證場域提供技術應用與法規的測試與協助，以推動創新技術之擴散。相較於技術研發，更強調技術測試與跨域整合，而其融入生活情境中的測試項目，則往往聚焦以改善人類生活為目標的創新應用研發。此外，其往往也帶有示範的功能，包括提供產品或服務的系統整合與運行測試、技術驗證、產品展示等，或是讓具創意的中小企業、

新創企業也能有測試創新技術的發展環境，縮短新技術到商業化距離，降低初始投資風險，以吸引更多行動者、資本家參與及投資。

總之，新興數位科技驗證場域核心目的是供創新者或結合各方夥伴到場域中進行概念驗證、模型試製等之合作平臺。其中場域提供的實驗測試不只是測試產品技術，還包括測試該項產品的社會接受度、法規適應度等，例如創新產品是否符合使用者需求與法規環境是否跟上創新步伐。尤其，新興技術之應用研發不再是學研與企業獨占之領域，透過諸如自駕車半開放實際道路測試等項目之推動，市民大眾、政府等各將有更多參與者加入創新技術測試與發展，形成整合各方知識能量的共創氛圍。

肆、新興數位科技驗證場域的國際發展趨勢

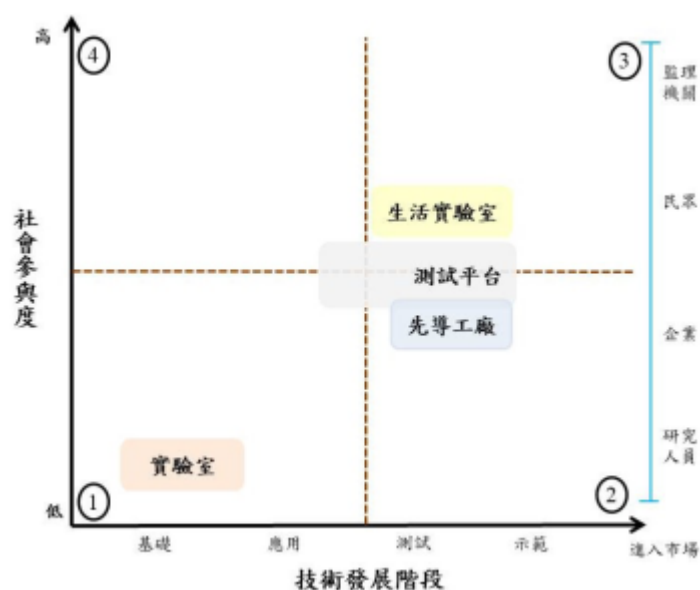
在技術發展過程中，測試、驗證等本是既有流程，但 OECD (2019)⁷、歐盟 (2019)⁸ 等皆強調創新測試途徑的重要性。而由於智慧製造、人工智慧、自駕車等新技術的複雜度、發展風險、所需投資皆相當可觀，更需要政府協助設置相關設施支持技術測試研發之發展，以吸引更多企業投資，吸納更多創新能量。

此外，目前新興數位技術的發展過程已更加重視多元社會成員的參與。也就是說，對於創新過程的理解不再侷限於學研機構或企業的研發人員，包括做為使用者的企業、一般民眾，甚至以政府為主的監理機關，都可以是創新過程的參與者、強調更多元參與者的開放創新模式。顯見新興數位科技驗證場域愈益注重高度社會參與的共創效應。此外，新興數位技術也更加著重技術的跨域整合（如5G+人工智慧+自駕車等），並強調創新產品或服務與社會系統的融合，顯示科學、技術、創新與社會發展的互動影響。

⁷ 資料來源：OECD (2019a). Digital Innovation Seizing Policy Opportunities, 網址：
<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/a298dc87-en.pdf?expires=1590633281&id=id&accname=ocid49012789&checksum=85EE7804976E09068A83A85042BE7882>

⁸ 資料來源：European Commission (2019). Technology Infrastructures: Commission Staff Working Document, 網址：<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8411-2019-INIT/en/pdf>

吳松澤等（2020）以「實驗室」為對照，依據各類型場域所提供之技術服務與參與成員描繪圖2-1-1。橫軸代表新興數位科技驗證場域所提供之技術服務，分為五階段：基礎、應用、測試、示範、進入市場；縱軸呈現各類型場域的社會參與程度，參與程度愈高，表示參與該類型場域的利害關係者愈多元。



資料來源：吳松澤等（2020）

圖2-1-1 新興數位科技驗證場域的定位

1.實驗室：位於左下角，為技術研發早期階段之設施，社會參與程度較低，利害關係者類別較少。其所屬之技術環境屬於嚴格控制環境影響變因的封閉環境，針對一部分的系統功能或零部件進行研究開發，為基礎科研的培育場所。參與實驗室早期研發者主要以專業研究者、企業研發人員為主。

2.測試平臺：位於正中央，技術發展階段涵蓋應用、測試與示範，社會參與程度中等。相較於實驗室專注基礎科研，在測試平臺中，傾向進行更具應用型、技術發展程度較成熟的測試，並提供跨領域系統整合服務。參與者主要是學研機構、企業研發部門，而為了先期評估確認創新的未來「出海口」，新創企業、終端生產企業也是參與要角。

3.先導工廠：位於右下方，技術發展階段較測試平臺成熟度更高，社會參與程度則是略低。先導工廠提供測試創新生產技術或產線試運行之場域，以提高製造業的生產效能。參與成員主要侷限於學研機構與企業。

依據圖2-1-1，由於創新技術在每個發展階段有不同的考驗與需求，例如基礎研發在實驗室進行研究開發，技術測試、運行驗證等功能則需要不同場域的支持。近年來國際倡導的新興數位科技驗證場域主要集中於圖2-1-1的右上區塊。其中，先導工廠與測試平臺的參與者以學研機構及企業為主。尤其是先導工廠，受到功能及產業類型的限制，較少機會涉及民眾參與；生活實驗室則偏向使用者導向的創新合作，在某種程度上跳脫傳統專注於技術研發的學研機構與企業，強調終端使用者共同參與技術產品與服務的發展過程。凸顯目前示範場域提供的實驗測試所著重的面向不僅止於關注技術的成熟發展，更同時強調技術的社會系統整合，例如產品是否符合使用者的使用效益、是否需要修改既有的法律規範。

伍、新興數位科技驗證場域的成功模式

由以上討論可知，數位科技驗證場域的類型涵蓋實驗室、先導工廠與測試平臺。目前政策上，更多地是偏向以設立先導工廠與測試平臺，協助新興數位科技進行驗證。但除了測試驗證之外，新興數位科技驗證場域往往被賦予更多任務⁹，例如與產、官、學、研等單位之鏈結，整合跨領域創新應用發展成功的新興數位科技驗證場域，可能需達成下述工作之全部或部分：

1.技術轉譯：技術開發流程中，必須提出實際面對的問題，再取徑於新興技術，開發出第一代實驗性產品，進而投入驗證場域中進行大量測試驗證，過程中不斷的找出問題並修改。因此，成立驗證場域的初衷是希望

⁹ 資料來源：經濟部，沙崙綠能科技示範場域營運管理要點，網址：
https://gazette.nat.gov.tw/EG_FileManager/eguploadpub/eg026149/ch04/type2/gov31/num7/Eg.htm，
2020/8/7

提供技術開發者瞭解第一線使用者面臨的痛點，希望促成技術開發者與使用者的對話交流，將真實需求轉譯、落實在產品開發上，進而為受測的新興數位技術發掘更多新價值、新機會¹⁰。

2.擴散：新興數位科技驗證場域主要是提供或協助創新者匯聚與結合多方資源到該場域中進行驗證、測試，但不僅是產品內含的技術，亦可能包括產品的社會與法規接受度等。尤其是希望驗證成功後，拉近使用者與產業技術的距離，以寓教於樂的方式，推廣新興數位科技，以有輸出至國外市場。

3.串連產業鏈、促成跨界合作：一般而言，近期建置的新興數位科技驗證場域除作為技術測試之外，也往往更帶有平臺化、整合交流介面、應用示範，甚至國際鏈結的功能，進而作為特定產業技術的應用模範，藉以促進新興技術的產業化¹¹。換言之，透過新興數位科技驗證場域發揮平臺效果，產、學、研界易於取得技術、資訊等服務，並透過過內外的交流、媒合互動，加速發展新技術及新產品；甚至可成為產學研的研究成果累積、人才輔導培養的處所。

4.法規：數位科技驗證場域設立的出發點通常是希望由最小的規模開始，再逐步擴大驗證的尺度。尤其，當數位科技在場域進行實證時，若能搭配法規鬆綁，甚至依地方特色規劃重點進行法規調適，將有助於新興技術的應用落地，加速數位科技於地方落實¹²。

總之，新興數位科技驗證場域除了能夠達成促進產業創新、升級及轉型之外，應包含數位科技驗證場域所提供的場域特色能反映企業之需求，且企業能藉由產品或服務於該場域之驗證或仿效達到轉型之目的。

¹⁰ 資料來源：工業技術與資訊月刊，王明哲：實驗場域驅動跨域合作，網址：<https://news.cnyes.com/news/id/4561139>，2021/1/16

¹¹ 沙崙綠能科技示範場域官方網站，場域簡介，網址：<https://www.sgetds.org.tw/WebPage/AboutIntro.aspx>

¹² 關鍵評論，國際法規鬆綁經驗對我國實證場域未來規劃之啟示，網址：<https://www.thenewslens.com/article/144483>，2020/12/10

第二節 智慧製造國內案例研析

本章第二節至第四節將依序盤點臺北市、新北市、桃園市、臺中市、高雄市分別在「5G 臺南隊」所涉及的智慧製造、自駕車、文化展演領域的驗證場域布局與案例分析，希望藉由我國其他五都的經驗中，擷取其中的優點、特色與作法供臺南市後續推動參考。其中，臺北市與新北市並未有智慧製造領域的驗證場域，因此僅列示自駕車、文化展演的案例分析。高雄市則缺乏經由經濟部《無人載具科技創新實驗條例》審核通過之自駕車驗證場域，將僅呈現智慧製造、文化展演案例。

壹、桃園市

一、場域背景

台達電以往即在自動化領域深耕，相當重視製造與技術。而為配合分散於全球各地的客戶需求，其長期目標即是加速將產線導入數位化和智慧化，希望生產過程達至完全透明，讓臺灣總部可即時監控台達電在全球的生產基地運作情況。2016年台達電著手開始推動智慧製造轉型，並設定產品設計簡單化／合理化、零件標準化、方案模組化、機具數位化、虛實整合實現虛擬化、產線自動化等六大關鍵原則，以加速智慧製造進程。

近年5G 通訊的工業應用逐漸成熟，隨即於2020年12月，協同遠傳及臺灣微軟，在台達電桃園龜山廠區打造5G 智慧工廠，運用5G 企業專網、自主移動機器人、自動光學瑕疵檢測數據分析、雲計算、混合實境等應用。廣泛經由5G 傳輸所能提供的穩定性與連接性，創造過去無法達成的無線網路環境，交叉運用虛擬實境、三維模擬和物聯網等技術，使智慧製造的成效更為明顯。

二、場域建置內容

台達電龜山廠區建置之5G 智慧商用生產線架構，主要由遠傳電信協助鋪設高可靠度、高覆蓋率、高客製化的5G 企業專網；遠傳電信一方面負責從建置、維護、優化到資安，提供一站式量身打造的客製化服務；另一方面也藉由台達電5G 智慧智慧工廠的建設實績，持續探索電信營運商如何更貼近產業需求，運用5G 技術發展串聯不同產業的創新應用服務¹³：

1.人工智慧自動光學檢測，運用5G 即時傳送製程中檢測產生的巨量高解析度資料，進行大數據分析後快速遠端調整製程，可即時通報稽核，降低人力成本，有助提高檢測精準度、產品良率與產能。

2.自主移動機器人，藉由5G 低延遲特性與管理平臺交換資料，在生產過程中智慧化人機協同作業，進而大幅縮減生產工時、依據監測資訊即時下達指令，有效提高產能，達到少量多樣、高頻換線的生產需求。

3.微軟 HoloLens 混合實境與數位分身技術，以5G 串接多設備裝置端輸出訊號，再運用智慧空間技術建立3D 視覺模擬，讓設備資訊全面可視化，達成5G 混合實境遠距廠房管理、維修與監控，加速人員培訓、累積經驗傳承，遠端產線巡檢也能減少人工作業維護；此外，為了提升台達電員工訓練和設備維養效率，遠傳電信也協助打造「虛實整合」工作說明書、路徑指引、遠距協同作業等，讓備料、檢修和保養等層面，皆盡量達成通訊技術、營運技術與資訊技術的融合。

三、初步成果

台達電公司的5G 智慧工廠啟用後，已使單位面積產值提升75%、人均產值提升69%、工廠內電子看板顯示達成率突破100%。此外，新型冠狀病

¹³ 資料來源：科技新報，攜手微軟、遠傳、參數科技，台達首座 5G 智慧工廠亮相，網址：<https://technews.tw/2021/03/30/5g-smart-factory-in-taiwan/>，2021/3/30

毒肺炎疫情，也往往導致員工無法跨境移動，海外產線的維修即可運用遠距檢查或利用虛擬實境、擴增實境共同解決。最後，智慧製造流程可緩解人力短缺的問題。以品管而言，以往需要很多檢驗員線上抽檢，導入智慧工廠技術後即可利用線上的數據分析找出異常，在一定程度上避免缺工的難題。¹⁴

四、未來發展

台達電規劃長期將在全球設立約50座5G 智慧工廠，目標降低90%人工生產。尤其，在導入智慧工廠後，也讓台達電未來的跨國佈局更具彈性。具體而言，面對美中貿易科技紛爭造成的分散製造趨勢與強調供應鏈韌性，傳統集中生產、降低成本的勞力性生產模式將出現改變。而傳統的無線網路較難達成即時傳輸與精密控制，目前透過5G 網路聯網自動化生產設備，反而更能提供與延伸遠距教學、送料和維護等應用。未來產線的移動更需要彈性化智慧產線等5G 智慧工廠的建設。此外，5G 智慧工廠將使用電量增加，而台達電集團也已訂下2030年全面使用綠電的目標，未來新廠房將加速導入太陽能電廠，並購買綠電，以實現智慧製造兼顧綠電的目標。

貳、臺中市

一、智慧製造技術驗證場域

為扭轉臺灣機械產業長期以來的單機出口模式，提升為高附加價值的智慧製造系統整廠、整線輸出，臺中市政府2018年與經濟部、工研院智慧機械科技中心合作，於臺中精密機械園區成立「智慧製造技術驗證場域」。目標為以國產化設備及自主研發之軟硬體技術建立大量客製化產線，並透

¹⁴ 資料來源：鏡週刊，智慧製造解決缺工 鄭安：台達電今年營收衝百億美元，網址：<https://www.mirrormedia.mg/story/20210331fin004/>，2021/3/31

過實際的生產案例協助相關業者評估導入成本效益，生產案例所累積的製程數據更可提供學研應用於研發智慧製造相關創新數據服務。此外也希望發揮平臺的功能，整合各廠商工具機與軟體，將過去單機出口模式，升級為智慧製造整廠整線輸出。

（一）場域背景與設置

2018年「智慧製造技術驗證場域」正式運作至今，已協助逾百家中小型製造業者導入智慧製造；2020年因應產業需求變化，進一步由原本強調的「示範場域」性質，轉以「技術驗證場域」為新角色定位，以協助業者建構智慧工廠為目標，透過自主開發的企業資源管理（ERP）、排程管理（APS）、製造執行系統（MES）等模組提供中小企業從機械化、半自動化、自動化、彈性化到智慧化等各階段數位轉型所需的建廠前規畫、設備開發、系統整合，並在場域中進一步實際透過打樣生產，以驗證技術可行性，業者也可直接全套複製或移轉技術。

智慧製造試營運場域占地約800坪，規畫9條示範生產線，共分 A、B、C、D 四區：

A 區為智慧製造資訊中心，內建資訊管理室，可呈現場域中的企業資源管理、排程管理、製造執行系統、無人搬運車（AGV）等狀態、環境監控、設備狀態、稼動率等資訊，達到資訊匯集、全域管制目標；

B 區為小型設備加工區，此區內建置由小型車床、銑床為主體的工作站，透過雲端管理系統可串聯 CNC、工業機器人、輸送機，並以無人搬運車鏈接各工作站，進行物料傳輸，物料盤上的 RFID 辨識功能，可自動更換夾具與加工程式，可在此區了解短製程週期的小零件批量加工作法；

C 區為彈性製造系統（FMS），此區以自動倉儲為主體，搭配排程系統，串接大型立式五軸、臥式四軸、臥室五軸等加工設備，進行全自動化生產；

D 區則是自動化量測系統，屬於製程最終品管檢驗，無人搬運車將生

產線的成品送達後，結合工業機器人進行24小時自動化量測作業、生產履歷刻印，其品管數據可以上傳資料庫，並且產出製程準確度（Ca）、製程精密度（Cp）、綜合製程能力指數（Cpk）、常態分布等分析報表。

透過四大區塊的產線示範，「智慧製造技術驗證場域」可完整示範如何讓業者掌握智慧製造系統樣貌。另外在數據採集上，則透過智慧機上盒建置 VMX 平臺(代表虛擬「Virtual」、多軸「Multi-Axis」、複合化「Multi-Task」、多機臺「Multi-Machine」)擷取機臺數據並將之可視化，並透過工研院開發的跨控制器通訊模組，可提供簡化的工具機智能化軟體開發環境，協助業者降低軟體開發與維護成本。透過智慧機上盒中的 VMX，可先行擷取機臺數據，並與加工進給率優化、加工震動異常紀錄、ERP、APS、MES 等資訊系統連結，藉此整合 IT 與 OT 系統，讓機臺數據可以儲存累積並加以分析，從而制定最佳化生產策略，例如將產線排程與接單系統串連，並以快速換線系統完成少量多樣生產，藉由數據強化製造能量與工業4.0相關技術接軌，達到彈性製造願景。

（二）國際大廠進駐示範

「智慧製造技術驗證場域」也提供實體空間供國際大廠進駐，展示工業4.0數位製造解決方案和工業物聯網科技，作為臺灣產官學研各相關單位技術分享交流和互相學習的平臺。例如：

1.三菱電機 e-F@ctory 概念展示區

臺中是三菱電機機械自動化(Factory Automation)客戶最集中的區域，且為世界知名工具機產業聚落，為此三菱電機斥資約3,000萬臺幣成立 e-F@ctory 展示中心，內設有製造智慧手機的示範產線，展示從供應端到製造端的智慧工廠多項運用，以 PLC、機械手臂、伺服馬達、NC 控制器、GOT 人機介面等全方位的工廠自動化設備，結合 IT 技術，展示如接單計畫、產線監控、資料分析、預防性維護、能源節省、事前工程模擬等，鏈

結整個價值鏈的智慧製造綜合解決方案。在此概念展示區，可常態展示適合中小企業資料有效分析運用之解決方案。e-F@ctory 可分別運用於單機、產線、工廠升級，從小型智慧工廠到大型智慧工廠皆適用，使各個製造業的投資都能獲得相對應的效果。

三菱電機盼能藉由 e-F@ctory 展示中心，與臺灣廠商分享日本工廠自動化經驗，在臺擴大導入 e-F@ctory 整合方案，促使製造業加速導入物聯網技術，進一步實現 e-F@ctory 智慧工廠。

2.達梭系統3D 體驗創新中心

3D 體驗創新中心經由實體機臺、產線與軟體平臺的結合展示，詳細解說如何透過設計、系統工程、仿真、製造的數位分身，在生產前預先在虛擬的模型物件中不斷調整、測試、評估，再投入真實的生產中，為實際生產環境找出最佳方案，協助提高生產線的效率及靈活性並預測產能狀況，搭配客戶少量多樣客製化的訂單需求。

(1) 雲端航太零件五軸加工管理平臺

平臺可定義及模擬設備及所有的航太附屬配件，於虛擬環境中模擬真實情境；加上完善的製程規畫能力可導入加工樣版，經由 NC 碼的驗證降低生產風險。精確地管理，自動定位確保動作的精準。機械手臂更可靈活加工並降低人員的疲勞。

(2) 雲端數位工廠-產線規畫與 VR 整合平臺

數位工廠體驗平臺解決方案與 AR/VR 裝置結合，使得企業在設計過程中所產生的單一資料三維模型被充分利用，無論是客戶、供應商或企業管理者都能夠快速進入產品體驗狀態，即時取得正確且完整的數據資料，確保能快速解決產品開發問題並提高生產效率。

(3) 雲端智慧機械研發專案平臺

與 AR/VR 裝置結合，使企業在設計過程中所產生的三維模型被充分利用，客戶、供應商或管理者都能夠快速進入產品體驗狀態，即時取得正確且完整的數據資料，確保能快速解決產品開發問題並提高生產效率。

（4）3D 智慧城市資訊整合決策平臺

3D EXPERIENCE 屬於一種城市高擴展性的統一應用平臺，以虛擬方式展現、擴展和改善現實世界，同時也管理城市資料、流程與居民來達到永續經營的城市目標；協助科學家與都市規畫者透過城市建築、基礎設施規畫、資源和居民來觀察和探索城市的未來，以及對居民和環境的影響。

（5）雲端機械人設計與系統工程模擬平臺

運用「以模型為基礎的系統工程模擬」(model based system engineering)，使用在機器人的機械運動的仿真控制、運動軌跡整合模擬、數據分析，可以快速解決複雜的多學科系統建模和分析問題。系統工程模擬提供完整的數位分身模型，創建所需的測試，模擬和後處理環境。

（6）雲端設計最佳化與3D 列印設計平臺

3D 列印全方位方案中的功能衍生性建模，以拓樸優化的技術內建 SIMULIA 核心演算引擎定義模型性能規格、優化運算與最佳性能選擇，即可產出符合結構力學的最佳設計原型，配合積層製造雷射路徑和支撐結構優化、列印成形分析，提升後端3D 列印的產出品質和列印成功率。

（三）輔導能量建構

「智慧製造技術驗證場域」為回應產業需求，除了由「示範場域」轉為「技術驗證場域」之外，也進一步透過自身的輔導能量，成立「智慧製造創新學院」與「智慧製造服務團」，提供智慧機械人才培育與企業診斷、媒合等一條龍整合式服務。協助業者建構以智慧工廠為目標機械化、半自動化、自動化、彈性化到智慧化等各階段數位轉型所需的數位轉型建議。

（四）協助培養產學研人才

搭配臺中市政府、臺灣區工具機暨零組件公會、智慧自動化與機器人協會及以中部為基礎的28所大學共同成立「中臺灣產業4.0產官學研合作策略聯盟」，並邀請28所大學合組「智慧機械大學聯盟」培育人才，強化產、學、研整合服務能量，提供在地型人才培育與前瞻技術合作開發，就近服務精密機械產業聚落，提升中部產業技術與競爭力。

（五）強化國際合作

「智慧製造技術驗證場域」也透過各種國際合作活動，試圖強化與歐美日技術合作與推動新南向國際市場。例如辦理智慧機械論壇與推廣活動；促進產業與歐美日技術合作，切入國際供應鏈體系；協助經由國內市場試煉及驗證的智慧化設備，切入國際供應鏈體系，拓展整廠整線國際市場。

二、智慧製造學研資源

臺中市除「智慧製造技術驗證場域」能示範讓業者掌握智慧製造系統樣貌之外，在學校資源方面，諸如中興大學、逢甲大學也在智慧製造方面著力甚深。具體如：

1. 中興大學

中興大學在智慧製造方面的投入主要可分為研發與輔導能量建構以及人才培育兩部分。

首先在研發與輔導能量建構方面，中興大學主要設立有智慧自動化暨精密機械研究中心、智慧機械及航太產業升級輔導推廣計畫辦公室。

（1）智慧自動化暨精密機械研究中心

為因應高科技產業之快速發展，配合中臺灣域產業環境，推動技術創新和前瞻學術研究，中興大學設置「智慧自動化暨精密機械研究中心」，

提升本身在智慧自動化、精密機械與農業自動化領域之研究優越性。該中心的主要任務為：整合工學院、理學院、農資院與其他相關系所的教學研究能量，在智慧自動化、機電整合、精密機械與農業自動化領域進行跨領域與前瞻性研究；推動相關之學術合作、教育訓練、與產學活動。

（2）智慧機械及航太產業升級輔導推廣計畫辦公室

智慧機械及航太產業升級為持續於我國針對中臺灣發展的重大政策，核心在於智慧化技術研發，在中部科學園區的支持下，於中興大學成立智慧機械及航太產業升級輔導推廣計畫辦公室，基於教導與培育輔導智慧化相關技術與觀念為出發點，依據工業4.0精神所在，網實整合系統（CPS），針對整合感測與網路、物聯網應用、智慧機械與機器人應用、巨量分析及精實管理等領域技術，透過專案計畫辦公室設立，執行諸如：建構智慧機械關鍵技術研發/推廣中心；建構製造服務協作創新創業平台；辦理人才培訓課程及；籌組專家諮詢輔導小組等工作。

其次在培育智慧製造人才發展方面，中興大學先後分別與臺灣區工具機暨零組件工業同業公會、臺灣智慧自動化與機器人協會、財團法人精密機械研究發展中心成立「中臺灣智慧機械與製造大聯盟」；另也與金屬中心簽署合作成立「智慧製造及金屬科技策略聯盟」；而中興大學機械系也主導「智慧機械與智能化製造人才培育聯盟中心」，並對外鏈結夥伴學校虎尾科技大學與東海大學等，透過多元管道培育學生瞭解智慧製造之知識、技能及相關管理，協助培育中臺灣的智慧製造人才。

（1）中臺灣智慧機械與製造大聯盟

國立中興大學與臺灣區工具機暨零組件工業同業公會、臺灣智慧自動化與機器人協會、財團法人精密機械研究發展中心於2020年11月16日成立「中臺灣智慧機械與製造大聯盟」，並共同簽署合作備忘錄，將匯集產官學研龐大研發能量，帶動中臺灣成為智慧機械之都。

該聯盟推動的重點包含人才培育、實作競賽、人才媒合、產學合作、溝通平台五大項。具體作法為培養智慧機械及智慧製造領域的專業人才；與產業界合辦創新應用實作競賽；全方面服務學生就業及企業用人需求，如舉辦就業媒合會、爭取企業提供實習機會、辦理暑期研習營、產學成果發表與展示，搭建產學間的橋樑，接受政府與民間委辦智慧機械與製造產業發展之諮詢與服務。

（2）智慧製造及金屬科技策略聯盟

2020年11月16日，國立中興大學與金屬工業研究發展中心簽約合作備忘錄，共同成立「智慧製造及金屬科技策略聯盟」，致力於智慧機械、製造技術與金屬科技之前瞻研究，共組研究團隊，共同投入經費，針對前瞻課題，結合研究能量，合力建置研發平台，提供在地化智慧製造對策，培養跨領域菁英人才。

此合作期望促進產業轉型，未來將致力於智慧機械、製造技術與金屬科技之前瞻研究，雙方將組成研究團隊，共同投入經費，針對前瞻課題，結合研究能量，合力建置研發平台，並提供在地化智慧製造對策，以培養跨領域菁英人才。

（3）智慧機械與智能化製造人才培育聯盟中心

中興大學曾多次參與教育部之科技教學改進計畫，由初期建立各校基礎設施、建立特色實驗室、延續到2011-2014年之智慧化工具機產業先進設備人才培育資源中心推動產學聯盟推動資源整合與共享，其中以產學聯盟方式進行資源整合效果較為顯著。

故此計畫之推動擬延續策略聯盟方式進行，由中興大學機械系主導，鏈結夥伴學校虎尾科技大學與東海大學，聯盟組織成員將以從事智慧化工具機與智能化製造教學、研發、及生產之學術、研發及產業為原則，結合各成員之專精領域進行任務編組，共同培育未來臺灣發展智慧製造所需之

人才。

2.逢甲大學

逢甲大學也經由整合跨領域技術與產業服務經驗，透過校內院系教研能量、鏈結國際夥伴，希望促進產業智慧化升級。於2017年分別成立「臺灣智慧製造創新營運中心」鏈結產、官、學及研的資源與能量、開設「智能製造與工程管理碩士在職學位學程」。

(1) 臺灣智慧製造創新營運中心

逢甲大學於2017年8月成立「臺灣智慧製造創新營運中心」，以逢甲大學與東海大學教授為骨幹，結合國內外大學與法人能量，針對智慧機械與國防（聚焦航太）廠商為驗證場域，從需求面、科技面與制度面轉變的趨勢，探討其對未來智慧製造營運模式可能的影響。具體成果除執行政府計畫、產學合作計畫、發表論文、取得專利之外，也實際提供友達、寶成、天工精密、明昌國際等產業界客製化解決方案，並協助企業於災防科技、綠色價值技術、智慧化流程等新興模式應用。並衍生新創公司—機智雲股份有限公司，通過其發明專利，獲得企業提供60人教學用企業資源規畫系統、機械手臂、智慧工廠物流系統等作為展示和研究之用。

(2) 智能製造與工程管理碩士在職學位學程

智能製造與工程管理碩士在職學位學程於成立於2017年，希望結合人工智慧與物聯網於工業應用研究，教學與研究重點包含工業人工智慧、工業物聯網。學生核心能力之培養著重於工業聯網、智慧感測與應用人工智慧技術解決傳統方法不易處理之工業最佳化問題，例如智慧製造系統參數最佳化、工業機械手臂智慧規畫、避碰撞機構設計、工業排程。

希望經由跨領域整合性與實務性的課程安排，培育具有工業人工智慧系統開發設計、智能製造跨域管理能力的人才，促進製造業之智能化技術再升級。

參、高雄市

高雄市的智慧製造案例目前主要為半導體封裝大廠日月光公司於2020年所建置的「5G mmWave 智慧工廠」。日月光半導體自2015年始投入自動化關燈工廠規畫，投入資源及自主開發軟硬體整合，並運用人工智慧預測分析技術應用、大數據整合及分析應用、先進自動化科技，推動智慧製造數位轉型。日月光的智慧工廠在2020年底已完成在全臺建置18座智慧工廠，2021年預計將再增加7座，目標是2021年底前將建置25座智慧工廠。

一、場域背景

日月光公司因應5G 發展，2020年與中華電信及高通合作建置「5G mmWave 企業專網智慧工廠」，是首座導入臺廠基地臺的5G 企業專網，將導入「AI+AGV 智慧無人搬運車」、「AR 遠端維護協作」、「綠科技教育館AR 體驗環境」導入日月光集團高雄廠生產線。

「5G mmWave 企業專網智慧工廠」訴求以「自動化」、「高異質性機器設備整合」與「高異質性微系統封裝整合」三大方向，建置具有思考、偵測、學習與調整等異質整合能力的智慧工廠。希望以5G 創新應用發展製造與教育環境的建構，展現未來智慧工廠及自動化可以涵蓋的範圍及複雜度、加速智慧製造進程，更成為臺灣應用5G 於智慧製造的示範場域。

二、場域建置內容

導入5GmmWave 後，日月光可拓展智慧工廠及自動化可涵蓋的範圍及複雜度，以「工業4.0」的目標，實現與客戶產品設計的連結，使製造流程成為客戶實踐異質整合的場域。尤其，5G mmWave 網路的導入解決 Wi-Fi 基地臺訊號無法覆蓋整個生產線場域的問題，支援大範圍訊號覆蓋率的低延遲通訊。例如能讓無人搬運車在廠房生產線之間無縫順暢移動。

1. 「5G 小型基地臺」建置。中華電信及高通提供先進的晶片技術、專網規畫及解決方案，而中華電信為滿足日月光對品質的要求，首創提供雙備援 GPS 天線的設計，並採用中磊公司企業用5G mmWave 小型基地臺，利用28GHz 毫米波頻段，以4個載波單元達到每秒 GB 級的資料傳輸量，可支援生產線即時影像資訊回饋以及擴增實境、虛擬實境等應用，提升工廠自動化及生產效能。而交換器、小型基地臺、企業專網解決方案等，均由臺灣的電信商及網通設備建置。

2. 「AR 遠端協作」導入，可讓經常需要從遠端連上機臺，進行機臺診斷與維護的設備維護人員，從中控室內，監控大數據回報資料。當監測出問題，可立即與其他工作人員遠距協作。其中，日月光公司採用的 AR 裝置是由仁寶公司所開發的5G 混合實境智慧眼鏡，結合光學技術、人因工程設計，並將電池與裝置本體分離以減輕眼鏡重量。且該智慧眼鏡內建高通 Snapdragon XR 2晶片，支援空間感知演算法，可提供沉浸式視覺效果，讓使用者更容易執行工程應用，戴上5G+AR 的眼鏡，透過擴增實境依據標準作業程序共同遠距修復，展現智慧工廠運用5G mmWave 高速率、低延遲的特點。並同步以大數據分析檢測產生的巨量高解析度圖片，提高檢測精準度、良率與產能。

3. 「AI+AGV 智慧無人搬運車」，以往日月光工廠生產線的每日巡檢工作大多是透過人工進行，在5GmmWave 智慧工廠則是藉由裝設 AI 攝影機的無人搬運車搭配大數據分析，自動執行機臺警示偵測以及人員安全巡檢等任務，除可減少人力負擔，也能降低人為疏失造成的事故發生率。除搬運東西，也能透過裝置攝影機、AI 及大數據分析，擴增為具備機臺警示、人員安全之巡檢及偵測功能；尤其，5G mmWave 網路的導入解決 Wi-Fi 基地臺訊號無法覆蓋整個生產線場域的問題，且5G 又支援大範圍訊號覆蓋率的低延遲通訊，也讓無人搬運車能在廠房生產線之間無縫順暢移動，該無人搬運車配備的攝影機是由華晶科技開發之360度環景 AI Camera，支

援5G mmWave 及 Wi-Fi 6 高速無線傳輸。

三、初步成果

「5G mmWave 企業專網智慧工廠」相較於傳統工廠，大約可節省15%的人、機、物、料。此外，智慧工廠所導入的設備也完成高度在地化，除少數機器手臂由日、德的供應商提供之外，主要軟、硬體幾乎由在地的供應鏈來支援。另外，工廠智慧化後，員工人數仍在不斷增加，且工時減少、薪資提升，顯示智慧工廠對員工的工作並不會造成影響。

四、未來發展

「5G mmWave 企業專網智慧工廠」在智慧工廠內布建多個5G 小型基地臺，加上邊緣運算等，將蒐集的資料在廠內處理維持安全性。但其仍是在日月光既有的智慧工廠內布建5G 專網。未來在新廠的設計規畫階段納入5G，以規畫暢通、低干擾的環境，發揮物聯網的潛能。日月光公司以智慧工廠，運用5G、人工智慧、機器人、無人搬運車等取代傳統大量的人力工作，除有望緩解缺工問題，更可能推動員工往較高層次的工作發展。

第三節 自駕車國內案例研析

自駕車為具備感知、決策及控制等功能之智慧載具，透過資訊蒐集進行遙控、自動導引或自動驅動方式應用於運輸、科學研究、軍事及民生等用途。自動駕駛等級（見表2-3-1）的定義往往依照美國汽車工程師學會（SAE）的定義，將自動化程度分為等級0（Level 0）至等級5（Level 5）。目前等級5的自駕車，無論從法規調整與技術開發角度，仍無法一蹴可及；等級2的產品則已實際運用於國產與進口車。一般認為，我國資通訊產業具競爭力，如能進一步跨域整合資通訊與車輛業者，共同開組成自駕車的

感知、決策與控制系統或次系統，再提供適當場域進行試鍊，應有機會獲得全球自駕車的市場商機。

表2-3-1 自動駕駛定義

類型	等級	自動化程度	說明
警示	Level 0	無自動化	有警報系統支援，但所有狀況仍由駕駛人操作車輛
輔助駕駛	Level 1	輔助駕駛	依據駕駛環境資訊，由系統執行1項駕駛支援動作，其餘仍由駕駛人操作
	Level 2	部份自動化	依據駕駛環境資訊，由系統操控或執行多項加減速等2項以上的駕駛支援，其餘仍由駕駛人操作
自動駕駛	Level 3	有條件自動化	由自動駕駛系統執行所有的操控，系統要求介入時，駕駛人必須適當的回應（眼注視前方/手不須握住方向盤）
	Level 4	高度自動化	於特定場域條件下，由自動駕駛系統執行所有的駕駛操控（Hand free/Mind free/不須要駕駛人）
	Level 5	完全自動化	各種行駛環境下，由自動駕駛系統全面進行駕駛操控（Hand free/Mind free/不須要駕駛人）

資料來源：經濟部技術處，全球夯無人駕駛，網址：
https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/content/Content.aspx?menu_id=34670，2021/9/8

目前臺灣最先進的自駕車為等級4，但創新成份居多。故我國政府目前仍著重於軟硬體核心建置、場域驗證、人才培育與法規調適等議題。希望透過整合產學研能量，促使臺灣成為全球自駕車系統及次系統關鍵產業鏈及技術輸出。

壹、臺北市

一、測試案例緣起

臺北市政府於2020年2月與新創公司「臺灣智慧駕駛公司」合作，由其自籌1,400萬、獲得經濟部技術處「無人載具科技實證運行補助計畫」

1,200萬補助，並通過「無人載具科技創新實驗條例」審核後，進行為期一年、三階段的「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」，亦即透過運用「沙盒」的實驗精神，透過重複、實境的驗證搞懂現在不懂的事項、盡可能由技術層面著手進行開發與驗證。

臺北市政府期望自駕巴士相關的應用在未來可擴大至全市公車專用道的「8縱8橫」場域，作為夜間或離峰時段的公共運輸服務。此外，「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」所取得的階段性成果也會視情況，除運用於自駕巴士之外，也可能進一步擴散至智慧城市相關應用，如掃街車、路口安全等。

二、主要測試內容

2020年5月，「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」開始在信義路公車專用道進行夜間測試，9月開放民眾試乘體驗。實驗期間的運行測試，將會蒐集道路環境資料及乘客意見，進行技術上的修正，讓系統更加優化及安全，並配合法規開放及民眾習性，將自駕技術融入現行公車服務，期望能解決目前巴士服務面臨的問題。

（一）測試團隊

主導廠商為2018年成立、實收資本額3,780萬、40人的「臺灣智慧駕駛公司」，主要業務為提供自駕系統解決方案，在確保安全性與提升效率的前提下，將傳統載具升級為智慧化載具，例如掃街車、除雪車、農耕機、長隧道檢修工程車等。該公司擁有4輛中型巴士（車身長6.5公尺、乘客22人）、2輛小型巴士（車身長4.5公尺、乘客11人）的電力驅動車。臺灣智慧駕駛公司開發自動駕駛技術的目標是為提升效率與安全性。該公司的自動駕駛系統，包含底層整合車廠打造的載具硬體；中層為自行開發的導航、感知、定位、車輛控制等軟體；上層則是與第三方系統串接的 SDK；整套

系統可搭載於傳統車輛進而實現自動駕駛。

其餘測試團隊包含創奕能源、奕兆綠能、興創知能、資拓宏宇及大都會客運等，是擁有近七成硬體國產自製率與100%系統自主開發團隊。

（二）測試場域範圍

實驗期間，共計使用2臺、4米與6米兩種規格的電力驅動自駕巴士，頭班發車時間為00:30，分別自臺北101與臺北車站雙向出發，路線沿著信義路公車專用道自駕運行，單趟路線總長為13.7公里。測試路線為「信義中山南路口」到「信義基隆路口」的公車專用道，途經19處路口。

（三）測試內容

第一階段為前置整備工作，在2020年4月底完成包含場地準備、建置高精地圖、路口偵測設施、充電站、路側安全告示牌；第二階段於5月起在信義路公車專用道上進行測試，自駕巴士將乘載測試人員上路運行測試；第三階段在9月進行，依據第二階段的測試結果，開放夜間載客測試。此外，載客測試的時速為15公里/小時，但沒有載客測試時，也進行20～30公里/小時的測試。

每日測試運行並蒐集數據資料調教穩定性外，本自駕測試計畫有別於以往封閉道路測試，將透過物聯網技術辨識市區號誌通過路口，測試自駕巴士能否準確辨識交通號誌、安全通過路口，作為驗證的重點。主要透過遠傳電信共計25個5G網路基地臺與全線覆蓋的5G網路訊號¹⁵，在2處路口加裝V2X辨識系統及車內影像分析，透過路測設備攝影機整合AI技術，即時預警行人或車輛入侵車道、辨識可能超速車輛、闖紅燈等危險行為，提供自駕巴士橫向的人車資訊、提早告知自駕巴士作反應；藉此確保自駕巴士做出安全的行駛反應。

¹⁵ 鋐科技，資料來源：台北市信義路5G自駕巴士試乘開跑！全台還有這3處可以享受得到自駕公共運輸，網址：<https://srtechmedia.com/news/1b7744b1-705d-4e1d-8bb9-ecd3c18d5ad0>，2020/9/28

透過信義路公車專用道夜間自駕巴士實驗，臺灣智慧駕駛公司得以完成其多重定位技術、動態控制最佳化、與路側設備整合之安全評估機制等核心技術，經由第一線的技術實踐，更加精進、完備技術，以在未來提供成本最佳、容易規模化、適用不同載具的自動駕駛解決方案。

表2-3-2 臺北市信義路公車專用道自駕巴士測試涉及之測試技術內容

技術	多重定位技術	動態控制最佳化	安全評估機制	智慧行控中心
適用情境	GNSS、INS、光達定位、影像定位	模擬車輛、道路參數	結合路側設施達到完整安全防护	感測器及車輛狀態紀錄、系統診斷、任務派遣
內容	多種定位技術互為備援，提高定位系統可靠度，並可適用於都會區為訊號遮蔽區域、郊區開闢無特徵點輔助定位區域等多種不同之情境	1.參考更多車輛狀態（姿態、速度、加速度）、車輛多體模型與高清地圖提供道路訊息（路緣、坡度、曲率），進行車輛動態控制，提升營運速度跟舒適度； 2.回饋影響動態控制之關鍵參數給車輛製造商提升車輛性能	整合車輛及路側感知模組，持續蒐集訓練資料提升模組性能，應用於： 1.前方靜止物、前方及橫向移動物偵測及防護； 2.V2I 偵測橫向高速移動物並提前預警； 3.V2I 偵測並預警行人穿越、人行道、公車站危險	1.車輛狀態、感測器及營運資訊紀錄； 2.資料分析，提前做車輛、系統異常預警，並可分析營運資訊用作使用者行為分析系統，進而達到路線、站點優化、排班調度最佳化之目的

資料來源：臺灣智慧駕駛公司官方網站，本研究整理

（四）初步成果

「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」的目標為於夜間公車專用道封閉測試場域模擬公車營運可能之情境，透過引入臺灣智慧駕駛公司自主研發之自駕巴士進行服務模式實車運行驗證、配套智慧路側設施建置，提出自動駕駛巴士營運整體解決方案以及評估自駕巴士納入公共運輸系統之技術與服務模式可行性。

信義路自駕巴士於2020年2月取得試車牌，2020年5月25日在信義路上進行測試，並於9月開放民眾線上預約試乘體驗。實驗中運行時間為平日00:30-02:30，截至2021年2月20日止已累積實驗天數達178天、運行超過1000班次、累積自駕公里數達2542.2公里、累積載客人數達3,274人次。此外，本計畫也獲得「2020智慧臺北創新獎」特優，為北市府與民間共創智慧城市佳例

在地方政府的角色方面¹⁶，臺北市政府提供場域、行政協助，並協助臺灣智慧駕駛公司向中央爭取補助，並回饋公部門管理上的執行經驗。其餘衍生費用由臺灣智慧駕駛公司自行負擔。本次實驗屬於創新實驗與創新創業的公私部門合作，臺北市政府居中進行行政協調，使自駕車團隊可以實際進行路測。期望透過本實驗加速推動自駕巴士公共運輸服務，未來可進一步擴展至軌道運輸延伸接駁、夜間公車服務，甚至擴及外縣市的偏鄉地區服務，作為補足公共運輸服務網路之一環。

三、未來規畫與後續測試方向

目前「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」已暫告結束，主導實驗的自駕車商臺灣智慧駕駛公司表示¹⁷，後續將專注於分析實驗期間收集的數據，進行更多的技術調教，以及持續不斷學習、精進道路環境及公車服務模式，讓自駕系統更加安全與穩定。此外，也將強化「路側設備」(road side unit)技術，解決自駕巴士的盲點，提升安全優化整體系統，讓自駕巴士進入到新的階段；也將配合法規開放及在研究民眾搭乘習慣等，與主管機關交換意見後再研議上路時程。

¹⁶ 資料來源：附件 5 訪談紀錄 5

¹⁷ 資料來源：附件 5 訪談紀錄 5

貳、新北市

一、測試案例緣起

新北市於淡水區規劃「淡海輕軌運輸系統」，其中綠山線預計於2018年底陸續完工及啟用，為發展更全面的公共運輸路網、提供民眾輕軌捷運轉乘接駁及發揮「第一哩路」及「最後一哩路」之公共運輸服務，導入具有智慧化及電動化之新型態運輸工具—自駕駛車，希望透過新興科技與大眾運輸系統結合，除了改善運輸業勞動力短缺問題及提升新興市鎮大眾運輸路網，測試自動駕駛電動巴士持續運行可能遭遇情境、自駕車感測系統受天候影響程度，以評估後續發展之可行性。

二、主要測試內容

2019年，中華電信受新北市交通局委託執行「新北市自動駕駛電動巴士系統測試運行計畫」，與勤歲國際、淡水客運、NOKIA 等單位共同合作建置新北自駕電動巴士-智慧小藍車，為全臺第一輛公車營運路線的自駕電動巴士（168路線）。依據無人載具科技創新實驗條例通過取得自駕車試車牌，經不載客測試後，於2020年8月起提供民眾自輕軌炭頂站至淡海美麗新影城接駁載客試乘服務，藉此成為企業及新北市擬訂自駕車政策、法令、技術、保險的參考依據。該自駕巴士提供8人座位與12人站位，平均時速10至20公里，續航力超過50公里，載客區與一般巴士差不多，前方有螢幕，可即時顯示車輛時速、電力及行駛動態。



資料來源：新北市政府交通局官網，網址：
<https://www.traffic.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=acb536e8e0fbb8ab>

圖2-3-1 智駕電動巴士設備

（一）測試團隊

中華電信2019年受新北市交通局委託執行「新北市自動駕駛電動巴士系統測試運行計畫」，與勤崴國際、淡水客運、NOKIA 等單位共同合作建置新北自駕電動巴士。另外，也與華電聯網等國內業者整合技術規格互相合作，且設立監控中心，開放給不同零組件廠商進行測試，監控中心同時蒐集設備、速度、變數等資訊，同時進行大數據研究分析。

（二）測試場域範圍

實驗期間，使用實驗車輛採用勤崴國際智駕電動巴士，由上午11點至晚上9點半間發車，平均發車間隔約20分鐘，週六、週日及國定假日更延長運行至晚上10點，行駛路線從淡海輕軌炭頂站行經新市六路2段、義山路2段到美麗新廣場（來回共1.2公里）。測試路線為「炭頂站」到「美麗新廣場站」的公車專用道；測試區域之基礎設施布設，包含智駕車基礎設施（停車調度與充電區）、環境監視系統（CCTV）、路側設施（智慧化

路口)、小型監控中心、2座候車亭及智慧站牌。(見圖2-3-2)



資料來源：新北市政府交通局官網，網址：
<https://www.traffic.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=acb536e8e0fbb8ab>

圖2-3-2 設施佈建與路線圖

(三) 測試內容

相較於過去國內外多數自駕巴士皆於封閉場域進行試營運，此計畫為國內首輛於開放場域中上路載客測試運行之自駕巴士，更為國內首個整合C-V2X（Cellular vehicle-to-everything）蜂巢式車間通訊、自駕車、路側感測器及雲端監控平臺的自駕車公共運輸接駁服務。於2020年8月開始半封閉環境載客，共1.2公里，一趟可載運8名乘客，同年12月開放混合車道載客，測試初期只行駛於「輕軌崁頂站」跟「美麗新廣場站」2站點。

勤崙國際之智駕電巴透過整合C-V2X車聯網(蜂巢式車間通訊系統)，藉由巴士上的攝影機、光學雷達、路側設備監測周遭狀況，將資訊傳送至自駕車平臺進行運算，讓自駕車除透過本身的攝影機、光達得知環境狀況外，也可額外透過C-V2X的通訊方式及路側攝影機、雷達等獲得道路資訊，提升自駕車行車安全。若遇人、車或障礙物，將自動閃避或煞車，並由增強型GPS結合高清地圖，透過圖資及定位元件規劃路徑，也會傳送路口號誌狀態給車上設備，判斷是否通過路口。

而中華電信也於淡海新市鎮建立監控中心，透過平臺可即時掌握自駕車位置、車內外影像、車流及天候狀況、路口號誌、影像、站牌等資訊，提供中心人員安全監控，並有輔助巴士系統維運及車輛監測功能，此監控中心還能查閱歷史資料，作為自駕車運輸效益分析。此外，目前每臺車上都配有一名隨車員，可隨時將自動駕駛切換為手動，因應緊急狀況。

（四）初步成果

經過3個多月不載客及5個月載客，長達1,339小時、運行6618班次、6,768公里的測試之成果顯示，總載客數逾1.5萬人次，而經測試其由自動駕駛車轉為人工駕駛的脫離率低於2.6%，客準點率達97%，民眾對於整體搭乘滿意度高達9成以上。而在測試過程中也逐一進行功能調校，如大雨會輕微干擾紅外線、煞車力度過大等，皆已改善¹⁸。

三、未來規畫與後續測試方向

此自駕電巴試辦計畫至2020年底，已向交通部申請下期計畫，預計2021年下半年上路，預計至少增加至五個站點，並將路線延長至新市二路、濱海路，車輛預計增加至三輛，主要會測試跟車功能，目標能同時運行，提供更多載客量能，自駕巴士目標作為輕軌及市區接駁，提升觀光及交通功能。

參、桃園市

有別於臺北市、新北市、臺中市，桃園市的自駕車驗證場域分為（1）封閉式、由桃園市政府成立的虎頭山創新園區「車聯智駕中心」以及（2）開放式、通過「無人載具科技創新實驗條例」審核後進行的「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」，以下將分別說明。

¹⁸ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

首先在虎頭山創新園區「車聯智駕中心」方面，桃園市長期以來為車用電子與汽車零件製造的重鎮，近期更進一步結合5G、物聯網、人工智慧等新興數位技術，試圖發展車聯網與自駕車產業，而為提高在地研發與驗證測試能力，桃園市政府配合推動「亞洲•矽谷」計畫，發展自駕車及資安科技，於轄區內的「虎頭山創新園區」設立「車聯智駕中心」及「資安物聯網中心」，並分別委託勤崙國際公司與大同世界科技公司負責園區之營運與管理。協力廠商包括資策會、工研院、互聯安睿科技有限公司、電子檢驗中心、臺灣思科、全微道安科技等，假日則可以做為交通公園，開放民眾遊覽。該園區鄰近龜山、華亞等工業區、桃園市安東青創基地，可供發展車聯網、資安科技的實證測試平臺。

在「車聯智駕中心」方面，桃園市政府藉由將虎頭山創新園區形塑為自駕車與資安產業的產業聚落，吸納相關的軟硬體業者。「車聯智駕中心」的營運廠商—勤崙國際公司期望將該中心作為自駕車的「駕訓班」，通過「車聯智駕中心」測試之後，核發證明給試驗車輛，說明其具備進入開放場域測試的水準。換言之，「虎頭山創新園區」在最初的選址上即試圖連結在地與國際新創、桃園各大工業區，藉以加速新創產業發展，並帶動在地智慧物聯網應用技術及相關產業，促使桃園在地製造業之轉型升級與打入國際物聯網應用技術市場。（見表2-3-3）

另外，「車聯智駕中心」作為相關領域的測試研發基地，恰巧串聯桃園市自身的汽車產業鏈與北臺灣電子產業鏈，透過提供自駕車虛擬測試環境、高效能電腦、可供零件拆換測試的6公尺自駕巴士租用、多場景自駕模擬環境、AI 深度學習設備，協助產業發展與測試自動駕駛演算法，提升自駕車產業的競爭力。此外，自駕車的發展不只車輛本身，「車聯智駕中心」的新創空間也將聚焦 V2X(Vehicle-to-everything)、車內資訊娛樂系統、車內支付、體徵偵測等軟體開發領域，吸引新創企業進駐。

表2-3-3 虎頭山創新園區服務項目

服務內容	資安物聯網中心	車聯智駕中心
外部設施	綠意盎然的科技園區	十種情境交通測試場域
頂級設備	ISO 17025檢測實驗室	1. 車輛控制器測試虛擬實境（模擬器） 2. Nvidia DGX（高效能電腦） 3. 6米自駕巴士租用，可供零件拆換測試
新創園地	孵化辦公室	研發辦公室
軟體實力	- 資安健診、智慧城市場域的資安監控、檢測服務 - 情資及數據分析取用合作	高清地圖
車聯網應用	車聯網資安檢測	智慧路燈 V2X 應用

資料來源：虎頭山創新園區官方網站，網址：<https://www.hutoushan-innohub.org.tw/>

「車聯智駕中心」，配備不同交通情境交通道路情境，讓自駕車學習及辨識交通號誌，具體提供10種不同交通道路情境測試，包含市區道路（號誌化十字路口/行人穿越道、圓環（3處以上出入口）、戶外停車場）、郊區道路（T型路口、彎道、車道縮減）、特殊路況（公車彎、綠蔭、市區複雜訊號模擬、鐵路平交道）。



資料來源：虎頭山創新園區官方網站，網址：<https://www.hutoushan-innohub.org.tw/>

圖2-3-3 虎頭山車聯智駕中心場域配備之道路情境

此外，以往因網路訊號不夠快，自駕車影像回傳、雲端資料傳輸產生延遲，桃園市府和營運商、電信業相互合作，於2020年於「車聯智駕中心」開通5G 訊號，成為全臺唯一透過5G 蜂巢式車間通訊作為自駕車、路側設

備測試的實證園區。透過5G 網路傳輸紅綠燈倒數秒數訊號給自駕車的行車電腦，可提早準備，避免傳統靠辨識燈號顏色產生延遲，造成急煞或闖紅燈，5G 大幅提升自駕車運行安全。

「車聯智駕中心」營運廠商—勤崴國際公司，在經過6個月在「車聯智駕中心」進行自駕車模擬「駕訓」後，轉往臺南沙崙的「臺灣智駕測試實驗室」的自駕車場域驗證「考照」，於2020年2月率先全臺申請「無人載具科技創新實驗條例」並拿到第一張「可營運」之自駕車試車牌，並以自駕觀光巴士模式在彰化彰濱工業區道路上，負責 ARTC 車輛中心所在地彰化鹿港天后宮停車場往返彰濱工業區接駁工作，將天后宮人潮引導到彰濱觀光工廠，全長12.1公里、實證測試為期1年。

「車聯智駕中心」也提供自駕研發所需之軟硬體設備、配置自駕車動態情境模擬器，行控中心，研發中心，連網路側設備等多項專業車聯網及智慧駕駛所需環境，提供自動駕駛與電動車完善的研發介面，AI 深度學習設備，成為自駕車技術實證的專業平臺。桃園市府目前正規劃虎頭山創新園區二期開發，預計將虎頭山創新園區打造為5G 的試驗場域，希望藉由未來5G 的行動通信服務，吸引新創業者在較低的成本下，於園區內驗證物聯網相關方案。促成其扮演北臺灣最佳自駕車訓練場地的角色，招募自駕車廠商進行研發測試，進而形成無人載具創新聚落。

最後，在具體促成自駕車產業發展的作法上，「車聯智駕中心」除提供廠商的進駐空間之外，也提供研發或自駕車零組件測試空間、透過園區安裝物聯網路側設備，提供 API 給開發廠商介接，試圖提供開放平台讓發展先進輔助駕駛系統、電動車、自駕車的廠商可在園區進行研發。初步成果有：(1) 輔導全台所有運行的自駕車團隊進行第一階段測試，進而通過經濟部無人載具沙盒審查；(2) 吸引國內相關科研機構進駐，成為產學研間互動場域，並促成15家企業合作，提案總金額達新台幣1.1億元；(3) 辦理產業與園區內新創團隊媒合會，連結30個國內外加速團隊或創投基金及

園區團隊，媒合資金規模大於新臺幣33億、創造18個向國際車輛提案機會；

(4) 透過媒體露出、開放民眾參觀等，提升自駕認知度¹⁹。

其次，除封閉式的「車聯智駕中心」驗證場域，桃園市政府也與臺灣智慧駕駛公司合作，透過「無人載具科技創新實驗條例」於2020年5月起進行開放式的「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」驗證。

一、測試案例緣起

2020年5月，桃園市政府協助臺灣智慧駕駛公司通過經濟部「無人載具科技創新實驗計畫」審查，開始進行「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」。此自駕車驗證場域的桃園市自駕車發展的里程碑，特別是跨出以往的桃園農業博覽會、桃捷機場的封閉場域，而行駛於開放路權。作為捷運接駁測試，以先前的桃捷機場作為封閉的試驗場域、車輛維修、充電的據點；另以 A17站為核心，進行捷運沿線尚未有公車路線滿足最後一哩路的運輸需求，透過自駕車測試提供接駁服務。

二、主要測試內容

(一) 測試團隊

與「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」相同，由臺灣智慧駕駛公司主導「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」之測試。期望藉由本測試計畫加速推動自駕巴士公共運輸服務，將來應用於軌道運輸延伸接駁、社區接駁公車服務以及偏鄉地區基本民行服務，作為補足公共運輸服務網絡之一環。

¹⁹ 資料來源：工商時報，虎頭山創新園區成果暨多功能館啟用，網址：<https://ctee.com.tw/industrynews/402159.html>，2021/1/13

（二）測試場域範圍

「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」於青埔地區模擬公車營運可能之情境，引入臺灣智慧駕駛公司自主研發之自駕巴士進行服務模式實車運行驗證以及配套智慧路側設施建置，提出自動駕駛巴士於混合車流環境營運整體解決方案，評估自駕巴士納入公共運輸系統之技術與服務模式可行性。實驗範圍為桃園市青埔地區，路線起點為捷運領航站經領航北路四段、高鐵北路二段、大成路二段、領航北路四段回到捷運領航站，為順時鐘單向循環路線，全長1.7公里，設有3站皆為既有市區公車站位，包含捷運領航站、大園國際高中站、大成大智路口站。

（三）測試內容

2020年5月，臺灣智慧駕駛公司通過經濟部「無人載具科技創新實驗計畫」審查，6月領試車牌並開始建置高精地圖、智慧路口設施、充電站與路側安全告示牌面等；9月在桃捷青埔機廠的內部完成封閉測試運行；12月正式以機捷車站為核心，與周邊社區、學校接駁，提供平日10時至16時，無人巴士以不超過每小時20公里的速度，提供共30班次免費載客服務，沿途共會經過6個號誌化路口、5個無號誌路口。搭載與路側設備之間的通訊，即為考驗車輛的自主與應變能力。

2020年至2021年5月期間，主要以4米自動駕駛電動巴士1輛及6米自動駕駛電動巴士1輛進行載客服務與智慧路側設施實驗；2021年至2022年5月則進一步擴大為以2輛6米自動駕駛電動巴士2輛進行載客服務與智慧路側設施實驗。圖2-3-4即為「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」所使用之自駕小巴士。



資料來源：自由時報，桃園自駕巴士6月試車，最快年底上路，網址：
<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1375507>，2020/5/27

圖2-3-4 「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」使用之自駕小巴士

（四）初步成果

桃園市青埔地區發展快速，隨華泰名品城三期完工營運，八景島水族館及 IKEA 臺灣旗艦店陸續開幕，未來還有新光影城商場及國際觀光旅館等開發案完工，以及桃園市立美術館第一期動工、橫山書法藝術館完工，再加上航空城願景館基地也將結合流行音樂及原住民文創園區。桃園市政府著眼未來民眾將有點對點接駁需求，故選擇青埔地區作為自駕巴士示範運行地點，以便將來串聯高鐵、機捷，進行軌道運輸延伸接駁公共運輸服務。

負責進行「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」的臺灣智慧駕駛公司曾在2020年進行「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」實驗，在信義路一段到五段公車專用道進行夜間運行測試，並獲經濟部許可延長一年，持續於夜間測試運行。相對於臺北市的測試，桃園市的測試則為全國首個於社區展開的開放道路測試，且日間測試開放道路的人車情境更為繁雜、更具挑戰；而透過不同場域實證持續累積經驗、蒐集資料，該公司也獲得不斷調校系統與改善問題的機會，期望能將經驗複製在其他場域上，未來進一步拓展服務模式。

三、未來規畫與後續後續方向

桃園市自駕巴士推動分為短、中、長期目標，短期為至2020年5月完成在桃捷青埔機廠及「2019年農業博覽會」的內部封閉測試運行；中期則是2020年12月起由機捷聯外至週邊社區運行，由 A17領航站到大園國際高中及大成大智路口的接駁路線；長期目標將沿青埔特區捷運沿線重要據點接駁，例如結合 A17領航站、A18高鐵桃園站、A19桃園體育園區站三個捷運車站，串接青埔機廠、桃園高鐵站、華泰名品城、青塘園、A19購物中心、桃園棒球場、航空城願景館等週邊重大建設進行完整營運，將青埔特區打造為自駕車示範特區。

由桃園市政府發展自駕車的推動方式觀察，主要遵循階段性打造自駕車驗證場域，從概念性驗證、封閉園區測試，到開放場域，逐步地帶動業者將自駕車應用規模化；並在過程中，促使零組件業者、軟體開發商、自駕車業者共同合作，跨業整合。由桃園市政府由公部門促成合作，進而帶動地方的產業發展，嘗試將自駕車形塑為新的交通出行模式，讓市民有感於「行」的智慧轉型，服務市民。

肆、臺中市

一、測試案例緣起

我國的客運公共運輸營運近來面臨諸多挑戰，例如駕駛高齡化、駕駛招募不易、傳統燃油車輛亟需汰換等；因此，各地方政府均希望投入開發更方便、更快速彈性導入的智慧公共運輸系統，提供民眾具效率、便捷的交通運輸服務。臺中市政府對於自駕車的未來發展規畫是期望依序：(1) 開放自駕車與一般車輛混合行駛，完成示範運行之驗證；(2) 以自駕車強化臺中市公共運輸「最後一哩」及「偏鄉服務」，並評估商業化服務應用之可行性，變成類捷運的方式提供營運服務。

二、主要測試內容

（一）測試團隊

「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」主要是延續2018年臺中市政府在花博期間進行的封閉場域自駕巴士測試成果，透過臺中市政府、工研院、鼎漢國際工程顧問、豐榮客運、緯創資通、臺數科集團等廠商合作組成「臺中 MIT 自駕巴士團隊」，由工研院負責巴士線控系統改裝及自動駕駛定位、感知決策與控制系統等技術，打造兩輛自駕巴士，包含以豐榮客運主導之 G-BUS 以及工研院研發之 M-BUS 兩套「中型巴士」車輛系統（圖2-3-5）。

本案自駕系統驗證應用載具為二輛豐榮客運 G-BUS，是臺灣首度在系統上把一般實際運行的9米柴油公車直接改裝成自駕車，由豐榮客運提供車體，車輛控制平臺由星瑞林與理立系統所開發，包含車輛線控底盤系統與其線控轉向、線控油門、線控煞車、線控檔位以及線控燈系等主要功能之外，亦包含自動駕駛定位、感知、決策與控制系統，自駕感測元件及相關設備配置。透過車輛動力分析及數位控制器設計，整合車輛的縱向及橫向控制，藉此進行 G-Bus 的運動控制。

安裝於車體四個角落的光達將對巴士環周障礙物進行偵測；車頂光達負責車輛位置定位；對於前方較遠的物體則由車前光達及雷達進行物件偵測與追蹤；車載相機將辨識紅綠燈燈號及物件種類並偵測其與本車之距離。融合上述感測設備所蒐集的環境感知資訊於核心運算平臺進行資料交換，再透過經 AI、機器學習與深度學習之各系統模組進行資訊融合與運算，並結合高精度3D 動態地圖、精準定位與地圖建構技術，使自駕巴士能因應不同交通情境作出適當的決策。



資料來源：梁禎，臺灣首例兩輛自駕巴士隊列於開放場域運行，機械工業，網址：
<https://www.automan.tw/magazine/magazineContent.aspx?id=3863>，2021/3/31

圖2-3-5 「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」使用之巴士

其餘公司則是鼎漢負責虛擬場域平臺建置與交通規畫；緯創承擔車路雲整合平臺與智慧安全路口系統；臺數科負責場域無線通訊網路、光纖佈建與路側設備等基礎設施建置，以達到自駕車與中心資料交換低延遲之目標，同時臺數科亦建置影像檢索系統，透過閉路電視辨識自駕車，當車輛通過路口時自動記錄影像，以確保路口交通安全；工研院機械所則負責巴士線控改裝、自動駕駛定位、感知、決策與控制系統與虛擬場域模擬驗證。

(二) 測試場域範圍

「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」以真實道路虛實整合與驗證為目標，於2020年10月申請「無人載具科技創新實驗條例」通過取得自駕巴士試車牌，自10月8日至12月31日每日9:00-17:00，分為A、B兩個路線，以自動駕駛之方式進行實驗。A路線長度約3.7公里，停靠4個站點（逢甲大學站、大鵬中科路口、中央公園北站、中央公園南站）單程約28分鐘；B路線長度約5.8公里，停靠5個站點（逢甲大學站、大鵬中科路口、中國醫藥大學、中央公園北站、中央公園南站）單程約35分鐘，並於10月28日至11月11日期間開放體驗試乘。

路線特色為實證運行範圍包含大鵬路（橫向）及中科路（縱向）兩路段，為模擬自駕巴士未來營運將行駛於公車專用道的情境，故將雙向單線的大鵬路封閉形成自駕巴士專用道，中科路則為開放場域路段，讓自駕巴士與其他用路人進行最真實的互動，以高度人車混流情境驗證自駕系統模組的成熟度。

臺中市政府交通局也事先在測試路線沿線進行智慧安全路口與車聯網設備安裝測試，藉由「資訊可變標誌」、「動態號誌」、「盲點偵測系統」等智慧服務透過網路連接中科路及大鵬路的路口號誌及攝影機監視系統，將號誌資訊發送給自駕巴士，協助車輛安全通行，提升自駕巴士安全性與服務品質。

「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」設有3處智慧安全路口，包括大鵬路及凱旋路口的「資訊可變標誌」、中科路及敦化路口的「動態號誌」、中科路及大鵬路口的「盲點偵測系統」。其中：

- 1.「資訊可變標誌」可接收自駕車 GPS 訊號，在自駕車要通過路口前，提供自駕車接近訊息，提醒其他方向來車注意；

- 2.「動態號誌」則可評估延長路口綠燈秒數，減少自駕巴士在路口停等時間，增加載客服務準點性及可靠性；

- 3.「盲點偵測系統」則備有雷達、攝影機及 AI 電腦，可定位及辨識路口的車輛與行人，將相關資訊發送給接近路口的自駕巴士，避免自駕巴士視界被障礙物遮蔽。

（三）測試內容

「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」透過「交通環境模擬技術」與「車輛動態模擬技術」，建立自駕巴士模擬驗證機制，提供自駕巴士在虛擬環境模擬測試行駛時可能遭遇的情境，以及自駕巴士運行服務對於乘客、車流及基礎設施的可能影響，作為實車測試前的必要驗證，以

提升自駕巴士實車運行的安全性，並規劃兩項重要基礎設施：

1.自駕車測試監控整合管理平臺：包含智慧自駕車管理、路側交控設施整合、車聯網及路測通訊網路；

2.模擬環境訓練平臺：建構場域模擬環境與高清地圖，並利用模擬平臺訓練自駕車進行決策推論與邏輯推論。

整體測試分為自駕車端智慧系統、自駕路側資訊系統兩部分，首先在自駕車端智慧系統方面，針對五項情境進行測試²⁰：

1.自動定速巡航與自動車道維持應用，自駕車將依固定20km/hr 的速度行駛於車道的中心線，不會偏移至另一個車道。擔任安全員的的駕駛於車輛行駛過程中雙手皆未放置於方向盤上；自駕車可一直行駛於光達所偵測的車道中心線並未偏移；

2.自動定點接駁停靠應用，自駕車將於固定站點停靠，車門開啟等乘客上下車後，駕駛啟動自駕模式，自駕車即可以定速行駛於下個停靠點；

3.自動迴車控制應用，自駕車行駛到接駁路線的端點並於路口做車輛180度迴車的動作；

4.路口號誌連動車速控制應用，自駕中巴對於辨識號誌，能夠與號誌連動得知尚餘多少秒數會變綠燈或紅燈，進而判斷是否進行煞車或者維持車速通過。自駕車行駛於運行的路線上，透過車聯網 V2X 通訊接收路口號誌的狀態資訊，如遇到紅燈則以慢速行駛到路口停等線；如果是綠燈則以安全考量定速或加速通過路口（圖2-3-6）；

5.自動緊急煞車結合機車路徑預測應用，自駕車行駛於運行的路線上，機車從左側車道超車並快速切入右側並右轉至路口，機車時速約有40公里

²⁰ 資料來源：徐志偉，台中花博自駕車情境體驗與應用服務，網址：
<https://collegeplus.itri.org.tw/2020/05/20/%E5%8F%B0%E4%B8%AD%E8%8A%B1%E5%8D%9A%E8%87%AA%E9%A7%95%E8%BB%8A%E6%83%85%E5%A2%83%E9%AB%94%E9%A9%97%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E6%9C%8D%E5%8B%99/>，2020/5/20

左右向右側切入，而自駕中巴在時速約20公里的定速行駛下，當機車切入通過自駕車前方，自駕車的前方感測器偵測到後完全煞停；



資料來源：資料來源：馮輝昇、林俊甫、邱詩純、陳昱辰（2019），水滴智慧城自駕巴士試營運規畫及展望，土木水利，第46卷，第2期

圖2-3-6 智慧路口實證情境規畫

其次在自駕路側資訊系統方面，則針對五項情境進行測試：

1.自駕車優先號誌：此情境提供民眾於自駕車中體驗自駕車優先號誌，自駕中巴透過車聯網 V2X 通訊方式辨識號誌，如果剛好遇上號誌秒數即將由綠燈轉為紅燈，則自駕中巴將會通過，透過車聯網 V2X 通訊下延長號誌的指令，號誌則會延長幾秒的綠燈時間；

2.自駕車接近警示：當在自駕車即將要通過路口時，路口 LED 電子看板會提供自駕車接近訊息，提醒敦化路方向來車注意；

3.左轉輔助安全警示：敦化路雙向有車輛等待左轉，當西往東方向外側有車輛直行，東往西之待轉車輛可獲得左轉危險警示；

4.左轉輔助安全警示：當自駕巴士即將進入路口，透過車載設備及車聯網技術提前掌握路口其他方向之來車及行人，能有效使自駕巴士於路口減速、煞停，以避免事故發生。

（四）初步成果

由上可知，「水湳智慧城自動駕駛巴士測試場域」透過軟硬體設備持續優化，試圖建構安全便利的自動駕駛系統，試乘累計逾700人次、自駕里程數超過1,300公里，系統包含自駕車端與自駕路側端：

1.自駕車端智慧系統融合光學雷達與機械視覺高速相機解析地形地物、交通號誌、障礙物，再輔以由衛星接收站基於高精準度的衛星定位系統，掌控全方位的空間資訊，運算行車軌跡，整合轉向、剎車、油門伺服單元的控制模型，完成安全的自動駕駛；

2.自駕路側資訊系統連結路口攝影機、號誌控制器、無線基地臺，將車與路的資訊即時匯集到雲端大數據平臺，協助提高交通效率。

三、未來規畫與後續測試方向

「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」的實證與民眾試乘在一定程度上帶動傳統客運轉型為自動駕駛巴士，建構新型態公共運輸系統。此外，民眾試乘體驗的回饋意見，有助於調整自駕巴士發展方向，增加自駕車落地可行性，帶動自動駕駛加速邁向商業營運。目前「水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」仍處於「概念驗證」階段(proof of concept)，著重於實地驗證，在限定場域內短程固定路徑之運輸為主，但此計畫已組成「臺中 MIT 自駕巴士團隊」，涵蓋營運、車廠、系統、資通訊以及交通規畫等多層面，找尋自駕巴士自路側、規畫至營運的整套解決方案。

臺中市政府規劃下階段將在臺灣大道公車專用道進行測試，並將另增建優先號誌、進行2輛自駕巴士「跟車情境」測試，在評估路口整體績效下，延長綠燈秒數，讓2輛自駕巴士接續通過路口，以驗證未來自駕巴士如同捷運車廂運行的可行性。

此外，「水湳智慧城自動駕駛巴士測試場域」也已導入車聯網通訊系

統 (Cellular Vehicle-to-Everything, C-V2X)，利用通訊低延遲特性，使路側設備與自駕巴士直接通訊，讓車輛即時接收號誌時相資料與道路配置圖，提升運行安全性，並為未來導入5G 行動通訊技術預為準備。

第四節 文化展演國內案例研析

本節將依序盤點臺北市、新北市、桃園市、臺中市、高雄市分別在「5G 臺南隊」所涉及的文化展演領域的驗證場域布局與案例分析，希望藉由我國其他五都的經驗中，擷取其中的優點、特色與作法供臺南市後續推動參考。

壹、臺北市推動文化展演數位科技驗證場域

一、臺北數位藝術節：始自2006年+室內場域

臺北數位藝術節自2006年開始舉辦，2021年度已邁入第十六屆，透過系列性跨領域策展，連結國際數位藝術單位與國內數位創作者，提升臺北市數位藝術城市的發展潛力。藉由節慶活動的方式，行銷臺北市數位藝術。

以「2020第十五屆臺北數位藝術節」進一步說明，該數位藝術節由臺北市文化局主辦，場域位在松山文創園區四號倉庫，該屆由臺北數位藝術中心執行，由陳湘汶和李彥儀2位策展人，以「01_LOVE 愛情數據」為題，探討數位科技與愛情之間產生的關係與質變。展覽共邀請18組國內外知名藝術家和團隊參與，另有國內徵件活動3件優秀創作共襄盛舉，總共展出21件作品。臺灣藝術家李亦凡的作品「Rewiring」以VR攝影技術。

綜合來看，臺北數位藝術節透過節慶活動連結國內外的創作者，達到行銷臺北數位藝術，並透過創作者引入新科技VR攝影，打造室內場域文化展演與新科技應用的新途徑。

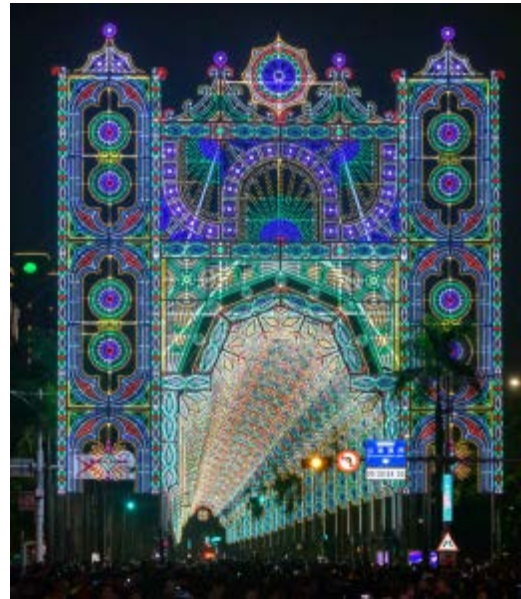
二、光雕展+開放場域

2019年，由臺北市政府與全聯實業股份有限公司攜手推出的年節系列活動—「2019臺北光之饗宴」，場域位在市民廣場及仁愛路4段，首度正式引進在歐洲、美國、日本、韓國等跨年活動展出的「Luminarie」光雕展，長達300公尺的華麗光廊，伴隨著優美的古典交響樂，並且不時有戴著威尼斯面具的人穿梭人群間，提供市民不一樣的視覺震撼。「Luminarie」源自義大利，是採用木製結構和各種不同顏色的燈泡設計成為具三次元夢幻空間的藝術傑作。此次「2019臺北光之饗宴」是由 Galleria、Façade、Spalliera 三種結構所構成，利用233,990顆 LED 燈泡構建出長達300公尺、高20公尺的光廊，呈現出華麗、壯觀、雄偉的光之盛宴，可參見圖2-4-1所示。

該案例透過政府與企業的共同合作，並引進國外的光雕解決方案，在開放場域提供民眾一場視覺饗宴。

貳、新北市推動文化展演數位科技驗證場域

新北歡樂耶誕城自2010年舉辦至今，2015年新北市歡樂耶誕城打造六大新亮點，由臺灣、澳洲攜手打造全球唯一360度的3D 立體光雕投影耶誕樹，並邀請臺灣知名小提琴家李思慧製作主燈秀音樂，以及曾獲「2011新加坡 Fresh music Awards 最佳專輯設計」的新銳插畫家貓王不討喜設計的「桑塔熊」與「方頭熊」家族，作為2015年的耶誕活動主角。



資料來源：2019臺北光之饗宴，

https://www.tcooc.gov.taipei/News_Content.aspx?n=25A8C4B508BC3418&s=0876DD11CA506452，擷取日期2021/05/19。

圖2-4-1 2019臺北光之饗宴：Galleria（左）、Façade（右）

2020年首次和臺灣華特迪士尼公司合作，主燈由來自新加坡的國際團隊賀喜娛樂(Hexagon Solution)設計，打造全臺唯一的迪士尼主題光雕秀，亦首度結合大樓周邊燈飾、新北市府大樓以及廣場大耶誕樹，運用雷射、電腦燈、投影機，打造開城以來第一次「整座廣場連動」的沉浸式360度環繞光雕秀，表演面積超過3萬平方公尺。

綜合來看，新北市歷年的作法皆有動態調整，串接文化展演的不同利害關係人，包括：澳洲合作夥伴、音樂製作、畫家、臺灣華特迪士尼公司、新加坡國際團隊賀喜娛樂設計、硬體設備（雷射、電腦燈、投影機）等跨領域的整合，提供民眾在開放場域的沉浸體驗。

參、桃園市推動文化展演數位科技驗證場域

一、桃園科技藝術節：始自2017年+室內場域

2021年桃園科技藝術節已邁入第五屆，成為國內藝術與科技跨界產業交流的平臺之一。以下以「2020TAxT 桃園科技藝術節-當然耳」進一步說明，2020年則以聲音作為主題，激盪出聲音及音樂間關係的全新想像與啟發，場域位於桃園展演中心，共15件大型數位藝術作品、3場分享會、2場工作坊及10場數位演出。在2020年邀請的作品中，有臺灣聲響實驗室特別為幼兒設計的【聲之書：彼得與狼】，透過AR及沉浸式聲場，建構一個未來的音樂想像；原住民導演 Fangas Nayaw（陳彥斌）與綺影映畫的【烏麗的邊境】，以阿美族的太巴塢之歌為出發點，以VR為媒介，呈現一種新型態的原住民VR歌舞劇。臺灣聲音藝術家王新仁的【昨日的路徑】（Paths to the Past）同樣以VR為媒介。與臺灣知名饒舌歌手蛋堡的【音菩薩】，結合流行音樂與絢麗的VR場景，讓未來欣賞音樂更有不同的體驗。

值得關注的是，2020年文化內容策進院首次與桃園地方政府合作，結合桃園市政府推動文化藝術發展。文策院也規劃於2021年桃園科技藝術節中聯名設置一個科技表演藝術獎項，共同發掘科技藝術創作人才，桃園市致力於透過文策院的產業與國際整合資源，帶動科技與藝術多元跨界整合。

二、桃園科技表演藝術獎：2019年設立

由桃園市政府藝文設施管理中心辦理的第一屆「桃園科技表演藝術獎」，是於2019年設立的創新獎項，為鼓勵科技與表演相關的新創團隊跨界合作、促進科技藝術與表演藝術之跨界創作風氣，以兩年為一屆，採兩階段競賽。（圖2-4-2為第一屆桃園科技表演藝術獎圖樣）



資料來源：<https://www.taxt.tw/>

圖2-4-2 第一屆桃園科技表演藝術獎

首屆獲獎作品除了金獎得主蔡寧的「Breath (In) Room v2」之外，奪得銀獎的是國立臺灣藝術大學「藝04」團隊的「沉境桃花源」，透過 AR/VR 及大量的原創音樂，帶領觀眾全新的劇場體驗；銅獎則由「黑碼藝識」團隊獲得，其作品「U+617E_v2.∞」利用機器手臂與默劇演員之間的互動，詮釋人與工業之間的過去、現在與未來，以及人類所架構的「慾望迴圈」；來自國立臺北藝術大學的「妖子跨藝工作室」，以「白港支線」獲得特別獎，作品從「記憶」發想，重新認識「遺忘」，也重新檢視「惦記」這個動詞。換言之，獲獎團隊在文化展演的新科技應用上，涉及 AR/VR、機器手臂等，為文化展演新體驗模式擘劃出新的發展路徑。

肆參、臺中市推動文化展演數位科技驗證場域

一、國立臺灣美術館：推動臺灣數位藝術

2002年，在行政院文化建設委員會國家政策「挑戰2008：國家發展重點計畫」的目標設置下，將文化創意產業列為重要發展項目，「數位藝術創作計畫」則為重點工作之一，由國立臺灣美術館（以下簡稱國美館）肩負起執行重任，以推動臺灣數位藝術領域之發展。該計畫主要透過三大方向：「植根」（創作及策展人才培育與知識建構）、「交流」（資訊及經驗的分享、公眾與校際之推廣教育），以及「結盟」（科技與藝術領域的跨界合

作、臺灣與國際的串聯互惠)之策略，希冀開拓臺灣數位藝術之嶄新視野。

以2021年「水牛群像智慧眼鏡互動體驗展」來看，該體驗展以〈水牛群像〉青銅雕塑作品作為數位加值基礎，透過智慧眼鏡，以不同視角來觀賞作品，營造虛實結合的沉浸式感官體驗。運用 Microsoft 推出的 HoloLens 2作為展示媒介，以 AR 眼鏡挑戰新型態的展演模式，不同以往的 AR，實為 MR 混合實境，觀眾可以與虛擬物件進行互動，隔空的碰觸、點選、放大等手勢，打破虛擬與現實時空間的界線，創造新的數位敘事經驗。過去國美館已於2015~2018年完成開發林玉山〈蓮池〉及李明則〈左營蓮池潭〉AR、VR、MR 等多項建置²¹。

在國美館數位藝術推展進程上，2007年成立「DigiArk 數位藝術方舟—數位創意資源中心」，為臺灣首個專業美術館內致力於數位藝術展演之基地。2008年底建置「360度環型影音空間」，為臺灣美術館中最具規模的沉浸式數位展示設備及硬體空間。自2011年起以公開徵選機制辦理「數位藝術策展案」及「數位藝術創作文案」，以「數位藝術方舟」、「360度環型影音空間」及「時光天井多屏幕影像」為展出場域，鼓勵臺灣數位藝術工作者提出具挑戰及實驗性之策展觀點及創作理念，探索並發掘數位藝術更多可能的面貌。以公開徵選機制辦理「跨界創作」補助計畫，鼓勵藝術文化團體與科技產業之跨界合作。並陸續與國際知名數位藝術機構，合作辦理「數位科技藝術人才國外駐棧創作」補助計畫，以培養國際性跨域創作人才，提昇臺灣藝術家創作之能動力與國際能見度，並拓展臺灣與國際機構之連結。2012起陸續執行「數位科技與視覺藝術共構發展計畫」(2012~2014)及「臺灣科技融藝創新計畫」(2015至今)。歷年國際合作單位包括：加拿大 SAT 科技藝術中心、荷蘭 V2_動態媒體藝術中心、比利時 iMAL 數位文化與科技中心藝術、西班牙 LABoral 藝術與創意產業中心、荷蘭 Waag

²¹ 資料來源：水牛群像智慧眼鏡互動體驗展，
https://event.culture.tw/NTMOFA/portal/Registration/C0103MAction?useLanguage=tw&actId=10035&request_locale=tw。

Society 藝術與科技中心²²。

國美館2021年「數位科技與視覺藝術跨界創作補助計畫」，鼓勵各藝術家及藝術團隊提出結合視覺藝術及數位科技的作品，追求創新突破的跨界結合並培養專案整合能力。「數位科技與視覺藝術跨界創作補助計畫」9年來累積來約莫20件精彩獲補作品，持續透過實質的補助機制，鼓勵臺灣藝術家及藝術團隊創作結合視覺藝術與數位科技之作品，並藉此補助培養臺灣專案經理人之整合能力。2021年度共補助三案，分別為在地實驗媒體劇場《夷希微的凝視》共感科技演出計畫（補助金額165萬元）、周巧其(Y2K)《BIOSIGNAL-MOVEMENT》舞步解語實驗計畫（補助金額60萬元）及巴洛克機器工作室《偵探學》階段性呈現技術研發計畫（補助金額100萬元）²³。

二、國美館補助：數位藝術展演「蜃樓」

蜃樓是一個結合互動、立體投影、浮空投影、舞蹈、樂手與演員的表演，在臺灣著名的歷史古蹟霧峰林家的福州戲臺大花廳演出。運用十八臺投影機，中間螢幕為主動式的立體投影，並結合華碩 Xtion，設計舞者肢體與演員表情偵測的互動。此演出由國美館的數位科技與視覺藝術跨界創作補助支持，投影機由奧圖碼 Optoma 贊助，場地則由林本堂股份有限公司（霧峰林家）提供。

在硬體方面，涵蓋主動式立體投影、浮空投影、投影拼接、5.1聲道環場音效、燈光、華碩 Xtion 體感偵測器、聲音感測、Arduino 踏板裝置；在軟體方面，涉及 Unity3D 軟體，Faceshift（表情偵測）、Techart 投影拼接系

²² 資料來源：<https://www.digiarts.org.tw/DigiArts/History/Chi>。

²³ 資料來源：「2021年數位科技與視覺藝術跨界創作補助計畫」評審結果出爐，https://www.moc.gov.tw/information_250_124904.html。²⁴ 資料來源：廖家宜，2021全球燈塔工廠新增 15 家 緯創首次入選，網址：https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=10&id=0000606148_ae522lzz3ywbiz97m5q79，2021/3/17

統、FFT 音頻分析、Maya（動畫製作）。



資料來源：https://www.storynest.com/pix/_4proj/per_mirageTheater/p0.php?lang=ch。

圖2-4-3 我國數位藝術展演：蜃樓

伍、高雄市推動文化展演數位科技驗證場域

一、高雄「2021跨百光年」：始自2017年+室內場域

為了慶祝跨越百年，高雄市政府集結了科技藝術、光影展演和表演藝術團隊，在邁入2021年之際，以「光」為題，策劃了一場結合人文歷史、藝術設計、科技應用、在地景致的陸海空三向度展演。「2021跨百光年」包含了3大舞臺、2大特展、5大光影展演，活動長達11天。

為了展現港都風情，市府將高雄港灣幻化為大型劇場舞臺，邀請擅長整合數位科技與創意美學的叁式數位體驗設計團隊協助處理視覺特效，不僅將愛河出海口旁的大元國際大樓化身為「百年視窗」，播映跨百倒數預告，也透過高雄市歷史博物館發起的「餅乾盒行動」向民眾徵集家中珍藏的老照片，與市民共創挖掘更多高雄的古早樣貌。此外，將全臺最大的海事工作平臺船「宏禹一號」變身為全臺唯一的海上舞臺，透過佈滿青草綠樹、高懸空中的鏡球和光幕上的高雄一百「百字投影」，呼應鄰岸大樓和

高雄流行音樂中心的光影展演，將整座高雄港幻化為沉浸式劇場。

綜合來看，高雄2021跨百光年結合人文歷史、藝術設計、科技應用、在地景致的陸海空三向度展演；透過此開放場域的文化展演數位科技驗證場域，我國業者叁式數位體驗設計團隊參與其中協助處理視覺特效。



資料來源：點亮下一個百年盛世！高雄「2021跨百光年」融合藝術和科技，向美麗港都致敬，<https://www.shoppingdesign.com.tw/post/view/6386>。

圖2-4-4 高雄「2021跨百光年」：融合藝術和科技

二、高雄觀光局 x 馬來西亞饒舌歌手黃明志 XR 線上 虛擬演唱會

高雄觀光局與黃明志合作虛擬演唱會，這項專案獲得3項亞洲數位創意大獎。專案目的是向本地和國外旅客推廣高雄觀光，尤其是東南亞旅客。當時黃明志正在馬來西亞檢疫隔離，最大挑戰是如何在製作虛擬娛樂演唱會的同時融入高雄市代表景點。透過技術能讓影片內的參與者雖然在不同地方，可以讓觀眾以為在同一個攝影棚。所使用的是 Unity 做為動畫製作引擎，以無縫的方式將表演者與虛擬舞臺自然融合。

演唱會表演三首歌融合高雄在地元素，Yahoo TV 為此次導入異地演唱

的技術合作夥伴。依照三首曲風調性，運用 XR（結合 AR/VR/MR 技術）延展實境科技體驗融入其中，包括以虛擬方式打造高雄流行音樂中心舞臺、2D 插畫的高雄景點，以不同手法表現高雄城市山海河港魅力，創造網友全新的視覺與聽覺饗宴。三首歌分別為：1.飄向北方：這首歌述說離家工作者思鄉之情，同時也加入高雄一些著名景點，包括流行音樂中心、愛之鯨和摩天輪等。2.oh my god：以亞洲觀眾熟知的宗教為基礎，置入龍虎塔，為觀眾與表演者帶來一股懷舊情懷。3.出去走走：2020年高雄觀光主題曲，畫面主打美濃與六龜地區的街景，將高雄港常見的生物（烏龜、烏賊與螃蟹）放入影片中。創造出混合實境，將擴增實境與虛擬環境加以結合做出真正沉浸式體驗。

	 技術支援	• 目的:向本地和國外旅客推廣高雄觀光，尤其是東南亞旅客 • 模式:台馬兩地合作，使用Unity做為動畫製作引擎，以無縫的方式將表演者與虛擬舞台自然融合 (將擴增實境與虛擬環境加以結合做出真正沉浸式體驗)
3首歌曲融合高雄在地元素 • 1.飄向北方:述說離家工作者思鄉之情並加入高雄著名景點(流行音樂中心、愛之鯨和摩天輪等) • 2.oh my god:以亞洲觀眾熟知的宗教為基礎並置入龍虎塔，為觀眾與表演者帶來懷舊情懷 • 3.出去走走:2020年高雄觀光主題曲，畫面主打美濃與六龜地區的街景，將高雄港常見的生物(烏龜、烏賊與螃蟹)放入影片中		
強化宣傳 1.虛擬演唱會正式開始前，預告片被多家媒體主動報導，創造話題 2.演場會線上發表後，隨即登上Youtube的發燒影片 3.亞太區yahoo專題報導演唱會消息，台灣、香港、新加坡與馬來西亞都看得到，觸及突破90萬次，使演唱會成為國際矚目的活動 4.持續不斷宣傳與媒體曝光，增加媒體報導與話題性		 當時歌手黃明志正在馬來西亞檢疫隔離，透過技術讓影片內參與者在不同地方，但呈現出如同在同一個攝影棚

資料來源：本研究繪製，整理自 Verizon Growth Summit APAC 2021。

圖2-4-5 高雄觀光局 x 馬來西亞饒舌歌手黃明志 XR 線上虛擬演唱會

在宣傳的部分可分為4個階段，首先在虛擬演唱會正式開始前，預告片已被多家媒體主動報導，創造話題性。其次，演場會線上發表後，隨即登上 Youtube 的發燒影片，同時觀賞影片人數超過1,000人。第三，亞太區 yahoo 都專題報導演唱會消息，臺灣、香港、新加坡與馬來西亞都看得到，觸及率突破90萬次，使演唱會成為國際矚目的活動。最後持續不斷宣傳與

媒體曝光，增加媒體報導與話題性。綜合來看，隨著疫情持續，XR 與5G 科技必定會更加快速發展，為重要發展契機。

第五節 本章小結

一、智慧製造

在政府出資成立的智慧製造驗證場域方面，臺中市的「智慧製造技術驗證場域」占地800坪，規畫9條示範生產線，共分 A、B、C、D 四區示範智慧製造資訊中心、小型設備加工區、彈性製造系統、自動化量測系統，完整示範如何讓業者掌握智慧製造系統樣貌。

另也提供實體空間供國際大廠進駐示範，例如(1)三菱電機 e-F@ctory 概念展示區以機械手臂、伺服馬達、NC 控制器、人機介面等工廠自動化設備，結合 IT 技術，展示如接單計畫、產線監控、資料分析、預防性維護、能源節省、事前工程模擬等，鏈結整個價值鏈的智慧製造綜合解決方案；(2)達梭系統3D 體驗創新中心則示範雲端航太零件五軸加工管理平臺、產線規畫與 VR 整合平臺、雲端智慧機械研發專案平臺、雲端機械人設計與系統工程模擬平臺、雲端設計最佳化與3D 列印設計平臺，作為展示工業4.0數位製造解決方案和工業物聯網科技，為臺灣產官學研各相關單位技術分享交流和互相學習的平臺。最後，「智慧製造技術驗證場域」還具備輔導能量建構、協助培養產學研人才、強化國際合作等功能。

民間設立的5G 智慧製造案例方面，則以桃園市的台達電與高雄市的日月光於2020年於智慧工廠中導入5G 技術為主。首先，台達電、遠傳及臺灣微軟於桃園龜山廠區導入使用3.5GHz 頻段的5G 專網，建立一條5G 示範產線，涵蓋自主移動機器人、自動光學瑕疵檢測數據分析、微軟雲計算、混合實境等應用，並於工廠設置智慧製造戰情中心，利用5G 的大規模物聯網連線，蒐集各產線生產設備、管理及營運數據，供管理者在遠端掌握

資訊，調整決策。

其次，日月光則與中華電信、高通公司等合作結合5Gmm Wave 毫米波建置的5G 專網，透過頻率高、頻寬大，可支援高速大容量的資料傳輸，達到「高速度、低延遲」，以智慧化的 AGV，自動巡檢廠內及人員作業安全之外，還透過 AR 眼鏡，讓現場檢修人員可以和遠端的專家協同維護，透過數據分析調校設備。

大致而言，兩個工廠除配備5G 傳輸設備外，另外也搭配諸如雲端平臺、人工智慧、混合實境眼鏡、無人搬運車、可視化戰情室等，用於輔助製造、倉儲備料、設備維護、生產線稽核等，希望能達到提高產值、提升製造競爭力的效果。

表2-5-1 台達電與日月光5G 智慧工廠比較

	日月光5G mmWave 智慧工廠	台達電5G 智慧工廠
成立時間	2020年	2020年
合作廠商	中華電信、高通	遠傳電信、微軟
智慧工廠概況	透過5G mmWave 的高速傳輸與低延遲，實現 AI+AGV 智慧無人搬運車、AR 遠端維護協作、綠科技教育館 AR 體驗三大應用	導入5G 專網，以5G 的高速傳輸、低延遲，結合自動插件機、AGV、AMR 及 AR 示範智慧化生產環境
智慧工廠分工	- 中華電信：提供28GHz 最大連續頻寬 600MHz 企業專網，保持通訊品質與安全 - 高通：5G 垂直應用解決方案 - 中磊電子：5G 企業毫米波小基站 - 仁寶電腦：工業級 MR 眼鏡，內建高通 XR2晶片，更易在虛實整合環境下遠端作業 - 華晶科技：360度 AI 鏡頭，可快速安裝在自走車上，實	- 台達電：自動化設備及場域 - 遠傳：5G 網路，結合大數據、人工智慧、物聯網 - 微軟、參數科技：微軟 Azure 雲端服務、HoloLens，參數科技的 Vuforia AR 打造智慧產線中的 AIoT 應用

	日月光5G mmWave 智慧工廠	台達電5G 智慧工廠
	現24小時360度自動巡檢	
智慧工廠應用	• AI+AGV 智慧無人搬運車 • AR 遠端維護協作 • 綠科技教育館 AR 體驗環境	• 變頻器產線導入自動插件設備 • 無人搬運車 • 自主移動機器 • 虛擬實境與混合實境 • 擴增實境所建構的組裝訓練 • 操作輔助、視覺化設備控制與管理等智慧功能
智慧工廠效益	• 可節省15%的人、機、物、料 • 設備生產在地化 • 員工人數增加，工時減少、薪資增加	• 達到單位面積產值提升75%、人均產值提升69%的效果
未來規畫	• 預計未來將5G 專網導入其他新設智慧工廠廠區	• 未來五年逐年升級全球生產基定

資料來源：本研究整理

觀察台達電與日月光的案例顯示，均充分運用5G 具有低時延、大頻寬、多連結的三大特性，實現智慧製造、遠距操控等高階技術，在各自擅長的機械與半導體製造領域內，運用新興數位科技帶動製造流程的創新升級。

二、自駕車

本章依序分析四都經「無人載具科技創新實驗計畫」審查通過的自駕車驗證計畫共四案（見表2-5-2），檢視驗證進行的時間、地點、營運商、測試內容、營運模式、計畫特色，並探討後續可能發展規畫。大致而言，四都的自駕公共運輸驗證的情境呈現出小範圍的最後一哩接駁（新北市、桃園市）、於公車營運時間之外提供額外服務（臺北市）、現有公車捷運系統的自動駕駛升級（臺中市），且聚集於主要城市的郊區部分。

測試的場域類別上，臺北市屬於在「公車專用道」的封閉式場域，但會於交叉路口設置警告標示、控制人員等避免車輛違規闖入；新北市、桃園市與臺中市則屬偏向在開放場域驗證，除公車專用道之外，也在實際道路上進行測試，且由於道路環境複雜干擾多，更進一步布建 V2I 路測設備與互動號誌進行路口監測；臺北市、新北市更進一步運用信義路、淡海新市鎮的通訊基礎建設優勢，測試5G 在自駕車的運用。

在測試時間方面，除臺北市為夜間、平日測試之外，其餘皆為日間測試，且橫跨平日與假日；換言之，新北市、桃園市、臺中市的測試目的可能在對既有的巴士服務進行補充、強化；而臺北市則可能藉由深夜（平日 00：30~05：00）的自駕公車測試，驗證未來提供額外的夜間公車服務可行性。此也可歸結目前四都的自駕車驗證的服務對象主要仍瞄準通勤/通學/生活/最後1哩接駁（新北市、桃園市、臺中市）以及特殊時段服務（臺北市）。

在使用的自駕巴士無人載具方面，四個案例皆使用車身長度介於4至9米的巴士，但除臺中市為柴油動力之外，其餘皆為電動巴士。且所有四案的測試速度皆為時速20~30公里，目前的案例皆沒有在「快速道路」進行測試。

在個別案例的測試特色上，臺北市的亮點長距離（實驗路段總長度約14公里）的深夜測試；其餘新北市、桃園市、臺中市則以常見的日間載客運行測試公共運輸為主，但「臺中市水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」雖有載客，但測試重點在於「自駕車測試監控整合管理平臺」與「模擬環境訓練平臺」的「虛實整合測試」。此外，臺北市、新北市有特別強調以5G 進行自駕車與路側設備之間的測試；桃園市、臺中市則有佈建路側設備強化對自駕環境的記錄與監控。

在未來規畫方面，參與臺北市驗證的臺灣自駕公司未來將著重於封閉園區（如遊樂區、高爾夫球場等）內道路提供自駕巴士之接駁服務；參與

新北市驗證的勤崙國際公司則主要希望先建立驗證流程的標準作業程序（如資通訊環境測試、號誌故障時車輛運作的標準運行等），進而作為未來在其他縣市推動的參考依據；桃園市政府則是規劃由機捷聯外至周邊社區運行，沿青埔特區捷運沿線重要據點接駁，進行完整運行；臺中市政府則規劃下階段將在臺灣大道公車專用道進行進行2輛自駕巴士「跟車情境」測試、建置車聯網通訊系統為未來導入5G 行動通訊技術預為準備。

在推動模式與地方政府角色方面，四都的自駕巴士驗證為「由下而上」，由自駕公共運輸經營團隊提案申請，再獲地方政府的支持協助經「無人載具科技創新實驗計畫」審查。換言之，地方政府積極的參與依據地方需求，主責並協助營運團隊進行驗證、協處跨部會/部門之障礙，是相關驗證得以順利推動的重要因素。

最後，觀察目前四都進行的自駕車驗證，可推斷未來自駕公共運輸的情境可能分為三類：(1) 封閉場域（例如公車專用道）的自駕接駁車，採用中小型巴士，行駛於機場、觀光景區、遊樂場等封閉區域內專用道路的固定路線，提供接駁服務；(2) 郊區自駕公共運輸，同樣採用中小型巴士，行駛於非交通擁擠地區的固定路線、最後一哩公共運輸服務；(3) 都市自駕捷運服務（ART）：採用中大型巴士行駛於都市主要運輸走廊的專用道，採用類似捷運「站站停」或公車「有需求才靠站停車」等方式提供服務；而非尖峰時間的營運班距可以因應需求機動調整，甚至提供24小時服務。

另對照本研究第一章曾提及之「新興數位科技驗證場域的成功模式」以技術轉譯、擴散、串連產業鏈、法規調適作為評估驗證場域是否成功的標準。本研究訪談進入「無人載具科技創新實驗計畫」的自駕車團隊與相關業者，發現現階段國內自駕車測試，皆是以任務編組的方式進行，且重點皆是在自駕車控制系統的操控能力驗證與持續改良。經濟部公布的「無人載具科技創新實驗資訊揭露」僅提供申請人名稱、主管機關核准函之日期及文號、申請實驗期間、實驗範圍（包含車型與數量、驗證期間、實驗

路段、排除適用之法律、法規命令或行政規則)。而廠商進行測試初衷與目標僅是為了改善自身技術，而非考量是否有串連產業鏈、促成法規鬆綁等效益，事實上對共同參與實驗的產業夥伴也不一定公開；此外，對未來的自駕車實際上路時程，也持保守審慎的態度。顯見，「無人載具科技創新實驗計畫」的自駕車測試驗證並不適用「新興數位科技驗證場域的成功模式」進行評估。

反觀虎頭山車聯自駕中心、臺灣智駕實驗室（參見第四章第一節「自駕車」部分），其本質較偏向政府法人單位，因而被賦予技術轉譯、擴散、串連產業鏈、法規鬆綁等任務，且有相對一致的公開資訊可供比較，較適宜以「新興數位科技驗證場域的成功模式」進行評估，比較結果詳見表 5-2-14。

表2-5-2 臺北市、新北市、桃園市、臺中市自駕巴士驗證比較

項目	臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫	新北市自動駕駛電動巴士系統測試運行計畫	桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫	臺中市水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫
性質	- 半封閉場域（公車專用道，一般車輛禁止進入，並於路口設置控制人員（義交），以避免車輛違規闖入） - 車上有駕駛，路線含自駕與人工駕駛路段 - 都市自駕捷運服務模式，站站停車	- 半封閉場域：以導桿區區隔自駕巴士及一般車道，全長 600 公尺（來回 1.2 公里），提供最後一哩路之接駁 - 開放場域：而後將拆除導桿，於一般車道運行	開放場域： 自機場捷運線領航站經大園國際高中及大成大智路口的循環路線（單圈 1.7 公里），含非號誌化路口及單線混合車道（路側會有違停） 車上有駕駛，遇道路交通不適合自駕、自駕車反應不正常時接手駕駛	讓自駕巴士與其他用路人進行最真實的互動，以高度人車混流情境驗證自駕系統模組的成熟度：（1）大鵬路（橫向）雙向單線封閉形成自駕巴士專用道；（2）中科路（縱向）為開放場域路段
地點	信義路（景福門—基隆路）的公車專用道（雙向 14 公里）	淡海輕軌炭頂站至淡海美麗新廣場間	機捷 A17 領航站至周邊社區	臺中水湳場域
時間	平日夜間 00：30~05：00	1. 星期日至星期四：11：00~21：30 2. 星期五、星期六與例假日前一日：11：00~22：00	平日（週一至週五）之離峰時段（10：00~16：00）	每日：9:00-17:00
營運商	臺灣智駕	勤歲國際	臺灣智駕	鼎漢國際工程顧問公司
車輛	2 輛 6 米電動巴士，最高速率 30km/hr 1 輛 4 米電動巴士，最高速率 30km/hr	2 輛 6 米電動巴士，最高速率 30km/hr	2 輛 6 米電動巴士，最高速率 20km/hr	2 輛 9 米柴油動力巴士，最高速率 30km/hr

功能	自駕巴士載客夜間服務實驗	1.配合輕軌運輸，提供最後 1 哩路的接駁服務 2.於淡海新市鎮依交通部公告「可供創新實驗運用之無線電頻率範圍」進行自駕車 5G 驗證	載客服務與智慧路側設施實驗	有載客運行但重點在「虛實整合測試」，不以提供公共運輸服務為目的
測試	1.第一階段：2020 年 6 月~8 月封閉測試，僅受邀者可搭乘 2.第二階段：2020 年 9 月起開始載客，結合電子票證	1.第一階段：不載客測試 2.第二階段：半封閉載客測試 3.第三階段：載客測試 2.第四階段：資料分析驗證	1.預計 2020 年 9 月開始不載客測試 2.預計 2020 年 12 月開始載客服務測試（每日 30 班次）	1.2020/10/08~2020/12/31 不載客測試視實驗需求調整 2.規畫為 15 天，2020 年 12 月 31 日前完成
營運模式	1.採站站停車的捷運模式 2.進行公車專用道導入公共運輸車型服務情境驗證以及預約載客服務驗證	提供輕軌運輸最後 1 哩的接駁服務	聯絡捷運站，提供最後 1 哩路的接駁服務	1.採站站停車的捷運模式 2.公車專用道導入公共運輸車型服務情境驗證
計畫特色	1.於一般公車營業外時間（夜間）提供服務 2.利用 4G 通訊技術接收號誌資訊，並利用車上攝影設備辨識燈號作為備援（串接資訊優先，影像為輔） 3.另於信義－敦化及信義－光復路口設置感測器，偵測橫向來車，並利用 V2I 傳送警示資訊至自駕車	1.新北市政府要求完整營運測試報告與作業流程 2.結合淡海新市鎮 5G 計畫，蒐集智駕電動巴士測試期間人、車、路等相關數據資料	1.於開放場域運行，道路環境複雜干擾多 2.布建 V2I 設備監測路口，並與號誌互動	1.針對自駕車端智慧系統、自駕路側資訊系統兩部分進行測試 2.涵蓋虛擬場域模擬驗證，例如「交通環境模擬技術」與「車輛動態模擬技術」作為實車測試前的必要驗證，以提升實車運行的安全性

不足之處	• 實際行駛速度僅 15 km/hr	• 測試路線全程來回僅 1.2 公里	• 每 20 分鐘一班，平均每天僅服務 5 至 10 人次	• 使用柴油動力巴士作為測試載具，較不符合自駕車以電動車為載具的主流作法
初步效益	• 臺灣智駕公司宣布 3 輛國產自駕小巴士輸出泰國朱拉隆功大學，為國內首次輸出自動駕駛平台 • 全臺唯一進行自駕巴士夜間載客服務實驗的驗證計畫 • 驗證路線最長，來回達 14 公里 • 測試路線全線覆蓋 5G 訊號，導入車聯網技術與路側設備 • 測試途中，對乘客說明自駕車運行之原理，包含感測設備、多重定位技術及車輛控制技術，開啟高精地圖面板提供乘客觀看，增加民眾對於自駕車運行之認識	• 以 5G 作為車聯網之驗證項目 • 完成不載客 3 個月及載客 5 個月測試，總搭乘人數 1 萬 5,462 人次，總里程 6,768 公里 • 脫離率低於 2.6%，客準點率達 97% • 有助新北市府未來針對監控中心管理、智駕電巴調校、車輛功能、路側設施提升、營運服務的政策規畫與評估 • 未來朝向提升速度、車型改造、營運規範與優化、車隊化管理等方向，延伸至觀光路線或社區接駁等應用	• 臺灣智駕公司宣布 3 輛國產自駕小巴士輸出泰國朱拉隆功大學，為國內首次輸出自動駕駛平台 • 提出自動駕駛巴士於混合車流環境營運整體解決方案 • 評估自駕巴士納入公共運輸系統之技術與服務模式可行性 • 克服混合車流、路邊停車、上坡起步、對向大型車輛會車等交通環境 • 增加自駕巴士能見度，提高民眾對自駕巴士科技之認知	• 累計完成 1512.8 公里以上自駕運行里程 • 載客測試期間為 15 天，搭乘人次逾 800 人次，民眾搭乘後滿意度達 90%以上 • 完成於市區混和車流道路運行、兩輛自駕巴士跟車及載客服務驗證 • 榮獲交通部 108 年度智慧運輸發展建設計畫評鑑優等

資料來源：本研究整理

三、文化展演

試以表2-5-3綜整前述五都推動「科技文化展演」驗證場域的案例。其中，臺北市和桃園市皆透過定期的數位/科技藝術節，凝聚相關科技文化展演業者與作品，臺北市「2019臺北光之饗宴」更引進義大利的「Luminarie」光雕展，而桃園進一步於2019年設立桃園科技表演藝術獎。相較之下，臺中市的國立臺灣美術館肩扮演推動臺灣數位藝術領域發展的重要角色，並以「數位藝術方舟」、「360度環型影音空間」及「時光天井多屏幕影像」為展出場域，而且具備國際合作的網路單位。

另一方面，新北市和高雄皆透過開放場域進行科技文化展演，新北市始自2010年舉辦的新北歡樂耶誕城，2015年新北市歡樂耶誕城即與澳洲攜手打造全球唯一360度的3D立體光雕投影耶誕樹；2020年更首次和臺灣華特迪士尼公司合作，主燈由來自新加坡的國際團隊賀喜娛樂（Hexagon Solution）設計，打造全臺唯一的迪士尼主題光雕秀，運用雷射、電腦燈、投影機，呈現「整座廣場連動」的沉浸式360度環繞光雕秀。再者高雄市的「2021跨百光年」，以高雄港幻化為沉浸式劇場，結合人文歷史、藝術設計、科技應用、在地景致的陸海空三向度展演，並由叁式數位體驗設計團隊協助處理視覺特效，另外高雄觀光局與馬來西亞黃明志合作XR虛擬演唱會，可作為臺南可以思考在開放場域進行數位科技驗證的發展模式。

表2-5-3 臺灣五都推動科技文化展演驗證的案例

城市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	高雄市
機制	臺北數位藝術節：始自2006年+室內場域 2019年：光雕展+開放場域	新北歡樂耶誕城：始自2010年+開放場域	桃園科技藝術節：始自2017年+室內場域 桃園科技表演藝術獎：2019年設立	國立臺灣美術館肩負起執行重任，以推動臺灣數位藝術領域之發展	高雄港（開放場域）幻化為沉浸式劇場 XR 虛擬演唱會
案例	「2019臺北光之饗宴」	「2020新北耶誕城」	「2020TAXT 桃園科技藝術節-當然耳」	2021年「水牛群像智慧眼鏡互動體驗展」	「2021跨百光年」
成功特點	2019臺北光之饗宴：場域位在市民廣場及仁愛路4段，首度正式引進在歐洲、美國、日本、韓國等跨年活動展出的「Luminarie」光雕展，「Luminarie」源自義大利，是採用木製結構和各種不同顏色的燈泡設計成為具三次元夢幻空間的藝術傑作，此次「2019臺北光之饗宴」是由 Galleria、Façade、Spalliera 三種結構所構成，利用233,990顆LED燈泡構建出長達300公尺、高20公尺的光廊，呈現出華麗、壯觀、雄偉的光之盛宴	2020新北耶誕城：2020年首次和臺灣華特迪士尼公司合作，主燈由來自新加坡的國際團隊賀喜娛樂（Hexagon Solution）設計，打造全臺唯一的迪士尼主題光雕秀，運用雷射、電腦燈、投影機，呈現「整座廣場連動」的沉浸式360度環繞光雕秀，表演面積超過3萬平方公尺	桃園科技藝術節已成為國內藝術與科技跨界產業交流的平臺之一：2020年以聲音作為主題，激盪出聲音及音樂間關係的全新想像與啟發，場域位於桃園展演中心 桃園科技表演藝術獎：是為鼓勵科技與表演相關的新創團隊跨界合作、促進科技藝術與表演藝術之跨界創作風氣，首屆金獎得主蔡寧「Breath(In)Room v2」	國美館歷年國際合作單位包括：加拿大 SAT 科技藝術中心、荷蘭 V2_動態媒體藝術中心、比利時 iMAL 數位文化與科技中心藝術、西班牙 LABoral 藝術與創意產業中心、荷蘭 Waag Society 藝術與科技中心 水牛群像智慧眼鏡互動體驗展：運用 Microsoft HoloLens 2 作為展示媒介，以 AR 眼鏡挑戰新型態的展演模式，營造虛實結合的沉浸式感官體驗	2021跨百光年：結合人文歷史、藝術設計、科技應用、在地景致的陸海空三向度展演；我國業者參式數位體驗設計團隊協助處理視覺特效 高雄觀光局與馬來西亞黃明志合作 XR 虛擬演唱會

城市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	高雄市
不足之處	我國數位藝術展演的發展模式較偏向單點式的，較難形成產業化，且較缺乏原創 IP/內容，主要透過從國外引進（例如「Luminarie」光雕展、華特迪士尼公司等）				
人才/產業升級轉型效果	文化展演的數位科技驗證場域透過與我國相關業者、國際廠商/團隊合作，在地方多透過開放場域展演，僅一次性的呈現文化科技數位展演，較多的產業外溢效果體現在與外地/國外廠商的合作層面				

資料來源：本研究整理。

第三章 新興數位科技驗證場域的 國外案例研析

第一節 智慧製造—以燈塔工廠為例

臺南市於「5G 臺南隊」智慧製造領域，說明希望參考世界經濟論壇推動全球工業4.0的標竿企業為「燈塔工廠」的模式，鼓勵臺南市製造業邁向數位轉型，以利各製造業者參考學習。因此，本節希望由眾多燈塔工廠案例中，挑選能反映臺南市產業現況的汽車零組件與中小企業領域的「燈塔工廠」作為分析個案，瞭解其所示範的數位轉型歷程、採用之智慧製造解決方案類型，初步成效，希望藉此供臺南市政府後續打造類似驗證廠域參考。

互聯化、智慧化和柔性自動化等三大趨勢是第四次工業革命生產轉型的主要驅動因素，但自德國產學研界在2011年提出第四次工業革命的概念至今，仍未見明顯成效與大規模擴散。因此，世界經濟論壇與麥肯錫自2018年起，在全球挑選於第四次工業革命技術布建上，表現最出色的智慧工廠做為「燈塔工廠」典範，希望藉此協助企業在某種程度上擺脫第四次工業革命的「試點陷阱」—應用先進製造技術，卻難以收穫理想的投資回報。為縮小領先者與追隨者的差距，並加快智慧製造技術的普及。世界經濟論壇指出，儘管新冠肺炎疫情帶來前所未有的影響，但有93%的燈塔工廠提高產量²⁴，並找到新的營收來源。世界經濟論壇希望以點亮「燈塔」的方式，為製造業提供智慧製造的經驗指導和交流平臺。

類似地，臺南市政府於智慧製造領域的驗證場域建置主要是以在地車燈製造廠商—龍鋒企業公司作為實證場域提供者，結合雲達公司、佐臻公

²⁴ 資料來源：廖家宜，2021 全球燈塔工廠新增 15 家 緯創首次入選，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=10&id=0000606148_ae522lzz3ywbiz97m5q79，2021/3/17

司、日商松下公司等，運用5G 專網以配戴智慧眼鏡的方式，運用擴增實境技術協助車燈的智慧製造。其政策初衷即是參考世界經濟論壇的「燈塔工廠」，希望給予其他臺南在地企業示範、借鏡。

以下將扣合臺南市政府政策所需，依序指出燈塔工廠的內涵與特色，並挑選與臺南產業特色相關的中小企業與汽車零組件燈塔工廠案例，說明其如何使用新興技術協助企業數位轉型。

壹、燈塔工廠的內涵與特色

燈塔工廠遴選標準主要包括：是否擁有代表第四次工業革命的必備新興數位科技（例如自動化、數位化、工業物聯網、大數據分析、5G、人工智慧等）、取得重大影響、有多個成功應用案例、具有可擴展技術平臺、管理變革、員工能力建設、社群合作等。世界經濟論壇與麥肯錫經由對燈塔工廠的特徵、成功經驗、影響進行分析，進而提出行動建議，以確保製造業順利過渡第四次工業革命。燈塔工廠具備的特色，詳見表3-1-1。

表3-1-1 燈塔工廠具備的特色

特色	內容
增強人員的能力，而非取而代之	員工工作重複性減少、效率提升所有職業階段的員工將執行新任務和責任，相關新的工作要求有在不斷變化的環境中，進行動態決策的技能
重置行業基準的領導者	- 燈塔工廠正刷新既有運營和財務關鍵績效指標的行業基準 - 部分燈塔工廠實際績效甚至比其內部預期高出兩倍
開放的創新者和合作者	- 透明度和成長機會帶來的好處遠超過競爭威脅 - 經由制定良好的智慧財產權、網路安全政策和協定，燈塔工廠在實現協作的同時降低風險
適用大型企業，但也適合中小企業採用	- 中小企業提供大部分工作機會，也是供應鏈的重要組成，數位化對於優化各種規模供應鏈相當重要 - 中小企業可專注于不需要大量投資的實用解決方案實現變革性影響
非專屬於先進經濟體	中國擁有大量燈塔工廠（特別是跨國企業在中國設立的工廠），顯示在第四次工業革命背景下，企業追求經濟收益時，低成本勞動力並非工廠選址的重要依據

在更換很少設備的情況下實現高影響力	• 可經由連接和優化現有設備和設施並使用第四次工業革命技術及設備來達成獲利 • 與第一次和第三次工業革命相比，第四次工業革命只需更換相對較少的設備，即可帶來更大的影響
-------------------	--

資料來源：本研究整理

全球燈塔工廠從2018年最初公佈的9間，截至2021年3月最新發布的名單，已累計達69家。其中以位於中國大陸的燈塔工廠達20家（包含臺灣鴻海的昆山廠、成都廠；緯創的昆山廠）最多，其次則依序為德國與美國。而在臺灣的美國記憶體大廠—臺灣美光晶圓科技公司位於臺中與桃園的晶圓製造工廠；群創高雄廠與友達臺中廠也於2021年9月獲選燈塔工廠。

燈塔工廠所涉及的新興數位技術主要有5G 通訊、物聯網、雲端與邊緣運算、人工智慧、大數據、預測、數位分身、擴增實境與混合實境，以及感測、機器人、無人載具、積層製造等，發展出有助於生產工廠與供應鏈營運績效提升的數位化、智慧化應用方案。這些新興數位技術在燈塔工廠所從事的價值活動中主要應用於：

1.數位化組裝與機臺設備

燈塔工廠使用新興資通訊與智慧科技，發展數位化組裝與機臺設備的應用包括：以積層製造製作製程工具；以工業物聯網進行製程最佳化；以人工智慧實現機臺設備運作最佳化；基於人工智慧的物料搬運系統；基於人工智慧的程序控制；協作式機器人及自動化；透過大數據分析進行運作周期（cycle time）最佳化；數位工程（digital engineering）；數位化精實工具；應用於彈性生產的數位分身；以數位化技術實現彈性製造、模組化生產架構、可變式生產節拍；光學導引組裝程序；以混合實境技術進行數位化教育訓練；關鍵製造元件之即時定位系統。

2.數位化維護

數位化維護的應用包括：偏差根本原因確認分析平臺；透過感測資料分析實現複雜設備運作成本最佳化；以數位技術進行管線洩漏預防及偵測；

透過設備警示訊息彙整、優先等級區分及分析，解決設備運作問題；彙整歷史資料與即時感測資料，實現設備預測維護；基於邊緣感測器之即時管線運作成本最佳化；使用擴增實境技術進行遠距協助；使用無人載具進行檢查。

3.數位化效能管理

燈塔工廠使用新興數位科技進行效能管理的應用包括：遠距生產最佳化分析平臺；良率管理與根本原因分析平臺；數位式整體設備效能監控看板；客製化車間數位資訊平臺；能增進連結式勞動能力之數位工具；應用於遠距生產最佳化之數位分身；以數位化方式進行人員-機臺匹配；能提升運作管理之企業製造智慧系統；使用企業軟體連結設備等級資料之整合式平臺；即時資產效能監控與可視化；基於感測資料之製造關鍵效能指標報告。

4.數位化品質管理

燈塔工廠數位化品質管理的應用包括：以人工智慧實施安全管理；人工智慧光學檢測；以線上自動光學檢測取代人工成品檢測；數位化品質審核；數位化工作指示及品質功能；數位化產品批次放行；整合工作流程的數位化產線運作標準程序；透過現場品質失效訊息彙整、優先等級區分及分析，解決品質問題；基於物聯網之製造品質管理；使用混合實境眼鏡指引作業員進行產線末端檢測；透過預測分析改善品質；使用數位掃描技術取代昂貴的三次元量床，並改善量測品質。

最後，世界經濟論壇也建議經由六種方式，支援與燈塔工廠相關的技術擴散。（見表3-1-2）

表3-1-2 燈塔工廠發展成功的因素

成功因素	內容
增強而非替換操作人員	• 應部署第四次工業革命技術（如可穿戴設備等）增強操作人員的能力，使其能夠專注於最有價值的增值活

成功因素	內容
	動，同時將創造更具吸引力的工作環境
投資能力建設和終身學習	技能短缺是阻礙技術規模擴大的最常見障礙，應重新調整教育系統，投資培訓和終身學習，以幫助勞動者，還可以為企業帶來益處，
在區域範圍內推動技術擴散	- 對價值鏈和生產系統的改造應將地理區域和中小企業囊括在內 - 應經由生產網路擴散第四次工業革命技術，範圍應包括發展中經濟體以及各種規模的供應商 - 政府必須確保對各類型企業採用新技術提供支援，為技術供給側提供激勵和合作機會
加強網路安全保護	- 為防止駭客攻擊或竊用關鍵資產，企業和公共部門必須確保網路安全基礎設施符合最高標準 - 企業應參與網路安全的跨機構協調合作，進一步學習和發展網路安全
通過開放的第四次工業革命平臺進行合作，並謹慎處理資料	- 經由私營和公共組織合作建立開放的第四次工業革命平臺，減少對少數大型供應商的依賴 - 資料所有權可在合作者之間共用，具有明確的規則和高度的透明度，以避免資料濫用 - 企業應該擁有集中的資料存儲，並避免形成阻礙新應用部署的資料孤島
利用第四次工業革命技術應對氣候變化挑戰	應採用第四次工業革命技術來提高能源效率、增加產量、減少廢物和排放，同時提升整體競爭力

資料來源：世界經濟論壇，全球燈塔網路：重構運營模式，促進企業發展，網址：
http://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_2021_Reimagining_Operations_for_Growth_CN.pdf，2021/3/35

目前，在摸索製造業升級的過程中，可以點亮「燈塔」，進而指導其他智慧製造企業的發展，加速整體產業智慧化進程。特別是燈塔工廠領先行業發展水準的智慧化應用可以為行業的其他落後者提供寶貴的洞見和借鏡，亦即燈塔的領航作用。燈塔工廠是對先行者的肯定，也傳達「以價值為導向的應用推廣」，基於燈塔工廠的經驗，分析、歸納智慧製造產業發展的共通規律，進而擴散影響產業的整體水準提升，快速獲取規模效益。

貳、燈塔工廠的案例分析

以下將由燈塔工廠的案例中，挑選中小企業以及汽車零組件領域的燈塔工廠進行案例分析，瞭解其如何運用新興數位科技輔助智慧製造與推動數位轉型，進而給予臺南市目前以中小企業以及「龍鋒企業」作為在地智慧製造仿效「燈塔工廠」以及後續推動之參考。

一、中小企業的燈塔工廠案例分析—以義大利 Rold 為例

（一）廠商背景簡介

Elettrotecnica Rold 公司為總部位於義大利米蘭西北約20公里的 Cerro Maggiore，是僅有250名員工、專門生產家用電器（例如洗衣機、洗碗機、廚房用品等）的中小企業。經由應用數位化製造技術後，其生產率和品質獲得顯著提升，並入選2019年1月的世界經濟論壇「燈塔工廠」，用以說明即便投資規模有限，也可以藉由數位技術、經由與技術提供商和高等院校的合作，成功推動「工業4.0」。Rold 公司也是至今唯一入選「燈塔工廠」的中小企業。

（二）入選燈塔工廠的原因

Rold 的案例顯示「工業4.0」的創新成果並非僅有大型企業獨享，透過導入無需大筆投資的務實性解決方案，中小企業可也能實現革命性轉變。尤其，中小企業往往是供應鏈的核心組成。若能將其納入數位化進程，往往能加速優化整個行業的供應鏈。

（三）面對的生產痛點與採用之新興數位技術分析

在進行數位化轉型前，Rold 因自身產能無法滿足國際客戶的需求而面臨壓力。除此之外，工廠還存在諸如難以評估實際營運績效、以非集中化的方式進行紙上資料記錄。員工需要花費大量時間手動製作報告、大部分

的業務決策依據假設和經驗進行，進而影響運營效率。因此，Rold 引入數位化製造技術的動機是為了提高生產效率，達成即時監控生產進程，提高機器利用率與效能。

Rold 主要使用充分考量製造需求與生產程序而研發的「SmartFab 系統」，導入的「SmartFab 系統」後，生產過程主要的改變為：

1.使用數位儀錶盤監控「整體設備有效性」有助即時監控分佈在不同工廠的生產資源，讓一線員工更容易發現停工故障的原因；

2.基於感測數據的製造，能即時收集生產資料，轉化為 KPI 報告讓生產設備達成數位化，並將數據用於構建動態的互動式儀錶板；

3.將生產車間物聯網設備收集的資料與大數據、人工智慧結合，增加成本估計模型的精度、增進營運效率；

4.對機器警報進行整合、明確優先順序，並用資料分析來解決問題，可以提升「整體設備有效性」(Overall Equipment Effectiveness)。使一線員工能夠查看具體機器的故障資訊，還能在智慧手錶和互動顯示幕上自訂警報；

5.運用3D 增材製造快速設計原型，以縮短新產品推出的上市時間；此外強化與高等院校之間研發合作，並將研發成果產業化，使 Rold 公司獲得「2018伊萊克斯創新工廠獎」。

由上可知，SmartFab 平臺主要運用觸控螢幕、PAD、智慧手機、智慧手錶等日常設備將生產設備上的感測器實時數據通知操作員，以保持持續連接以更快地回應潛在生產情況。觸控螢幕安裝在生產線上，得以控制和分析最重要的數據，操作員可以隨時使用數據進行分析和採取行動。同時，辦公室也運用遠端連接讓管理人員也可以監督生產。

具體而言，SmartFab 平臺由 Rold 和韓國三星公司的研發團隊合作建立，並搭配微軟的雲計算，提供更完整、更可靠、更有效的實時監控生產

活動，具備如模組化與彈性、數位分身、提供多元化應用工具。例如：

1.SmartFab 平臺讓主管和員工都能持續關注流程，有機會提升效率，進而優化製程；

2.具備彈性，而且可持續改進，不斷根據使用者的需求和建議推出新功能，尤其，不同層級的員工均可以主動參與新功能的開發；

3.藉助 SmartFab 平臺，員工可以即時監測與瞭解生產的結束時間，以為後續訂單生產做準備。另外，減速和故障原因的視覺化也讓員工參照客觀資料，而非憑主觀認知確定哪些措施可以改進生產工序或流程。

表3-1-3 Rold SmartFab 具備之主要特色

特色	模組化與彈性	數位分身	多元化應用工具
描述	• 由智慧儀表板支援 Web 應用程式，可隨時隨地訪問； • 通過使用廣泛的驅動程式庫，快速地互連機器設備； • 具有高安全級別的標準物聯網設備； • 各種設備上皆可呈現數據：觸控顯示器、個人電腦、平板電腦、智慧手錶、智慧手機	• 在工廠或部門層級呈現機器性能的可視化； • 在連接的顯示器上共用數據； • 將數據直接通知用戶，涵蓋「整體設備有效性」、警報提醒等	• 實時數據分析強化決策品質 • 增進設備操作者之間、管理階層之間的交流互動 • 停機原因與製程缺陷分析； • 數位化輸入訂單、備註筆記、產出文件報告和監控影像； • 產出有關機器性能和警報的報告

資料來源：Rold SmartFab Brochure，網址：

https://www.rolld.com/wp-content/uploads/2020/03/Folder-Rold_SmartFab-2020-ENG_low-1.pdf，本研究整理

大致而言，SmartFab 平臺適用於不同的生產領域，串連物理和數據，使工廠和設備能夠達到「數位分身」(digital twins)；監控電力消耗、壓縮空氣使用與其他變量；與用戶進行無所不在的互動，輔助及時決策；與資源規畫和生產軟體系統相容，提供持續的工作動態支援；操作員可以直接從機器進行互動並及時採取措施。

表3-1-4 Rold SmartFab 具備之主要功能

功能	內容
工廠數位分身	• 完全可定制的數據儀表板和報告 • 使用 Microsoft Azure 的功能、商業智慧和高級分析 • 雙向通信的邊緣設備和雲 • 在 Microsoft Azure Cloud 進行數據處理（低延遲、高可靠性）和數據同步 • 提供與機器停止和警報相關的數據和事件歷史記錄
數據儀表	• 可在本地或雲端監測電力、壓縮空氣、水、煤氣或其他變量 • 每臺設備的消耗監控 • 數據可視化 • 提高效率並減少浪費 • 經由電子郵件以 Excel 提供報告 • 提供智慧分析工具
通知	• 自定通知發送的類型（Gear、Mail 等） • 經由智慧手錶傳送設備警報管理 • 管理設備檢測到的或用戶自定的警報 • 通知升級系統 • 快速干預和及時決策
ERP、MES 整合	• 與現有 ERP 或 MES 整合 • 從每項資源檢視工作計畫 • 即時和持續的支援且不會產生數據漏失 • 整合各層級且提供即時數據恢復 • 對所有操作者共享信息 • 在機器上啟動和管理生產訂單
邊緣運算與工業互聯網	• 實時監控生產性能 • 查看單一資源的警報 • 設備停機原因分析 • 查閱文件、影像、數據等數位記錄 • 機器停機時間、故障的實時性 • 檢查生產率並減少干預時間

資料來源：Rold SmartFab，網址：<https://www.rold.com/industrial/smartfab/>，本研究整理

此外，該公司也使用基於車間物聯網設備進行數據收集，結合商業人工智慧分析工具進行成本建模（cost modelling），以支援進行製造與購買決策（make-versus-buy decisions），以提高成本管控的準確性。同時，3D 增材製造的快速設計原型也有助於縮短新產品推出的上市時間。

除公司內部改善之外，Rold 也使用自動化訂單和可追溯資料交換系統，促成整個供應鏈的數位化整合程度提升，不僅能提高透明度，亦能減少人力投入。此外，新的數位化能力讓 Rold 可以開發智慧、互聯的產品，協助 OEM 客戶提供新服務。



資料來源：The ASEAN Post，Rold: Industry 4.0 the Italian way，網址：
<https://theaseanpost.com/article/rold-industry-40-italian-way>，2019/5/19

圖3-1-1 Rold 公司運用「工業4.0」協助生產製造示意圖

（四）初步成效與後續規畫

Rold 經由改變管理和溝通方式達成燈塔工廠訴求的數位轉型。具體而言，該公司在人力發展上挹注資源，推動一系列轉變組織思維和提高技能水準的活動，促使員工培養包容而非排斥的意識，讓其認識到在生產車間使用數位化技術可以創造不同的機會。

此外，Rold 鼓勵供應商、客戶、最高管理層和一線員工參加行業相關活動，並與設計師、工程師、員工、外部研究人員等群體進行指導互動，重點聚焦問題解決、創造力、變革管理、溝通和創新等問題；透過與行業和創新夥伴建立關係，並與國際高校和協會代表進行聯繫，引入外部資源進行內部的人才管理與培訓。例如，與高等院校合作設立技術實習模式、讓員工參加國際培訓和相關會議。

最後，在組織和治理方面，Rold 讓各類人員掌握必備技能以推動創新，包括讓軟體發展者和電氣工程師學會建模、開發和落實物聯網應用，並讓工業工程師掌握數位元化集成技能。這些措施可以與董事會批准的數位化轉型專案相輔相成，還能讓組織內部各級別員工都能接受「工業4.0」相關的培訓。由於對僅有250名員工的中小企業而言，為了完成數位轉型，所有員工要有共同目標與堅定的態度。

由 Rold 的智慧工廠案例可知，其使用智慧手錶、快速成型和數位儀錶板等工業4.0技術，協助完成顯著的財務和運營成果，在2016年～2017年間，該公司總營收成長7%～8%，其背後的推手即時高達11%的「整體設備有效性」成長。而作為中小企業，Rold 強調數位化解決方案和自動化技術可以為一線員工提供最好的支援，實現產量最大化，同時也提高員工滿意度和自主性。在生產車間層面應用數位技術後，Rold 得以設計一個「以人為核心」的生產製造平臺。

Rold 的燈塔工廠案例顯示，其並沒使用機器取代員工，反而更專注於運用數位技術引發工作變革，降低員工重複性工作，使工作內容更具趣味性、更為多樣化，提升工作效率；此外，作為中小企業的 Rold 也積極尋求外部資源，著力構建供應鏈上下游、高等院校、產業專家等相連的創新體系。除了企業內部的數位化之外，也延伸至供應鏈運用數位技術進行價值創造、增加彈性化，以靈活回應客戶需求。

二、汽車零組件製造業的燈塔工廠案例分析—以德國 BOSCH 中國蘇州廠為例

自2019年1月，首批「燈塔工廠」名單推出，至2021年3月，最新的「燈塔工廠」已達69家，分佈於全球各地的不同產業，主要是經由優化業務流程、改變生產部門員工的工作與技術使用方式，進而逐步達成整體營運的創新，並成為成功範例。在69家「燈塔工廠」中，不乏法國雷諾、德國寶馬、美國福特、中國上汽等「整車製造商」，但汽車零組件廠僅「德國博

世（BOSCH）中國蘇州廠」。

（一）廠商背景簡介

世界經濟論壇於2021年3月宣佈增加15個燈塔工廠進入全球燈塔網路，其中即包含「德國博世中國蘇州廠」，該廠成立於2004年、目前有約900名員工，主要生產汽車零組件。博世蘇州廠的母公司—德國博世本身即是工業4.0的主要推動者，其秉持工業4.0並非一般宣稱的「革命」而是漸進式演變，核心是如何將人、設備、物件、工廠使用互連裝置結合，經由收集和處理資料，使整個製造過程相互連接、更為智慧化。

博世蘇州廠是德國博世集團在中國最大的子公司，博世蘇州廠擁有員工約9,600人、7個事業部：汽車電子、底盤控制系統、汽車多媒體、智慧製造解決方案、博世互聯工業、兩輪車及運動車輛、跨業務合作平臺。主要業務為研發及生產汽車電控單元、剎車防鎖死系統 ABS、電子穩定程式 ESP 等汽車零部件，提供車輛安全舒適的駕駛輔助系統、互聯化自動化駕駛系統解決方案、智慧感測器、物聯網產品、工業4.0解決方案等。成立20多年來，隨中國汽車市場迅速發展，博世蘇州廠從最初的汽車零部件製造商，積極擴大產能規模，以滿足不斷攀升的中國本土需求，並進而納入德國的工業4.0概念，在中國進行試點。

（二）入選燈塔工廠的原因

2013年德國博世提出工業4.0轉型規畫，博世蘇州廠即開始導入德國母廠的工業4.0技術進行智慧化轉型；2015年獲得德國總部認證，成為「博世新興市場生產同步工程中心」；2016年再次被認證成為「博世全球新興市場 ABS/ESP 製造領導工廠」，成為在新興市場的工廠智慧化示範案例。

（三）面對的生產痛點與採用之新興數位技術分析

在整體的聯網基礎架構與層級上，依據資料的應用，博世蘇州廠分為4個層級：最底層為資料獲取；上一層為資訊管理，主要是對獲取的資料

進行歸類、儲存；再往上是輔助決策，經由資料分析為生產指引方向、提供支援；最高層級是自主行為，經由數據整合與分析發送指令觸發自主行為。

博世蘇州廠員工工作服衣領內縫製 RFID 標籤，員工刷卡之後自己的個人資訊，包括照片、工號、技能資訊等內容上傳系統，並在生產線旁邊的大螢幕上呈現。生產線段的線長會重新核實員工的技能是否到期，並依據每個人的技能資訊把合適的員工安排到合適的工位。透過 RFID 技術每個員工可以定制自己所需的文件檔案，識別標籤即可依據權限獲得資訊。透過上述基礎架構，博世蘇州廠盡量以電子看板完成資料電子化與工廠無紙化。

除人員之外，設備也同樣使用使用 RFID 技術自動記錄收據和運輸資訊、測試樣品、自動檢查和追蹤，使得人員技能管理、後勤、產品等，整體實現物理流程和資訊流程的組合，持續地傳遞與工廠設備相關的資訊、材料、品質等數據。

除了 RFID 技術應用外，將蒐集而來的數據經由博世公司的產品—關聯感測器（Termino Sensor），檢測相關的影響、即時反映生產狀態，達成結合品質性能、生產狀態的感測器資料。再搭配分析和處理資料的應用程式（例如自動計算材料消耗、自動依據材料需求由倉庫發貨、鑒別早期維護需求、生產品質預警等），縮短反應時間，提高過程的效率和品質，進而降低工廠的庫存和成本。

由上可知，博世蘇州廠的整體聯網基礎架構，試圖大量使用隨插即用感測器，以物聯網平臺整合內、外部感測器，以大資料採擷、提供各種智慧化分析，並以視覺化呈現。

在蘇州廠的智慧化生產車間（workshop），運用自動化設備、數位化應用以及人工智慧技術，從產品的製造到品質監測、物料運輸，相關生產線

達成全自動生產。

在生產過程的聯網與智慧化方面，2019年，蘇州廠引入「智慧集成制動系統 IPB 裝配線」。IPB 產品屬於新一代全電子化制動控制系統，整合制動助力器、真空泵、電子穩定程式 ESP，適用於傳統燃油汽車、新能源汽車，以及智慧網聯汽車。

而「智慧集成制動系統 IPB 裝配線」工廠採用全球領先的高度自動化技術，如磁懸浮高速裝配系統、全角度自動裝配機器人等。依照工業4.0標準設計，包含實現各生產產地、每臺設備互聯以收集和分析大資料的生產執行系統，為車間提供系統、高效率解決方案的智慧化車間管理系統，以及專門針對動態市場開發、能夠即時反映供應鏈庫存狀態的生產控制系統等，進而顯著提升生產效率，使用此高度運用與整合工業4.0的智慧化產線後，博世蘇州廠對所有生產製造資料實現聯網、自動即時監控、不斷優化，確保產品安全、可靠，品質達到博世公司的全球統一標準。

另外在表面貼裝生產線上，相關設備能自動計算物料，並與倉庫連結，進行自動備料、交由運料車運輸物料，並在設備邊的自動發料系統看板和借料確認看板上，顯示機器編號、站位、料號、當前剩餘量、狀態等動態即時資訊。

此外，博世蘇州廠使用生產力提高工具「E-Box」針對生產過程進行優化，透過資訊共用，確保員工可以在最合適的時間和正確的位置執行最精確的操作。「E-Box」有助於工廠提高生產力，生產區域的所有車站材料有序、設備自動名稱實現、機器人自動定位。依靠大資料收集和分析串接生產部門、物流部門和最終客戶，為不同應用情境提供及時可靠的關鍵資料，實現各種終端中的定制報告。

「E-Box」工具包含6個模組，涵蓋無紙化辦公；自動備料，經由機器和機器的對話自動獲取物料並送達；整合設備的資料產生報告；運用人工

智慧對生產計畫進行電子排程優化；在機器設備端以資料解析通知供應商送料，達成物流透明化；預測性設備維護和保養。完整納入最基本的電子化以及相對具備難度的預測性維護。

其中，最難達成的是預測性維護。透過特製感測器監控設備的關鍵部件，特製感測器除能監測普通感測器無法獲取的關鍵參數，又可將數據傳送至雲端進行智慧分析，即可預判機器設備何時、需要何種技術人員進行維護，進而在編制生產計畫時即針對設備預先安排保養時間，而不需要整條線停止。預測性維護的困難之處在於需要整合傳統保養系統、目前需要的設備保養類型、設備零部件資訊等機器設備產生的大量資料；如果設備需要更換零配件，操作人員掃描設備的二維條碼，即會顯示針對這臺設備和相關的零部件，經由自動備料系統，需要哪些種類與數量的零部件的資訊送出至倉庫後，零部件將透過機器人傳送。

此外，透過持續監控的即時資訊，也能及時處理緊急情況，盡量避免停機事件。實際維護工作則運用智慧眼鏡和 Pad，若生產線出現故障而工程師不在現場，現場人員又無法處理。則可經由智慧眼鏡連線工程師，將現場拍到的故障畫面傳到工程師（甚至是德國母廠的工程師）的 Pad 上，以遠端指導現場的人解決問題，進而節約溝通、往來成本。

品質檢測方面，博世蘇州廠已將人工智慧應用在自動光學檢測系統以提升自動化生產線的靈活性和產品品質。另外，也搭建「先訂單，後製造」產品定制平臺，利用遠端人工智慧技術事先預測維護需求20%~50%。人工智慧相關的解決方案使在中國每年節約的成本約2,300萬元人民幣。

在物料運輸方面，以往需要人工來進行物料的補給，現在則已達成無人化和自主化。博世蘇州廠內的動線配置以山塘街、太湖街、虎丘街等蘇州老街命名，有導軌的無人駕駛運料車則在不同街道網站停靠，供工作人員領取物料，系統會自動計算物料的消耗，並據此對物料消耗進行預測，將相關指令發送到倉庫，隨後機器人會自動至倉庫將物料送到需要的網站。

博世蘇州廠相當著重於創建互聯的物流，透過整合即時資料，促成機器和機器之間相互溝通，讓資訊觸發自主物流行為，透過自動化物料運輸系統可以將生產效率提高15%~20%，並提高透明度。

最後在供應鏈的數位化提升方面，太倉海嘉車輛配件公司是博世蘇州廠的供應鏈廠商，但該公司以往在設備維修方面衍生的維護費用和投入的維護人員資源相當可觀。博世蘇州廠透過關聯企業「博世互聯工業公司」提供個智慧化維護系統解決方案，明顯提高太倉海嘉車輛配件公司的設備維護效率。

此外，供應鏈的數位化與串接也將延伸至整車廠，透過推動「工業4.0」使博世蘇州廠與整車廠之間建立更密切的信任與合作關係。博世蘇州廠目前優先在物流層面與整車廠進行資料的流通與交換，讓其進入訂單系統，使彼此的數據更透明，使零部件供應商跟整車廠之間的合作更密切。

（四）初步成效與後續規畫

博世蘇州廠作為德國博世在新興市場的領導工廠，主要串連博世集團全球工廠資料互聯與及時透明的數據分享驅動工廠的全面改善，達成引領全球卓越營運的目標，並在物聯網領域強化自身技術和能力、透過自身對產業鏈的影響力，推動「萬物互聯」的未來工廠。

博世蘇州廠應用德國博世的精益生產管理系統，從供應商到客戶的訂單履行過程中力求消除浪費，提高交貨性能，且合併採用先進的生產技術和加工設備，確保產品安全、可靠。透過在生產和物流環節實施數位化轉型，博世蘇州廠將生產成本降低15%，同時產品品質提升10%。

博世蘇州廠希望建立開放的「工業4.0雲系統」，進一步推動產業鏈上下游的同步化、協同化，實現精益互聯的全價值流以及內外部製造網路的水準互聯，朝向全方位的智慧工廠與數位供應鏈邁進。也因此，博世蘇州廠未來將持續聚焦於：

首先在生產方面，人、機器、原材料、產成品，均被賦予身份識別碼，藉此追蹤生產過程產生的資訊，並以無線傳輸至雲端、進行智慧化分析，達成自主生產；

其次在物流上，不僅聚焦於生產活動的倉儲管理，也延伸至供應端、生產端到用戶端的整個生產供應鏈的資訊透明化、效率提升，以達成供應商、生產商和客戶三方共贏。

從博世蘇州廠成為燈塔工廠的過程中，可以瞭解推動工業4.0屬於長期戰略，「工業4.0」互聯化的特色，對感測器、軟體和服務等充分整合的物聯網技術要求較高。在透過 M2M（設備管理）、BPM（業務流程管理）、BRM（業務規則管理）、BDP（大數據處理）四個平臺，貫穿用戶端、供應商、貨運商等整個業務鏈，而成果也在一定上會在呈現在與生產相關的績效提升上。博世蘇州廠的燈塔工廠推動主要著眼於建構生產物料、數據驅動、機器設備維修、看板系統、人員訓練等五個層面。

表3-1-5 博世蘇州廠「燈塔工廠」建設著重層面

層面	內容
機器設備維修	• 經物聯感測器收集設備資訊、監控設備關鍵部件與參數 • 在大數據與人工智慧輔助下，完成部件損耗提前預知與預警，進行預測性維護和保養
看板系統	• 生產資料透明化 • 將資料集中於資料庫中，實時瞭解工廠的生產與物流情況，進而最佳化生產計畫
生產物料	• 運用設備和設備之間的直接對話，讓設備自動計算物料損耗，預估下一批物料需求，並通知倉庫進行補料
數據驅動	• 運用資料的高度整合為生產或設備維護提供智慧資訊推送、觸發自主行為 • 實現自主化生產、動態自主配置
人員技能	• 制定員工發展培訓計畫，員工的技能和機器設備能達到相互交流 • 員工站到設備前，即能識別員工的等級與技能；若員工等級或技能不允許操作此設備，則鎖住操作介面，以預防因為人為失誤或能力不足導致的品質落差

總之，製造業升級是全球面臨的共同議題，以自動化、工業物聯網、數位化、大數據分析、5G 等技術為基礎共同技術的工業4.0概念正持續在全球擴散與實踐。獲選為「燈塔工廠」的企業，先進的經驗可成為製造企業的指引，展示如何從數位化中挖掘新價值，包括提升資源生產率、敏捷度和反應能力、加快新品上市速度、提升客制化水準等。

世界經濟論壇與麥肯錫在全球「燈塔工廠」網路中的研究顯示，隨工業4.0的推動，製造業的技術創新可望帶來顯著的經濟和社會效益。到2025年，預計將創造高達3.7兆美元的價值。值得注意的是，上述案例中的「燈塔工廠」並不等於「自動化生產」，有些工廠並沒有以機器取代員工，而是更著重工作變革、提高效能，也仍是世界上最先進的工廠。

第二節 自駕車—以新加坡為例

自駕車的發展是全球的新興趨勢，雖然目前距離廣泛應用的目標仍遙遠，但有鑒於其帶來的經濟與社會效益，包括臺灣在內個國家或城市已採取策略性行動，以促進自駕車的測試、發展和應用。

各國對自駕車投入資源的程度不一，也缺乏一致衡量發展程度的指標。但目前被廣泛引用的排名主要為 KPMG 於2020年7月發表的《2020年自動駕駛汽車準備度報告》(Autonomous Vehicles Readiness Index)，其主要綜合政策及法規、技術創新程度、基礎建設、消費者接受度等四項因素評比全球30個國家自駕車布局。依據該排名，新加坡名列第一，其次是荷蘭、挪威、美國、芬蘭、瑞典、南韓名列第七，臺灣則排第十三名。(見表3-2-1)

表3-2-1 全球主要國家自駕車準備度指標排名

排名	國家	政府法規	技術創新	基礎建設	消費者接受度
1	新加坡	1	11	5	1
2	荷蘭	3	10	1	7
3	挪威	10	5	3	5

排名	國家	政府法規	技術創新	基礎建設	消費者接受度
4	美國	6	2	9	6
5	芬蘭	4	8	11	2
6	瑞典	15	6	8	3
7	南韓	16	7	2	10
8	阿聯酋	8	22	4	4
9	英國	2	9	16	12
10	丹麥	12	15	10	8
11	日本	18	3	6	18
12	加拿大	9	13	13	13
13	臺灣	13	14	14	15
14	德國	7	4	19	21
15	澳大利亞	17	17	12	9

資料來源：KPMG, Autonomous Vehicles Readiness Index, 網址：
<https://home.kpmg/tw/zh/home/media/press-releases/2020/07/autonomous-vehicles-readiness-index-2020.html>, 2020/7/21

事實上，東南亞國家中，整車廠與汽車零組件廠主要位於泰國，新加坡本身缺乏整車廠與汽車零組件廠，但新加坡於2017年通過《道路交通法修正案》對自駕車測試進行規範，涵蓋測試情況，對事故發生的責任歸屬、保險等。2019年進一步提出 TR68草案則為全球第一個為第三級以上自動駕駛技術發展提供法規指導和的國家統一標準的文件，當中針對人工智慧的法律架構進行詳細說明。

此外，新加坡的城市交通規畫、道路狀況及基礎建設亦有利自駕車發展²⁵。例如，其公共道路被世界經濟論壇的全球競爭力報告評為世界第一、新加坡對自駕車開放的態度吸引全球汽車大廠，韓國現代汽車2020年3月宣布將在2022年在新加坡建立全球創新中心、中國汽車電子產品公司—德賽西威（Desay）也將自駕車海外研發中心設在新加坡²⁶。

相對於其他亞洲國家，臺灣發展自駕車的準備度不若排名在前的新加坡、南韓、日本等國，但已經在自駕車的發展應用投入許多研發創新資源、

²⁵ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

²⁶ 資料來源：杜宜臻，臺灣排名 13、超越德澳！全球自駕車發展成熟度報告，新加坡居首、中國位居第 20，數位時代，網址：<https://www.bnext.com.tw/article/58550/self-driving-2020>, 2020/7/21

評估和研擬法令架構，而民眾對自駕車發展的認知程度與科技創新的包容力也逐漸提高。另外在既有的汽車產業基礎方面，臺灣與新加坡類似，本身的整車廠產業較弱，但相較於新加坡，我國的汽車零組件與電子零組件產業鏈的實力相對完備。而在法規政策層面，臺灣於2018年推出《無人載具創新實驗條例》，中央與地方政府也積極投入建置自駕車測試驗證場域，展現對自駕車輛科技發展的積極度。基於上述，本節擬以新加坡為標竿案例，了解其在自駕車驗證場域建置的現況。

壹、新加坡的自駕車整體發展規畫與現況

新加坡地小人稠，隨車輛總數逼近100萬輛，其政府希望藉由自駕車技術緩解繁重的交通運輸需求的窘況（新加坡有12%的國土用於道路與陸地運輸基礎建設）。此外，駕駛的短缺也是空港、海港經濟發展的致命傷。為此，新加坡政府希望藉由提高車輛運輸生產力與道路安全，在有效提升用路效率之際，同時推動全新的車輛機動性概念。

自駕車是新加坡於2014年推出的智慧國家（Smart Nation）藍圖內的一個組成部分，以協助該國紓緩土地及人力短缺的限制，滿足客運和貨運的長期需求。新加坡政府於2014年成立「自動駕駛陸路交通委員會」（Committee on Autonomous Road Transport）的高層組織，由國際專家、學者、業界領袖和政府官員組成，負責規劃自駕車的策略發展方向。

具體而言，新加坡透過《2040年陸路交通綜合規畫》（Land Transport Master Plan 2040）作為高層次政策，設定城市公共交通發展的遠距目標：到2040年，利用公共交通和共用交通，所有市民在20分鐘內即可通勤到鄰里中心；90%跨越城市的高峰時段行程將在45分鐘內完成。為實現上述願景，2015年以來，新加坡進行涉及不同車輛類型的試驗計畫，包括自動駕駛計程車、大/小巴士，並在貨櫃碼頭區進行貨車列隊行駛等多種測試。

新加坡規劃用7年分三步驟推動自動駕駛車輛在公共運輸、叫車服務、

貨運物流等方面應用，除常見的交通單位之外，諸如環保局等其他部門也在進行掃街車的自動駕駛應用測試與示範。目前新加坡的自動駕駛測試仍集中於封閉及半封閉園區和景區進行，乘客得以應用程式（App）購票乘車，並允許服務方收費以了解未來真實商業應用的可行性。（見表3-2-2）

表3-2-2 新加坡自動駕駛發展規畫

發展路徑	階段 1	階段 2	階段 3
	測試區 示範試點	城鎮區域 有限的部署	全島 全面營運應用部署
公共交通 叫車服務 貨運物流 其他服務	• 特定區域和特定環境下進行測試 • 逐步擴大範圍至居民區，並擴展測試環境	• 2020 年起在城鎮公開道路上測試自動駕駛通勤車輛 • 部分地區增加公用服務車輛和物流貨車營運示範	• 全城所有道路應用自動駕駛車輛 • 建設全自動駕駛新城鎮 • 改造現有城鎮

資料來源：本研究整理

道路測試方面，新加坡政府也逐步增加多樣化測試環境，以回應業界需求、加速技術開發。例如，新加坡自2015年起逐步開放居民較少、路況簡單的道路，以園區、產業園、校園和公園為主的測試區域（見圖3-2-1 紅色部分）。2019年10月，則進一步將測試區域擴展到西部所有公共道路（見圖3-2-1藍色部分），總長超1,000公里，占新加坡道路的十分之一。擴展後的測試區域增加居民區的占比、擁有更長直線道路和更多樣路況，將支援自動駕駛長途行駛測試和跨城服務應用。



資料來源：高雅姿，新加坡擴展自動駕駛汽車試驗場域，強化公共安全的重要性，網址：<https://spark.stpi.narl.org.tw/public/article/show?id=4b1141d2724a45590172cbbc33a9211a>，2020/1/21

圖3-2-1 新加坡自動駕駛測試區變化

目前，新加坡已準備於2022年選定對榜鵝、登加和裕廊創新區的當地

居民提供自動駕駛巴士接駁服務。在三個新市鎮中，自駕巴士將於非尖峰時段提供定時服務，此外也將配置「需求反應公共運輸服務」，居民可依據需求召喚自動駕駛巴士服務，希望藉此提高新市鎮公共交通系統的可及性和連通性。新加坡政府主要是考量與預期居住於新市鎮的相對年輕人口將更容易接受採用新技術的交通運輸方式。

由上可知，新加坡政府希望自動駕駛車輛能作為創新科技普及和宣傳的視窗，觸及到更多的普通民眾，增加自動駕駛技術的公共接受度。新加坡推廣自動駕駛採取的措施（見表3-2-3）主要包含以下重要元素：

表3-2-3 新加坡支持自駕車測試的政策措施

措施	內容	意義
1.消除法律上有關自駕車的測試和使用的不確定性	於2017年2月修訂《道路交通法令》（Road Traffic Act），界定自動駕駛車輛、自動駕駛系統及自動化技術的定義，適用於3級或以上自駕車	新加坡首次在法律上承認自駕車的特殊地位
2.訂定測試規則及條件	- 自駕車測試申請者必須提交證明文件，使陸路交通管理局信納有關車輛可在測試期間按擬議方式安全行駛 - 進行道路測試前，車輛須通過由陸路交通管理局聯同警方於封閉的測試設施內進行的安全評估	證明車輛有能力處理基本操作、偵測到障礙物時安全停車
3.設置專門測試設施	2017年在裕廊創新區興建專為自駕車而設的測試中心 - 占地2萬平方米、全長3.2公里，採用與新加坡相同的交通管理計畫、道路基建、交通規則，提供不同的測試場景	配備雨天模擬器及水浸區，測試自駕車在極端天氣下的導航能力；模擬高樓大廈林立的環境，模仿受無線電干擾的操作情況
4.廣泛開放公共道路/地區進行測試	- 自駕車如通過在上述設施進行的安全評估，便可在指定地區進行公共道路測試 - 測試道路由2015年的6公里逐漸增至2020年的70公里，遍佈不同用途的土地，包括住宅區	開放新加坡整個西部地區超過1,000公里的公共道路供進行測試，為長途及跨市鎮應用準備
5.制訂國家標	制定《第68號技術參考》標準，屬	提供指導方針，以有助

措施	內容	意義
準	於4級和5級自駕車的「臨時國家標準」(provisional national standards document) 涵蓋基本駕駛行為、行車安全、網絡安全及數據4個範疇	建立納入初創企業、中小企以至測試、檢驗和認證服務供應商等的自駕車生態系 • 全球首套全自動駕駛車輛指引

資料來源：本研究整理

總之在制度建設上，新加坡政府於2017年2月修訂《道路交通法令》(Road Traffic Act)，界定自動駕駛車輛、自動駕駛系統及自動化技術的定義。引入「監理沙盒」機制，明定多項測試規定：(1) 除非獲陸路交通管理局(Land Transport Authority)授權，否則不得測試或使用自駕車；(2) 用作核准測試或特別用途的自駕車可豁免，無須符合傳統車輛的技術規格；(3) 陸路交通管理局在有需要時，得以靈活地為個別自駕車測試或使用情況訂立或修訂規則，既不危害道路使用者的安全，亦不阻礙自駕車的創新；(4) 阻撓和妨礙自駕車的測試或干擾自駕車的設備及裝置屬可懲罰罪行。監理沙盒的實施期定為5年，之後可予延續亦可制定新的永久法規。

在實際運作上，自駕車測試申請者必須提交證明文件，使新加坡陸路交通管理局相信有關車輛可在測試期間按擬議方式安全行駛。在進行道路測試前，該車輛須通過由新加坡陸路交通管理局聯同警方於封閉的測試設施內進行的安全評估，以證明該車輛有能力處理基本操作及在偵測到障礙物時安全停車。其餘的附加條件包括：須安排一名合資格的安全駕駛員或操作員在場，在有需要時控制車輛；購買第三者責任保險，測試申請者若未能為擬議測試投購足夠的責任保險，可繳付150萬新加坡元作為保證金；禁止運載乘客或貨品；安裝數據記錄儀收集所需資料。

貳、自駕車封閉驗證場域建置

為協助測試自駕車，為支援監理沙盒制度下的廣泛測試工作，新加坡

在裕廊創新區（Jurong Innovation District）興建專為自駕車而設的測試中心——「自動駕駛汽車測試與研發卓越中心」(Centre of Excellence for Testing and Research of Autonomous Vehicles, CETRAN) 以推動自駕車的研究及測試、支援相關工作。占地2萬平方米的封閉式設施設有一條由陸路交通管理局及其他機構共同開發，全長3.2公里的測試車道。其中模仿新加坡道路的不同元素，採用相同的交通管理計畫、道路基建及交通規則，提供不同的測試場景。在車子準備開上公共道路之前，必須在先接受 CETRAN 的測試和認證，瞭解受試車輛是否真的具備資格，方能獲准正式開上公共道路。（圖3-2-2為新加坡 CETRAN 自駕車測試場域的配置）



資料來源：智車科技，新加坡 CETRAN 智慧車測試中心：考驗無人車如何應對暴雨天氣，網址：<https://kknews.cc/news/8p6eqqe.html>，2019/4/11

圖3-2-2 新加坡 CETRAN 自駕車測試場域的配置

此外，CETRAN 配備雨天模擬器及水浸區，以測試自駕車在極端天氣下的導航能力，並且模擬高樓大廈林立的環境，以測試無人駕駛車在城市環境中信號被建築阻隔的情境。相關應用情境有助新加坡為自駕車制訂測試規定及車輛標準，以支持自駕車的長遠應用。

具體而言，熱帶地區的天氣為自駕車行駛提出特殊挑戰，突然傾盆大雨經常導致路面積水，但偵測積水有其困難度，即使檢測到積水，卻也往

往不知道有多深；雨滴會分別吸收光達和雷達產生的雷射光束和無線電波，並導致訊號衰減，另外液滴也可能造成反射，並錯誤地將其記錄為車輛路徑中的障礙物；雨也可能扭曲相機收集的影像，並產生類似於霧或霧的遮蔽效果。也因此，受測車輛多優先考慮測試惡劣天氣情境下的功能性和安全性。CETRAN 具備全球其他測試中心相對少見的「降雨模擬器」，透過結構為近40公尺長的薄金屬框架，類似排列整齊的空門框，並於頂部有三個噴嘴，每小時能夠釋放多達150公升的水，製造降雨效果。

CETRAN 測試中心提供安全、可控制、及可配置的測試環境，讓技術開發者通過不同的模擬情境，測試無人駕駛車。包括車輛高速行駛及與其他道路使用者的互動，如腳踏車騎士和個人代步工具用戶。而為觀察測試進度，測試中心安裝七個360度的閉路電視攝像機，並將拍攝到的即時影像與無人駕駛車上的測試資料一同進行分析，以評估無人駕駛車是否已適合讓大眾使用。（見圖3-2-3）



資料來源：中華顧問工程司，新加坡 ITS 重大建設與自駕車發展，網址：
<https://www.ceci.org.tw/modules/article-content.aspx?s=1&i=162>，2019/1/15

圖3-2-3 通過 CETRAN 降雨模擬器的自動駕駛小客車

除了驗證車輛是否達到安全標準，無人駕駛車技術開發商也可預定時間，利用 CETRAN 測試中心內的設施，針對目前在各自實驗室難以測試到的情境測試新器材。在上述政策及措施營造的有利環境下，新加坡已成

為東南亞具活力的自駕車試驗場。陸路交通管理局更積極接觸主要業界人士、潛在使用者及研究機構，並與其合作在新加坡引入及應用自駕車。

參、自駕車開放驗證場域建置

雖然新加坡明顯不是傳統車輛的製造基地，但新加坡政府致力消除障礙、採取相似步驟促進自駕車的測試及使用，並推出扶持自駕車的政策及措施，涵蓋測試、開發及應用各個方面。而在實際的道路測試方面，新加坡政府更允許諸如無人駕駛計程車、自駕電動大型巴士、自駕卡車車隊行駛等多情境、多車型的測試。表3-2-4為新加坡自動駕駛驗證示範例舉。

表3-2-4 新加坡自動駕駛驗證示範例舉

載人自動駕駛公開示範應用					
類型	時間	內容	地點	參與機構	應用車輛
固定路線公共交通	2019年3月	南洋理工大學與Volvo共同推出全球首款全尺寸自動駕駛電動公車服務	南洋理工大學至清潔技術園	陸路交通管理局（LTA）、南洋理工大學、Volvo公司	Volvo7900電動自動公車
	2019年8月-11月	聖淘沙自動駕駛班車路測於2018年6月開始，並於2019年正式對民眾開放，乘客可透過手機app預定	聖淘沙島，全程5.7公里共7個站點	ST Engineering公司、聖淘沙發展公司	多種車輛
	2019年10月	Auto Rider在新加坡濱海灣花園提供自動穿梭小巴服務，可透過手機app預定	濱海灣花園	ST Engineering公司、法國Navya公司	Navya Autonom Shuttle
	2019年7月 2020年-7月	經過一年半的測試研究後，新加坡國立大學（NUS）智慧穿梭小巴在肯特里奇校區提供穿梭巴士服務	新加坡國立大學	新加坡國立大學、法國EasyMile公司、新加坡陸運公司、ComfortDelGro、Inchcape	EasyMile EZ10
點	2016年	NuTonomy 在新加坡	緯壹科	NuTonomy公司	雷諾 Zoe

對點叫車服務	8 月	One-North 區域的公開道路上進行 Robo-Taxi 測試，並對少量通過審核的乘客開放	技城（One-North）周圍 6.5 平方公里商業住宅區		三菱 iMiEV
	2022 年	L4 級別 Robo-Taxi 落地應用	待定	Motional 公司（現代汽車與安波福合資企業，前身 Nutonomy）	待定
非載人自動駕駛應用示範					
類型	時間	內容	地點	參與機構	應用車輛
貨運物流	2017 年 1 月	新加坡交通部和新加坡港務集團（PSA Corp）發起，豐田與斯堪尼亞聯合參與，共同開發自動駕駛卡車隊列系統，並將在相對港進行使用	新加坡港	新加坡交通局（MOT）、新加坡港務集團（PSA Corp）、豐田通商、斯堪尼亞	待定
其他服務	2019 年 3 月	新加坡交通部和能源局發起自動駕駛大型環衛車（AESV）項目，南洋理工和 ST Engineering 將在 2020 年進行封閉、開放道路測試	已開放之測試區	新加坡交通局、新加坡能源局、南洋理工大學等成立之合資公司；ST Engineering 公司等成立之合資公司	德國 Enway 自動駕駛環衛車；義大利 Dulevo 自動駕駛環衛車

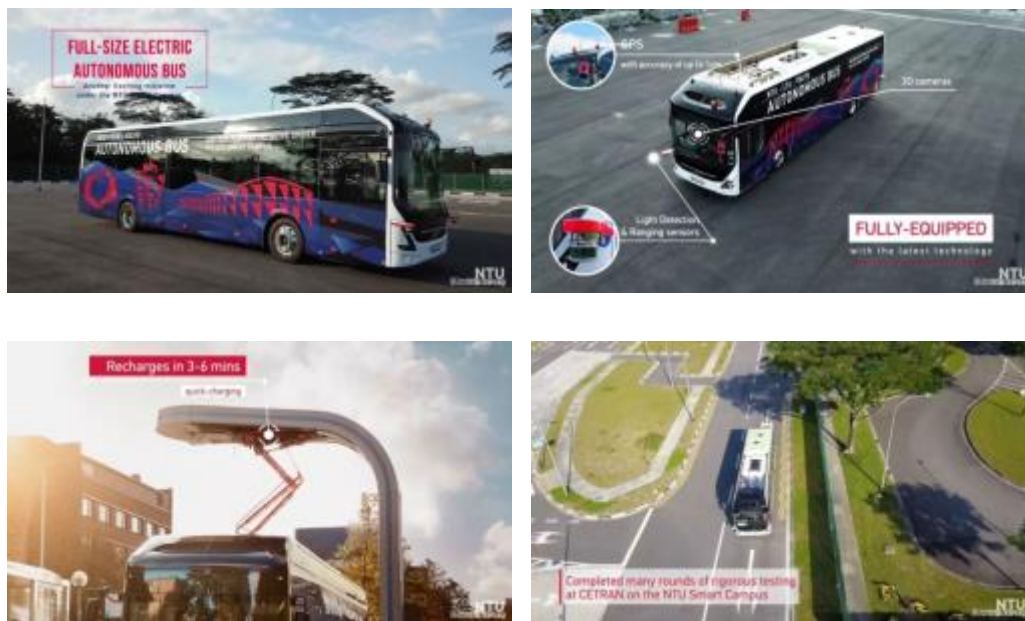
資料來源：智慧汽車與智慧城市協同發展聯盟，新加坡自動駕駛發展之路，網址：
<https://news.nestia.com/detail/%E6%96%B0%E5%8A%A0%E5%9D%A1%E8%87%AA%E5%8A%A8%E9%A9%BE%E9%A9%B6%E5%8F%91%E5%B1%95%E4%B9%8B%E8%B7%AF/5786095>，2021/1/6

1. 自駕電動大型巴士測試

南洋理工大學和瑞典富豪公司（Volvo）聯合研發的富豪 7900 型電動巴士，車身長約 12 公尺的大型巴士、可容納約 80 人，是全球首輛無人駕駛大型電動巴士，並在 CETRAN 完成內部測試，並進一步在南洋理工大學校

園內進行測試。(見圖3-2-4)

受測的富豪公司7900型電動巴士搭載人工智慧電腦，能為乘客帶來更為安全舒適的體驗。在起動與停止時，車輛的加速與剎車平穩柔和；在停靠時，則能精準停靠於同一位置，並與月臺保持相同間距，以便乘客上下車。此外，裝置的 GPS 和影像監測器等智慧感應器協助巴士探測周圍障礙物。感測器所收集的資訊有助於車輛完成精準導航，並可在未來辨識趨近車輛的目標物，從而相應地調節車速或剎停。此外，電動大巴士配備 ABB 公司提供的快速充電設備，僅需三至六分鐘就能完成充電，並納入即時更新的遠端診斷和管理等功能。



資料來源：新加坡眼，司機們要下崗了？全球首輛無人駕駛電動巴士在 NTU 測試成功！，
<https://www.yan.sg/ntucheshichenggongbashi/>，2019/3/10

圖3-2-4 新加坡自駕大巴士測試

除行駛平穩，富豪公司7900型自動駕駛巴士還具備綠色環保、節約能源、低噪音、零排放等優勢。達成安全性、舒適性與效率性上的初步成就。另外，南洋理工大學、富豪公司也與新加坡地鐵公司 SMRT 合作，第二輛無人駕駛大巴士在 SMRT 公司的巴士車廠內測試自動停車和接受洗車服務，以減少所需人力。富豪公司得以在新加坡的實際環境下測試各種解決方案，

而由新加坡汲取的測試經驗，有助於富豪公司未來精進自動駕駛應用，並有可能進一步擴散為可持續公共交通解決方案。

2. 自駕卡車車隊行駛測試

新加坡政府推動自動駕駛車輛技術，陸續完成的測試項目包括自駕車輛、計程車、輕便卡車與巴士等，目前更進一步與瑞典 Scania 合作進行卡車車隊行駛(platooning)概念的試驗。(見圖3-2-5)這項為期3年(2017-2019年)的測試由新加坡交通局與港務局(PSA Corporation)負責推動。



圖3-2-5 新加坡自駕卡車車隊行駛測試概念

卡車行業屬於高度勞力密集的產業，此外也面臨卡車駕駛人力青黃不接的窘境。有鑑於此，卡車車隊行駛技術不管在港口貨櫃裝卸還是卡車運輸業上，有可能衍生帶動與提振產業的機會。此外，這項技術還能讓卡車駕駛有機會晉升到車隊營運業者與主管等高階職務。換言之，卡車車隊行駛技術在節省油耗上具備極大潛能，更有助於提高道路安全。

Scania 獲得約540萬歐元的歐盟 Companion 研究專案，負責開發有助於將卡車車隊跟車技術導入道路駕駛的各種自動化系統。並與 Ericsson 攜手，希望藉助其在5G 通訊技術及軟體與服務方面的專業能力，改善車隊裡所有重型車輛之間的無線通訊品質，希望藉此在安全的範圍內減少每一臺車輛之間的距離，進而減少風阻與耗油量，進而完成推動新型態卡車機動性服務的目標。

Scania 卡車車隊行駛試驗將分兩階段進行：第一階段將進行卡車車隊行駛技術的設計與測試，並依據當地道路狀況進行微調、具備將精準裝貨與卸貨過程完全自動化的能力。這個階段將由 Scania 與 Toyota 各自在瑞典與日本兩地的研究中心進行，以發揮其既有的研發成果優勢。

第二階段則是 Scania 與新加坡港務局合作於新加坡港進行這項技術的當地驗證，用於港口貨物運輸服務。在新加坡的測試是組建一支包含四輛卡車的車隊，由一輛人工前導車帶領三輛無人車列隊駕駛，在碼頭上精準地完成全自動化貨櫃裝卸流程。此車隊將會行駛在新加坡西海岸大路一段 10 公里的公用道路上，並運送貨櫃往返於新加坡的兩個碼頭之間，之後再擴大到其他碼頭。

換言之，僅需要在第一輛卡車安排一名司機，其餘卡車將自動按照前列卡車的運行軌跡駕駛。在卡車佇列系統中，由人類司機駕駛的卡車將作為領航卡車，後面將跟隨者自動駕駛的卡車車隊。卡車佇列將把集裝箱往返布拉尼碼頭 (Brani Terminal Building) 和巴西班讓 (Pasir Panjang Terminal Building) 碼頭之間。此項試驗的創新之處在於：(1) 在確保行車安全車距的前提下，若車距保持足夠接近，則卡車隊列能夠降低行車時的風阻，從而減少約 15% 的油耗；(2) 除了頭車為人工駕駛外，後續卡車皆為無人駕駛卡車，將有利於解決新加坡港的人力短缺問題，同時也有助於加大夜間的貨物周轉量，從而有效緩解港區內的交通擁堵問題；(3) 後續將改善有關重型車輛自動編隊、跟車行進技術，並將致力於研發貨物進出場站全程自動化新技術。

3. 自駕環境服務無人車測試

為因應老齡社會及人力短缺問題，新加坡國家環境局 (National Environment Agency, NEA) 協同交通部於 2018 年 1 月公開徵求「自動環境服務無人車」(Autonomous Environmental Service Vehicles, AESVs) 的計畫書，以發展自動駕駛環境服務無人車，有效且安全地進行街道及人行道的

清掃。新加坡國家環境局將針對提案進行評估並選出適合之方案給予補助，針對企業或其附屬之研究機構之提案補助金額最多不超過70%。提案規畫時程不得超過18個月，且其中需包含6個月的實際道路測試。(見表3-2-5)

2019年3月，新加坡環境局和交通部將測試資格頒發予兩組廠商：(1) 一組由南洋理工大學、德國重型車輛自動駕駛軟體開發商 Enway、威立雅環境服務公司(SembWaste)和黃芳工程公司(Wong Fong Engineering Works)組成；(2) 一組由新科工程公司(ST Engineering)和垃圾收集商800 Super Waste Management 公司組成。兩組廠商將在12個月內各自研發出一輛無人駕駛環境服務車，再展開為期半6個月的概念驗證(proof of concept)試驗計畫。

概念認證也分兩階段進行，首先在南洋理工大學的 CETRAN 測試各方面的安全功能，通過後則將在鄰近南洋理工大學的緯壹科技城(one-north)和周邊公路展開第二輪測試。

根據無人駕駛車輛試驗安全架構，每輛環境服務車都須有一名受過培訓的安全駕駛員隨行，以遵守嚴格的操作程式，在必要時可立即控制車輛。另有一名操作員兼專業清潔人員會在後端指揮中心即時監控環境服務車的運作，並根據需求安排車輛行駛不同的清理路線。兩輛車均由電力驅動，對環境污染較低，並且比傳統掃地機發出更低噪音，並配備多個感測器和攝影機，可即時測試周圍的障礙物並確保安全。

2021年1月，兩輛自動環境服務無人車均通過在 CETRAN 的測試，並獲准於週末和晚上等非尖峰時間於南洋理工大學、緯壹科技城、句容創新區的清潔科技園(CleanTech Park at Jurong Innovation District)的道路進行小規模測試至2021年7月。

表3-2-5 新加坡自駕環境服務無人車規格

		
業者	南洋理工大學 Enway SembWaste Wong Fong Engineering Works	ST Engineering 800 Super Waste Management
規格	• 8小時的掃描範圍和2.5小時的充電時間 • 配備3D LiDAR 感測器和攝影鏡頭，用於當地語系化，路緣追蹤和交通導航 • 清掃速度達12 km / hr • 基於真空的碎屑收集系統 • 自主對接和料斗排空 • 遠距監控和路線規畫 • 網路安全功能	• 運作速度： - 手動：40 km / h - 自動：最高15 km / h - 掃地：10 km / h • 配備、3D LiDAR 感測器和前後攝影鏡頭，用於定位，路緣跟蹤和交通導航 • 定位精度可達5cm • 停止距離基於當前速度在6m 以內 • 自主清潔功能，包括帶有水刀的左、右和中心刷 • 6000升垃圾箱容量；具有在包括公共道路在內的所有地點操作的能力 • 機械吸濾系統，可確保最高程度地吸收 PM10 / PM5 / PM2.5 / PM1的細顆粒

資料來源：National Environment Agency，Proof-Of-Concept Trials Of Autonomous Environmental Service Vehicles Commence In Designated Testbed Environments，網址：
<https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/proof-of-concept-trials-of-autonomous-environmental-service-vehicles-commence-in-designated-testbed-environments>，2021/1/14

使用自動化環境服務車是新加坡政府推動清潔服務業邁向自動化的例子之一，隨著清潔服務的需求不斷增加，加上人力短缺，新加坡政府希望使用科技和自動化技術提昇環境清潔的品質。當局希望借用業界的經驗和科技，讓清理服務進一步自動化，日後可在日常工作中採用這些方案。尤其，透過無人駕駛技術若能減少對人力依賴，未來即能轉而在夜間清理道路，進而改善白天交通阻塞的情況。未來在頒發合約給清潔服務供應商時，也將更注重其是否採用科技和自動化方案。

除在新加坡國境內進行測試之外，新科工程公司也熱衷赴海外測試與參與國外的智慧城市建設。具體而言，新科工程公司與以色列阿什杜德自治市（municipality of Ashdod）簽訂合作協議，將在以色列研發智慧交通系統及自動駕駛車輛的車載功能，涵蓋道路智慧交通系統及巴士車隊管理系統，並在以色列設立新的研發中心，為新科工程公司的自動駕駛客車提供測試場地以支援自動駕駛巴士的發展。

2021年1月，新科工程公司與法國自動駕駛系統公司 Navya 合作，推出以色列首個公共自動駕駛服務，為 Sheba 醫療中心配備置 Autonom 接駁車。Sheba 醫療中心位於以色列首都特拉維夫郊區，為中東地區領先的醫療中心。自2021年1月起，Autonom 接駁車與 Sheba 醫療中心現有的 Sheba Bus 班車服務相結合，在醫療中心內載送乘客。路線約2.1公里，主要服務於醫院週邊包括：眼科中心、牙學院、兒科中心/兒童醫院等7個站，提供於醫院裡包括工作人員、患者、訪客等乘坐。在路線上，也遇到需克服的挑戰，如自駕車會經過橋下與高樓間，並穿越4個環形交叉口與20多個行人交叉路口，導致全球衛星導航訊號被遮蔽、繪製高精地圖的技術仍需進一步調整精進等。



資料來源：Navya 官網，網址：

<https://navya.tech/en/first-autonomous-shuttle-service-launched-in-israel/>

圖3-2-6 Navya 位於 Sheba 醫療中心之自駕小巴

4.以「國際產學合作」與成功大學優先進行「智慧車輛測試與驗證」合作

2019年我國成功大學也與新科工程公司簽署「國際產學合作」備忘錄，藉由雙方合作，交流新加坡發展智慧城市的具體技術與經驗，增進在智慧科技領域的研發量能。當時雙方優先從「智慧車輛測試與驗證」技術系統進行合作，主因是成功大學於2017年即自主設計與整合智慧車輛的關鍵軟體，開發出可在校園場域行駛的無人駕駛車輛，並與國研院共同打造車況檢測系統。透過與新科工程公司的「國際產學合作」，可望與進一步與新加坡的自動駕駛測試驗證系統與發展經驗結合，有助成大建立智慧車輛優化技術。另外，由於成大的綜合型大學屬性，雙方也會在智慧校園、智慧醫院、高齡居家照護、醫師遠端視訊診斷進行經驗分享與實際合作。

第三節 文化展演—以線上（虛擬）演唱會與科技藝術展演為例

本節主要根據座談會業界聚焦當前文化展演的兩大發展趨勢，進一步檢視文化展演國外發展的兩個軸向，一是線上（虛擬）演唱會，二是科技藝術展演。分述如下。

壹、線上（虛擬）演唱會

一、SK Telecom 透過 Jump Studio 邁向沉浸式服務— 新型態線上音樂會

（一）韓國在沉浸式體驗/文化展演的發展策略

根據108年數位內容產業年鑑指出，韓國在推動 VR 產業的發展可歸納以下個重點：第一、領域別的延伸：韓國未來創造科學部（Ministry of Science, ICT and Future Planning, MSIP）從聚焦觀光和娛樂兩領域，延伸到遊戲、主題樂園，甚至是教育、健康照護和營造等領域。第二、重視科技新創的發展：政府提供財務補助與租稅誘因，以及韓國內容實驗室（CKL）協助轉化想法到創作，進而成為新創公司。第三、成立 AR & VR 複合中心—KoVAC（Korea VR AR Complex, KoVAC）：提供不同利害關係人一個整合的開放空間/生態系，以實現該產業的商業化。第四、透過單一官方管理機構—（Korea Creative Content Agency, KOCCA），以協助韓國內容產業發展：整併相關單位（包括廣播影像、文化產業、遊戲產業、軟體等領域），並且執行未來導向的專案，涉及 AR、VR 和其他下世代內容的製作，並且重視角色授權議題，以及支持韓國內容業者的海外擴張。（表3-3-1整理韓國在沉浸式體驗/文化展演的發展策略）

表3-3-1 韓國在沉浸式體驗/文化展演的發展策略

單一官方管理機構 KOCCA	2020年延展實境 (Extended Reality, XR) 經濟發展策略	2020年數位新政文化 內容產業發展策略
- 韓國未來創造科學部 (Ministry of Science, ICT and Future Planning, MSIP) 從聚焦觀光和娛樂兩領域,延伸到遊戲、主題樂園,甚至是教育、健康照護和營造等領域 - 透過單一官方管理機構—(Korea Creative Content Agency, KOCCA),以協助韓國內容產業發展:整併相關單位(包括廣播影像、文化產業、遊戲產業、軟體等領域),並且執行未來導向的專案,涉及AR、VR和其他下世代內容的製作,並且重視角色授權議題,以及支持韓國內容業者的海外擴張	- 韓國科學技術和資訊通訊部 (Ministry of Science and ICT, MSIT) 於2020年12月10日發布 - 先以製造、建築、醫療、教育、物流和國防等6大產業作為推動XR技術之核心產業 - 三大策略:1.策略一:在經濟和社會領域廣泛使用XR技術解決問題;2.策略二:擴展XR必要基礎設施和相關制度整備;3.策略三:支持XR技術相關企業,以確保全球競爭力	- 促進數位化基礎設施發展。發展線上演唱會專用設施與設備建設,並擴大人工智慧、虛實整合等科技開發,亦將為中小型內容公司提供網路漫畫伺服器建設以利海外輸出 - 開拓下一代虛實數位內容。透過結合AR/VR/MR等新興科技,開拓下一代虛實數位內容,應用於電影、遊戲、網路漫畫等藝文領域,並拓展雲端、區塊鏈與5G等新興科技遊戲內容;加強文化資產3D數位化,建立文化資產3D資料庫以及數位雙生 - 推動文化內容智慧財產權海外輸出,亦將加強線上韓流文化推廣活動

資料來源:本研究繪製。

從韓國科學技術和資訊通訊部 (Ministry of Science and ICT, MSIT) 觀點,沉浸式內容為5G發展下的關鍵服務之一,並在「後 COVID-19時代」引領「零接觸產業 (Zero-Contact Industry)」發展。MSIT 於2020年5月13日在韓國虛擬實境和擴增實境產業基地 (KoVAC),啟用「K-Immersive Studio」。K-Immersive Studio耗資100億韓元打造,占地3,560平方英尺,內部配有60臺4K攝影機,該工作室旨在協助韓國中小企業以較低成本製作

高品質的實感內容（Volumetric Content）。而韓國情報通信產業振興院（National IT Industry Promotion Agency, NIPA）、虛擬實境和擴增實境產業協會（Korea VR and AR Industry Association）及三大電信業者共同簽署備忘錄（MOU），以促進公私協作，共同推動沉浸式內容產業。

其次，韓國科學技術和資訊通訊部（MSIT）於2020年12月10日發布「延展實境（Extended Reality, XR）經濟發展策略」，旨在2025年之前創造30兆韓元的經濟產值，並躋身世界前5大 XR 經濟體。XR 技術有望成為韓國數位新政的關鍵要素並帶動企業數位轉型，成為連接真實與虛擬世界的中介技術。隨著 XR 技術擴展至製造、醫療、教育、物流等各領域，預估至2025年將為全球創造約520兆韓元（4,764億美元）的經濟產值。MSIT 制定3大推動策略，並先以製造、建築、醫療、教育、物流和國防等6大產業作為推動 XR 技術之核心產業。此外，MSIT 規劃於2021年設置400億韓元的 XR 基金，用於投資 XR 技術之企業，推動策略如下：1.策略一：在經濟和社會領域廣泛使用 XR 技術解決問題；2.策略二：擴展 XR 必要基礎設施和相關制度整備；3.策略三：支持 XR 技術相關企業，以確保全球競爭力。

目前韓國公司主要著重在 AR 和 VR 的內容開發上，政府希望透過發展相關技術以加速產業的數位轉型，作為前述韓國數位新政的計畫之一。政府提供的計畫涵蓋透過 VR 訓練健康照護專業人士、導入 XR 和人工智慧導向的測試實驗室給學校、在軍事訓練上測試；後續創造出私部門在 XR 產業達400億韓元的投資。同時，MSIT 規劃投入220億韓元在2025年前開發 AR眼鏡的產品，韓國當地電信商 LG U+目前已在韓國販售 AR眼鏡，該產品主要是由 LG U+公司與中國大陸的混合實境產品研發廠商 Nreal，以及美國晶片研發大廠高通等三方共同合作。

再者，韓國科學技術和資訊通訊部（MSIT）於2020年9月24日舉辦數位新政文化內容產業發展策略會議，邀請國內文化創意產業相關人士共商內容產業發展，並於會中發布《數位新政文化內容產業發展策略（□

전략)》, 支持以下三項數位重要發展方向：第一、促進數位化基礎設施發展。發展線上演唱會專用設施與設備建設, 並擴大人工智慧、虛實整合等科技開發, 亦將為中小型內容公司提供網路漫畫伺服器建設以利海外輸出。同時, 將加強內容在地化, 並在智慧型手機出口產品上安裝 OTT 應用程式, 促進 OTT 平臺拓展海外市場。第二、開拓下一代虛實數位內容。將透過結合擴增實境 (AR)、虛擬實境 (VR) 及混合實境 (MR) 等新興科技, 開拓下一代虛實數位內容, 應用於電影、遊戲、網路漫畫等藝文領域, 並拓展雲端、區塊鏈與5G 等新興科技遊戲內容。另外, 將透過建立電影、影音、網路漫畫等內容大數據資料庫, 以整合既有內容資源。同時, 亦將加強文化資產3D 數位化, 建立文化資產3D 資料庫以及數位雙生, 用於文化資產保護及修復工作。第三、推動文化內容智慧財產權海外輸出。有鑑於韓國2020上半年智慧財產權貿易達到史上最高順差1.2兆韓元, 韓國將大力扶植內容產業, 促進網路漫畫及網路小說發展。此外, 為持續加強韓流海外輸出, 亦將加強線上韓流文化推廣活動。

(二) SK Telecom 透過 Jump Studio 邁向沉浸式服務

韓國 SK Telecom (簡稱 SKT) 已於2020年4月開始營運 Jump Studio, 為亞洲首個利用微軟技術的混合實境捕捉工作室 (Mixed Reality Capture Studio), 目標是將 Jump Studio 打造成亞洲領先的內容創作中心。Jump Studio 提供業界最先進的沉浸式媒體技術, 使用微軟的容積影像 (Volumetric Video) 捕捉技術, 錄製人員的動態動作並將其製作成全息影像。再結合 SK Telecom 基於空間識別和渲染技術的「T Real Platform」平臺, 進而帶來兼容大多數設備的高度沉浸式 XR 內容。SK Telecom 規劃透過 Jump Studio 豐富其媒體服務的內容, 包括沉浸式服務平臺 Jump AR 和 Jump VR。Jump VR 是一個社交虛擬現實世界, 支持移動設備和頭戴顯示裝置; Jump AR 則提供各種 AR 服務, 進而與娛樂、廣告、時尚、健康和

教育、遊戲、電視和電影等領域的企業合作。例如，可以為表演和廣告，以及遊戲和電影角色創建3D 虛擬化身。

在 Jump Studio，106 臺鏡頭將以每秒60幀（frames per second, FPS）的速度錄製高品質的360度3D 全息投影。透過人工智慧、3D 處理和渲染技術，並利用現有的3D 建模和動畫過程自動化，可以減少內容製作所需的時間和成本。Jump Studio 擁有將沉浸式媒體內容帶到現有媒體環境的能力，該設施能夠將一分鐘拍攝的600 gigabytes 原始影片，壓縮成300 megabyte 的文件。然後，文件可以透過 MPEG-4文件流傳輸到行動設備。換言之，透過使用微軟的容積影像捕捉技術，Jump Studio 已經完全自動化從網格構建到動作生成（motion generation）的過程，進而產生高品質真實全息人像的最終結果。例如，基於現有的3D 建模技術，製作一個3分鐘的內容大約需要3到4個月的時間和數億韓元；透過 Jump Studio，這個過程現在可以在一到兩周內完成，而且成本不到一半。

第一個應用案例為 SKT 和 SM 娛樂(SM Entertainment)在 Super Junior 的線上音樂會上，合作展示3D 混合實境表演（2020年5月31日130分鐘長度的付費線上直播共吸引全球12.3萬人同步收看），是將混合現實製作公司 Jump Studio 製作的內容應用於 SM 娛樂線上演唱會 Beyond LIVE 中，SKT 將歌手崔始源打造成高12公尺的虛擬影像，如圖3-3-1所示。Jump Studio 透過應用 AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有3D 建模工作，以降低內容創建的成本和時間。表演製作專家對混合現實內容的經濟性給予正面評價，因為它可以自由放大/縮小/複製一次拍攝的3D 混合實境內容，並且易於在室內工作室拍攝而無需動員大型拍攝設備。SK 繼續推動向娛樂、廣告和遊戲等各個領域的 B2B 客戶，提供混合現實內容的業務。未來混合實境內容將改變娛樂領域的形式，例如表演、電影和戲劇。



資料來源：<https://www.jumpstudio.co.kr/news-detail?newsSeq=5>。

圖3-3-1 SKT 和 SM 娛樂合作：Super Junior 的線上音樂會展示3D 混合實境表演

SKT 於2020年10月20日透過線上發布會指出，將擴大文化娛樂領域的文化內容項目製作，旗下位於首爾 SK 南山大廈的 Jump Studio 搬遷到 SKT 塔樓總部並擴建，擴大5G 內容業務規模，以香港為首站，加快全球 AR/VR 市場布局。在後疫情時代下推升 AR/VR 需求，SKT 以 Jump Studio 基礎，雙軌拓展5G 內容事業。隨著用戶原創內容（User-Generated Content）商機持續發酵，用戶在使用 Jump AR/VR 應用程式時，可隨時與自己喜歡的藝人合照、錄影，並分享至社群媒體平臺，目前 Jump AR/VR 應用程式的累計使用者為300萬名，目標在2021年提升至1,000萬名。SKT 為進軍海外市場，聚焦在5G 領域投資活躍的香港，因此與電訊盈科合作，進行 AR/VR 服務行銷、5G 內容製作及投資等。雙方透過沉浸式技術，共同製作在中華圈享有高人氣的熊貓等 AR/VR 內容，或是韓國流行音樂（K-pop）相關的3D 內容。SKT 以此為開端，與歐洲、北美、亞洲地區的知名電信公司、文化資訊企業洽談，並逐漸拓展出口範圍。

此外，SKT 亦推出虛擬聚會（Virtual Meetup），這是一種社交通訊服務，透過創建自己的虛擬形象來舉行各種會議（例如會議、表演和展覽），最多允許100個人同時訪問虛擬空間。任何希望進行3D 非面對面會議的用

戶都可以主持虛擬見面會議並邀請熟人，可以在 Jump VR 應用程式上免費使用，並且只能與智慧手機或 PC 一起使用，而無需單獨的 VR 設備。虛擬聚會會在虛擬會議空間中以3D 細節實現大螢幕、舞臺和會議空間，如圖 3-3-2所示。此外，用戶可以根據個人喜好選擇臉部、髮型和衣服來創建自己的頭像，並參加虛擬會議以與其他頭像聊天。綜合來看，SKT 從2013年開始實施虛擬社會世界，2021年計畫透過發布提供個人用戶和第三方合作夥伴的內容創建平臺，進一步擴展 AR/VR 內容生態系統。



資料來源：<https://www.jumpstudio.co.kr/news-detail?newsSeq=6>。

圖3-3-2 SKT：虛擬聚會（Virtual Meetup）

貳、科技藝術展演

一、比利時南部數位瓦隆尼亞（Wallonia）與光雕新體驗

比利時在地方層級瓦隆尼亞（Wallonia）設立數位科技發展局（Agence du Numérique, AdN），可作為臺南地方政府在思考文化展演數位科技應用的做法借鏡，而該局重點強調發展跨域整合 TWIST 領域。以下分別來看

數位科技發展局的策略重點，以及 Dirty Monitor 光雕新體驗發展類型個案。

（一）數位科技發展局

比利時瓦隆尼亞數位科技發展局以開放、集體與群眾集思的方式，協助瓦隆政府來決定數位科技相關議題與政策之優先順序。Digital Wallonia 2015-2018年數位部門主要致力於：1.數位經濟：透過數位化轉型企業的營運模式和瓦隆尼亞的再工業化；2.智慧聯網領域：透過寬頻網路和智慧區域的做法，發展瓦隆尼亞特定領域的吸引力；3.公共服務：參與真實的開放政府做法，並透過開放數據的使用發展創新。4.技能和教育：學校視數位化（包括設備面和教育面）為優先事項，不論是針對年輕族群或是終身學習訓練。Digital Wallonia 2019-2024年則強調八大跨領域的挑戰：跨領域的數位治理、數位社會、數位生態系、高速寬頻、數位技能、數據為行動的核心、全面性的數位瓦隆尼亞平臺、數位瓦隆尼亞的品牌識別。可參見表3-3-2所示。值得關注的是，數位瓦隆尼亞致力於國際的連結，在與瓦隆尼亞經貿組（AWEX）共同合作下，創造出10個數位瓦隆尼亞的國際樞紐（包括：2017年在舊金山、巴塞隆納、深圳、蒙特利爾、柏林；2018年在特拉維夫、新加坡、巴黎、倫敦、斯德哥爾摩），以提供在此領域的瓦隆尼亞新創與企業，國際上場的串接點，以加速其業務的拓展並與當地社群建立連結²⁷。

比利時瓦隆尼亞發展數位科技產業聚落的重點之一即是 TWIST(媒體)領域，涉及電影/電視動畫、傳播科技、新媒體（網路、行動裝置、社群媒體、電動遊戲），策略著重在於數位化及數位建檔、動作捕捉技術/虛擬實境科技、電動遊戲/ 嚴肅遊戲、第二螢幕/串媒體、2D 及3D 影像。舉例來說，Dogstudio 公司善用科技結合設計，打造出給消費者的新體驗模式，從

²⁷ 資料來源：Digital Wallonia International. Progress report and current activities, <https://www.digitalwallonia.be/en/posts/digital-wallonia-international-progress-report-and-current-activities>。

情感體驗端操作；我國業者擅長的路徑為硬體製造，較少從直接接觸消費者端的平臺體驗整合服務提供模式。

表3-3-2 比利時南部：數位瓦隆尼亞（Wallonia）

Digital Wallonia 2015-2018	Digital Wallonia 2019-2024
- 數位部門主要致力於 - 數位經濟：透過數位化轉型企業的營運模式和瓦隆尼亞的再工業化 - 智慧聯網領域：透過寬頻網路和智慧區域的做法，發展瓦隆尼亞特定領域的吸引力 - 公共服務：參與真實的開放政府做法，並透過開放數據的使用發展創新 - 技能和教育：學校視數位化（包括設備面和教育面）為優先事項，不論是針對年輕族群或是終身學習訓練 - 數位科技發展局五大技術領域分別是：數據分析、大數據、AI、硬體和 IoT - 比利時瓦隆尼亞發展數位科技產業聚落的重點之一即是 TWIST（媒體）領域，涉及電影/電視動畫、傳播科技、新媒體（網路、行動裝置、社群媒體、電動遊戲），策略著重在於數位化及數位建檔、動作捕捉技術/虛擬實境科技、電動遊戲、2D 及3D 影像	八大跨領域的挑戰：跨領域的數位治理、數位社會、數位生態系、高速寬頻、數位技能、數據為行動的核心、全面性的數位瓦隆尼亞平臺、數位瓦隆尼亞的品牌識別 五大主題和目標 - 數位部門：研究和創新、價值鏈、新創、科技展示 - 數位經濟：數位成熟度、競爭力聚落、數位商務 - 數位政府服務：線上服務、公共數據、數位專業、IT 治理 - 數位領土：智慧區域、共享、數位健康服務 - 數位技能：數位學校、數位包容、產業轉型 

資料來源：本研究整理，參考自
<https://www.digitalwallonia.be/en/posts/digital-wallonia-2019-2024>。

（二）廠商個案：Dirty Monitor

TWIST 為比利時特有的產業聚落，包括105個會員，其共同之處是在視聽上的專業度，無論是做為技術使用者（服務提供商），還是做為創新技術的開發者，主要體現在以下領域：電影、電視、動畫、網路、行動、

擴增實境、跨媒體、多螢幕等，而 Dirty Monitor 為其會員之一²⁸。

Dirty Monitor 在內容概念、影像演算繪製（Video Mapping）和音效製作上是此領域的領先者。該公司擅長於處理 Video Mapping—影像投影在建築物表面（可做到360度），並具備說故事（編劇導演）的 Know-How、音效製作等能力的創意工作室，一些國際展覽、慶典、美術館等場域皆有其作品，像是中國大陸北京國際電影節（可參見圖4-1-13）、阿曼馬斯開特文化節、澳洲樂高的藝術展、法國未來世界動感樂園、比利時滑鐵盧戰役兩百周年紀念活動與杜拜跨年倒數等光雕秀，以及近期2018年底在比利時表演的蒙斯（Mons）戰役光雕秀（可參見圖3-3-3）。



資料來源：<https://www.dirtymonitor.com/projects/beijing-international-film-festival>。

圖3-3-3 Dirty Monitor 作品：中國大陸北京國際電影節

對 Dirty Monitor 團隊而言，技術層面仍是最困難的地方（例如圖片解析等），仍持續尋找更好的解決方案。在實際案子的運作上，首先先至基地探查地形，並透過3D 建模重建該建築物，表演前至現場調整。在合作

²⁸ 資料來源：The TWIST Cluster 官網，
<https://www.twist-cluster.com/about-us/the-twist-cluster.htm?lng=en>。

模式上，會視情況而定是否有當地合作的廠商，一個專案的主要元素有：設備（來自供應商）、音效、投影與導演，可參見圖3-3-4。



資料來源：<https://www.dirtymonitor.com/projects/mons-great-war>。

圖3-3-4 Dirty Monitor 作品：蒙斯（Mons）戰役光雕秀

二、日本 teamLab

日本 teamLab 成立於2001年，teamLab 專注創造「全身沉浸式」（body-immersive）作品，團隊成員領域涉及多元：包括藝術家、程式設計師、工程師、CG 動畫師、數學家、建築師等專業人士。teamLab 作為一個藝術團體，內部的分工由藝術部門提出的問題為作品的概念，再由設計部門來實現，並邀請觀眾一起來思考問題。teamLab 從日本紅到海外的成功要素，一是日本對數位接受度高、二是文化 IP 國內/海外喜歡。

在技術的應用上，teamLab 捕捉靜物瞬間的自然，經過電腦運算的處理，透過「光雕投影」（projection mapping）重現在觀眾面前，同時以感應器和攝影機，讓觀眾成為藝術品的一部分，讓藝術不再只是單方面溝通。舉例來說，在東京臺場森大廈（MORI Building）Digital Art Museum 設置佔地10,000平方公尺的常設展，即運用520臺電腦、470臺投影機，打造 Borderless World 的無邊界展覽。

其作品之一「teamLab 未來遊樂園」是基於「共同創造：共創」概念下所規劃出的項目，作品更被全球千萬人次打卡。2021年「teamLab 未來遊樂園&與花共生的動物們」帶來臺灣：位於士林科教館的展區將以挑高空間打造9大互動空間，透過科技、藝術、互動等元素交織，建構出占地近700坪的超大型沉浸式夢幻世界。值得關注的是結合周邊產品，彩繪動物繪製的图片可以變成紙模。用蠟筆畫在紙上的動物可以變成立體紙模型，依照組裝計畫書，在造紙世界中創建自己的3D 立體動物。(可參見圖3-3-5)



資料來源：https://www.shoppingdesign.com.tw/post/view/6490?fbclid=IwAR1hsh8jm_bqY4AeLgXPzslIkud1omCW1V0MGpx3XmLopKAXKsG8HYwcCA。

圖3-3-5 科技藝術展演：日本 teamLab

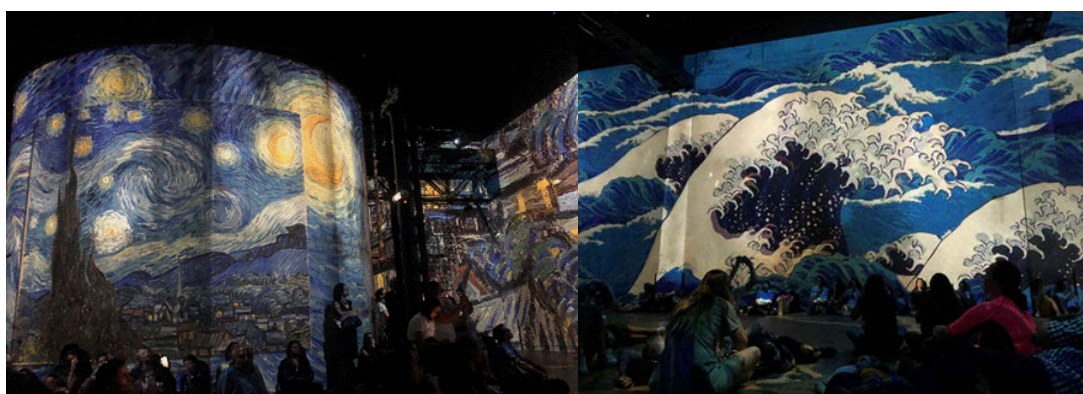
三、法國巴黎光之博物館

2018年春季，光之博物館打造出數位藝術的沉浸式體驗，該博物館前身為建於19世紀的普利雄鑄鐵廠（Fonderie de fer Plichon），目前隸屬於法國最大的私人藝術機構 Culturespaces，以科技投影結合藝術創作，改變畫框式的靜態觀展方式，推出一系列古典名畫的新詮釋：汲取畫家的作品元素，重組為動畫影像，並透過投影機投影到地板或牆面，配合立體環繞音樂，讓參觀者沉浸於數位藝術饗宴。

法國巴黎光之博物館於2018年首次展出奧地利畫家古斯塔夫·克林姆（Gustav Klimt）作品；在同年11月，光之博物館至韓國濟州島，與韓國合作設立「光之地堡」（Bunker de Lumières, 빛의 벙커），將原先深埋於山林

中的地堡打造成為亞洲的光之博物館，展出克林姆展覽（展期為2018/11/16~2019/10/27）。接續法國巴黎光之博物館「Gustav Klimt 克林姆沉浸式光影藝術展」的是「The Van Gogh Show 梵谷沉浸式光影藝術展」（展期為2019/2/22~2019/12/31），梵谷《星夜》、日本浮世繪主題展讓參觀者置身大師名畫的饗宴。

梵谷作品元素結合聲光效果的巨型投影數位畫展（見圖3-3-6左圖），《星夜》、《向日葵》、《鳶尾花》、《梵谷自畫像》等名畫變成動態影像，透過2012年研發的「AMIEX 沉浸式藝術影音體驗」技術，讓參觀者可以深刻地進入畫中世界，而且有別於欣賞比較小的畫布，更容易觀察到筆觸、色彩光影變化等細節。另一場為《日本夢，漂浮世界》（Japon rêvé, images du monde flottant），Culturespaces 委託視覺特效團隊 Danny Rose Studio 設計製作，呈現浮世繪師作品（見圖3-3-6右圖）；而為了讓體驗者能感受濃厚和風，展場中選用音樂大師坂本龍一的樂曲、法國作曲家德布西（Claude Debussy）以浮世繪為靈感創作的交響樂曲《海》。



註：左圖為梵谷《星夜》；右圖為日本夢，漂浮世界

資料來源：作者拍攝於2019年6月19日於法國巴黎光之博物館。

圖3-3-6 法國巴黎光之博物館：梵谷《星夜》與日本夢，漂浮世界

數位內容（梵谷畫作）在場域（光之博物館）的展演，提供觀眾一套全新的體驗感受，用壁面、天花板、地面作為展示資訊呈現面板（實體/虛擬），讓投影和多媒體技術與展示實體物件可以在同一個空間中。以下

分別探究梵谷沉浸式體驗的主要業者與元素：專業展覽公司 Culturespaces、設備公司 Barco、專屬技術 AMIEX²⁹。整理如表3-3-3。

表3-3-3 法國巴黎光之博物館：重要利害關係人

法國私人藝術機構 Culturespaces	設備夥伴 Barco	專屬技術 AMIEX
主要工作是幫助機構傳播其文化資產，包括：經營、管理各種文化古蹟資產、博物館與藝術中心，將原本的藏品賦予生命，並參與規畫、設計展呈現的方式等。Culturespaces 於2012年從普羅旺斯地區萊博（Baux de Provence）的「光影採石場」（Carrières de Lumières）開始擴展到數位藝術的領域，並研究沉浸式數位投影展示形式，於2018年將這個技術與經驗移植到法國巴黎光之博物館。Culturespaces 是以藝術作品的影音沉浸式展演為訴求	自比利時，展覽作品最核心的設備就是投影機，該展覽使用了140臺高階投影機，包括液晶顯示（Liquid Crystal Display, LCD）投影機與數位光學處理技術（Digital Light Processing, DLP）投影機皆有。2019年底Barco 宣布與Culturespaces 未來三年的合作關係，獨家提供投影機給Culturespaces 的全球數位藝術展演，包括在法國巴黎光之博物館與未來的新場域	「沉浸式藝術影音體驗」（Art and Music Immersive Experience）技術概念的縮寫。AMIEX®是獨特的沉浸式藝術展覽形式，以成千上萬的數位化藝術作品圖像為內容，以高畫質配合高解析度投影技術，搭配音樂節奏之動畫式呈現，創造出高度詩意的場景。由於展場建置高科技與高解析度投影機和音響系統，使AMIEX®展覽技術與概念能夠在所在場所完美呈現沉浸式體驗。Culturespaces AMIEX®是以策展團隊形式，進行展覽規畫設計。基本上分為製作團隊與創作團隊，製作團隊由「Culturespaces 執行長、展館館長、影音技術總監、圖像設計師」組成；創作團隊由「藝術導演、導演、影片製作、編曲家」組成

資料來源：本研究整理。

在海外擴張上，Culturespaces 繼2018年設立巴黎「光之博物館」、2019年打造韓國濟州島「光之地堡」後，2020年將設立全新沉浸式空間，位於法國波爾多的二戰潛水艇基地，打造為全球最大的數位藝術中心「光之湖畔」（Les Bassins des Lumières），預計於2020年4月17日起全年對外開放。除了在固定場域的展出外，Culturespaces 的數位藝術沉浸式體驗亦在海外

²⁹ 參考自施登騰(2019)，博物館科技系列：Van Gogh 沉浸光影藝術展來了！！再談 Culturespaces 的 AMIEX 策展

巡迴展出，臺灣在2020/1/15~2020/7/12接連於臺北、高雄展出「再見梵谷—光影體驗展」(Van Gogh Alive)，由 KKBOX 旗下音樂暨藝文活動品牌「JUSTLIVE 就是現場」引進，透過澳洲知名策展公司 Grande Exhibitions 開發的 SENSORY4™投影系統，以40多臺高畫質投影機搭配影院級環繞聲效，加上360度環繞式巨型螢幕建構出展覽空間。

第四節 本章小結

壹、智慧製造

依據臺南市的產業特性，並呼應「5G 臺南隊」以世界經濟論壇「燈塔工廠」為標竿，推動智慧製造驗證，本研究分別選擇中小企業燈塔工廠案例（義大利 Rold 公司）、汽車零組件製造業燈塔工廠案例（德國 BOSCH 中國蘇州廠）進行分析，發現：

義大利 Rold 公司燈塔工廠案例顯示，其並沒使用機器取代員工，反而更專注於運用數位技術引發工作變革，降低員工重複性工作，使工作內容更具趣味性、更為多樣化，提升工作效率；此外，作為中小企業的 Rold 也積極尋求外部資源，著力構建供應鏈上下游、高等院校、產業專家等相連的創新體系。除了企業內部的數位化之外，也延伸至供應鏈運用數位技術進行價值創造、增加彈性化，以靈活回應客戶需求。

德國 BOSCH 中國蘇州廠的燈塔工廠案例則可以瞭解推動工業4.0屬於長期戰略，「工業4.0」互聯化的特色，對感測器、軟體和服務等充分整合的物聯網技術要求較高。在透過 M2M(設備管理)、BPM(業務流程管理)、BRM(業務規則管理)、BDP(大數據處理)四個平臺，貫穿用戶端、供應商、貨運商等整個業務鏈，而成果也在一定上會在呈現在與生產相關的績效提升上。BOSCH 蘇州廠的燈塔工廠推動主要著眼於建構生產物料、數據驅動、機器設備維修、看板系統等4個層面。

貳、自駕車

本研究選擇 KPMG 於2020年7月《2020年自動駕駛汽車準備度報告》中排名第一的新加坡，觀察其推動自駕車驗證的場域設計。

封閉場域驗證方面，新加坡 CETRAN 自駕車測試場域與位於臺南沙崙的「臺灣智駕測試實驗室」並無明顯差異。新加坡 CETRAN 設備配置的特點在於模擬熱帶地區不穩定的天氣對自駕車行駛的特殊挑戰，CETRAN 具備全球其他測試中心相對少見的「降雨模擬器」，透過結構為近40公尺長的金屬框架，於頂部有三個噴嘴，每小時能夠釋放多達150公升的水，製造降雨效果。

開放場域驗證方面，新加坡除進行類似我國「無人載具科技創新實驗計畫」常見的固定路線公共交通驗證之外，其特點是已在進行「非載人自動駕駛應用示範」，例如：

- 1.自駕卡車車隊行駛測試，由瑞典 Scania 與新加坡港務局合作於新加坡港進行驗證。測試組建一支包含四輛卡車的車隊，由一輛人工前導車帶領三輛無人車列隊駕駛，在碼頭上精準地完成全自動化貨櫃裝卸流程。此車隊將會行駛在新加坡西海岸大路一段10公里的公用道路上，並運送貨櫃往返於新加坡的兩個碼頭之間，之後再擴大到其他碼頭。

- 2.自駕環境服務無人車測試，由黃芳工程公司、新科工程公司研發的兩輛無人駕駛環境服務車，先通過在 CETRAN 的測試，並進一步於週末和晚上等非尖峰時間於南洋理工大學、緯壹科技城、句容創新區的清潔科技園道路進行測試。

參、文化展演

根據座談會業界聚焦文化展演的兩大發展趨勢，歸納國外發展的兩個軸向，一是線上（虛擬）演唱會，二是科技藝術展演。

一、軸向一：線上（虛擬）演唱會

首先在軸向一：「線上（虛擬）演唱會」方面，根據電子票務品牌 KKTIX 回顧2020年娛樂產業消費行為，趨勢之一即是售票型線上演唱會將成主流，跨國直播演出陸續登臺。新冠肺炎疫情中斷各國歌手巡迴演出的行程，因此線上直播便成為回饋歌迷優先考量的演出模式。後疫情時代已有許多活動開始轉為線上直播形式舉辦，因不受限地理限制，國際歌迷有更多機會觀看表演，KKTIX 虛擬場館已經陸續收到許多跨國演唱會、舞臺劇等售票型線上直播活動的合作洽談。同樣地，中華電信5G 開臺後，強打虛擬演唱會，攜手 KKBOX 打造虛擬演唱會。

從韓國 Beyond LIVE 線上音樂會個案來看，SKT 和 SM 娛樂合作展示 3D 混合實境表演，SKT 將歌手崔始源打造成高12公尺的虛擬影像，應用 AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有 3D 建模工作，為後疫情時代演唱會發展的趨勢，可作為臺南在發展5G 異地共演可以納入思考的軸向。韓國在相關政策的推動上亦有跡可循，韓國透過單一官方管理機構 KOCCA 協助韓國內容產業發展，涉及 AR/VR 和下世代內容的製作，2020 年提出的數位新政文化內容產業發展策略，在硬體面促進數位化基礎設施發展，尤以發展線上演場會專用設施與設備，在內容面開拓下一代虛實數位內容，並致力於文化內容智慧財產權的海外輸出。

二、軸向二：科技藝術展演

其次，在軸向二：「科技藝術展演」產業化為關鍵議題。以表3-4-1綜整前述提及的三個國外案例，國際上的 IP/內容具國際觀眾共鳴，例如 teamLab 內容/IP、梵谷畫作等，而展覽由周邊商品支撐利潤、進到海外市場的擴張亦為發展關鍵。同樣地，比利時 Dirty Monitor 公司創造一個全新的體驗，其解決方案結合內容概念、影像演算繪製（Video Mapping）和音

效製作，成為全世界此領域的領先者，提供我國文化展演發展上的一種新路徑方向。相較於一次性的光雕秀，創作的影像若能有固定式的展演是另外一種較能永續發展的模式，美術館/博物館是可能的場域。

表3-4-1 綜整：科技藝術展演國外案例研析

	比利時光雕新體驗 (地方政府驅動)	日本 teamLab (業者主導走向國際)	法國巴黎光之博物館 Atelier des Lumières (業者主導走向國際)
發展模式	- 比利時地方政策：在南部瓦隆尼亞 (Wallonia) 設立數位科技發展局，重點強調發展跨域整合 TWIST 領域 - TWIST 為比利時特有的產業聚落 (電影、電視、動畫、網路、行動、擴增實境、跨媒體、多螢幕等)：包括 105 個會員 (服務提供商、創新技術的開發者) - 比利時 Dirty Monitor 公司創造一個全新的體驗，其解決方案結合內容概念、影像演算繪製 (Video Mapping) 和音效製作，成為全世界此領域的領先者	- teamLab 未來遊樂園」是基於「共同創造：共創」概念下所規劃出的項目，作品更被全球千萬人次打卡 - 從日本紅到海外：日本對數位接受度高、文化 IP 國內/海外喜歡 - 結合周邊產品：彩繪動物繪製的圖片可以變成紙模。用蠟筆畫在紙上的動物可以變成立體紙模型，依照組裝計畫書，在造紙世界中創建自己的 3D 立體動物	- 法國最大的私人藝術機構 Culturespaces：以科技投影結合藝術創作 - 數位內容 (梵谷畫作) 在場域 (光之博物館) 的展演，提供觀眾一套全新的體驗感受，用壁面、天花板、地面作為展示資訊呈現面板 (實體/虛擬)，讓投影與多媒體技術與展示實體物件可以在同一個空間中 - 海外擴張：2018 年設立巴黎「光之博物館」、2019 年打造韓國濟州島「光之地堡」、2020 年在法國波爾多打造全球最大的數位藝術中心「光之湖畔」(Les Bassins des Lumières)、2020/1/15~2020/7/12 接連於臺北、高雄展出「再見梵谷—光影體驗展」(Van Gogh Alive) 等
科技應用	Video Mapping — 影像投影在建築物表面 (可做到 360 度)，並具備說故事 (編劇導演) 的 Know-How、音效製作等能力的創意工	teamLab 捕捉靜物瞬間的自然，經過電腦運算的處理，透過「光雕投影」(projection mapping) 重現在觀眾面前，同時以感應	沉浸式藝術的先驅，在 2010 年開發了數位展覽的概念：AMIEX® (沉浸式藝術影音體驗)

	比利時光雕新體驗 (地方政府驅動)	日本 teamLab (業者主導走向國際)	法國巴黎光之博物館 Atelier des Lumières (業者主導走向國際)
	作室	器和攝影機，讓觀眾成為藝術品的一部分，讓藝術不再只是單方面溝通	
關鍵 利害 關係人	場域、設備、音效、投影與導演、當地合作廠商(視情況)	團隊成員領域多元(藝術家、程式設計師、工程師、動畫師、數學家、建築師)、場域、電腦/投影設備、周邊商品業者	專業展覽公司 Culturespaces、場域擁有者、專屬技術 AMIEX、設備夥伴 Barco、Bridgeman images 數位圖像授權公司、視覺特效團隊 Danny Rose Studio 和創作團隊

資料來源：本研究整理。

第四章 臺南市推動新興數位科技 驗證的現況分析

行政院通過「臺灣5G 行動計畫」後，中央及地方政府投入發展5G 應用測試與服務，以達成「以5G 領頭，觸發跨界融合」及「以虛實並進，塑造產業新貌」兩大願景。臺南市政府於2020年7月，與5G 設備、技術、終端應用業者及網路骨幹布建等業者與專業機構合作，宣布成立「5G 臺南隊」進行垂直場域應用技術測試。

本章首先擬以「5G 臺南隊」為範圍，盤點臺南市政府推動新興數位科技驗證場域的措施與利益相關者；其次，將前述章節臺灣其於五都、國外從事新興數位科技驗證場域推動的標竿案例與「5G 臺南隊」進行對比分析，以從中探尋可供臺南市後續延伸、推廣應用的政策建議。

第一節 臺南市推動新興數位科技驗證場 域的措施盤點

根據全球行動通訊系統協會（GSMA）在最新的市場報告（Mobile Economy Report 2020）中指出，5G 是在行動通訊歷史上一個嶄新的世代，因為5G 對企業的影響會超過對消費者的影響。儘管當前臺灣離5G 真正落地應用尚有一段距離，然而5G 會促進企業專網的普及，企業專網將是驅動企業數位轉型的催化劑。5G 通訊技術對於服務效能提升、製造、交通、藝文產業的資源善用優化、轉型發展有其正向影響。

臺南市經發局為掌握5G 網通設備發展契機及產業能量，以「團隊合作」方式組成「5G 臺南隊」，從產業升級發展為出發點，希望跨域整合，推出更多5G 的高附加價值運用。特別是從5G n79獨立組網電信技術，透過設立驗證場域，納入具備技術提供、應用設備、服務能力等業者從事新興

數位技術驗證，以促進5G 在製造、交通、文化展演場域中的服務開發、導入與擴散，希望透過5G 技術帶動傳產升級的需求。

「5G 臺南隊」(見表4-1-1)包括設備提供業者(如：雲達)、技術提供業者(如：思銳科技、亞旭科技、巨曜、安勤科技)、終端應用業者(如：龍鋒企業、亞弘電、航見科技)，並也強化運用國際技術能量協助本地創新，例如納入日本5G 技術提供業者 NTT、SOCIONEXT，及協助場域光纖網路串聯的國家實驗研究院轄下的國家高速網路與計算中心，提供服務端到應用端全方位的服務，從通訊、晶片、硬體到應用情境，並分別於臺南市的兩大產業重鎮：沙崙智慧綠能科學城及南科園區，從事基礎網路布建，及各項相關建設。

在規畫與推動上，臺南市政府主要以機場、車站、工廠、遊客中心等公私立場域，設置兼具應用設備與服務能力之5G 實證場域，另也搭配5G 展示基地，藉此吸引國內外相關業者前來觀摩與洽商。而在基礎建設方面，則持續與科技部國家實驗研究院轄下的國家高速網路與計算中心合作，透過高速網路，提供服務端到應用端全方位的服務，包括在南科建置5G 聯網中心及機房設備、從事海底光纖纜線上岸後的路上纜線布建、以高速網路串聯臺南各5G 垂直應用示範場域等事宜。目前可觀察到的實際落實部分則涵蓋：

- 1.智慧製造：以汽車零組件製造商龍鋒企業為示範場域，搭配其他技術團隊，提供建置5G 企業專網、智慧倉儲的製造業垂直示範場域；

- 2.自駕車：與科技部於「沙崙智慧綠能科學城」建置的「臺灣智駕實驗室」合作，透過其自駕車獨立驗證與認證基地的功能，作為國內外自駕車行駛於臺灣道路前，進行可靠度驗證，在臺南市布建、著手從事自駕車示範路線，藉自駕車科技帶動產業發展；

表4-1-1 「5G 臺南隊」主要參與廠商

發展項目	公司名稱	公司地點	於 5G 臺南隊之角色、功能
智慧製造	龍鋒企業	臺南市永康區	5G 智慧製造實證場域
	安勤科技	新北市	結合 5G 高速傳輸特性，協助工廠進出料件、模具定位及數據管理
	佐臻	新北市	智慧眼鏡顯示混合實境
	巨曜自動化	臺南市仁德區	協助工廠導入智慧自動化系統整合，透過生產數據收集，放到雲端共享
展演	臺灣恩悌悌	臺北市	異地共演技術
交通	索思未來	臺北市	車用電子與工業電子技術
	亞旭科技	新北市	智慧公車與智慧站牌的交通場域應用
5G 獨立組網	雲達科技	桃園市	發表臺灣第一部垂直場域專用的 5G N79 獨立組網原型機，導入機場、車站、工廠、遊客中心等場域，建置服務應用設備
5G 新創	航見科技	桃園市	提供無人機整合性技術（農業、教育、醫療救援、檢測探勘）
	思銳科技	臺南市歸仁區	提供智慧養殖整合資訊與通訊監控
實驗場域寬頻骨幹網路	國家高速網路與計算中心	新竹市	協助場域光纖網路串聯

資料來源：本研究整理

3.文化展演：於溪南地區到溪北地區間的11公里區間，利用三冠王有線電視公司的高速光纖網路，配合不同團隊規劃影像測試場景，支援100M或1G 不同的網路傳輸速度，以進行5G 影像傳送。

5G 是全球共同遵守的通訊技術標準，可以用在政府開放給民間電信業者競標取得的頻率使用（如 n78頻率），也可以讓業者僅在自己的土地上用政府另外指定的頻率（如 n79頻率）做為「私有網路」使用，進而能在降低資訊安全風險的情況下，充分運用5G 的三大特性：更大頻寬、更低延遲、更高速率，根據應用場域的不同，衍生不同的發展重點。

「5G 臺南隊」驗證場域的規畫，希望可協助在地龍頭企業進行示範，尋求與延伸5G 專網的需求，進而加速5G 與相關的新興數位科技帶動產業升級轉型，加速臺南市成為智慧城市、科技首府。

「5G 臺南隊」在正式推動前，必須引入5G 網路技術（例如，企業專網，以盡量避免在技術實證階段即遭受資訊安全等威脅干擾）。臺南市政府尋求廣達電腦旗下的資料中心解決方案供應商—雲達科技公司協助，透過其既有的雲端技術延伸到5G 及邊緣運算，透過5G 專網及優化平臺，並結合開放的產業體系，協助企業加速進行數位轉型落地實踐。

雲達科技公司成立於2012年，為廣達集團全資子公司與國內外重要之5G 設備供應商，並曾經參與日本樂天電信5G 網路建置。雲達科技公司近年因應5G 趨勢，致力於延伸超大規模雲端資料中心的設計，以協助客戶解決下一代資料中心在設計及營運上的挑戰。此外，也透過自家先進平臺以及合作夥伴，打造5G 端到端硬體產品與解決方案，涵蓋本地通用客戶端設備（on-premise uCPE）、邊緣運算（edge computing）、5G 新無線電（5G NR）、5G 核心網路（5G Core）、5G n79（頻率）獨立組網電信設備等。

雲達科技公司在「5G 臺南隊」中除擔任硬體供應商外，也提供產業數位轉型中最重要的資訊儲存與運算解決方案，試圖打造完整5G 企業專網的解決方案，搭配傳產不同的應用需求，期許為臺南企業提供如同藥局般多種不同的組合處方箋，透過5G n79(頻率)獨立組網電信技術及設備，快速布建基礎架構，兼顧彈性、擴充及簡化管理，因應更多人工智慧、5G 實際應用情境，取得概念性驗證的機會。

壹、智慧製造

一、5G 智慧製造示範工廠

臺南市政府參考世界經濟論壇推動全球工業4.0的標竿企業為「燈塔工廠」的模式，推出「小葡萄計畫」鼓勵轄區內製造業邁向數位轉型，並提供其他製造業者參考學習與觀摩的機會。在智慧製造領域，臺南市政府選擇創立於1978年的車燈製造業者—龍鋒企業作為5G 智慧製造的實證場域，搭配日本松下公司、臺灣雲達公司、佐臻公司，共創完成5G 製造場域的AR眼鏡及MR技術，完成AI生產輔助技術展示。

龍鋒企業是臺南市車燈製造商代表企業之一，近期也透過產官學研合作，佈局5G 智慧製造。臺南市政府邀請龍鋒企業擔任製造場域的需求驗證角色，龍鋒企業加入「5G 臺南隊」作為智慧製造實證場域之外，同時也能在某種程度上滿足企業轉型所需的解決方案。

日本松下公司則著眼臺灣製造業面對勞動力不足、少量多樣生產帶來的挑戰，在經濟部工業局的協助下，與雲達科技（5G 專網設備商）、佐臻（智慧眼鏡）等地業者結盟，並搭配運用資策會經濟部技術處支持的科專成果，共同整合開發出整合5G 專網、MR 混合實境遠端指導技術以及人工智慧技術的智慧製造輔助系統。

2021年2月，松下公司於龍鋒企業工廠設置此套智慧製造輔助系統實證示範場域。此套智慧製造輔助系統由作業者配戴智慧眼鏡，將眼鏡內建攝影機攝得的第一視角畫面透過5G 專網傳送至後端伺服器，利用人工智慧判斷作業者的工作進度以及作業正確性，並依進度指示眼鏡將預先製作的圖文內容利用混合實境技術適時投射於眼鏡顯示幕進行虛實疊合，作業者可直接在工件實物上看到如：加工位置及方法、使用零件等指引，以及加工正確與否等回饋訊息。其特點為：

第一，過程中主要大量依靠5G 專網高速傳輸高解像度影像，並以極低延遲回傳影像的虛實疊合與人工智慧辨識結果，再透過智慧眼鏡回饋給製造現場作業者，協助其掌握加工要點，迅速、正確地完成工作。5G 專網的大頻寬、低延遲特性，讓影像傳輸、人工智慧運算以及指令回傳等得以高速運作，使系統追隨人員的作業速度，亦步亦趨地提供輔助。

第二，為降低使用人工智慧以及混合實境的技術門檻，智慧製造輔助系統提供的支援軟體具有簡單與直覺式的操作介面，只要具有影片及照片編輯經驗，即可讓使用者可自行運用作業者視角影片進行人工智慧辨識的深度學習，以及用作業工件照片實施3D 建模、綁定混合實境的指示圖文，輕鬆操作。

第三，目前仍是試驗型場域，無法複製至生產線擴充全廠，僅能先從工作站開始，在工作站應用後可完整記錄到每一個工序；此外，也可結合教育訓練，讓操作人員更快上手，以優化生產效能³⁰。

透過以上的創新功能，賦予人工智慧與混合實境技術親和力並將之帶到現場人員身邊。以混合實境技術輔助生產部門有效率地實施新進人員作業訓練，更快地提高生產力。並以人工智慧自動檢查作業狀況，輔助管理部門提高生產品質。期望以雙指標提升，協助產業在多變的環境中提高收益性，強化經營體質。

此外，龍鋒企業也與位於臺南市仁德區的巨曜自動化公司合作，由其提供具備資料可視化、生產履歷、預知保養等功能，借助大數據分析的智慧工廠系統。此智慧工廠系統能協助龍鋒企業透過手機的可視化功能，掌握機臺狀況及產能、稼動率。若發現機臺有異常或停機、產能不足則可進一步從大數據、雲端資料撈到想要的訊息，掌控產能多或少的原因為何。另一方面，透過生產履歷系統，能做到讓每一臺機臺從用電量、溫度都能在數據中被看見，產品也能追蹤品質。

³⁰ 資料來源：附件 5 訪談記錄 2

由上可知，龍鋒企業的智慧製造輔助系統與智慧工廠系統，主要是展示製程的可視化與生產履歷，讓一部分的機臺或產線能透過5G、雲端、人工智慧，進行製程、生產資訊的可視化、履歷化。

最後在巨曜自動化公司本身的發展方面，因應工業4.0時代來臨，其專注於發展智慧雲端智慧企業整合架構，透過鏈結雲端進行資料分析應用，協助客戶進行數據採集、無線整合，完成智慧自動化系統整合、圖控系統專案規畫，希望協助傳統產業如汽車、螺絲、塑膠等臺南在地產業的工廠端完成智慧自動化系統整合。巨曜自動化公司持續在智慧機械、物聯網及人工智慧所衍生的工業應用深耕。該公司也持續與永宏、研華、三泰、谷林和矽創結合導入智慧雲端，形成智慧企業整合架構，以鏈結雲端進行資料分析應用，協助客戶進行數據採集、無線整合，完成智慧自動化系統整合。

二、臺南市於智慧製造領域的人才培育概況

臺南市在智慧製造的布局除臺南市政府的「5G 臺南隊」之外，部分大專院校也有相應的人才培育計畫。例如成功大學設立「智慧製造研究中心」以及南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」，以下擬分述之：

（一）成功大學「智慧製造研究中心」

成功大學在培育智慧製造人才的專門課程方面，主要是推出「智慧製造國際碩士學位學程」教導學生瞭解各種智慧製造之知識、技能及相關管理，進而實踐培育智慧製造人才。學程整合工學院機械學群、電機資訊學院、管理學院等相關院系之學術平臺，由參與學程之系所共同規劃智慧製造相關學術資源之利用與發展。

1.成立宗旨與研究特色

除前述的智慧製造專門課程，成功大學也成立與智慧製造相關的研究中心，例如由鄭芳田教授所主導的「智慧製造研究中心」，特色是研發與推廣「工業4.1」。具體而言，目前的工業4.0技術訴求提升生產率，卻缺少有關如何提高良率的論述；導致僅能將產品的「接近零缺陷」(Zero Defects)作為願景，關鍵痛點是無法取得經濟實惠的線上即時全檢技術，導致無法做到接近零缺陷之境界。

成功大學「智慧製造研究中心」計畫總主持人鄭芳田教授早期即是由面板、半導體產業的自動光學檢測開始研發。面板廠為檢測玻璃基板的瑕疵，領先其他產業導入自動光學檢測系統，以便符合面板廠產線所具備的速度快、產量大、瑕疵細微等特色需求。事實上，半導體、面板顯示器產業也是臺南市重要的產業，其特性為投資規模龐大，且產能規模越大，就越具生產效益。在高昂投資成本下，加工生產的良率低代表產能的損失與資本的浪費，因此如何應用自動全檢讓生產設備保持每天24小時不間斷地正常運轉且維持高良率十分重要。

鄭芳田教授所創之「全自動虛擬量測」(AVM)技術，透過線上、即時提供所有產品全檢之資訊，有助於：(1)在發現任一產品有缺陷時，即將其剔除；(2)針對被剔除的瑕疵品，則應用「關鍵參數搜尋演算法」(KSA)找出產生缺陷的主要原因，進而持續改善、根本解決，使所有生產產品達成接近零缺陷的願景。換言之，綜合運用物聯網、虛實整合系統(CPS)、巨量資料分析、雲端運算等技術所發展的工業4.0，再加上「全自動虛擬量測」與「關鍵參數搜尋演算法」，達成產品接近零缺陷之境界，成為鄭芳田教授所稱之「工業4.1」。

近年，鄭芳田教授則在以往協助改善面板、半導體廠的良率的基礎上，進一步將「虛擬量測」技術導入傳統產業³¹。例如，汽機車零組件之鋁輪圈製造商，亦將高良率視為生產的最高原則。若要提升良率與安全性，傳

³¹ 資料來源：附件5 訪談記錄8

統上必須對所有的成品進行全檢。然而，以購買大量機臺對半成品與成品進行全檢，會耗費大量生產時間、人力與企業資源。為節省成本，目前業界普遍採用「抽檢」進行品質監測，卻無法達到全方位品管。導入「虛擬量測」技術即可經濟實惠地進行「全檢」。因此，提高產品生產良率，實為現今產業界獲利的關鍵因素。

2.發展規畫

成功大學「智慧製造研究中心」規劃5年全程技術路程建構智慧製造雲端服務系統，協助製造業達成所有生產產品接近零缺陷之「工業4.1」願景。該中心預期推動策略將分為2大階段，前3年為「系統開發」階段、後2年則為「應用推廣」階段。由成功大學「智慧製造研究中心」的發展規畫觀察，其也依循單機、整線、整廠智慧化、雲端服務化的推動階段，第4年則協同產業夥伴建置「試煉場域」，由企業提供實際廠內之生產環境與生產資料從事「智慧製造系統」之實際上線測試與試煉；第5年，則將綜合運用以往4年累積的研發能量與經驗，配合產業進行業界整廠整線輸出，達成產品接近零缺陷、「工業4.1」之願景，並衍生成立研究服務公司(RSC)永續經營。

表4-1-2 成功大學「智慧製造研究中心」的發展目標

「系統開發」階段			「應用推廣」階段	
第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
• 協同四個子計畫 (E 化中心、RO 中心、AM 中心與 IBDI 中心) 共同實現「智慧製造系統之單機智慧」功能	• 建構先進製造物聯雲平臺 (AMCoT) • 串聯產線機臺設備，監控生產過程，了解產品品質與機臺狀態 • 完成智慧製造系統「整線智慧」功能	• 雲端服務化前期研究成果，便利企業透過網路訂閱雲端平臺上的智慧製造服務 • 「智慧製造系統」整廠智慧功能，即時掌控生產資訊	• 企業提供實際廠內之生產環境與生產資料建置「試煉場域」，進行「智慧製造系統」實際上線測試與試煉	• 業界整廠整線輸出 • 建置智慧製造生態系，達成產品接近零缺陷即工業 4.1 願景 • 成立研究服務公司 (RSC) 永續經營

資料來源：成功大學「智慧製造研究中心」官方網站，本研究整理

3. 「虛擬量測」技術於智慧製造的應用

成功大學「智慧製造研究中心」所擅長的「虛擬量測」技術可在產品尚未或無法進行實際量測之情況下，利用生產機臺參數與感測特徵，推估其所生產之產品品質，以便達到全檢之標的；換言之，虛擬量測可將離線且具延遲特性之品質抽檢改成線上且即時之品質全檢。其運作步驟為：(1) 收集因，透過裝設的感測器線上即時地收集會影響品管項目之品質的所有重要因素；(2) 收集果，具備（建構或更新虛擬量測模型所須之）實際量測儀器，且抽測完後能將實際量測值以電子傳遞（如網路等）之方式，自動送到虛擬量測系統；(3) 運用物料追蹤機制，建立上述兩項資訊的因果關係。

由上步驟可知「虛擬量測」需要在機臺上安裝各種感應器收集各種製程資料並送至伺服器；然後，經過資料處理，並做「資料品質評估」，再經過「預測演算核心」與「信心指標」等模組，進行虛擬量測。以半導體設備機臺為例，大多設置參數檢驗系統，可偵測機臺本身的健康狀況，但無法偵測出產品的品質狀況；當導入虛擬量測後，除了上述可運用產品的虛擬量測結果維持產品品質之外，當機臺有異常狀況時，亦能一併偵測出此異常、即時發出警示。

「虛擬量測」相較於典型加工精度量測（離機量測與機上量測），可提供線上且即時之加工精度預測，能較離機量測更具效率，亦較機上量測更具有成本上的優勢。其效益為：(1) 100%全檢；(2) 降低實際抽測率，進而減少購置實際量測機臺與執行檢測人力；(3) 近乎零等待。

成功大學「智慧製造研究中心」即由「虛擬量測」技術為起點，進一步延伸運用至：

第一，智慧型預測保養。智慧型預測保養系統架構由（1）建模伺服器、（2）管理伺服器與（3）多個智慧型預測保養伺服器構成。其中，智

慧型預測保養伺服器內含多個旗艦型智慧機上盒並可嵌入預測保養模組。智慧型預測保養系統可針對全廠多個欲監控之標的設備進行健康狀態監控。

例如，工廠內的單一生產機臺，其內具有多個標的設備，可委由一個智慧型預測保養伺服器內的多個旗艦型智慧機上盒擷取標的設備之感測器資料與監控該多個標的設備；然後，再應用各個旗艦型智慧機上盒內之預測保養模組進行健康狀況的監控與剩餘壽命預測。最後，系統亦可分別提供全廠階層式的管理與設備介面，讓使用者觀看所監控之機臺健康狀態與其剩餘壽命。

第二，智慧工廠自動化。整合性的「智慧工廠自動化」(iFA)系統平臺，則融合基於物聯網技術之旗艦型智慧機上盒、先進製造物聯雲架構、製造服務自動建置機制等，在雲端部署多種智慧製造服務，例如全自動虛擬量測 (AVM)、智慧型預測保養、智慧型良率管理 (IYM) 等，以便達成超越工業4.0的所有產品接近零缺陷之「工業4.1」。

表4-1-3 「智慧工廠自動化」系統平臺具備之智慧製造服務

全自動虛擬量測	可線上即時全檢致能確保產品接近零缺陷之關鍵技術
智慧型預測保養	採用可提升加工機臺可用性和降低維修成本之技術產品
智慧型良率管理	快速找到影響良率根本原因之技術
刀具磨耗壽命管理	即時監控刀具狀態、提供妥適更換刀具時間點之技術
機臺管理系統	機臺管理系統與能掌握工廠稼動率、並監控設備總體效率 (OEE)

資料來源：成功大學「智慧製造研究中心」官方網站，本研究整理

4.成功大學「智慧製造研究中心」推廣智慧製造的方式

在特別考量中小企業的資源限制下，智慧工廠自動化系統提供兩種方案「隨機買斷版」、「雲端服務訂閱版」選擇，可針對不同客戶之需求，提供不同版本知內容。資本較為雄厚的企業或對雲端需求不高的企業，可使用「隨機買斷版」系統；中小型、較缺乏資本的企業則可採用「隨需服務訂閱」(on demand service subscription) 的「智慧工廠自動化」系統平臺的

解決方案³²。

中小型企業僅須自行建置網路環境，即可省去自行建置雲端機房所需的成本，透過付出相對低廉的月租費，租用中華電信雲端資料中心所建立的各式智慧製造服務，並隨需使用最新且符合自身需求的智慧製造服務與功能。但因客戶製程性質與設備各行業要求條件不一，感測器硬體數量、設備改造規模仍須現場評估，並由客戶自行購買，不包含在月租費中。

表4-1-4 「智慧工廠自動化」系統平臺版本

版本	隨機買斷版	雲端服務訂閱版
架構	1.機臺側以物聯網技術發展虛實整合代理人(Cyber-Physical Agent, CPA)之旗艦型智慧機上盒軟體框架 2.佈署於邊緣運算(Edge Computing)硬體中，成為可線上且即時收集資料之智慧型物聯網裝置，可連結、感知、與即時監控周遭實體世界的狀態 3.透過可抽換應用程式模組(Pluggable Application Module, PAM)，讓使用者隨需安裝所需之智慧應用	1.機臺側以物聯網技術發展虛實整合代理人(Cyber-Physical Agent, CPA)之旗艦型智慧機上盒軟體框架 2.以中華電信的FTTx, 3G, 4G, 5G, hilink和雲端hicloud資料中心，建置先進製造物聯雲(Advanced Manufacturing Cloud of Things, AMCoT)服務平臺 3.以中華電信提供的資安艦隊安全防護與資安防護管理服務防火牆等功能，偵測異常活動並防範外部駭客攻擊，確保並防護整個系統安全性 4.透過可抽換應用程式模組(Pluggable Application Module, PAM)，讓使用者隨需安裝所需之智慧應用

資料來源：成功大學「智慧製造研究中心」官方網站，本研究整理

成功大學「智慧製造研究中心」優勢展現在數據資料取得、系統整合能力與場域應用經驗³³：

第一，在數據資料方面，成功大學「智慧製造研究中心」早期即以資料擷取技術起家，在此一領域擁有超過20年技術基礎，而數據取得是人工智慧系統運作的第一步；

³² 資料來源：附件5 訪談記錄8

³³ 資料來源：附件5 訪談記錄8

第二，數據取得後應用，特別是不同場域對數據的運算、應用方式差異較大，成功大學「智慧製造研究中心」由自身最熟悉的半導體、面板等高科技廠商，逐漸向輪胎鋼圈、吹瓶製造等傳統產業合作，擴增特定產業的專業知識，與不同學校的研究團隊打造出符合客戶需求的系統；

第三，由於系統必須在實際場域建置並調整才能落地使用。成功大學「智慧製造研究中心」透過長期與業者的合作，使其釋出部分長時間運作的產線進行系統的調整驗證試用，藉此累積實際建置經驗。一方面校準製造現場的需求，另一方面可縮短建置時間讓效益如期浮現。

5.協助廠商導入與產學合作初步成果

成功大學智慧製造研究中心與多家半導體（台積電、聯電、日月光、臺勝科）、面板廠（奇美、友達、華映）、太陽能廠（茂迪）、3D 列印機械（東臺）、航太（漢翔）、工具機（遠東機械、友嘉）、吹瓶機（銓寶）、碳纖（臺塑臺麗朗）等相關之高科技與傳統產業廠商進行與智慧製造之產學合作；在人才培訓方面，則與南科產學協會合作開辦「智慧製造系統研發製造人員培訓專班」。

表4-1-5 成功大學「智慧製造研究中心」產學合作與人才培育概況

產學合作	人才培育	產品教育訓練服務
• 日月光（高雄市）：半導體 Bumping 製程 • 漢翔航空工業（臺中市）：發動機機匣製程 • 發得科技（嘉義縣）：汽車鋁輪圈加工自動化製程 • 銓寶工業（臺中市）：PET 吹瓶機製程 • 東臺精機（高雄市）：金屬積層製造 • 臺塑臺麗朗（高雄市）：碳纖製造	• 南科產學協會合作開辦承辦經濟部工業局「因應嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）受影響產業升級轉型人才培訓補助計畫」，協助開設「智慧製造系統研發製造人員培訓專班」	• 利用雲端伺服器建立虛擬機，教導工程師使用全自動虛擬量測系統和刀具磨耗估測系統，包括如何自動建模、應用系統等、導入 AI 簡化建模步驟，自動挑選合適的參數和演算法

資料來源：成功大學「智慧製造研究中心」官方網站，本研究整理

成功大學「智慧製造研究中心」也將「智慧工廠自動化」系統平臺技術商業化，並轉移給中華電信、臺南市的先知科技公司和嘉義市的智能生產方案服務公司，並共同組成智慧製造方案戰略聯盟，由3家業者行銷、導入和維運。其中，中華電信提供雲端資安技術和資料中心、先知科技則負責半導體產業導入、智能生產方案服務公司負責機械產業。

表4-1-6 先知科技公司產業應用案例

半導體			
客戶	產業	廠別	導入方案
聯華電子	IC	南科	全自動虛擬量測系統
台積電	IC	南科	產學合作：全自動虛擬量測系統
日月光	Bumping	高雄	產學合作：全自動虛擬量測系統
精材科技	Packaging	桃園	機臺自動化方案：Log 擷取系統
穩懋半導體	半導體	桃園	失效偵測與分類系統
光電產業			
客戶	產業	廠別	導入方案
群創光電	面板	苗栗、臺南	全自動虛擬量測系統 (AVM)、失效偵測與分類系統 (FDC)
聯亞光電	光通訊	南科	失效偵測與分類系統 (FDC)、工程資料分析系統 (EDA)、MES 系統
光鉍科技	LED	南科	失效偵測與分類系統+ eRunCard
茂迪股份有限公司	太陽能光電	南科	全自動虛擬量測系統
台積電	太陽光電	中科	重要參數分析
索爾思光電	光通訊	新竹	失效偵測與分類系統、機臺自動化
中華映管股份有限公司	面板	桃園	全自動虛擬量測系統、失效偵測與分類系統
其他產業			
客戶	產業	廠別	導入方案
遠東機械	工具機	嘉義	全自動虛擬量測系統
仁寶電腦	電子	中國昆山	失效偵測與分類系統
漢翔航空	航太	高雄	產學合作：全自動虛擬量測系統
工研院	太陽光電	新竹	全自動虛擬量測系統

資料來源：先知科技網站，網址：<http://www.fs-technology.com/Machine.html>

6.未來發展走向

未來，成功大學「智慧製造研究中心」也規劃將智慧工廠自動化平臺將再進化為「智慧製造數位孿生系統」(digital twins for intelligent manufacturing)，成為實際產品、機臺、與製程的虛擬分身。透過物聯網技術，蒐集與產品整個生命週期（包括研發期、成長期、和量產期）相關的所有大數據，再將大數據送至如機械雲之智慧製造平臺內的數位孿生模組進行具零缺陷製造能力之雲端運算。訴求透過實體與虛擬結合，產生數位虛擬化的加工產線，藉以實現不生產不良品與產品零缺陷之品質確保、機臺健康狀態監控、與及時最適化派工等目標。如此即可協助業者縮短產品製造生命週期，快速地把優質產品推上市，達到低成本、高品質的競爭優勢。

（二）南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」

1.成立宗旨與研究特色

南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」成立於2017年7月，異業整合 IC 設計、半導體、硬體製造、工業電腦、系統整合、軟體解決、人臉/語音/圖像辨識等產業，透過產學合作、技術轉移等方式，運用學校人力與設備資源，推動 AIoT 技術研發與產業應用場域案例、提升業界 AIoT 領域應用的整備度與競爭力。

在核心知識方面，基礎科學聚焦於異質性網路通訊協定、物聯網天線設計、感測元件等聯網網路研究；技術發展則著重於人工智慧技術、智慧聯網裝置、與智慧應用平臺等 AIoT 智慧聯網應用技術三位一體之架構，搭配成立「智慧聯網應用技術研發聯盟」，鏈結相關產業業者，為學術研發成果與產業化接軌之推廣平臺。



資料來源：南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」官方網站

圖4-1-1 南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」技術應用三位一體架構

此外，南臺科技大學電子系於2018年提出「智慧聯網技術開發與應用人才培育計畫」獲得教育部優化技職校院實作環境計畫4年補助2,000萬元，再於2020年獲得教育部此一計畫擴充加碼補助1,000萬元，南臺科技大學於是針對製造業物件瑕疵視檢高漏檢率之問題，建置以人工智慧為基礎的「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」。

2. 「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」於智慧製造的應用

「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」的特色之一為下設「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」，主要聚焦視覺檢測進行研發與作為產學合作的實作場域。特別聚焦視覺檢測技術的發展主因是不分產業皆可導入，凡是工廠裡需要人工檢測的項目、可能漏檢、需耗費較多人力檢查等場合，均可嘗試在以往自動光學檢測（AOI）的基礎上，搭配人工智慧進一步提高檢測效果，例如印刷電路板焊點、扣件、螺絲、金屬加工、玻璃產業等，在使用人工智慧輔助光學檢測後，除可解決人力檢測常見的問題之外，亦可有效提高正確率。

「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」透過產學合作促進技術

落地，營造成為產學共同研發 AIoT 技術的「共研基地」，透過設置儀器設備、人工智慧伺服器、智慧眼鏡等，將傳統自動光學檢測技術升級為人工智慧檢測，有助於更順暢地進行待檢測物件的標記圖像取樣、人工智慧模型訓練與調教學習等；實作工廠作為實體空間可讓合作廠商使用工廠的設備或測試環境、研發成果也可共享；高階設備共享方面，實作工廠添購佐臻公司的智慧眼鏡 SDK 套件開發相關應用，例如工廠巡檢、遠距維修等，可讓廠商在自家工廠做巡檢與維修時，藉由佐臻的智慧眼鏡協助提升巡檢與維修的效率。另一方面，佐臻公司目前也聚焦發展智慧製造、智慧醫療兩大應用領域，相關智慧眼鏡商品推出後仍需有後續的軟體與服務導入，南臺科大的教師與學生也協助其測試與開發不同的應用。

最後，在培養智慧製造、人工智慧領域人才方面，中小企業較難招募相關專業人才，產學合作則可協助人才培育，讓學生畢業後可直接進入產學合作的企業就業並承接在學校研發與所學的技術。

3.推動產學合作之方式

在南臺科大透過跨領域之教師帶領技優生於共研基地進行產學專題實作，藉由課程搭配計畫擴充加碼補助與企業捐贈之設備，精進學生之實作能力，並進一步培養學生接軌企業實際工程問題之解決能力。此外，企業可透過產學合作與南臺科技大學結盟成為「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」合作夥伴，透過南臺科大研發能量與高階設備，以企業命題之方式，由參與教師帶領學生以畢業專題實作的方式，實際面對並透過工程方法解決企業所提出之問題，共同培訓製造業所需之人工智慧視覺檢測人才。

目前，南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」希望透過成立「智慧聯網應用技術研發聯盟」以聯盟網路，將輔導對象鎖定在 AIoT 智慧聯網應用技術產業相關廠商，以有別於「個別廠商輔導」的方式，以產業聯盟作為平臺，提供 AIoT 智慧聯網應用技術的整合性輔導，涵蓋廠

商互助合作、共同學習、資源分享、協同研究開發 AIoT 智慧聯網應用相關產品，最終達成「群體小企業發揮大戰力」之計畫目標。

4.協助廠商導入智慧製造與產學合作初步成果

目前，「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」因應生產線上須檢測多樣性之物件瑕疵（如：PCBA 不良銲點檢測）共建構3種不同型態之 AI 視覺檢測系統，包含 AI 封閉式視覺檢測系統、AI 開放式視覺檢測系統與智慧眼鏡視覺檢測系統，以滿足不同製造業視覺檢測需求。透過「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」產學共研基地之產學共研成果，作為技職院校產學合作之示範模式。

南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」協助廠商導入智慧製造的過程，希望可以盡量經由多年期的產學合作計畫，與受輔導廠商建立長期、穩定與信任的關係，讓業者與師生有深度交流與討論的機會。近年產學合作的亮點之一即是臺南市在地與自駕車產業鏈相關的經昌汽車電子公司。

表4-1-7 經昌汽車電子公司與南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」產學合作計畫

年度	產學合作計畫名稱
2018	應用人工智慧於居家物聯網系統之研究計畫
	居家與車用物聯網系統之顧問諮詢與研究計畫
2019	應用人工智慧於工廠產線聯網系統之人才培育計畫
2020	人工智慧工廠產線聯網系統之研發與檢測計畫
2021	人工智慧不良銲點辨識技術委託服務計畫
	AI 機器視覺技術於 DIP 封裝零件之 PCBA 產線系統規劃與開發計畫

資料來源：南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」，網址：http://aiot.eecs.stust.edu.tw/index.php?modify=research&submenu=110%E5%B9%B4%E5%BA%A6#page_title，本研究整理

經昌汽車電子公司本身是電子廠，但產品專注於車用電子跟家庭自動化，產品製造過程涉及手動或自動焊接，容易產生不良焊點。以往運用人工檢

視卻導致其漏檢率居高不下。經昌汽車電子公司經由長期與南臺科大的產學合作、與教師的深度交流與討論，認為若能導入人工智慧自動光學檢測應可大幅提升良率、解決生產痛點。

(1) 發展歷程與產品布局

經昌汽車電子公司於1984年在臺南成立，目前資本額2.65億元、2019年營收為8億元³⁴。原本專精於汽車電子產品的設計、研發與製造，並具有RF 天線、軟硬體、機構設計、系統整合、產品測試與認證以及製造等完整的技術支援。也是臺南市除奇美車電公司之外，少有的生產主動式行車安全系統的企業，也是臺南市躋身自駕車產業鏈的少數公司之一。近年，經昌汽車電子公司則積極擴增產品範圍至物聯網開發，涵蓋智慧家庭應用。

表4-1-8 經昌汽車電子公司產品線

種類	車用安全及防盜系統	智慧家庭防護及自動化
個別產品	主動式行車安全系統	空氣品質監測
	偏移車道警示	門/窗感應器
	前方追撞警示	環境感應器
	盲點偵測警示	多功能感應器
	胎壓偵測器	漏水偵測器
	胎壓偵測中繼器	偵煙器/一氧化碳感測器
	停車輔助系統	智慧電量偵測
	倒車雷達	智慧型電子鎖
	停車輔助系統	電源開關
	停車前後影像切換器	隱藏式開關
	車用防盜系統	窗簾控制模組
	頭燈自動點亮及遠近燈自動切換器	警報器
	自動點亮車燈	遙控器
		Z Wave USB 收發器

資料來源：經昌汽車電子公司官方網站，網址：

<http://www.visionsecurity.com.tw/index.php?option=product&lang=cht&task=showlist&id=84&index=1>，本研究整理

³⁴ 資料來源：經濟日報，經昌車電應用大進化，感測系統前進智慧城，網址：<https://vision.udn.com/vision/story/122062/5332146>，2021/3/21

汽車電子產品線客戶群包括品牌商、全球或區域型的 OEM/ODM 客戶，例如：Mitsubishi、Toyota、Mazda、Ford、Suzuki、Nissan、Daihatsu、Honda、Hyundai、KIA 和 Proton；智慧居家產品的客戶則有諸如 Honeywell、TYCO、DSC、Bentel、HAI、Vivint 等。

由產品線可知，經昌汽車電子公司一開始以駕駛者方便使用為原則，以往鎖定汽車中央控制鎖作為主攻產品，而隨後裝市場車用電子裝置普及，變成車廠標準配備後，又進一步轉型投入車用主動安全產品領域。特別是運用外部資源開發出車道偏移警示、兩側盲點偵測、倒車輔助等產品。目前則專注感測領域，積極導入高頻無線（RF）、表面安裝技術（SMT）等，帶動後裝市場產品從單一中央控制鎖擴大延伸，更進一步跨足為 OEM、ODM 智慧家庭產品供應商。其核心能力是將感測技術搭配無線傳輸控制技術，整合物聯網技術，運用於汽車、家庭、智慧城市（如空氣品質偵測）等，並繼續延伸其他市場。

（2）經昌汽車電子公司的智慧製造初步布局

在製造業中，檢測是必不可少工序。在生產過程中辨識任何不合格物件有助於確定是否需要調整生產製程或步驟，檢測結果可以協助確定故障原因，特別是即時辨識缺陷可以即時停止生產以解決問題；即便成品被客戶退回，檢測報告仍可協助進行故障排除，甚至因應製造商處理索賠事件。換言之，越及早發現品質問題，解決問題成本越低。

為確保品質穩定和有效增加產量，經昌汽車電子公司進行「表面貼焊技術」（surface mount technology）的重大投資，以取代傳統手工插件方式生產，使交貨生產周期由原本逾2~3個月，縮短為1個月內，顯著提升競爭優勢，有助擴大在美國、歐洲和澳洲等市場代工市占率。

表面貼焊技術為將電子零件焊接在印刷電路板(PCB)表面上的技術，屬於電子組裝工業中自動化程度最高的環節，通常僅需要5~7個作業員就

可維持一條生產線運作，而且大約每30~60秒即可產出一片組裝板。一條完整的表面貼焊技術產線除了需要把電子零件貼焊到电路板的錫膏印刷機（solder paste printing machine）、貼片機（pick and placement machine）與回焊爐（reflow oven）之外，為了提高生產良率，也包含許多檢查設備，例如錫膏檢查機（solder paste inspector）、爐前自動光學檢測（AOI）、爐後自動光學檢測。

表4-1-9 表面貼焊技術製程中涉及的主要檢測環節

檢查設備	錫膏檢查機	爐前 AOI	爐後 AOI
功能	- 剔除錫膏印刷不良的板子，洗掉上面的錫膏在重新印刷錫膏，或移除多餘的錫膏 - 早期發現錫膏印刷問題並加以改善或解決，降低生產不良率、修理成本	- 在回焊爐前預先檢查出貼片是否有缺件、偏移、極性反、錯件等問題 - 讓 SMT 生產用最少的花費事先矯正可能發生的不良	- 即時將不良現象反應給 SMT 製程，提高產品良率 - 確保 PCBA（組裝電路板）在後續的製程中沒有品質問題

資料來源：工作熊，什麼時機該使用「爐前 AOI」及「爐後 AOI」？，網址：<https://www.researchmfg.com/2019/09/aoi/>，2019/9/4

「爐前 AOI」可以在回焊爐前預先檢查出貼片是否有缺件、偏移、極性反、錯件等問題；「爐後 AOI」檢測的目的則是為即時將不良現象反應給表面貼焊製程，提高產品良率，並確保組裝電路板在後續的製程中沒有品質問題。

一般而言，經過訓練操作者可以人工進行檢測，特別是在處理簡單產品或作為整體外觀最終檢測。但就經昌汽車電子公司所專注的汽車產品而言，除品質要求較高之外，針對印刷電路板元件的檢測也需要放大設備，而諸如高密度 IC、焊接在電路板之 SMD 晶片則對檢測人員的視覺敏銳度（visual acuity）形成挑戰。此外，伴隨產品複雜度提高、包含大量元件等情況，檢測者在進行檢測並記錄結果時，必須要克服視覺和工作節奏的雙重挑戰，某些製程可能根本無法進行人工檢測。

相對而言，「自動光學檢測」更適用針對尺寸縮小、複雜度增加、產出量提高的情況進行檢測。藉由光學影像比對原理檢測出電路板上是否有缺件、零件偏斜等問題。自動光學檢測一般包括影像感測、照明和運算子系統，協同運作以便擷取和分析影像，基本原理是將每個擷取影像數位化，並應用各種濾鏡來檢測圖案和特徵，透過將擷取影像與參考影像進行比較，以辨識材料表面缺陷、焊接缺陷、元件缺失、放錯位置等缺陷；或基於某些規則的系統會測量特徵尺寸（例如元件本身或每個接頭中焊料量），以確定「良好」（G）或「不良」（NG）狀態。

如果檢測到缺陷，機器設備可以隔離有缺陷物品，之後繼續進行後續檢測，或暫停並警告操作者。例如，應用於焊點檢測時，可以採用邊緣偵測和顏色檢測來辨識焊點，並檢測焊角（fillet）坡度是否在可接受範圍內。光學系統可以使用不同顏色從不同角度照亮待測單元。如果焊角斜率正確，可能會反射出更大比例綠色波長；如果有更多紅色波長或整個表面上呈現不斷變化顏色組合，則表示有較淺焊角，可能代表焊料量或焊球形成不足、在焊接過程中沾錫較差。

因此，使用「自動光學檢測」可以更輕易檢測出是否有錯件、極性反、零件腳翹、腳變形、錫橋、少錫、冷焊、空焊等問題。經昌汽車電子公司與南臺科大透過「人工智慧不良銲點辨識技術委託服務計畫」、「AI 機器視覺技術於 DIP 封裝零件之 PCBA 產線系統規畫與開發計畫」進一步合作探索將人工智慧技術疊加至自動光學檢測可能產生的綜效與優勢。對於經昌汽車電子公司而言，透過人工智慧實現「增強型」自動光學檢測可以簡化檢測系統設置、程式和微調「良好」、「不良」警報閾值。亦即，人工智慧可以簡化自動光學檢測的設置，盡量消除人為錯誤，並支援更好的決策，在一定程度上模仿人類將學到的經驗應用到影像辨識。

此外，檢測印刷電路板元件時，焊點品質只是待檢測的其中一個標準，其他標準還包括驗證每個元件之存在、相對於阻焊膜（solder mask）的位

置和取向、元件共面性等。因此，微調演演算法和增加更多演算法以涵蓋更多狀況，往往是一項必序持續進行的任務、需要不斷更新³⁵。

(4) 南臺科技大學與經昌汽車電子公司產學合作的經驗啟示³⁶

經昌汽車電子公司本身具備希望運用新興數位技術改善製程的遠見與導入部分智慧製造環節的基本能量，但仍需要外部資源如學校技術與人力資源的協助，以加速智慧製造項目的平順落地，協助企業不需要從頭做起。在南臺科大的協助下，經昌汽車電子公司得以將傳統自動光學檢測技術進一步結合人工智慧技術，較容易解決以往自動光學檢測軟體僅能判斷原先輸入的瑕疵，而要增加瑕疵種類，必須從軟體端加入新項目；產線待測物變動時，自動光學檢測的配置也必須重新調整，且過程繁複、難以因應智慧製造產線的彈性化要求。相對而言，人工智慧自動光學檢測可透過深度學習演算法，自行判斷並增加瑕疵種類，當產線重新調整時，也可改變設定、配合產線更動。亦即，高科技製造業對人工智慧自動光學檢測的重視程度提高的原因是人工智慧確實可有效提升自動光學檢測的品質與速度。

由上述經昌汽車電子公司與南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」的產學合作過程中可知，在具備成功導入第一條產線的優良體驗後，就更可能複製到第二條、第三條產線。而與學校合作，也可透過教師、研究生、專題實作等，協助廠商執行技術開發精進，學生畢業後也可能直接赴經昌汽車電子公司就業，延續與承接在校期間的技術工作。而中小企業在數位化轉型時對於投入整條產線的改造，心態上不免較為保守，也更在乎投入的經費規模、投資報酬率（return on investment），不可能一次投入太多資源推動轉型，而是採取逐步汰換更新設備的方式。

³⁵ 資料來源：Mark Patrick，AI 如何改進自動光學檢測？網址：
<https://www.edntaiwan.com/20210611ta71-how-can-ai-improve-aoi/>，2021/6/11

³⁶ 資料來源：附件 5 訪談記錄 7

換言之，在產學合作的推動上，更需要建立長期、非一次性的合作關係，由學校逐年協助廠商找到關鍵問題，讓專家協助廠商診斷與討論產出診斷報告、瞭解問題的發生點，慢慢摸索如何使用人工智慧協助克服傳統自動光學檢測的難點、死角等，先透過「單點」解決策略廠商實際受益於產線良率提升。而當在檢測環節開始使用智慧化技術後，向前的製造、上料，向後的倉儲搬運等環節，自然有可能也逐步導入各種數位化技術，進而達成整線或整廠的升級轉型。

貳、自駕車

臺南市在「5G 臺南隊」的架構下，積極從事自駕車驗證測試，並希望未來能發展出在地的自駕車產業鏈，主要也是著眼希望運用自駕技術改善整體交通狀況、提升市民的交通運輸體驗、打造新形態的交通運輸形象。臺南市政府發展自動駕駛系統的目的主要為：

首先，道路空間有限，未來汽車數量可能將持續增加。智慧運輸與自動駕駛車輛可以紓解交通壓力。透過引入自動駕駛系統，未來私人汽車甚至可能參與分擔部分公共運輸的工作，讓交通網路趨於綿密完整、降低車輛閒置。

其次，臺南市在地的運輸產業與其他縣市類似，均面臨人口老化壓力，駕駛員招募困難，班次排程產生障礙，而班次密集也容易導致交通安全問題。推動自動駕駛巴士，一方面可以舒緩駕駛人力需求，另一方面也能照顧偏鄉地區客運班次不足的狀況。

最後，臺南市近年在發展新興產業如半導體、面板產業等方面已卓然有成，臺南市已是全臺灣重要的高科技產業聚落。未來可進一步著眼前瞻推動自駕車產業的發展，充分運用當地在半導體、資通訊零組件的製造實力、國家級測試場域的優勢，搭配人工智慧、物聯網、5G 通訊，尋求在自駕車領域的整合與應用突破。

與桃園市類似，臺南市自駕車驗證場域有開放式、通過「無人載具科技創新實驗計畫」審核的「臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗」、「成功大學自駕車輛試驗計畫」以及由科技部設立的封閉式驗證場域——臺灣智駕測試實驗室。以下擬分述之。

一、臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗

（一）測試案例緣起

臺南市政府以「智慧新都」為施政主軸，積極打造貼近生活、人民有感的智慧交通系統，促使臺南市成為智慧城市典範。自動駕駛的產業鏈規模龐大，涵蓋5G 高速通訊、AI 人工智慧、車聯網、高精地圖、自動控制、商用大型車、智慧能源及電網、系統認證與驗證等先進領域。臺南市坐擁南部科學園區和沙崙智慧綠能科學城，亦有大學的研發能量，臺南市政府希望藉由自駕科技的潮流，積極與民間企業合作，透過協助申請經濟部「無人載具科技創新實驗計畫」，審核以取得監理機關核發試車號牌，進行自駕車的營運實驗計畫。

（二）主要測試內容

1.測試團隊

臺南市政府與「理立系統公司」合作之「臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗」於2020年3月通過「無人載具科技創新實驗計畫」審核，並於同年6月完成自駕車輛整備及第一階段路側設施的建置、7月獲監理單位核發自動駕駛公車試驗車牌、8月底進入道路實驗階段，測試符合安全標準、11月開放民眾乘車體驗。

2.測試場域範圍

考量臺南市區道路狹窄且機慢車數量多，故優先選定對道路衝擊較小的區域作為自駕公車的驗證場域（見圖4-1-1），路線分為平日行駛與假日行駛兩類：（1）沙崙循環線於平日周一至五行駛，可接駁乘客自高鐵站往

返自駕車測試場域、中研院南院、交通大學(臺南校區)、工研院等地;(2)南科循環線則以觀光為考量,於假日行駛,可接駁旅客往返南科火車站及南科考古館等地。

車輛依行駛速度區分為三個階段運行,第一階段以時速20公里以內蒐集道路資料,沿路設置交通錐並安排交管人員協助指揮;第二階段速度提升至30公里,沿途設置相關警告標誌提醒其他用路人,維持交通安全;第三階段提速至40公里。而基於安全考量,自駕公車營運仍會有駕駛人員在駕駛座上全程監控,若各階段實驗順利達到安全性標準,則於2020年第四季提供民眾試乘。

3.測試內容

實驗車輛採用3輛米柴油巴士,除本身車上的自動駕駛系統也同步結合路側的攝影機、無線電、GPS等偵測基建設施,透過光學雷達及影像辨識等蒐集路況資料,由自動駕駛系統即時運算做出指令控制車輛。

4.初步成果

「臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗」三個階段運行皆順利完成,並於2020年第四季開放民眾試乘。截至2021年3月,完成南科、沙崙2路線載客試乘,體驗民眾超過800人次。臺南市政府希望藉由示範路線讓市民逐漸熟悉自駕公車的存在、培養搭乘意願,並在確保每一階段都安全通過後,再循序漸進擴大測試地點。「臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗」於2021年啟動自駕巴士商業化營運,並在未來徵求客運業者承接經營³⁷。

(三) 未來規畫與後續方向

目前,「臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗」已在2021年3月通過「無人載具科技創新實驗計畫」審查展延一年,第二年度計畫中將導入客運業者、車體製造廠等團隊,除原有的技術測試之外,也將驗證後續商轉

³⁷ 資料來源:林俊佑,國內自駕車道路測試概況,車安通訊季刊,2020年第3期

營運模式；4月，臺南市政府、理立系統公司、臺灣數位光訊科技公司、府城客運、凱勝綠能等廠商簽署合作意向書，成立「自駕公車臺南隊」，預計10月起比照公車路線收費載客，成為全臺首條商轉自駕公車路線。

此外，由於在第一年試乘期間，自駕公車前方若有違停車輛無法自動閃避，須靠人力輔助；另外，內車道有大車太靠近外車道行駛，自駕公車因安全距離設定也會出現偏移，故第二年的實驗計畫將進行如下之改善：

（1）「車輛升級」，將由車體廠凱勝綠能公司提供2輛電動中型巴士，交由技術廠理立系統公司改造；

（2）「路口升級」，由臺灣數位光訊科技集團完成4處號誌介接及2處盲點偵測建置，將號誌、道路影像直接傳輸到車載電腦進行運算，輔助自動駕駛車輛安全通過路口；

（3）「技術升級」，將新增自動閃避障礙物功能、物件追蹤功能、優化號誌辨識能力、提升搭乘舒適度，提升系統穩定性與可靠度；

（4）「營運升級」，由在地府城客運公司加入成為營運業者，預計2021年第3季可開始比照一般公車路線收費載客。

而依據臺南市政府的規畫，未來自駕技術除應用於一般商業公車路線外，或許可進一步使用無人自動駕駛捷運系統（ART）於都市公共運輸做為都市交通的解決方案選項之一；再與沙崙、南科各種週邊產業的研發能量結合，透過在地研發生產，進而達成向國內外其他城市輸出規畫經驗及產業技術的目標。

二、成功大學自駕車輛試驗計畫

（一）測試案例緣起

繼「自動駕駛快捷公車上路營運實驗」之後，「成功大學自駕車輛試驗計畫」也於2020年8月在一般道路進行試驗，成為臺南市第2項自駕車道

路實測。本計畫之目的為發展精實之自駕車輛與系統技術並應用於所設計之臺南歸仁運作區段。臺南歸仁地區之綠能科學城與臺南高鐵站區之交通情境具有相當多臺南獨有之在地化交通特色，例如瞬間之高流量，機車混流、動物出沒、工程施工等。

於此區域以創新實驗所發展之自駕系統技術也具有技術創新之價值與後續擴散之意義。同時，藉由自駕車輛技術發展所引領之服務導入應可以一定程度協助改善此一地區交通狀況，提供高鐵站區交通規畫之參考和作為最後一哩類型輸運服務之雛形³⁸。

（二）主要測試內容

1.測試團隊

成功大學自駕車團隊與緯創資通公司共同合作，自2017年向經濟部提出「成功大學自駕車輛試驗計畫」申請，於2020年8月通過無人載具創新科技實驗條例，並於9月取得試驗車牌於2021年1月上路，臺南市政府身為地方道路主管機關除協助該校向內政部申請「高精圖資」需求外，並配合審查「成功大學自駕車輛試驗計畫」試驗路段、交通管制計畫等。

緯創資通公司受內政部委託，辦理自動駕駛資訊整合平臺功能優化與推廣作業及高精地圖於自駕車資通訊系統整合研發實證工作，進而與成功大學及興創知能，於2019年從事高精地圖於自駕車資通訊系統整合研發實證工作，以結合高精圖資與數位空間資訊，提供雲端整合服務平臺。並於2020年參與「成功大學自駕車輛試驗計畫」，驗證「智慧路側解決方案」，透過盲點偵測輔助功能，避免車輛視距被遮蔽的問題。另一方面，緯創公司的「智慧路側解決方案」乃與交通大學電子工程學系智慧視覺系統設計實驗室團隊，共同發展路側端輔助感知設備，用以偵測盲點區域或路線上

³⁸ 資料來源：電機系莊智清教授團隊，成功大學自駕車輛試驗計畫正式上路，國立成功大學新聞中心，網址：
<http://news.secr.ncku.edu.tw/p/405-1037-215822,c5934.php?fbclid=IwAR3Uvu-iaizsdBURaEZjhyPhXrc4eS8uXIu9EuGNBQrZIFZjurnsl2ZWamM>，2020/12/8

的物件資訊。

2.測試場域範圍

該計畫實車運行期間為2021年1月20日至8月27日（上午6時至下午6時），實驗運行路線（圖4-1-2）以歸仁地區為主，A 區鄰近沙崙綠能科學城周邊區域，有正式路名的道路皆納入自動駕駛行駛範（包含歸仁大道、歸仁一路、高發三路與大武路一段間路段）與 B 區全長8公里（包含歸仁大道、中正南路一段、中正南路二段與大武路二段），外環道路將以自動駕駛模式運行，內部道路則改採人工駕駛方式行駛。其中部分路段同時間亦有自駕公車之沙崙循環線進行測試。

3.測試內容

由於自動駕駛技術是跨領域包含感測元件、環境感知、深度學習、決策判斷、行為規畫、數位圖資、電能驅動、無線通訊、雲端計算、工業設計等不同面向與技術之整合。成大自駕車團隊多年來已累積相當程度的技術發展成果，包含感測、定位、決策控制與雲端監控技術。其中，無人載具技術、模擬器、評估驗證技術與雲端平臺系統整合為計畫團隊之核心研究技術。「成功大學自駕車輛試驗計畫」使用的自駕車為以2017年進口 Lincoln MKZ 的「油電混合車」為車體基礎，搭載自行設計開發自動駕駛關鍵軟體與技術，開發出 AI 智慧駕駛車原型車，讓該車具備 SAE Level 4 自動駕駛能力（圖4-1-2）。

2020年成功大學基於「自駕車高精地圖資訊收集」與「動態地圖模擬應用」實驗需求，同時與成大高精地圖研究發展中心配合³⁹，進行高精地圖之介接與應用、智慧路口、協同感知；部分資訊平臺則與廠商緯創資通股公司合作，申請為期1年「成功大學自駕車輛試驗計畫」，通過「無人載具科技創新實驗計畫」審核並取得監理機關核發試車號牌。

³⁹ 資料來源：本研究附件 5，訪談記錄 9、訪談記錄 10

4.初步成果⁴⁰

目前內政部積極推動高精地圖，成功大學地高精地圖研究中心也協助內政部進行地圖標準的制定等工作，「成功大學自駕車輛試驗計畫」與高精地圖研究中心互動合作，高精地圖研究中心邀請相關量測廠商繪製高精地圖，並使用「成功大學自駕車輛試驗計畫」得自駕車進行驗證，檢視地圖是否符合規範、精度是否符合需求，進而使高精地圖的資料數據得以滾動式修正，讓自駕車不止是為了上路而上路，一方面促成高精地圖繪製的技術精進，另一方面也對自駕車的實際落地提供助益，使高精地圖更好地介接其他諸如模擬測試、車聯網等技術。



資料來源：成功大學自駕車輛試驗計畫正式上路，成功大學新聞中心，網址：
<http://news.secr.ncku.edu.tw/p/405-1037-215822,c5934.php?Lang=zh-tw>，
2020/12/8

圖4-1-2 「成功大學自駕車輛試驗計畫」使用之車身

在人才培育方面，成功大學也與臺灣智駕實驗室在教育部的協助下，整合不同學校的專長共同推動相關課程進行人才培訓，業者也希望能有此部分的在職訓練，所以教學單位會在教育部發展基礎下，除跟不同學校一同推廣課程模組外，也會與臺灣智駕實驗室做聯動將完整的訓練教材與技

⁴⁰ 資料來源：本研究附件 5，訪談記錄 9

術做擴散。

（三）未來規畫與後續方向

未來，成功大學與臺灣智駕測試實驗室方面的合作，期望不止進行整車測試⁴¹，更希望跨足輔導車用零組件進行測試，特別是政府測試場域的屬性，並不會強調商業測試活動，整體目標是希望在整車、零組件、資安等方面均可著墨，進而提供零組件與整車廠更完善的服務。而未來，自駕系統要在臺灣更平順地落地，仍有技術面需要克服，成功大學也鎖定三個重點領域，儲備技術能量：

第一，鑽研整個自駕車系統的仿真模擬，臺灣目前從事較多的是交通系統模擬，但自駕車可再深入進行車輛模擬，透過模擬技術檢視感測器捕捉、偵測的物體，不論是影像或雷達達成更好融合。特別是針對臺灣特有的混流的汽機車情境，由於很難做到實際實驗，更會需要較大規模的模擬系統發展訓練模型，進一步提升即時偵測與反應速度，以發展出因應混合車流更具體的技術措施。

第二，自駕車系統的發展願景上，是將車輛視為資訊平臺，自駕車是聯網裝置會與車聯網、號誌、路測裝置結合。此領域成功大學交通管理系與臺南市政府也有諸多合作、提供建言。未來，自駕車測試與號誌、路測裝置的介接也會是可能的重點。讓自駕車在運行時能提前知道號誌秒數轉換為適當的配速，進而不會造成緊急煞停、提高乘坐舒適度，甚至可以促成永續環保的目的。

最後，成功大學在自駕車技術的發展上也希望能與國際同步，追求學術卓越但也希望著重技術落地。尤其，自駕車系統在不同的運作環境所展現出的特殊屬性，臺灣在道路、用路人習慣、汽機車混合車流等，與國外截然不同，部分情境是在國外測試場域無法複製，也缺乏國際文獻記載參

⁴¹ 資料來源：本研究附件 5，訪談記錄 9

考的。成功大學也希望在臺灣特有的交通情境方面，進行鑽研測試，使臺灣的測試團隊未來在申請「無人載具科技創新實驗計畫」審核上路之前，更能掌握與應付臺灣交通情境的特殊性。

三、臺灣智駕測試實驗室

為推動我國與世界各國自動駕駛科技同步發展，2018年政府頒布了「無人載具科技創新實驗條例」，提供產學研於實際開放場域進行自動駕駛科技、服務及營運模式之創新實驗；科技部自2015年起，於沙崙智慧綠能科學城建置封閉式測試場域-「臺灣智駕測試實驗室」，提供國內研發關鍵技術之驗證評估場所，實驗室面積約1.75公頃，設計上以模擬國內道路情境約在時速30公里以下行駛，提供小型車或中型巴士之自駕車於此封閉場域內進行混合車流之實境測試，場域內設有13種道路設施，及行人、自行車、車輛等軟式測試目標物，可針對自動駕駛的主要關鍵程序：「感知」、「決策」及「控制」三方面進行全面檢驗。（見表4-1-10）

表4-1-10 臺灣智駕測試實驗室基本資料

	臺灣智駕測試實驗室（沙崙自駕車測試場域）
測試場域差異	自駕車自主「駕訓考照場地」納入自駕車必備之測試場景，優先考量臺灣道路會出現之情境
成立時間	2019年2月
場域面積	1.75公頃
營運單位	國家實驗研究院、車輛研究測試中心
場域功能	• 13種道路情境，包括：十字路口/行人穿越道、移動街廓及場景、智慧候車亭、路外停車場、圓環、車道縮減、彎道、鐵路平交道、T字路口、水泥路面/橋樑接縫、隧道、綠蔭、金屬鐵橋路面
營運特色	• 全球首座融入亞太區複雜交通環境與駕駛習慣之測試場域 • 全臺第一座國家型自駕測試基地，導入正規打造的國際級試車場
產學研合作概況	• 與宏基、中華電信數據通信以及成功大學等6家產學研單位簽署合作備忘錄
區域鏈結	• 位於臺南沙崙科學城，鄰近有永康、仁德、安南等汽車零組件產業群聚

	臺灣智駕測試實驗室（沙崙自駕車測試場域）
其他	- 截至2020年8月底實驗室共計完成國內13案自駕車測試任務，協助國內自駕車相關產學研單位銜接「無人載具科技創新實驗條例」 - 國家實驗研究院（國研院）2021年2月宣布與臺南市政府合作，將以臺南市政府交通局提出的左鎮區綠線小黃公車需求，作為第一個發展數據治理應用研發的示範案例，讓各交通管理單位可以將自駕車、自駕公車都以左鎮的小黃公車路線作為可靠度驗證的實驗場域

資料來源：臺灣智駕測試實驗室官網，網址：<https://taiwancarlab.narlabs.org.tw/zh-TW>

臺灣智駕實驗室於2019年第一季啟用，此實驗室初期由國家實驗研究院與車輛研究測試中心管理營運，現已與宏碁、中華電信數據通信分公司、成大等6家產業/學研單位簽署合作備忘錄，期望未來透過虛實整合研發服務平臺及數據服務，協助各界提升自駕車技術的研發成效，並完整測試相關模組與系統。

沙崙自駕車場域為全臺第一座國家型自駕測試基地（見圖4-1-3），首座導入正規的國際級試車場，能夠更貼近臺灣在地交通環境，讓國內業者在實際上路前，能先在此測試自家之自駕車，確認安全無虞後，再開上路實測。此座自駕車測試場，位於臺南沙崙智慧綠能科學城園區內，緊鄰臺南高鐵站，整座試車場地只有美國 Mcity 自駕試車場的1/6，將近2公頃面積，約3個足球場大，全區車道總長度超過1公里，因由於直線距離太短，並不適合高速行駛，僅能用於低速測試，平均速限不得高於30公里，自駕車行駛一整趟，大約花10到20分鐘車程，並且僅限於自駕中/小巴與小客車兩類自駕車型測試或應用展示為主，難以行駛大型自駕公車。

雖自駕場地不大，車道也不夠長，但臺灣智駕實驗室在場內總共設置有多達13種不同道路情境，也只比 Mcity 少3項，能用來模擬臺灣各種道路行駛情境，以測試自駕車在此場域內面對各種路況的應對能力。



資料來源：張俊毅、沈彥志，臺灣自駕車場域現況與未來展望，2020 車輛研測專刊，2020/3

圖4-1-3 沙崙封閉式自駕車場域圖

在設計配置上，4條縱向長約200公尺的雙向二車道與四車道，搭配數條同樣設計的橫向雙向多車道所組成，所有測試場景，包括道路型式、路況或紅綠燈號誌等，皆是以臺灣現有路況來設計，尤其針對臺灣機車穿梭的場景，設置機車專用道道路，重現臺灣複雜的道路交通環境。可用來訓練自駕車在轉彎或臨時停車時不會侵入機車車道，保持在安全行車的距離，或避開機車道再停車，以避免發生碰撞，還可放置可移動式的成人或兒童假人偶，及靜止軟式汽車模擬路邊故障車，來測試自駕車上自駕感測系統的分辨能力；甚至，汽車停車格除了平行、直角之外，也納入斜角停車區，這是在歐美少見但在臺灣高速公路休息區較常見的停車型式，可讓自駕車測試臺灣不同形式路邊停車的能力。

此自駕測試情境可依功能分為3大類，分別為市區街道區、郊區道路區，以及特殊路面區；其中特殊路面測試項目最多，多達6項，包括隧道、鐵路平交道、智慧候車亭、金屬鐵橋路面、綠蔭路段，以及水泥路面；市區街道測試項目則有包含十字路口/行人穿越道、模擬建築物街景、圓環路段與路邊停車區共4項；最後，郊區道路區的配置有 T 型路口、彎道，以

及車道縮減3項情境測試。除自駕車路測場地外，亦設置內建車輛整備間的行控中心，負責現場路況監控，或是遠端手動操作各項測試設施，包括鐵路平交道開關、交通號誌切換，與路口通道維持等，讓測試業者一來現場，即可根據需求來測試。

臺灣智駕實驗室也建置車聯網基礎設施，除可調控交通號誌設施及可移動行人人偶等設備，另架設車聯網通訊的 DSRC 基地臺，打造能覆蓋整座試車場的車聯網通訊網路，可即時傳遞各種路況訊息，再搭配市區、郊區等不同道路情境，讓業者可以透過它來測試自駕車與車聯網的各種結合應用。

同時，整個測試場內也有自駕車專用的高精度地圖，可用於訓練自駕車的感知能力，詳細到車道線、道路邊緣的距離，可供自駕車系統和自行從感測器取得的數據相比對，持續修正車輛位置，保持在車道中央行駛，以提高行車安全。亦或為追蹤自駕車在場域的所在位置，車輛進場測試前，皆要求裝上一臺能夠與 DSRC 收發器通訊的 OBU 車機，讓自駕車與自駕車場域能溝通互動。

臺灣智駕實驗室未來計畫針對試車場域加入更多應用情境，包括在隧道內整合雨天測試，也將加入更多種類的目標偵測物，如機車，或搭配可動式軟式汽車，能夠透過自動化方式控制車子移動，模擬真的車輛行駛的狀況，讓自駕車可以學習依據車況變化，隨時動態調整行車策略與規畫路線。

臺灣智駕實驗室正式啟用後，目前已有國內6家業者通過測試申請，將陸續進場來測試自身之自駕車及其相關技術，包括車輛中心、宏碁、中華電信數據通信分公司、7Starlake、臺灣世曦，以及成功大學共6家產業及學研單位。最後，在未來發展方面，臺灣智駕測試實驗室於2018年下半年完工，已於2019年1月對外開放測試，計畫第一階段為完全封閉式自駕車測試場域；第二階段為完成開放式固定自動輔助駕駛服務路線；第三階段

則期盼在三年內完成開放式測試場域。

綜合上述，臺灣智駕實驗室為全臺第一座國家級自駕測試基地，其設置亮點包含：(1) 透過導入13種優先考量臺灣道路會出現之情境所打造的試車場，成為我國自駕車進入實際道路測試前的「駕訓考照場地」；(2) 測試場提供自駕車專用高精度地圖，便於訓練自駕車感知能力；(3) 提供DSRC 車聯網通訊基地臺，測試自駕車與車聯網的整合應用；(4) 未來擬持續豐富化現有的測試情境，例如採自動化控制的目標障礙物（假人偶、軟式汽車、機車等）、強化模擬極端氣候下的測試情境等。

四、臺南市無人駕駛交通運輸的未來規畫：無人自動駕駛捷運系統與智慧公車

(一) 無人自動駕駛捷運系統

隨5G、車聯網、自動駕駛技術的逐步成熟，未來進一步應用於都市公共運輸系統可能成為主流趨勢，構成自駕車的一環。臺南市區因道路狹小、人口稠密，有必要增建大眾捷運系統。目前臺南捷運列入中央前瞻計畫，優先路網第一期藍線進入綜合規畫階段、綠線已完成可行性研究並提報交通部審查；第一期藍線延伸線、紅線則正辦理可行性研究。由於軌道運輸系統建造、營運及維修成本較高，興建時程也較長，對中小型城市較不適用。相對而言，系統科技性高、研發成本較高，但興建後運維成本較低、興建時程較短的無人自動駕駛捷運系統（ART）開始受到部分先進國家青睞。該系統營運彈性大、免鋪設軌道、維修機廠所需腹地較小，臺南市政府目前正思考利用智慧軌道快運系統取代軌道交通運輸的可能性。

與臺中快捷巴士（BRT）路面車道行駛不同，無人自動駕駛捷運系統類似以光學感應方式用虛擬軌道運行。乍看之下兩者相當類似，僅是讓自動駕駛的巴士行駛在高架專用道，特殊性不高。但無人自動駕駛捷運系統的關鍵在於減少土木與機電的成本，不必鋪設鐵軌也不必地下潛盾挖掘，

且不需借用國外的系統，而是利用自動駕駛技術，搭配我國已經具備之資通訊產業，以及無人載具的發展成果，理論上可相當程度減少興建軌道交通運輸的成本，並且由本土企業來開發車體、系統、維護等問題，但短期內可能難以創造商機⁴²。

另一方面，臺南的沙崙綠能城已經建置完成自動駕駛的測試場域，未來預期有更多無人載具、人工智慧廠商進駐。相關智慧科技發展符合「國車國造」政策，況且自駕系統在國外已有運轉案例，未來試營運初期也有主駕駛在車上監控，最終目標朝無人自動智慧駕駛。若臺南順勢發展無人自動駕駛捷運系統建設，更可搭配臺灣本地之廠商，從智慧系統、車體打造、上路認證等一條龍產業在地化，能成為公共投資帶動民間產業發展的新模式。

目前臺南市政府仍廣徵專家學者意見及蒐集國際發展趨勢，將無人自動駕駛捷運系統以及傳統軌道交通系統納入可行性評估選項，且因路線規畫與經費持續增加，目前仍尚未決議採納之系統。但不論無人自動駕駛捷運系統或傳統軌道交通系統，臺南市目前預計採用高架式專用道，但無人自動駕駛捷運系統所需的高架式專用道所需的土建、機電工程、量體較少，預估最快2027年完工試營運，比單軌系統提早3~4年達成。

（二）智慧公車

除無人自動駕駛捷運系統之外，臺南市政府也尋求國內網通設備廠亞旭電腦公司協助提供自駕車的 C-V2X 通訊技術，進而逐步完成公車的智慧化。創立於1989年的亞旭電腦公司為國內先驅網通設備廠。早期以生產 Cable Modem、ADSL 數據機為主，2006年被華碩電腦公司併購後，轉而開發其他網通產品，包括 xDSL、寬頻路由器到最新一代光纖網路產品 GPON 等。

⁴² 資料來源：附件 5 訪談記錄 4

近年則針對5G 垂直市場領域，推出場域應用之整合通訊解決方案，特別是在自駕車領域。其深耕車載市場的 T-Box、OUB 等車輛無線傳輸通訊介面，並進入車用電子的通訊模組市場，並於2019年加入5G-AA 組織，參與5G 自駕車的創新應用與前瞻規畫，開發路側單元（RSU）整合於自駕車系統之內。

亞旭電腦在「5G 臺南隊」中主要提供用於自駕車的5.9GHz 頻段 C-V2X 通訊技術。透過交通專用頻譜建置新一代車聯網系統，包括公車專用的車載通訊設備、路側通訊單元。讓未來車與車、車與行人、車於路側交通系統等自駕車使用情境，提供及時且低延遲的訊息與影像資料交換，用5G C-V2X 技術在車、人、系統間快速傳遞，並在公車站牌上把接收到的資訊透過5G/4G 網路或光纖網路中繼送回雲端大數據後臺。換言之，亞旭電腦將負責「5G 臺南隊」的智慧公車與智慧車站的交通場域，利用 OBU/RSU 的5G C-V2X 影像串流與整合交通號誌預警應用，讓公車駕駛與乘客能有更安全的交通環境。

此外，尚有可用於智慧公車站牌的網路模組，供免費 WiFi 服務。每個公車站牌都裝有企業等級 WiFi6無線分享器，利用5G/LTE 光纖通訊轉成變成 WiFi6信號，提供旅客上網或物聯網裝置聯網使用，包括建置智慧 KIOSK 多媒體影音互動應用，讓乘客在等車空間時間不再無聊。

最後，亞旭電腦公司曾有建置臺北車站智慧化室內 AR 導航的經驗，熟悉藉由多媒體互動將交通引導到觀光的方式。而其進一步與日商 SOCIONEXT 合作，利用其為開發日本東京奧運的先進影像技術，搭配亞旭電腦的資通訊軟硬體製造與系統集成專長，從臺南機場著手，打造有地方特色的智慧機場。未來，預計臺南機場除有企業級 WiFi、藍牙訊號覆蓋的導航、購物、導遊服務，並可連結周邊觀光工廠與奇美博物館，提供遊客5G 導遊、導購、智慧支付等跨領域體驗，朝向地方創生與地方資源整合的方向，提供更有特色的創新應用服務。

五、臺南市於自駕車領域的人才培育概況

本研究初步盤點，臺南市在自駕車領域的人才培育機構主要有成功大學。

（一）成功大學「無人載具人才培育計畫辦公室」

首先在「無人載具人才培育計畫辦公室」方面，成功大學自2017年起投入自駕車實驗，自行設計感測、系統平臺、控制驅動等軟體與整合技術，開發 AI 智慧駕駛車原型車，車體由國外引進，再由成大電資、工學組成的跨領域團隊，自行設計與開發自動駕駛關鍵軟體與技術，目前車輛智慧駕駛分為5個等級，成大開發的智慧車輛可以在校園區域行駛，具備等級4的自駕能力，整合與技術包含導航定位、環境感知、決策規畫與驅動控制等。此外，車輛同時也安裝通訊裝置以回報車輛狀況，並於必要時依循一定程序接受遠端遙控。

2019年在教育部的支持下執行「無人載具人才培育計畫」，與臺北科技大學及南臺科技大學共同合作，發展無人載具人才培育中控系統教學模組、涵蓋自動駕駛操控行為、機器人作業系統以及定位與地圖建構等關鍵技術，開發開源模擬平臺及實體平臺車輛實作，進而建構虛實整合學習環境，培育無人載具人才。

其中，電機工程學系莊智清教授團隊，開發出國內第一個以無人載具中控系統為主軸的教學模組，聚焦發展多門自駕車關鍵技術的課程，包含：發展虛擬軟體連接實體平臺車的教材，方便學習自駕車行為操控技術、機器人作業系統模組的開發與使用，以及完善定位與地圖建構技術的發展與教學內容，積極推動發展虛擬模擬軟體連接實體自駕電動平臺車在測試場域運行⁴³，並透過「成功大學自駕車輛試驗計畫」深化跨域學習的成效。

此外，「無人載具人才培育計畫辦公室」也提供自動駕駛原理與自動

⁴³ 資料來源：附件 5 訪談記錄 9

駕駛實務規畫課程。前者主要涵蓋深度學習、控制系統、電腦視覺、車輛動態、感測融合與自駕系統等議題並搭配軟體發展以進行學習驗證；後者則以分組方式藉由模擬與實體車進行部分次系統功能之設計、實作。

總之，課程設計以因應自動駕駛原理課程需求，進行自駕車相關技術之研習建立，透過業師之授課如深度學習等基礎的建立，再針對自駕車相關關鍵技術如車輛定位、影像偵測與路徑規畫等進行討論交流，以累積教學創新課程能量。

2021年2月宏碁公司捐贈3輛自駕電動平臺車，協助成大研發智慧駕駛技術創新應用，促成成大的自動駕駛平臺車能有制度、有系統的探索實驗智慧駕駛技術，進而強化該校在無人載具虛實整合系統教學實力。尤其，無人載具能順利發展與安全運行，其中發展虛擬模擬軟體，連接實體自駕電動平臺車在測試場域運行，可深化跨域學習成效。成功大學也運用受贈的自駕電動平臺車開發全臺灣首個智駕教學模組，發展自駕車關鍵技術，受贈自駕電動平臺車能讓成大團隊學用接軌，透過實質提升教學環境設備，厚植人才。而高度整合之自駕車系統需要考量到複雜之人、車、路等因素，成功大學自駕技術發展平臺已含擴感知功能：環境感知及定位，線控功能的即時反應及通訊功能與開放發展平臺之軟體發展與組件介接。

（二）成功大學「高精地圖研究發展中心」

高精地圖是指高精度、精細化定義的地圖，隨定位技術的發展，依據內政部「高精地圖圖資內容及格式標準」，平面精度須達致至少20公分，垂直精度須達致至少30公分的「公分」等級，以便區分道路網數據、車道網絡數據、車道線、交通標誌等數據。高精地圖的重要性在於它能輔助自駕車進行定位和導航。結合3維高精地圖與自駕車感測器收集道路資訊的方式，不僅可以提高定位精準度，在任一感測系統故障時，還能提供額外保障，讓自駕車系統不至於完全失效。此外，自駕車系統在融合各種感測器數據進行決策時，也需要確認各個感測器是否正常運作，才能防止誤判

的狀況。若有高精的圖的輔助定位、導航，除了有助於減少誤判外，甚至可以降低對於感測器的依賴程度。

2019年內政部委託成功大學成立「高精地圖研究發展中心」負責制定高精地圖標準、引進國際製圖技術、建立產學研交流平臺；其核心業務即為建立精確的點雲圖、不同應用的向量圖層，以及自駕車使用的高精地圖集。設定的工作方向涵蓋：(1)發展新世代智繪技術；(2)動態高精地圖於自駕車資通訊系統整合開發；(3)動態高精地圖標準規範制訂；(4)動態高精地圖圖資檢核制訂；(5)自駕車導航安全性評估；(6)國際與國內產官學交流及合作。目標是希望協助降低國內製作高精地圖的成本，以加速普及。

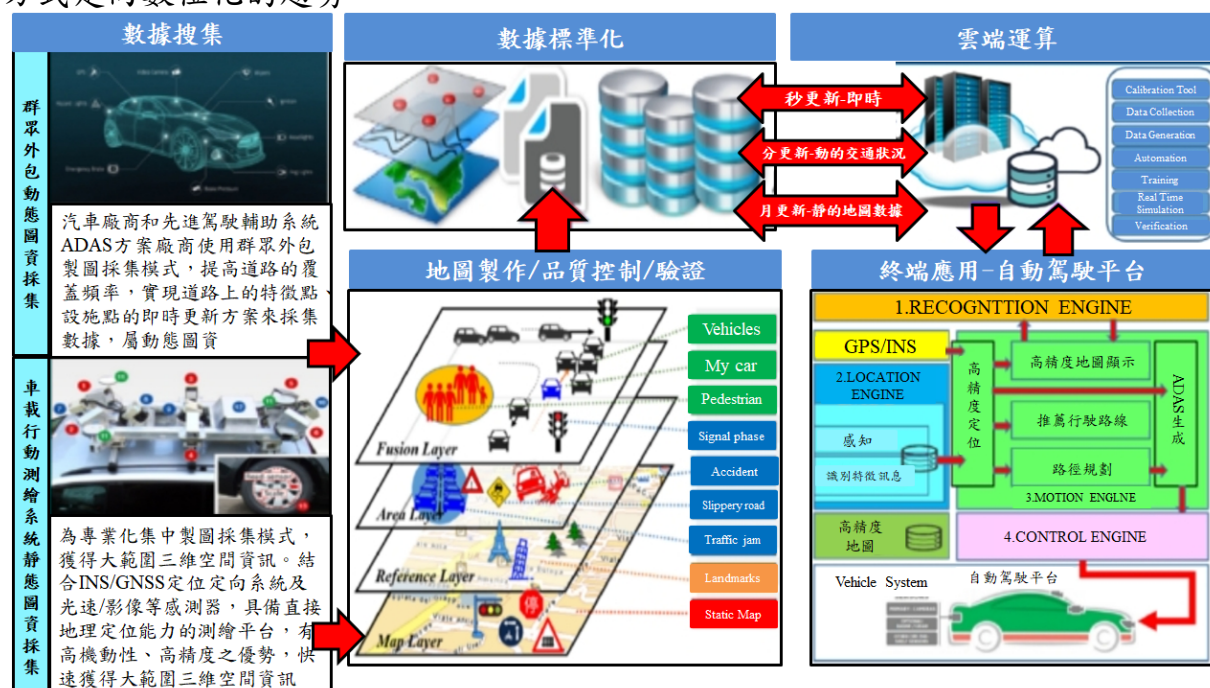
「高精地圖研究發展中心」提供三種地圖，包含點雲地圖、向量地圖與自駕車用圖，精度鎖定在 Level 4 或以上的自駕車使用。精度要求高、一次製作到位，未來降階到 Level 3 或 Level 2 使用較容易。例如，Tesla 目前的自駕程度為 Level 2 就無需使用高精地圖⁴⁴。

由上可知，「高精地圖研究發展中心」主要負責整合國內外相關圖資與空間資訊產業之技術和資訊，作為推動高精地圖建置流程和評估標準的參考，並促成產官學界的合作意向與共識，以高精地圖為基底發展自駕車技術與應用。其中，第一階段監督、檢核業者測製的點雲圖；第二階段，以點雲圖為基礎製作的向量屬性圖層，使需要數位圖資的業者能夠依照自己需要的圖層，進行使用；最後，為因應自駕車趨勢，則提取滿足自駕車上路需要的圖層，再編出一本業者需要的自駕車圖資，以 OpenDrive 開放格式呈現⁴⁵，供業者轉換。以開放架構結合地方的動態數據資料供自駕車業者使用。如此，即可避免業者之間在高精地圖的前置作業上重複投資，並搭配整體上位智慧城市發展，在資產盤點、公路巡檢、災害防治等管理

⁴⁴ 資料來源：本研究附件 5，訪談記錄 10

⁴⁵ 資料來源：本研究附件 5，訪談記錄 10

方式走向數位化的趨勢。



資料來源：成功大學「高精地圖研究發展中心」，網址：
<http://www.hdm.geomatics.ncku.edu.tw/ContentsDetail.aspx?id=7a273599-d862-4c15-9d56-00bf887db5be&mainId=6fdb4ce5-08dc-47d6-9272-709ec3d58d27&subId=1e9ec46d-f4cb-4f16-94fd-f863a1bf0b20>

圖4-1-4 成功大學「高精地圖研究發展中心」發展方向

高精地圖驗證指引審驗需達平面20公分、三維30公分（或更佳）之精度等級。為了實現自駕車穩定的安全性，不僅需要高精地圖、先進的車載感測器和人工智慧判斷與決策技術，還需要「車圖合一」的介接機制。而高精地圖研究發展中心整合國內外相關圖資與空間資訊產業之技術和資訊，作為推動高精地圖建置流程和評估標準的參考，並促成產官學界的合作意向與共識，未來以高精地圖為基底發展自駕車技術與應用。

另外，「高精地圖研究發展中心」也與臺灣智駕測試實驗室合作，透過場域示範運行，實證高精地圖與自駕車資通訊系統的串接與互動。具體為整合內政部特定場域的「高精地圖」及「三維國家底圖」，在解析度達平面20公分、三維30公分等級的道路圖資上，建構「自動駕駛數位模擬服務」(Drive in Virtual Environment)，讓產學研界開發自動駕駛系統與組件時提供更完整、豐富，甚至極端的模擬用路情境，加速累積經驗與驗證概

念。「自動駕駛數位模擬服務」於2021年第3季開放公測，並於2022年納入臺灣智駕測試實驗室服務項目，作為「數位分身」場域，提供國內相關學研及業者研發服務平臺，強化自駕車在「感知、決策、控制」各方面之性能表現與穩定度，提升安全並加速實現無人載具創新實驗上路與技術應用。

在產學合作方面，2019年，成功大學「高精地圖研究發展中心」、緯創資通集團旗下緯謙科技、興創知能等機構即共同組成「自駕車圖車整合技術研發聯盟」⁴⁶，建構「全國高精地圖動態服務平臺」，整合「高精地圖研究發展中心」的圖資與空間資訊；緯創集團負責進行系統整合，結合智慧駕駛行車控制與感知系統並開發自動化工具、建置移動訊息雲平臺，開發出自動辨識高精地圖場域的變異物件人工智慧工具，可將已辨識物件納入高精地圖更新方法，同時該變異物件辨識工具將部署至自動駕駛資訊整合系統內，蒐集路上行駛中各自駕車輛運行時的即時定位及運行情況等動態資訊，建立自動化圖資快速更新機制，提供高精地圖循環更新、派發服務。

經由「全國高精地圖動態服務平臺」處理後，回饋給所有運行中的自駕車，提前獲取前方道路是否有異常情況進行決策，提升自駕車行車安全性，如果發生交通事故，平臺所蒐集的運行資訊也有助於事故責任之釐清⁴⁷與持續完備國內自駕車服務供應。

參、文化展演

臺南在文化展演部分的發展，本研究主要從以下三個方向展開，一是針對臺南市經發局規畫中的「5G 臺南隊」文化展演領域的相關廠商進行

⁴⁶ 資料來源：經濟日報，緯創搶自駕車商機 打造高精地圖，網址：<https://news.mitake.com.tw/html/1/20190826/1E494F42-FABB-431C-9F33-D96EF770FDC3.html>，2019/8/26

⁴⁷ 資料來源：聯合新聞網，台灣致力開發高精地圖 為自駕車發展打堅實基礎，網址：<https://udn.com/news/story/11726/5182531>，2021/1/18

盤點；二是探討臺南市文化局在文化科技展演的推動策略；三是分析臺南在文化展演新興數位科技的應用現況。分述如下：

一、臺南市經發局：「5G 臺南隊」文化展演領域廠商

「5G 臺南隊」在文化展演領域的推動上與日本的合作為重要軸向，在臺日友好合作方面，臺南市政府特別邀請日本5G 技術團隊 NTT 集團及 socionext 共同參與。尤其是日商 NTT 在面對5G 大量高畫質影像的處理技術，具有全球領先的超逼真觀看（Ultra Reality Viewing, URV）技術，對於實現沉浸式體驗的展現扮演關鍵角色，並已在臺南達成全國首次5G 異地共演；相較之下，臺南在地企業雅匠科技，從臺南當地需求出發（如歷史文化），回應建城400觀光旅遊需求，建議深化日本愛知縣智慧觀光旅遊經驗於臺南場域，可參見表4-1-11，分述如下。

表4-1-11 「5G 臺南隊」相關廠商：文化展演領域

構面	日商：NTT	在地企業：雅匠科技
主要技術	• NTT：開發的「虛擬區域技術」（Virtual Zone Technique），整合了各種數位科技、運用頂尖的即時數據分析技術，可為觀眾帶來更棒且如臨現場的「數位環球場館」（digital global stadium）觀賽體驗 • 新體驗涵蓋全新擴增實境（AR）應用程式，除了現場直播，更能為用戶提供獨有觀賞視角、即時比賽互動數據以及賽道壯麗景致，讓觀眾安坐家中以3D 形式欣賞賽事，猶如置身直升機俯瞰比賽，同時獲得即時互動資訊	• 雅匠2015年以 App 開發、網站 OEM 與 ODM 服務起家 • 與日本政府合作：於孟加拉啟動布建智慧城市基礎建設時，導入 AR、VR 技術於休閒度假村建案中 • 日本 NTT Communication，透過 AR 技術協助與 NTT cloud 結合，導入購物 AR 體驗並切入日本 AR 市場 • 擬真融入場景：關鍵瓶頸由5G 突破

構面	日商：NTT	在地企業：雅匠科技
與臺南合作領域	• 2020年達成全國首次5G 異地共演並結合「全息投影」技術：兩位歌手在相隔6公里的新營贏地創新育成基地及鹽水永成戲院同時配合 keyboard 手與吉他手演出演出 • NTT 扮演領頭羊角色：透過新科技應用、搭建新平臺，帶著臺南相關產業往前走	• 臺南市政府合作：進行遊客熱絡度資料分析預測，提升市府推廣旅遊 • 臺南山富旅行社合作，透過專業 AR、VR 技術讓消費者走進門市欣賞極光 • 深化日本愛知縣智慧觀光旅遊經驗於臺南場域：回應建城400觀光旅遊需求，且雅匠科技有能力作為 SI 廠商

資料來源：本研究整理，整理自臺南產經（2020）與線上訪談（2021/9/17 雅匠、2021/9/22NTT）。

（一）日商：臺灣恩悌悌（NTT）

NTT 集團為全球最大的資通訊服務公司，也是日本最大的電信事業體。已在190多個國家和地區提供服務，全球員工約30萬名，年營收1,070億美元，作為全球領先的技術服務供應商，與世界各地的機構通力合作，運用智慧科技解決方案塑造並達到成效。NTT 集團每年約有超過36億美元投資於研發，目前於全球有9家研發中心，其中7家設於日本、1家在美國矽谷。研發中心目的是聯合全球研發力量，根據市場需求致力於工廠端、娛樂端或者安全等方面。疫情前，日本研發中心會邀請全球知名公司到 NTT 研發中心參觀。對 NTT 集團來說，智慧意味著資料驅動、互聯、數位化及安全。

NTT 集團在面對5G 大量高畫質影像的處理技術具有全球領先的 URV 技術，對於實現沉浸式體驗的展現，具關鍵角色。近年 NTT 集團在全球5G 應用場景，包括：1.自動導引車/自主移動機器人（AGV/AMR）：工業4.0中由自動化取代人工的自動導引車、自動機器人；2.數位分身中的擴增實境（AR for Digital twin）：很多展演與 AR 有關；3.電腦視覺效果（computer vision）：透過眼鏡、頭戴式顯示器、感測器等，以進行表演；4.員工協作（staff collaboration）：上班遠距開會，可透過 teams、影片等方式，改變在工作的進行模式；5.統一通訊（unified communication）：5G 高頻寬與低延

遲可用於醫院端，判斷病患適合送到哪邊的醫院，並整合病患資訊到同一顯示器，以提供醫師準備；6.網段（network segmentation）：表演、工廠生產需要分出網段，才能解決干擾避免延遲；7.監控系統運用（surveillance）：火警、交通判斷；8.安全操作（safe operation）透過路口監控於拉斯維加斯賭場。

在文化展演方面，NTT 集團認為5G 有助於文化展演開創更豐富觀賞體驗，包括：1.獨立通訊網路需求：任何展演需要有獨立網段/網域，否則會互相干擾，若中間將5G 切好網段，就可以解決干擾的問題。2.大量上傳需求：當資訊要上傳展示給觀眾影響較大，NTT 集團透過與臺灣地方政府合作，也與臺灣幾家廠商共同合作探討與解決這些問題。3.計次性需求：透過模型、科技不同地方，同時展演。



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-5 NTT：5G 文化展演開展豐富觀賞體驗

NTT 集團2016~2017年即著手開發超高臨場感通信技術「Kirari!」，為的是2020年日本東京奧運（後延期至2021年）。目前該技術專利屬 NTT 集團，主要運用在賽事轉播、娛樂與異地表演中。運用案例如下所述：

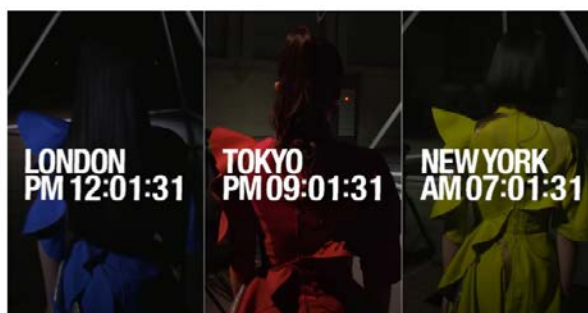
1.perfume 異地演唱會

2017年 NTT 集團開始在日本發展5G 技術，因此嘗試運用5G 高頻寬、低延遲技術，與日本三人女子團體 perfume 合作完成異地演唱會。在該場

表演中，三人分隔東京、倫敦與紐約三地，合體在同一舞臺，運用技術精準地讓畫面跟舞步同步，同時克服時差與距離的問題，並輸出高畫質影像。

運用5G 技術合體
三人三地共演
同步演唱會
克服時差、距離
輸出高畫質影像

<https://youtu.be/lgdASCXJjNk>



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-6 NTT：perfume 異地演唱會

2. 虛實共演：超歌舞伎

niconico（ニコニコ動画）超會議上，NTT 集團提供超高臨場感通訊技術「Kirari!」，將日本傳統劇場歌舞伎演員中村獅童和虛擬女歌手初音未來，虛實整合共同於日本歌舞伎發源地京都演出，讓初音未來栩栩如生的站在舞臺上與歌舞伎演員中村獅童對戲。



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-7 NTT 虛實共演：超歌舞伎（傳統文化+網路動畫）

3.美國大聯盟棒球賽事異地轉播

2019年9月 NTT 集團與美國大聯盟簽約進行概念驗證 (PoC)，透過超逼真觀看 (URV) 將 Tropicana Field 體育場棒球賽事異地投射新澤西州錫考克斯的 MLB 網絡工作室，讓兩地的人同時觀賽。此次場景是在陸地，技術上，會遇到當過到不同螢幕時，可能會有斷掉的感覺，但運用縫接技術解決此問題。URV 技術即將3片4K 螢幕接起來形成12K，簡單來說是解析度相當高的大螢幕，在美國大聯盟所做的是運用單一攝影機，將整個場景抓取並投射。



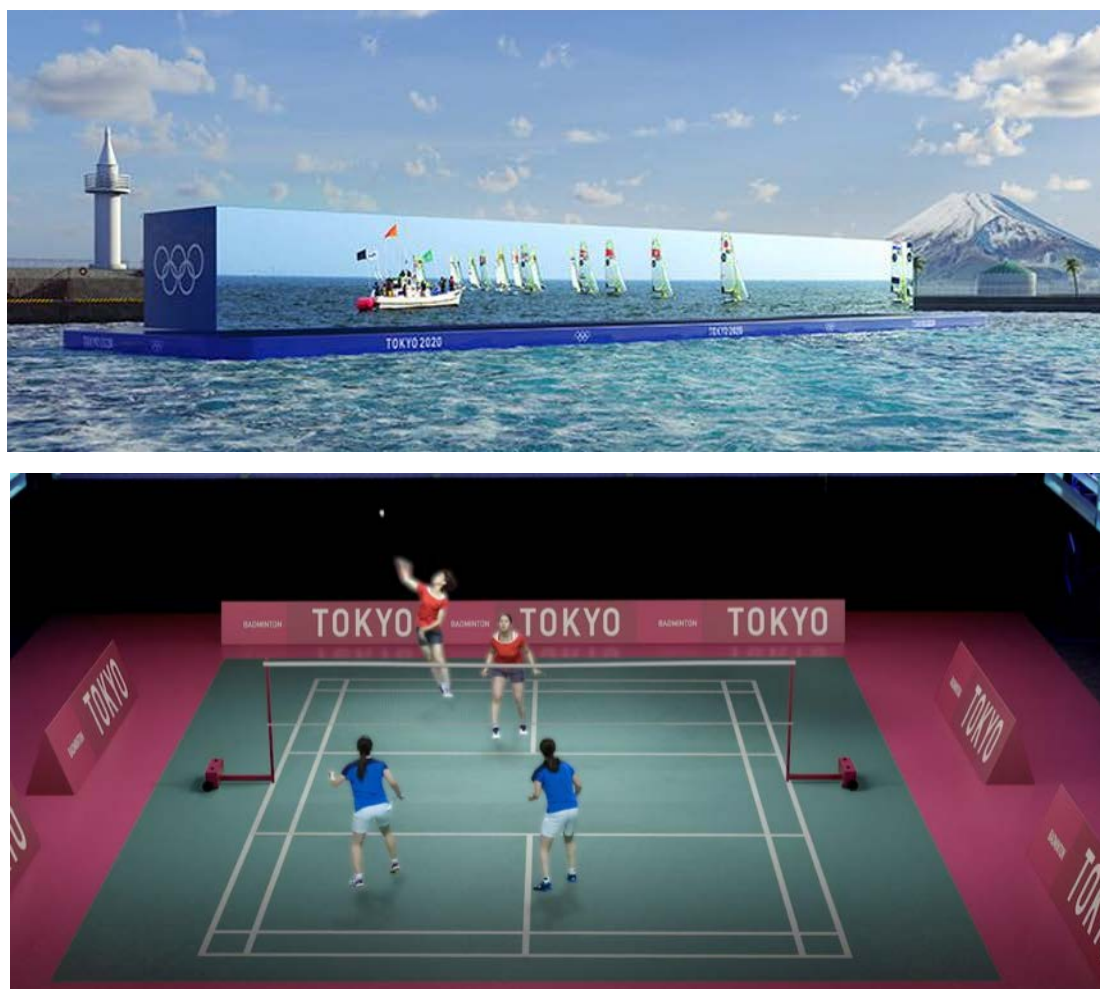
資料來源：參考自 <https://www.businesswire.com/news/home/20191010005908/zh-HK/>，本研究繪製。

圖4-1-8 NTT：美國大聯盟棒球賽事異地轉播

4.運用數位科技創新東奧感官體驗

NTT 集團將前述經驗廣泛運用數位科技創新於東京奧運中，如虛擬聖火傳遞、將真實的人展示在動畫以及帆船賽賽事、羽球賽事轉播等。其中東奧帆船賽轉播是深化美國大聯盟棒球賽事的經驗，將場景轉至海面，透過在海面搭建舞臺，利用5G 傳輸，無人機拍攝、高解析度影像縫合技術，將江之島遊艇港附近拍攝的帆船比賽畫面傳輸到位於江之島前方的50公尺長的海上12K 超大顯示螢幕上，也傳送至遠端的東京國際展覽中心。而

羽球轉播（東奧跨域沉浸式體驗）的前身是桌球賽，範圍相對較小。羽球尤其雙打場域較大，困難度在於如何清楚拍攝每個角度並傳送到遠端不延遲。後將武藏野森林體育廣場舉行的羽毛球比賽，運用5G 傳輸即時顯像至國立新興科學與創新博物館。可參見圖4-1-12所示。



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-9 NTT 東京奧運創新科技應用：帆船賽（上）、羽球轉播（下）

NTT 集團採取 B2B2X 的商業模式，兩個 B 表示兩個客戶群（商業夥伴），X 可能是個人也可能是公司。以在臺灣的合作為例，雖然由 NTT 集團設計規畫攝影技術，但鏡頭、攝影機仍是由其他公司所生產，有些收訊的部分也仍會需要與其他公司合作，例如在臺灣的合作中有中華電信、Ericsson、Panasonic 等共同合作。

以臺北的異地共演的經驗為例，NTT 集團攜手三立、中華電信、工業技術研究院服科中心、臺灣愛立信等合作夥伴，共同規畫「三立5G GO 影視娛樂大躍進」舞臺，於西門紅樓北廣場進行一場全臺首創的科技實境秀，將一位男吉他手投射到另一位隔壁間的女歌手，在隔壁的兩個人，透過5G技術實現異地同步演出。

NTT 文化展演在地實績

三立5G GO異地共演舞台



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-10 NTT：臺北三立異地共演

桃園超逼真跨域沉浸式球賽觀看體驗的案例中，是由桃猿隊與 NTT 簽訂合作意向書，並複製2019年在 MLB 展演經驗到臺灣。由於當時疫情已經爆發，因此團隊沒有進到臺灣，透過線上學習、快遞運到臺灣測試。如下圖比較大的場是透過日本 Panasonic 提供3個 URV，在樂天球場架設一支攝影機（VIP 位置），拍攝整個場景。以往過去所看的角度是透過導播帶到，以及各個角度架設攝影機。但 NTT 技術是僅架設一隻攝影機，觀眾就可以透過手機看到全場，並且運用手機就可以放大。右上角的方案，則是在臺茂展出距離10公里的異地展演，刻意擺導播的鏡頭，讓觀眾感受到 NTT 比導播更加即時，此外也增添異地遊玩體驗。

NTT 文化展演在地實績
桃園超逼真跨域沉浸式
球賽觀看體驗



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-11 NTT：桃園超逼真跨域沉浸式球賽觀看體驗

5G 臺南隊結盟之後，日本重量型 IT 公司，NEC、Panasonic 即主動聯繫，表達有意參與臺灣5G 垂直場域「端到端」(End to End) 解決方案規畫的意願。就市府的瞭解，兩家公司希望盡快與臺灣合作，藉以補齊日本5G 國家隊相關技術能量。在臺灣，NTT 亦希望能扮演領頭羊角色，透過新科技應用、搭建新平臺，帶著相關產業往前走，也證明臺灣本地產業有能力走向全世界；尤其，正值臺南投入打造5G 場域，臺灣相關產業必須打一場團體戰。前述思維要在臺南落實，前提是一定要做讓民眾有感的事。目前許多因應5G 提出的技術應用方案，多屬單點規畫與分散執行，對城市整體發展而言無法發揮整合綜效。因此，臺南如欲推動5G 產業發展，可針對城市特色去著墨執行，臺南可以先讓市民感受到安全、便利，這是市民最直接有感的策略。以日本為例，有的城市以農業跟觀光為發展標的，跟臺南在地特色不謀而合，臺南也能朝此方向，擘劃完善的5G 實驗場域。

此外，在疫情衝擊下，人與人的接觸漸漸無法回到疫情前，NTT 集團認為建立共同的平臺，讓大家能夠像是在身旁，是一個可以發展的方向。隨著5G 於臺灣蓬勃發展，透過各地文化展演，將不同利害關係人共同建立團隊，以每個城市的場域做示範。NTT 集團為促成全球共同協作，每年

邀請全球知名公司參觀研發中心，臺灣也可借鏡此經驗，在地方建好場域，讓高科技公司進駐，即使疫情仍可持續進行。從全球的經驗來看，電信公司扮演重要的角色，由於掌握線路以及高科技整合效果，但可能缺乏設備、軟體開發人員，如何將物聯網、軟體業者與技術人員整合。政府扮演重要的角色，如何運用延續性經費鼓勵廠商、電信公司持續經營。另外在沉浸體驗開發模式的相關利害關係人，可再納入舞臺設計者、音樂創作者。以東京奧運為例，很多公司都共同投入，進而形成一種產業。

（二）在地企業：雅匠科技

總公司位於臺南市的雅匠科技有限公司，成立於2015年是以 App 開發、網站 OEM 與 ODM 服務起家，於2017年全面轉型投入鎖定 AR 技術。主要扮演 AR/VR 核心底層技術提供商，透過技術移轉/授權與日本電信與 SI 公司（如 NTT、GMO、九州通訊）等合作，提供的底層技術主要以偵測為主，包括偵測人臉、圖像、情緒與眼球等，透過這些偵測技術發展 AR 運用與產品。近期雅匠科技發展方向，從 AR 技術出發專注於智慧零售、智慧工廠與文化展演。分述如下：

1.智慧零售：以5G智慧城市為標的，從切合民眾生活的民生議題切入，包括：AR 虛擬眼鏡試戴（大學眼鏡），再延伸到虛擬眼妝（資生堂）、虛擬染髮（曼都）以及 AR smile（AR+情緒辨識）。舉例來說，為零售市場所設計的 AR Smile 產品，直接可在手機使用，無須下載，目前提供南部地區手搖飲業者使用，以獲取顧客微笑回饋，取得客戶端資訊，解決中小型產業無法掌握消費者資訊的現況，既可分析客群、購買產品情緒為何等等，消費者覺得有趣，微笑可集點換取回饋、優惠等。

2.智慧工廠：VR 引擎 Global AVR，輔助攝影機執行偵測、監控任務，協助管理者掌握關鍵情境，如員工是否有確實操作機臺、有無誤闖管制區。此外，肢體辨識應用於智慧製造領域，透過影像辨識與手勢肢體辨識，可

以協助工廠訓練、操作、教學應用，提高產能及降低成本，目前已有日本、臺灣廠商使用這個解決方案。

3.文化展演：2020年4~5月的新嘗試，將 AR 透過空間/定位與遊客互動。模式上，與逢甲大學合作，由於逢甲大學以往每年會舉辦歌劇展，2020年希望加入新的元素，因此找上雅匠。從無到有將 AR 技術結合逢甲歌劇，並於國家歌劇院展出。配合歌劇主題流浪漂泊的白馬，使用者不用下載任何 App，僅需掃 QRcode 就能在國家歌劇院裡面與白馬/天燈互動。預計2021年11月還會在國家歌劇院展出。

雅匠科技是採取布局全球的策略，但由於疫情會更聚焦於大亞洲地區，目前公司除了在臺南，也在日本、新加坡都有設分公司。在臺南會加強與日本的合作，雅匠的底層技術在日本頗受好評，因此日本將會是雅匠很大的市場。雅匠科技商業模式則有三種，包括：租軟體引擎、與客戶共同專案（引擎基礎）、平臺租給店家。日本以軟體引擎租賃、平臺租賃為主；在臺灣則是與客戶共同專案較多。雅匠科技的底層技術很容易與硬體串接，目前也取得很多機會，包括與 intel、聯想的合作。

雅匠科技目前與臺南市政府合作，進行遊客熱絡度資料分析預測，提升市府推廣旅遊；也與臺南山富旅行社合作，透過專業 AR、VR 技術讓消費者走進門市欣賞極光，已吸引約二千人體驗。另外，雅匠也與日本 NTT Communication，透過 AR 技術協助與 NTT cloud 結合，導入購物 AR 體驗並切入日本 AR 市場。

以2021年與日本愛知縣機場操作案（POS）為例，該合作案是由愛知縣政府提出觀光導覽於機場、巴士的需求。外包給新加坡 SI 廠商(ICMG)，由 SI 廠商找參與者，包括雅匠（AR 技術導入）、智慧眼鏡的廠商、日本三輪電動車的新創（接駁專車）。在此場域驗證完會有實質效益，當較於成熟也將會複製到新加坡樟宜機場使用。在模式上，在觀光巴士搭建攝影機，透過眼球追蹤器，乘客在搭乘過程中看到的景點，會在巴士玻璃呈現，

進而達成個人化的虛擬呈現，預計2021年11月將會有公開發表。理論上該技術是需要5G環境，因為眼球偵測是利用AI邊緣運算，需要大量數學函數計算。但在資訊呈現上，有沒有5G影響其實不大，愛知縣即是在4G環境下，因此解決方案4G就可行，而5G是提供更順暢環境。

雅匠科技已針對AR、VR分別開發出對應的核心軟體引擎，一體適用iOS、Android等不同行動平臺，未來在5G時代，能夠做的事情勢必更深更廣。臺南整座城市本身就是一個老古蹟，老城、老建築氛圍迷人，現有AR、VR可以做到自由地走在現地空間場域的影像場景中，但等到5G啟用，結合目前已設計的360度環景照片、影片，透過VR眼鏡便可身歷其境。身處實際場域又能融入遊戲場景之中，將兩項元素整合在一起，讓人進而從中一窺四百多年前的臺南長什麼樣子，每一條街道、每一座古蹟從古至今的樣貌，而且可以做到沒有時差的沉浸式體驗。該項技術已經研發一年多，目前因為受限頻寬，影像接縫技術仍待5G正式上路後，即可與大眾見面。目前，雅匠科技也與臺南市政府及多所大專院校洽談和進行合作案，希望在5G時代營造更優質的體驗場域。

根據訪談，雅匠執行長蔡明勳表示，針對臺南建城400年觀光旅遊有許多想法，未來若有機會可向市府展示在日本愛知縣的解決方案。所提供的解決方案目的不僅是為用戶帶來有趣體驗，同時也會資料收集，協助業者分析。此外，目前臺南有港口與相當多古蹟，若能將AR技術引進臺南，就可以做到一些零接觸體驗。

蔡執行長更建議，臺南當地有許多大大小小的故事，但需要確定目標的受眾，像是空間建置完，可能朝向兩方面並行，其一為富有文化故事情境，主打的對象可能是海外觀光客。另一方面，好玩互動的部分，受眾可能是臺灣人，需要朝向的是帶給遊客良好的感官體驗氛圍。因此，建議地方政府未來提供場域給廠商驗證時，需要回到臺南當地需求（例如歷史文化需求），或者如何打造五感場域，而非僅強調科技。另外，也需要站在

臺南當地企業的角度思考異地展演是否適合臺南，這是否可能是一個長期發展的服務。

二、臺南市文化局：文化科技展演的推動策略，扮演建立資料庫的角色

臺南市文化局在科技應用方面，以藝陣文化為內容核心並與文策院合作。臺南市文化局指出：臺南蕭壠文化園區有設立藝陣博物館，有些藝陣因少子化、年輕人往都市化集中，傳統藝陣逐漸失傳或後繼無人。因此藉由科技影像紀錄、科技重繪，甚至請藝陣的人到文策院4D 影像拍攝，將宋江陣套入科技，將軌跡紀錄並整合為雲端系統。未來藝陣館就可以透過資料庫，即可將藝陣做延伸。例如宋江陣陣式變化，科技空拍變成影像軌跡，可清楚看到八卦陣行，以及很多種陣形變化，透過科技記錄把軌跡重繪就即可被看到。

綜合來看，臺南文化局致力於將可能會失傳的文化資產保留記錄下來，並成立資料庫，對未來應用與理解發展歷程都有重要的貢獻。然而，資料庫仍在第一期規畫與建構中，內容亦仍在找團隊建模累積中，在此基礎上，提供未來有合作意願的相關業者做加值應用。為使資料庫更為豐富，也需來自中央的中長期計畫，才能將藝陣文化、鄉歌文化做到數位資料的建檔與累積。回應建城400年契機，文化局仍在規畫中，思考臺南許多建築，因為都市發展被拆毀，未來是否能透過 AR/VR 與虛擬重建，運用手機載體將被拆建的老建築（如熱蘭遮城）重現。

三、文化展演新興數位科技在臺南市的應用

智慧科技在市政應用已奠定良好基礎，5G 時代對於文化展演、文旅觀光或表演藝術的推廣產生正面影響。新冠疫情改變人類的生活習慣與交

流方式，5G 的發展解開技術與空間的限制，文化藝術的體驗觀賞將進入下一個革命時代。以下分就座談會聚焦的線上（虛擬）演唱會、科技藝術展演兩個文化展演方向檢視臺南目前推動進展，並納入在學校端的人才培育面進展。

（一）線上（虛擬）演唱會

臺南在前述「5G 臺南隊」日商 NTT 的技術引進下，透過當地第四臺業者（南天電視），把中間的傳輸透過高速光纖網路方式串聯起來，在2020年達成全國首次5G 異地共演，兩位歌手在相隔6公里的新營贏地創新育成基地及鹽水永成戲院同時配合 keyboard 手與吉他手演出演出，進行「異地共演」再結合「全息投影」技術，透過光纖纜線快速傳輸影像數據可以互相傳送即時的影音，達成「無時差高畫質影像互動演唱」展演，彷彿置身同一現場。

NTT 文化展演在地實績 台南遠距異地共演



資料來源：2021/9/22NTT 線上訪談資料；Frank Liao （2021），Together we enable the connected future。

圖4-1-12 NTT：臺南遠距異地共演

（二）科技藝術展演

臺南市府2020年與經濟部工業局合作，提供數位產業試驗場域，在關子嶺溫泉節開幕式進行無人機5G 空拍轉播及彩煙表演，在聖誕節活動導入光雕投影及擴增實境 App，同時也藉工業局經費支持製作「Fantage 臺南」

意象影片，揭示臺南未來科技融合文化的發展願景，可參見圖4-1-13。



資料來源：Fantage 臺南，網址：
https://sdc-rdec.tainan.gov.tw/News_Video_Content.aspx?n=27165&sms=21798&s=7753830，擷取日期 2021/05/04。

圖4-1-13 「Fantage 臺南」意象影片

在無人機群飛服務上，臺南當地業者臺灣希望創新團隊自2019年以來，分別執行了2019年2月臺南安平區臺南小藍鯨「大魚的祝福」展演、3月臺南安平臺灣船園區正式展演、7月 WBSC 世界少棒錦標賽開幕展演、11月故宮南院展演等，均已實際飛行成功，驗證其機群飛行可靠度。再者「2020 愛·Sharing 高雄夢時代跨年派對」、2021澎湖花火節當中的無人機群飛表演，也是由臺灣希望創新團隊負責。此外，已有澳洲業者主動洽談群飛展演可能性，可望讓臺灣無人機群飛技術走向國外⁴⁸。

在無人機群飛服務上，臺南當地業者臺灣希望創新團隊自2019年以來，分別執行了2019年2月臺南安平區臺南小藍鯨「大魚的祝福」展演、3月臺南安平臺灣船園區正式展演、7月 WBSC 世界少棒錦標賽開幕展演、11月故宮南院展演等，均已實際飛行成功，驗證其機群飛行可靠度。再者「2020 愛·Sharing 高雄夢時代跨年派對」、2021澎湖花火節當中的無人機群飛表

⁴⁸ 大學老師投身新創 開發本土無人機群飛展演，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000576159_jco2cmib4hdyylje6m5h，擷取日期 2021/5/4

演，也是由臺灣希望創新團隊負責。此外，已有澳洲業者主動洽談群飛展演可能性，可望讓臺灣無人機群飛技術走向國外⁴⁹。

除前述與觀光文化活動的結合，臺南文創園區內經營之「府城幻宴」，以美食結合AR府城小吃故事展現的方式，提供餐飲的新形態沉浸式體驗。如圖4-1-14所示，「昌南閣-府城幻宴」透過桌面投影及3D美術製作等技術，打造全感官的沉浸式體驗，以臺南傳統小吃作為主題，透過互動遊戲與餐桌上的小小伙房兵一同解開府城小吃的神秘面紗。



資料來源：<https://ticket.b16tainan.com.tw/>，擷取日期 2021/11/25。

圖4-1-14 臺南文創園區：「昌南閣-府城幻宴」

從場域業者的角色來看，臺南市美術館目前展演尚未有運用到5G，預計2023年投入 AI、新媒體的展覽，較與5G 有關，這部分目前仍在籌備。在數位科技的應用上，AR/VR 作品結合展演，曾在郭雪湖展覽中，由知名 VR 藝術家黃心建以郭雪湖作品為題材製作，但後續受到疫情影響中間有停1~2個月；AR 的部分則有將許武勇作品透過 QR Code 讓平面作品變成動畫。整體來看，展演透過既有題材，與外部業者合作，例如透過郭雪湖基金會與黃心建老師合作製作。

⁴⁹ 大學老師投身新創 開發本土無人機群飛展演，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000576159_jco2cmib4hdyolje6m5h，擷取日期 2021/5/4

未來如果能將5G 數位科技與節慶展演活動結合，不僅可突破觀展的時空限制，增加文化科技藝術共創機會，也將改變民眾體驗藝文活動模式，有助發展城市深度體驗，帶動地方產業動能，形塑地方創生打造新興科技觀光城市。其中，科技藝術策展公司即在臺南的年度展演扮演關鍵角色，臺南在地的都市藝術工作室、禹禹藝術工作室即提供藝術策展/展覽設計/視覺設計/戶外公共藝術設置/空間改造規畫等，在年度展演（例如月津港燈節、漁光島藝術節等）與科技解決方案業者有緊密合作關係，可參見圖4-1-15所示。



一座城市的遠見，在於讓美好事物持續發生
服務:藝術策展/展覽設計/環境視覺設計

臺南中西區
2007~



藉由作品展現城市、文化與人的生活不同步調發展
出屬於自己的特色，並找回對原鄉感動與故事
服務:大型戶外公共藝術設置/活動企劃/平面設計/牆面彩繪/空間改造規劃/藝術家經營

臺南鹽水
2011~

年度展覽：2020月津港燈節-海市蜃樓

加入了多媒體互動體驗，包含擴增實境(AR)技術、聲光音效，讓靜態作品可以透過不同方式與民眾互動



燈節視為城市行銷，以地景、劇場的方式做燈節，邀請台灣及各國藝術家，針對鹽水的特性創作，營造藝術性濃厚的燈節



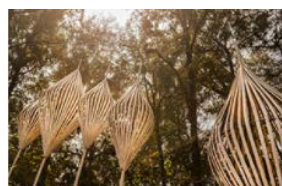
隨著月津港燈節逐漸受矚目，在地人也對月津港燈節產生認同感，不僅在燈節期間會當志工、幫忙維護作品，也以月津港燈節為傲，進而產生文化認同，也更凝聚在地居民的心

年度展覽：2021漁光島藝術節 - 安棲之嶼

不定期有精彩演出，工作坊、市集、餐桌計畫、小旅行等



階段性目標是以藝術為觸媒來引發共感，聚焦場域的個性和氛圍，創造內容讓觀者了解當地風土，促成多樣性發展的可能



漁光島入口打造如在海面上隨波漂流的浮標，一個個種子造型的作品，彷彿是航海途中一座座的指標，是民眾走進小島、下橋後看見的第一件作品，如同指南針指引觀看的方向，牽繫起觀眾與漁光島這片土地的情感

資料來源：取自都市藝術工作室、禹禹藝術工作室官網，擷取日期 2021/10/04。

圖4-1-15 文化展演領域：科技藝術策展公司

進一步以都市藝術工作室為例，該策展公司主要是透過與市政府、地方標案與節慶活動執行，例如臺南市月津港燈節、漁光島藝術節、新竹燈會、臺中國際光影藝術節都是策劃的主要範疇。都市藝術工作室與黑川媒體互動藝術合作所做的光廊作品，利用美術館的廊道做為作品場域，民眾進入到場域有粒子互動，且進入到視覺化網路空間。在互動的方式上，民

眾可以掃描 QRcode，建立專屬光圈與色彩，並能夠透過手機搖桿移動位置。然而，戶外5G 互動功能存在一定困境，作品多是在戶外，能夠有無線網路去做互動功能是相當好的，都市藝術工作室也在月津港燈節做 AR 互動。5G 會提高效率與同時互動的人數，但執行面面臨5G 行動設備不普及的問題，現場要提供5G 手機，侷限互動人數。因此，在推動5G 的示範場域的同時，建議仍採以4G 功能並進。此外，戶外展演在現場既有環境，仍有困難性，需等環境建置完備、5G 行動裝置環境普及，才能達到即時5G 互動。

透過座談會聚斂對5G 議題的討論，叁式公司建議政府補助案需改變過去以載體為基礎出發的思維，5G 不是載體而是工具，因此應以泛5G 情境討論。補助案最大用意是要開拓與實驗可能性，時間點要等情境到位，以5G 為核心的補助才有意義。禹禹藝術工作室亦建議必須思考臺南市做5G 是否是最適合的場域，包括硬體設備與人才培訓。此外，從產業發展的脈絡來看，數位科技走到光影藝術，主因為 LED 價位下降，而科技的進步與當地有沒有這樣產業鏈息息相關。

（三）臺南市於文化展演領域的人才培育概況

臺南市在文化展演、數位內容相關領域的人才培育方面，知名的大專院校如長榮大學、南臺科技大學、臺南藝術大學等。

（三）臺南市於文化展演領域的人才培育概況

臺南市在文化展演、數位內容相關領域的人才培育方面，知名的大專院校如長榮大學、南臺科技大學等。

1.長榮大學資訊暨設計學院設立「XR 互動體感推動中心」

近年隨擴增實境、虛擬實境、混合實境等「虛擬影像」技術的研發，此類「虛擬影像」技術逐漸成為全球產業應用之主流市場。基於此，「XR

互動體感推動中心」提供專題學生發展 AR、VR、MR 等主題及體感互動相關應用主題的場域，主要訓練專題生，提供專題生製作 XR 互動相關專題的校內場域，進而讓各組專題生在相同的 XR 互動方向上分享交流與討論以強化長榮大學資訊暨設計學院 XR 互動之能量。

「XR 互動體感推動中心」的發展主軸分為「內容互動」、「裝置互動」、與「虛擬設影棚」等，涵蓋 AR App 開發、虛擬網紅 Vtuber 等應用。此外，亦能開發與發展未來電動自駕車與無人避障機的模擬訓練系統，提供將創新想法具體以 XR 與體感技術實踐的場域，未來這些落實的成果將進一步執行相關研究計畫，亦或活用於業界實務的需求上。

2.南臺科大流行音樂系：先進之數位展演空間

流行音樂產業系涵蓋整個流行音樂產業所需之四個專長領域，包括：創作表演、演藝經紀、錄音後製、舞台燈光音響，學校投入上億元資金、持續購置最新先進教學設備，並結合臺南文創園區內流行音樂及影視中心資源，強化流行音樂領域實作技能與經驗，為臺南文化展演人才能量的重要基石。

3.臺南藝術大學與交通大學合作計畫：5G 異地劇場

臺南藝術大學羅助理教授與交通大學（交通大學有臺南校區）透過一項三年的合作計畫，進行5G 異地劇場相關研究。該計畫是與布袋戲相關，布袋戲是野臺戲文化，也是較為沒落的產業，目前雖然仍有很多臺南有許多廟宇，然而劇團相對之下收入、表演的可能性降低很多。交大計畫源頭有一個收集布袋戲資料的非營利基金會西田社布袋戲基金會，將一半的館藏捐給交大，交大也將圖書館一層改建為布袋戲博物館，並且每年思考布袋戲如何與科技加值。

5G 異地劇場的重點是，以往記錄布袋戲操偶師動作是影像去紀錄(2D 平面的記錄方式)，但動捕方式存在問題：因為光學動捕，在操偶師戴上

布袋戲布偶是無法辨識。因此，透過一個輕巧型動捕手套，在穿戴後仍可戴上掌中戲。目的是透過動捕手套記錄資深操偶師的動作，收集操偶的數據，未來將數據傳給3D 角色即可重現，或是透過機械手臂操作。如此一來就可以將操偶師表演內容被記錄，重現不僅是虛擬重現，還有真實的呈現。假設資深操偶師行動不便，亦可在家中做操偶，運用5G 技術異地共演。國際合作計畫是將布袋戲在日本做異地共演、操偶師在臺灣，將機械偶送到日本，並將動捕數據傳到5G 演出。

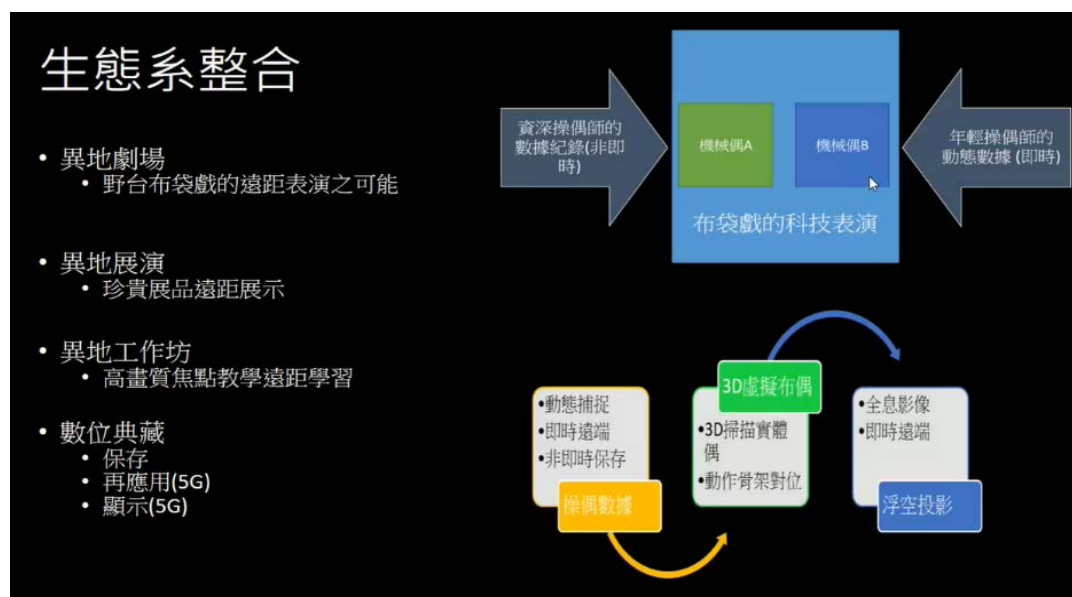


資料來源：2021/10/07 線上座談會，臺南藝術大學羅助理教授提供。

圖4-1-16 動捕手套與機械手臂的結合：掌中戲異地共演

在與文策院的合作方面，透過參加文策院創意內容大會（Taiwan Creative Content Fest, TTCF），是一種文化保存再加值的運用。同樣地，交大與大阪大學做5G 異地劇場，所使用的是交大副校長林一平所開發 IoTtalk 系統，透過網路去傳遞任何 IoT 訊號（如聲音、影像）、動捕數據格式。IoTtalk 平臺將會與文策院內容力計畫合作，未來會協助不同新媒體、藝術創作者，若沒有橋接的技術平臺，可以使用 IoTtalk 會變成開放式平臺，讓不同藝術家去使用。若未來要用文化保存邏輯，思考5G 可能性，如跨時空共演。資深操偶師數據紀錄保存下來，未來20年都能使用，透過機械偶能夠做到資深操偶師的演出再現，以及跨時空共演，如臺灣早期資深操偶師，與現代共同跨時空共演，也可能成立空時空工作坊。交大是運用機械實體偶製

作，透過較簡單虛擬技術、全像技術整合。行動5G 可以不用線串接，但從臺灣到日本還是需要光纖，因此採以行動5G-光纖-到-5G 的模式，行動5G 優點是不用接線表演比較方便（縮短進場時間），若尚未具備5G 還是可行。可參見圖4-1-17所示。



資料來源：2021/10/07 線上座談會，臺南藝術大學羅助理教授提供。

圖4-1-17 文化保存與5G 可能性：生態系整合

在相關計畫與廠商合作方面，執行異地共演需要有計畫支持，選擇日本是因為與日本安藤教授本身有計畫在合作，且日本有人形偶的文化（懸絲傀儡），假設要做轉譯，將操偶師掌中戲偶數據轉換，進而去操控日本懸絲傀儡；最終目標是將偶的文化在臺灣與日本做實驗型呈現。在與霹靂布袋戲的合作上，透過在華山烏梅劇場場域，與霹靂合作親子布袋戲表演，結合互動式劇場與些許5G 技術。霹靂不僅談布袋戲，也強調生態整合，目前接班的第三代是希望強化5G 跟 OTT 平臺整合，5G 表演對應 OTT 的互動性，可以控制劇場燈光、動畫與聲光效果，進而與演員互動。

第二節 臺南市智慧製造、自駕車與文化 展演產業的能量盤點分析

壹、智慧製造

一、臺南市推動智慧製造的主要障礙

隨著新冠肺炎疫情蔓延、勞動力減少、工資上漲、產品交期短、市場需求變動大，製造業正面臨新的轉型挑戰，如何在控制生產成本時也提高生產力與品質。智慧製造成為全球製造業共同追求的數位轉型路徑。然而，臺南市多數企業為中小企業，經營現況可能是設備老舊、數位轉型概念不足、數位轉型缺乏誘因。具體如：

第一，技術和設備尚待成熟。中小企業為進入全球供應鏈，設備可靠度、穩定度仍為主要考量，且國際品牌廠對於設備認證相當重視。感測器、設備未經認證通過，恐無法在廠區採用。此外，傳統產業為主的製造場所，高溫、多粉塵等環境也可能影響感測器運作。目前，適用於半導體、面板等高科技領域的智慧製造解決方案，不一定適用於傳統產業的製造環境，即便企業想導入卻苦無設備及解決方案。

第二，空間有限、廠內生產流程更改不易。受限於空間限制或是生產線的既有配置，通常導入智慧化或是自動化，都需要再重新更改廠房規畫，或是有線網路需重新拉線，然而無線網路重新佈建所費不貲，在未能立即看到投入效益回收前，往往讓企業怯步。

第三，設備多由國外進口，軟體更新費用高昂。即便企業願意投入數位化轉型，每年維護成本仍高，多數設備從國外購置，除了設備費用、維護費用，亦包含每年須向軟體公司付費更新，因此導入成本通常比初期評估來得高。

第四，無相對應產業的系統整合解決方案提供者。國內智慧製造系統解決方案業者不少，但多數是針對半導體、資通訊製造業等，對於金屬製品、塑橡膠、汽車零組件等傳統產業，少有專門的服務與整合業者。此外，服務廠商多在臺南市以外，非屬本地服務商，客服與維修未必能達到即時服務，也成為在地企業對推動智慧製造出現猶豫的考量因素。

第五，傳統產業尋求智慧製造人才不易。企業為使智慧製造解決方案得到最佳效益，常希望能籌組自己的 IT 團隊。但傳統產業往往難以聘僱具有傳產領域專業知識的 IT 人員。此外，也欠缺具有領域知識的人工智慧人才，成為企業組建 IT 團隊的挑戰。

第六，在地中小企業數位轉型壓力源於大客戶但不明顯。勤業眾信《臺灣智慧製造關鍵能力調查》從策略、組織、流程三個面向評估製造業的數位轉型準備程度，並區分為領先者（占27%）、追隨者（占40%）、新進者（占33%）三個類型。並發現，相對於偏向大型企業的領先者而言，多半屬於中小企業的新進者，來自客戶的數位轉型要求大於競爭者的壓力。因此，除非長期配合的大客戶提出要求，否則中小企業新進者對數位轉型的態度趨於被動。反觀大型企業領先者來自同業競爭的數位轉型壓力已大於源自客戶的數位轉型要求；據此調查搭配訪談結果，可推論經營保守、規模多屬中小企業的臺南傳統製造業，目前雖感受數位轉型壓力，但也並未對其生存造成威脅。

二、臺南市合適的智慧製造解決方案選擇

為因應快速變化的市場，企業多半選擇將製造工廠設置在靠近客戶的地方，以挖掘更多需求、即時作出反應、提供客戶所需要的服務。而目前因市場對生產線的彈性需求大增，企業在升級轉型為智慧工廠時，也希望能夠達成讓生產工作流程更加順暢、快速的目標⁵⁰。事實上，產業界希望由

⁵⁰ 資料來源：SEMI Taiwan，工業 4.0 大全從淺到深一篇搞懂它，網址：<https://www.semi.org/zh/blogs/technology-trends/industry-4.0>，2019/1/13

智慧製造帶來的效益大同小異，不外乎是人員精簡、生產力提高、穩定度提高、成本降低。但智慧製造產線可讓客戶看到真正投入運轉的成果、導入前後能有怎樣的改變。例如，在「工業4.0」願景概念下的智慧工廠可以24小時持續運作，大幅降低製造成本、取代廉價勞力，加上感應器可以在過程中收集大量數據，透過人工智慧分析則可以優化流程，提升生產效率。特別是在供應鏈重組的趨勢下，過去低價的人口紅利已漸漸失去，傳統壓低人力成本的製造思維已不適用，必須尋求其他替代方案，建立更有效率的生產方式，來承接需求多樣的訂單。

事實上，智慧製造聚焦生產系統及過程智慧化，起步即是以網路連結生產設施，人機協作、提高效能。重要的目標是實現高度客製化需求，要達到此目標，則必須仰賴邊際運算、人工智慧、數據分析、感測系統等進行數據分析輔助，結合網路連結機械設備與人力，讓製造流程最優化，將傳統工廠從「自動化」升級為「智慧化」。

（一）製造業願意優先導入的智慧製造環節

智慧製造解決方案種類眾多，鴻海科技集團旗下的系統整合商「富鴻網公司」將智慧工廠相關的解決方案分為機聯網、機器人搬運、AI 智能影像辨識、設備健康管理、能源管理可視化。

表4-2-1 智慧工廠解決方案例舉

種類	機聯網解決方案	AI 智能影像辨識解決方案	機器人搬運整合方案	設備健康管理方案	能源管理可視化平臺
特色	- 簡單架構實現設備聯網及生產可視化 - 以邊緣運算擷取並儲存設備狀態資料	- 彈性擴充影像辨識庫模組 - 動態影像識別、無需固定/站定 - 無干擾，不影響工廠	- 利用無線通訊達到輕鬆及靈活佈署 - 可做多類型自動化設備連接 - 提供智能	- 提供設備即時運轉資訊及可視化管理 - 彈性設定告警門檻及告警方式	- 提供用電狀態即時及遠端監控 - 針對用電異常及特殊情況自動告警

	料，數據呈現更即時 • 具備如設備連線設定管理、設備稼動管理、完工計量管理等	運作現況 • 模型訓練樣本較少 • 辨識率佳且辨識速度快 • 可多物件同時辨識	規畫及調度模組，協助輕鬆實現高效路徑及調度規畫 • 透過平板WEB頁面連線操控AGV	• 巡檢及維保建庫，建構所有動力設備健康履歷 • 使用AI大數據分析比對，提供預知型維護保養	• 能記錄設備運轉時間，建立維保履歷 • 透過行動APP隨時掌控現場用電狀態
--	---	--	---	---	---

資料來源：富鴻網官方網站，網址：<https://www.fhnet.com.tw/AIphoto.php>，本研究整理

富鴻網公司也歸結智慧製造的發展趨勢為：

1.感應器會裝設在工廠內所有設備、物料、半成品、成品中，除監控生產過程之外，也可以記錄所有數據並分析，藉以提升生產品質使消費者產生信賴感；

2.使用機器人自動化生產，結合 IT 進行即時品質監控取代傳統人力監控，減少人力成本、提高效能、穩定品質；

3.全面自動量測進行細微的校準調整，可因應訂單的改變即時製造產品；依照需求擁有視覺（攝影）判別功能，可判讀顏色、形狀、位置等資訊，進一步連結物聯網、感測器、機器手臂等，完成裝配揀選，確保產品「良率」成為提升競爭力的方式之一；

4.利用現場監控系統，採集大量生產設備及產品資料，傳送到雲端伺服器，透過大數據分析，提高決策的正確度。

除富鴻網之外，部分調查報告也對製造業願意「優先導入」的解決方案進行探討。例如，電子時報、清華大學智慧製造與循環經濟研究中心、逢甲大學臺灣智慧製造創新營運中心等共同合作，進行的《2021智慧製造大調查》指出製造業新興科技導入率比較高為物聯網、大數據分析（數據分析、資料倉儲）、數據可視化與數位決策系統；行動通訊（4G/5G）、邊

緣運算、人工智慧（電腦視覺、機器學習）等技術已導入比率相對較低。但在2年內、2～5年內導入人工智慧（電腦視覺、機器學習）的比率相對較高。

製造業也優先希望將新興科技解決方案導入於生產製造（含品管）面向的比率高達70%，其次才是營運管理、研發設計。可見目前製造業的數位轉型工作仍以提升稼動率跟良率等具體短期成效為主。

表4-2-2 製造業對新興科技的導入意願

	已導入	2年內計畫 導入	2～5年內 計畫導入	評估中，但 尚無明確 時程	無計畫
物聯網	23	6	4	17	50
大數據分 析	25	7	5	15	48
數據可視 化與數位 決策系統	27	6	5	11	51
行動通訊	18	3	3	13	63
人工智慧	15	6	5	14	61
邊緣運算	8	3	1	9	78

資料來源：賴琇菱，2021智慧製造大調查（下）：邁向「智造」人才不足成為隱憂，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=10&id=0000618171_OVA03OE
H8DGFOB0FGTC9E，2021/9/10

在個別產業領域的導入意願方面，科技製造業-上游、科技製造業-下游的新科技導入程度優於製造業平均值；金屬機電製造業在物聯網、行動通訊、邊緣運算、數據分析可視化等智慧化項目的導入程度皆略優於製造業整體平均表現，但在大數據分析、AI等較偏向數據分析應用上較為薄弱；民生製造業及生醫化學製造業對新科技的導入程度表現略低於整體製造業平均。換言之，儘管製造業對新興科技的整體導入率仍低，但愈來愈多製造業願意嘗試運用新興科技作為生產或營運管理的輔助工具。而科技製造業上、下游相較其他產業更習慣使用新興科技。

對「智慧化項目最大的期望效益」依序是「提高生產力、良率、改善稼動率、整體設備效率」，占3成；「提高資材物料等資源管理能力和使用效率、降低成本」約17%；「即時掌握訂單、庫存與生產進度，提升生產能力」占16%；「改善營運體質、提升營收管理效能」占15%。四個目的合計占整體比率近8成，顯示製造業對於導入智慧化項目的期待多數仍寄望於工廠本身的製造能力及營運能力提升。

最後，論及「企業導入智慧化的阻礙」，則依序為相關技術人才不足、缺乏明確的績效評估與投資報酬分析、企業文化與流程阻礙、預算與資源不足、既有基礎不足（包含自動化、資料蒐集網、產品生產資料蒐集）。形成技術人才、績效評估、預算與資源仍跟不上數位轉型需求的現象。

再如，資策會 MIC 於2020年12月發表「臺灣智慧製造發展現況與投資需求調查」將產業導入智慧製造的發展階段區分為5個階段，分別是可連結(Connected)、可視化(Visible)、可分析(Analyzable)、可預測(Predictive)及自動回應(Autonomous Response)。相較2016年，2020年智慧製造導入發展程度呈現大幅度成長。以產業整體平均發展態勢而言，達到「可連結」的比重最多、達33.9%；尚未導入智慧製造（在工業3.0程度以下）的比重為13%；相較2016年的調查結果，尚未導入智慧製造的比重為27.3%，明顯下降，顯見在政府政策輔導、市場客戶要求及產業競爭壓力之下，我國產業導入智慧製造的比例明顯增加⁵¹。

在針對各項智慧化系統設備及應用服務的導入調查方面，以「企業資源規畫」已使用比重最高，其次為「光學檢測」、「可程式控制器」、及「環境感測器」，比重皆有超過五成。已導入比重較高的原因為在工業3.0時代，企業資源規畫等應用是廠商提高工廠營運數位化的重要投資，過渡到智慧製造時代，導入比重自然會高於其他系統設備及應用服務。

⁵¹ 資料來源：魏傳虔，解密 2021 臺灣智慧製造發展現況與投資需求，網址：
https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?fm_sqno=12&f_sqno=1Kce62YiimV+QrLiJoCFUw__，
2021/3/7

但針對機器手臂、無人搬運車等提高生產力的主要系統設備，產業現階段無導入意願的比重則超過五成。主要原因在於購置一條機器手臂產線所需的成本，可能超過百萬，而全面採用投資金額過大。若缺乏沒有設置自動化部門協助後續建置、維護，對於供應商／系統整合商的維修服務需求會非常大，再加上受限原廠服務所費不貲，如果採購的機器手臂數量不若其他客戶，設備出現問題時被原廠服務的順序容易遭到排擠，問題一旦無法即時解決，產業採用意願也會降低。

最後，新興應用與服務，如數位雙生、邊緣裝置、AR／VR 應用等，目前企業導入意願低、甚至表示無導入需求的比重超過七成。主因在於相關新興應用服務提供者多為國際品牌廠商，所塑造的應用情境及產品規格／服務內容，與我國產業特性有所差異，甚至過於「超前部署」，有「殺雞焉用牛刀」之感。

上述調查結果顯示，臺灣產業為因應全球少量多樣彈性生產、數據即時分析等趨勢，已將「智慧製造導入」列為重大投資項目，其中有35%的受訪廠商願意在三年內進行投資，顯見部分廠商於智慧製造的態度已從效益評估，進入到小幅度導入。

由前述代表性系統整合商與調查，均不約而同將與攸關產品品質的人工智慧光學檢測納入智慧製造解決方案內，而大規模調查也支持人工智慧光學檢測基於成本、實用性與成效顯現，確實是現階段廠商希望優先導入的智慧製造環節。

（二）適合臺南市優先導入的智慧製造解決方案

工廠自動化與智慧化成為製造業轉型升級的必經之路，特別是製造業為突破生產效能、穩定生產品質、快速反應生產需求以迎合客戶所需，因此，臺灣的企業近期已愈來愈願意著手推動智慧製造。但目前的數位轉型風潮「訴求」由整體性戰略考量尋求效率面的提升，但面對中小企業資源

有限與風險趨避的態度，仍應務實優先解決局部痛點，透過小區域、小範圍數位轉型實作展開，發揮示範場域的作用，使企業高層理解數位轉型的必要性，體認僅經由單點的智慧化仍不足以充分發揮數位轉型的潛力，後續才有機會展開更大範圍的數位轉型推動。

換言之，地方政府在推動轄區內中小企業的智慧製造時，可善用中小企業也開始期待從部分製造流程調整、嘗試先以單一生產站點，運用局部的智慧化手段精進企業生產效率，務實地先針對單一工廠的局部痛點下手，例如協助導入成本相對低廉、改善品質顯著、能節省人工的「人工智慧光學檢測」(AI Automated Optical Inspection)⁵²著手，協助中小企業儘快嘗試與涉足智慧製造領域。特別是近年由於人工成本高漲、缺工問題嚴重，以自動化及人工智慧取代人工，成為廠商進行智慧製造布局的投資重點。而隨著產品複雜度增高，需要很多工作站接力完成，每一站的不良率相乘，會拉低產線「直通率」(first pass yield)，直通率也被視為生產線品質優劣的指標。

近幾年製造業為了提升產能與良率，製造業者導入新技術的速度也逐漸加快，機器人、5G、AR/VR 輔助製造，雖然是諸多文獻與輿論關注的焦點，但由前述的調查與本研究訪談、座談會之結論可知，業者希望優先導入與專家建議業者可導入的智慧製造技術為把關產品品質的「人工智慧自動光學檢測」技術。

以往使用傳統自動光學檢測判斷後的不良品，雖能取代人工檢測，但在掃描產品表面後抓出的不良品，卻會因為陰影或反光而誤判仍需要由人工進行檢測，將好的產品放回產線，無形中也降低產線直通率。

結合人工智慧與自動光學檢測的「人工智慧自動光學檢測」在累積足夠多的不良品掃描圖檔訓練人工智慧之後，才能精準判讀、減少檢測人力、

⁵² 資料來源：附件 3 第三場座談會會議紀錄；附件 5 訪談記錄 7、訪談記錄 8、訪談記錄 13

應用普及速度更快。數據充足精準度自然提升，差別在於，人工智慧自動光學檢測告別「單站」智慧而改採「集中」智慧⁵³。

除了檢測產品瑕疵之外，在人工智慧演算法的協助下，「人工智慧自動光學檢測」在產線上的應用也趨於多元，例如過去的瑕疵檢測都是在產線的最末端，當產品被判定為不良品時卻已耗費與佔用生產資源。目前除可以用於產品檢測之外，也可以進一步用於判斷作業人員是否依照標準作業程序作業、該工作站的半成品是否出現問題？一但發現可針對該環節發出警告通知工作人員及時修正，避免後續持續在有瑕疵的產品上加工。不但可以確保良率，也能強制工作人員落實標準作業程序，讓產線效能最大化。

雖然人工智慧可提升自動光學檢測的精確性與效率，卻可能佔用可觀的運算資源，因此多建置在雲端平臺上。但製造系統講求反應速度，雲端到地端的傳輸延遲過高，無法符合製造業的需求，導致在產線應用的架構需要調整。近期的趨勢則是搭配邊緣運算技術，從終端解決上述問題。

此外，人工智慧自動光學檢測也可充分配合5G 傳輸技術具備的大頻寬（eMBB）、大連結（mMTC）、超低延遲（URLLC）等特性，架構完善的機臺產線、機器人、影像傳輸等聯網環境⁵⁴。

具體透過人工智慧自動光學檢測影像檢測結合邊霧運算平臺，利用5G將高解析度影像回傳邊霧運算平臺，以人工智慧進行瑕疵檢視後，將控制命令下達給機械手臂進行檢選等動作。亦即人工智慧自動光學檢測的應用相當符合5G 傳輸的特性，若可搭配其他諸如（1）AR 智慧眼鏡，由前臺操作人員影像辨識，後臺專家系統提供操作建議或利用 XR 技術將虛擬影像結合實物遠距指導；（2）自主移動機器人（AMR），透過5G 結合即時3D

⁵³ 網址：數位時代，直擊英業達產線！5G 如何讓光學檢測更聰明？，第 316 期，
<https://mybook.taiwanmobile.com/appArticle/profile/BUS02001000491C00020>，2020/9/14

⁵⁴ 資料來源：附件 5 訪談記錄 7、訪談記錄 8

影像，以同步定位與地圖構建技術(simultaneous localization and mapping)提供自主移動機器人派車路線，並在行進間隨時偵測避撞⁵⁵等其他智慧工廠解決方案，更能達成人機協同、系統整合，展現高效率的5G 產線智慧化成果。

總之，人工智慧自動光學檢測可取代人工目視流程，將減少檢測時間、提高產品良率，進而有效降低生產成本。產線人員透過 AR 智慧眼鏡執行遠端協作，讓遠端專家進行實境即時指導，則可提升工作效率，減少檢修與維運成本。

三、由「智慧機械產業推動方案」觀察臺南市導入智慧製造的初步成效

一般而言，地方政府資源不足，難以從事大規模、廣泛的補助以推動智慧製造、數位轉型相關的產業發展議題。截至目前為止，也並未有臺灣各縣市智慧製造程度的調查研究公布。因此在探討個別縣市推動智慧製造的成效方面，可參考經濟部工業局「智慧機械產業推動方案」公布的例如智慧機上盒裝置數量、經濟部工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」的分佈等，推敲單一縣市的推動狀況與發展能量。

從2011年開始，德國、美國、中國等相繼提出工業4.0有關的推動計畫，2016年7月，我國行政院也通過「智慧機械產業推動方案」期許能推動產業導入機臺智慧化並建立起智慧機械產業生態體系；2017年7月機械公會在智慧機械執行委員會會議上首次提出「智慧機上盒」(Smart Machine Box，SMB)的裝置概念，借鏡TV Box的理念，達到即插即用、快速整合工業物聯網以及達到機臺智慧化等目的；經濟部工業局也於2018年推出「智慧機上盒(SMB)輔導計畫」，並由財團法人精密機械研究發展中心擔任執行單位，進行相關宣傳與輔導推廣等活動。

⁵⁵ 資料來源：自由電子報，台灣首座 5G+AMR 未來工廠落腳友嘉湖口廠，網址：<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3424253>，2021/1/27

大致而言，「智慧機械產業推動方案」目的是讓機械產業從「精密機械」升級轉型為「智慧機械」（具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能之機臺）。考量廠商規模與能量各有不同，政府優先協助廠商進行數位化，再逐步朝數位優化、數位轉型升級，以達成「智機產業化」及「產業智機化」之願景，邁向成為「亞洲高階製造中心」的目標。

「智慧機械產業推動方案」瞄準高度（挑戰國際頂尖規格）、廣度（擴散於中小企業）、深度（技術深化）等構面。其中，針對中小企業主要聚焦「廣度」，希望提高其跨越門檻的能力，著重在生產過程導入數位化，特別是先在「關鍵製程」導入數位化生產，初步提升產能與品質，滿足業者所需、達成期望。

此外，也規畫4步驟協助航太、半導體、機械設備、金屬運具、電子資訊、能源、3C、食品及紡織等產業擺脫傳統老舊產線⁵⁶。而機械產業也能藉由推動智慧機械、智慧製造系統、整廠整線應用及智慧工廠等智慧機械設備與智慧製造應用解決方案，建立符合終端產業需求（例如少量多樣、彈性製造、大量客製化生產等）的技術應用服務能量，搶占 B2B 市場。

以下擬針對「智慧機械產業推動方案」的4步驟盤點臺南市推動智慧製造的成果與未來可持續精進之處。

1.輔導設置智慧機上盒推動「數位化」

「智慧機械產業推動方案」在輔導產業「數位化」方面，考量傳統產業的生產數據往往仰賴人工抄寫，例如機臺的品檢紀錄是人工監看三色燈，效率欠佳且無法即時；工單領料、產線進度、工作時數、檢驗項目等由人工紀錄，又可能與 ERP 系統有所出入、資訊有時效落差，造成盤點不易。

⁵⁶ 資料來源：經濟部工業局，智慧機械產業數位轉型推動成果，網址：
https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=93344，
2021/3/3

為了不改變機臺加工精度，又希望獲得智慧機械的好處，兼顧舊設備快速導入，經濟部工業局推動「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」，規畫至2022年為期共5年，預計投入1.42億元經費，預計裝設9,100臺「智慧機上盒」協助設備聯網。自2018年2月至2021年2月已完成裝設5,396臺「智慧機上盒」協助中小企業設備聯網，跨出數位轉型的第一步。

「智慧機上盒」（Smart Machine Box, SMB）指附加於機械設備，並具備資料處理、儲存、通訊協定轉譯及傳輸，以及提供應用服務模組功能之軟硬體整合系統。「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」規定所使用的「智慧機上盒」最少需具備設備連線設定管理、資料擷取與儲存管理、設備稼動管理、完工計量管理等4類功能模組。換言之，「智慧機上盒」的訴求在於透過作為機臺設備外掛使用的配件，可以視為機臺的輔助控制器，藉由與主控制器連線，擴展智慧機械應有的能力，藉此快速達成所需的功能性。

「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」提供的經費為單一受輔導業者自籌款至少占個案總經費50%以上；政府輔導經費以個案總經費50%為限，每個案輔導單位之政府輔導經費上限為新臺幣40萬元。

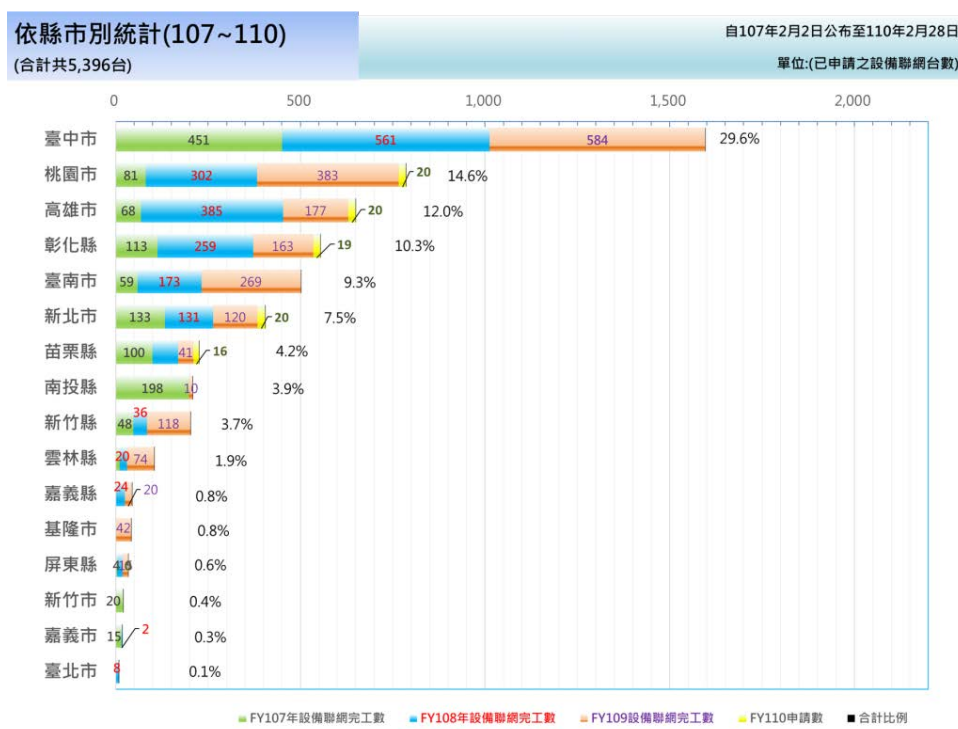
「智慧機上盒」可廣泛支援工具機廠牌如 FANUC、HEIDENHAIN、Mitsubishi、工研院、Syntec、寶元數控；機械手臂廠牌如 FANUC、台達電、TOSHIBA 等。受輔導廠商裝設「智慧機上盒」之後，即可達到垂直整合軟體系統、實體設備橫向連結與協同作業，透過 M2M 機聯網系統，導入數位化生產，實現設備聯網、即時監控、智能應用等生產自動化的功能。裝置智慧機上盒之後，能使製造現場中不同類型的軟硬體平臺獲得跨平臺整合的機會，讓製造業者可在既有的系統運作可視化、預測性維護、人工智慧等，藉此保障過去的投資。

表4-2-3 「智慧機上盒」聯網功能模組要求

必要功能				
功能模組	(1)設備連線設定管理功能	(2)資料擷取與儲存管理功能	(3)設備稼動管理功能	(4)完工計量管理功能
內容	與各類機械設備建立連線的參數設定與聯網機械設備管理	由機械設備擷取資料的軟體，並具備對機械設備所傳輸之資料進行處理、儲存、轉譯	擷取機械設備開停機狀態與時間資訊，計算後可顯示設備稼動率的軟體功能	擷取機械設備運轉與完成作業狀態及時間資訊，計算後可顯示完工計量單位的軟體功能
附加功能				
功能模組	(5)設備操作歷程記錄	(6)設備故障主動通報	(7)設備訂單完工時間預估	(8)國際相容通訊標準
內容	記錄並儲存機械設備各種狀態與時間資訊，並以圖形顯示設備之各種狀態的功能	當設備發生重大警報（例如：故障或非預期性停機等）能透過SMB將訊息傳達給相關處理人員	擷取設備（或系統）同一訂單之單一件製品完工所需時間或透過歷史紀錄資料計算平均完工時間，並以前述資料為依據，預估該設備（或系統）本次生產訂單總量之預期完工時間	使用最少1種國際相容之通訊標準協定（OPCUA、MTconnect、MQTT、Modbus等）

資料來源：經濟部工業局，智慧機上盒（Smart Machine Box）輔導計畫申請須知，網址：
http://www.smartmachinery.tw/upload/web/SMB/SMB108/00_1070102v1-108%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%99%BA%E6%85%A7%E6%A9%9F%E4%B8%8A%E7%9B%92 （SMB）
http://www.smartmachinery.tw/upload/web/SMB/SMB108/00_1070102v1-108%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%99%BA%E6%85%A7%E6%A9%9F%E4%B8%8A%E7%9B%92 %E8%BC%94%E5%B0%8E%E8%A8%88%E7%95%AB%E7%94%B3%E8%AB%8B%E9%A0%88%E7%9F%A5.pdf，2019/1/2

自2018年2月至2021年2月，已輔導11類產業業者裝設5,396臺「智慧機上盒」，協助企業跨出數位轉型第一步。累計臺中市、桃園市、高雄市廠商設備聯網臺數分屬前3名。臺南市尚落後於彰化縣排名第5，不過臺南市2018年、2019年、2020年的設備聯網臺數分別為59臺、173臺、269臺有逐漸增多的趨勢。



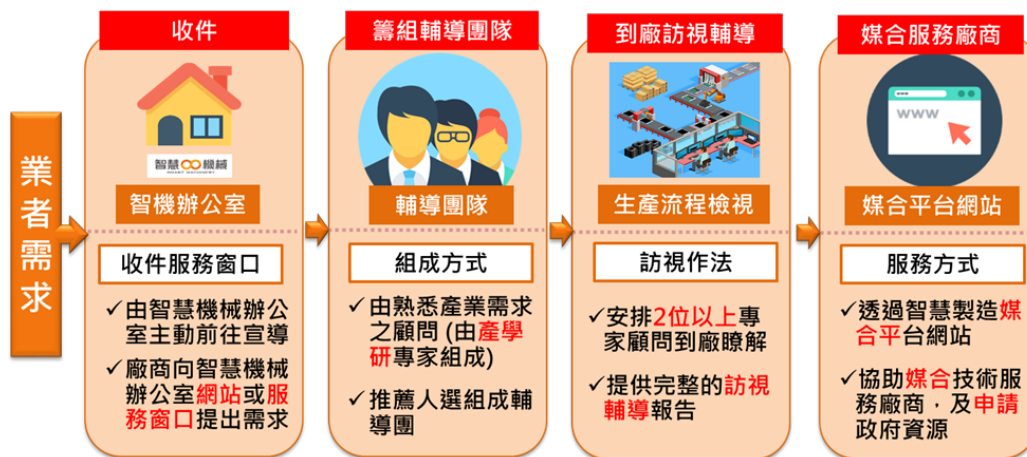
資料來源：智慧機械推動辦公室，網址：

<http://www.smartmachinery.tw/page/about/index.aspx?kind=199>

圖4-2-1 「智慧機上盒」裝設數量

2.組成智慧製造輔導團

「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」召集專家、系統整合商（SI）組成「智慧製造輔導團」：（1）協助中小企業（使用者）導入智慧製造，搭配系統整合商尋覓商機；（2）提供諮詢診斷與媒合服務，協助中小企業導入智慧製造，加速朝數位化、智慧化升級轉型；（3）促成產學合作，解決業界缺工問題。

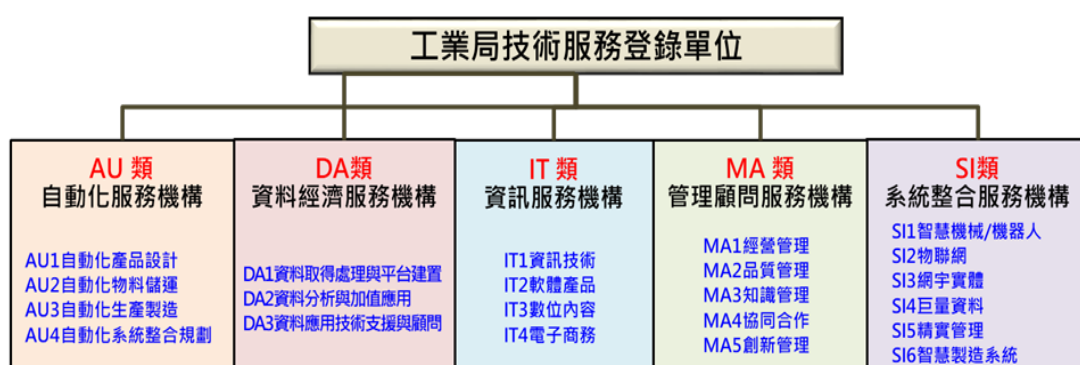


資料來源：智慧機械推動辦公室，網址：

<http://www.smartmachinery.tw/page/about/index.aspx?kind=194>

圖4-2-2 「智慧製造輔導團」輔導流程

「智慧製造輔導團」運作方式為針對國內中小企業智慧製造需求，邀請金屬機電、電子資訊、民生化工、知識服務等產業領域之產學研專家組成「顧問分團」之專家顧問到廠免費提供訪視輔導建議，後續藉由智慧機械辦公室媒合平臺網站，再安排經由經濟部工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」中的自動化、資料經濟、資訊服務、管理顧問、系統整合服務機構，共200多家技術服務登錄單位組成「服務分團」業者，提供技術服務、合作申請政府政策資源。



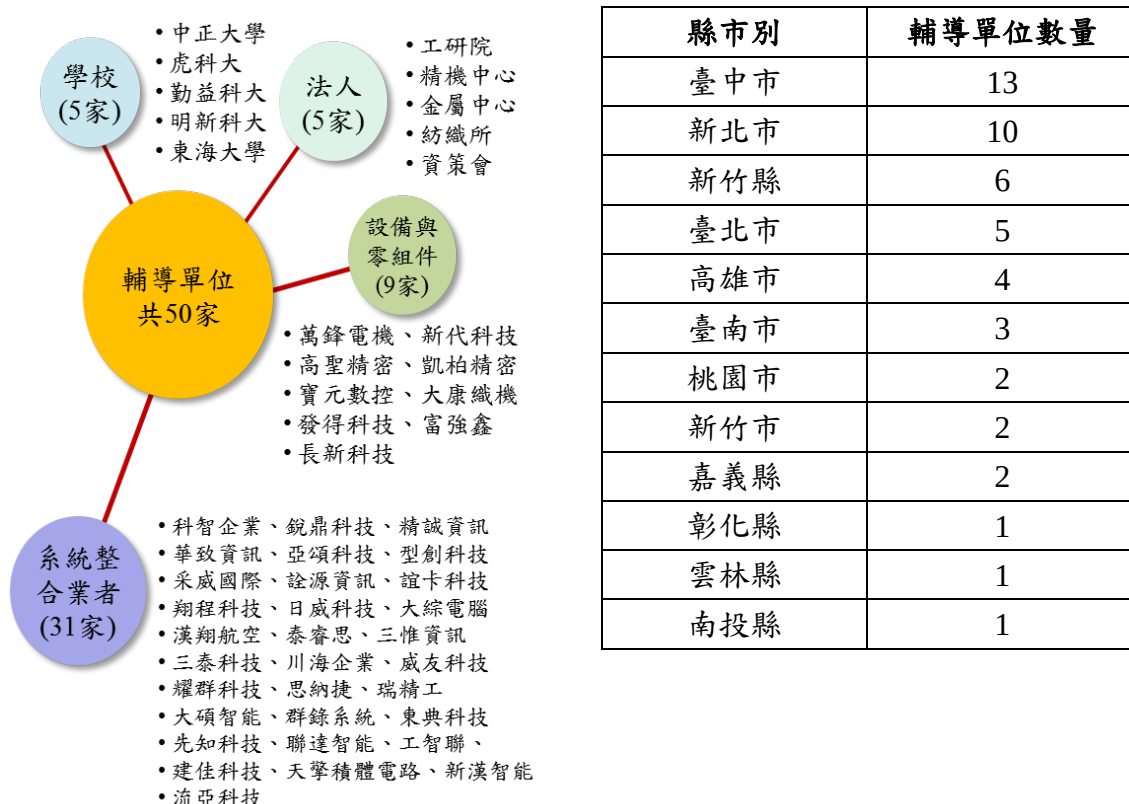
資料來源：智慧機械推動辦公室，網址：

<http://www.smartmachinery.tw/page/about/index.aspx?kind=227>

圖4-2-3 「智慧製造輔導團」之「顧問分團」組成

自2018年～2020年「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」，共吸引50家具

系統整合能量之產學研參與作為「輔導單位」，分別針對金屬製品製造業、機械設備製造業、塑膠製品製造業等11產業，由產業專家到廠提供諮詢診斷，媒合與系統整合業者技術合作提供諮詢診斷服務，進而協助受輔導業者投入設備聯網及設備稼動率可視化。



資料來源：財團法人精密機械研究發展中心，智慧機上盒(SMB)輔導計畫常見問題與答覆 Q&A，
網址：<https://www.pmc.org.tw/tw/news/show.aspx?num=58>，2021/3/4

圖4-2-4 「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」50家輔導單位與縣市分布

在2020年協助業者提案的50個「輔導單位」中，以臺中市、新北市、新竹縣的數量最多，臺南市則有3個「輔導單位」單位協助業者提案，分別為富強鑫公司（AU 類自動化服務機構）輔導塑膠製品製造業、群錄系統公司（AU 類自動化服務機構）輔導塑膠製品製造業、先知科技科技公司（AU 類自動化服務機構、AI 類人工智慧技術服務機構）輔導電子零組件製造業。

此外，本研究進一步盤點工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」中的「SI 類系統整合服務機構」(10間)與「AI 類人工智慧技術服務機構」(53間)，發現僅屬於成功大學衍生的「先知科技股份有限公司」位於臺南市。顯見，臺南市亟待引入輔導能量，以協助在地廠商加速導入智慧製造。

3. 打造智慧機械標竿示範企業

經濟部同時推動「智慧機械領航」計畫，在汽機車、航太、手工具、水五金、製鞋等5個領域智慧機械標竿示範企業，預計結案後3年內帶動投資97.3億。包括航太產業的漢翔公司（臺中市）的複材加工、汽機車產業的光陽工業公司（高雄市）的虛實整合彈性製造、水五金產業的隴鈦銅器公司（彰化縣）水龍頭彈性製造、手工具產業的銳泰精密工具公司（臺中市）套筒智慧工廠、製鞋業的欣展工業公司（臺中市）快速換線鞋材生產線，其中並無臺南市的企業。



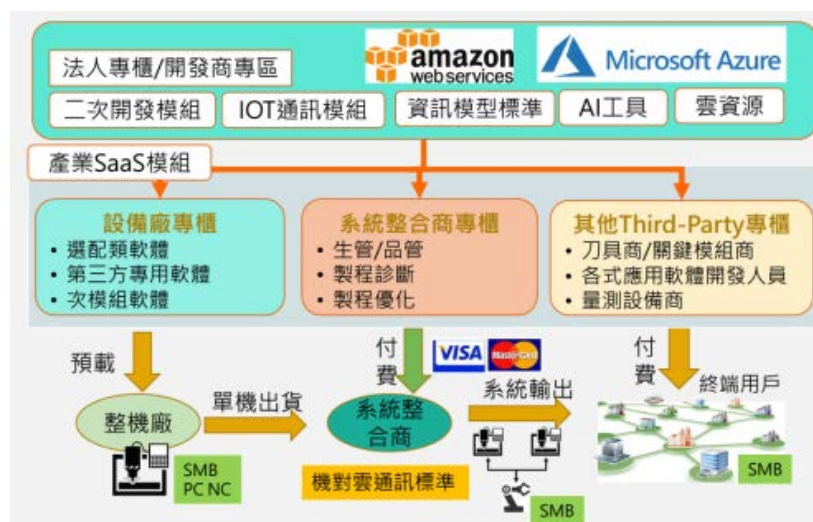
資料來源：呂正華，智慧機械產業推動方案成果，2020/7/30

圖4-2-5 「智慧機械領航」計畫的智慧機械標竿示範企業

4. 鼓勵運用「智慧機械雲」下載產業應用程式，智慧化分析運用數據

2018年臺灣機械公會針對機械產業發布「智慧機械產業白皮書」，訂

出短中長期目標，短期希望能將新舊機臺聯網，加強可視化、蒐集稼動率及異常監控等資訊；中期則是加速發展感測器與機械雲；長期目標為相關單位協助機械業開發工業等級的感測器及雷射技術應用，以及運用人工智慧與大數據分析，協助廠商邁向智慧機械與智慧製造目標。



資料來源：梁碩芃，公版智慧機械雲應用服務介紹，2020/7/23

圖4-2-6 「智慧機械雲」運作模式

「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」可謂呼應上述的短期目標。透過蒐集機臺數據後，但後續的來數據應用又成為實踐智慧化升級的關鍵。全球機械產業近年的趨勢是將雲端服務作為重要的智慧技術與解決方案。但機械業者在發展雲端應用時，普遍面臨3個問題⁵⁷：（1）現有主要國際雲平臺均有自己的軟體市集，並不相容於機械雲的需求，沒有適合設備、零組件、系統整合商、軟體開發商共同經營的雲端應用及運算服務平臺無整合地端OS之SaaS開發環境；（2）沒有標準化的SaaS/App開發、上架、安裝、更新機制部分產業缺乏標準資訊模型，數據上雲後無法直接進行分析服務；（3）沒有裝置管理機制，雲端運算平臺無法掌握邊緣運算裝置的狀態或更新參數沒有支援各式產業資訊標準。

⁵⁷ 資料來源：熊治民，產業追蹤／政府推雲平台助攻產業，網址：<https://money.udn.com/money/story/5612/5364270>，2021/4/4

特別是過去礙於資訊管理系統造價不斐，讓中小企業望之卻步，為補足對軟體服務的資源匱乏，經濟部整合工研院、機械公會、電電公會，以及資策會、精機中心及金屬中心等研發法人單位，投入測試、軟體開發及應用，並且協助建立場域應用案例，驗證商業模式可行性，進而建立公版「智慧機械雲端平臺」，試圖解決現有機械雲彼此不相容，導致不同開發者的軟體服務難以共存使用。

目前，「智慧機械雲」涵蓋工具機、紡織、印刷電路板、塑膠射出、金屬成型等5大產業應用，可依產業別、應用類別、方案群組、開發者分類查詢與下載所需的 App，且已上架的應用類別包含加工應用、模擬與優化、工件影像品質檢測、感測紀錄監測、設備狀態監測、設備監診等產業用 App。亦即，「智慧機械雲」類似手機上的「應用程式商店」，透過建立雲端應用服務的標準化開發、上架、訂閱、銷售機制，簡化軟體開發、售後服務、系統維護流程，提供不同開發者的軟體服務共存，並讓強調「一鍵下載」降低使用者導入時間與門檻。

表4-2-4 「智慧機械雲」營運特色

特色	內容
統一介面	• 控制器內執行標準 Runtime 環境，解決介面不一致
通用性、透明度	• App 涵蓋資料蒐集、數據分析、設計開發等通用性軟體 • 可預先瀏覽軟體系統介紹、版本，也提供更新、除錯
開發平臺、工具庫與資安	• 提供給學界專家或業界廠商開發並上傳相關軟體。每個應用程式上架前需通過審核、資安認證
付費模式	• 收費軟體：提供買斷、租用、按需計費等多種付費型態 • 免費軟體：法人提供的通用 App 在專案計畫執行期間（2021年至2024年）免費下載
品牌「店中店」	• 提供各廠商品牌的 App 專賣店，包括永進機械、虎尾科大、成大等業者與學術單位設有自己的軟體專櫃

資料來源：戴佳琪，以智慧機械雲帶動企業走向智慧製造，網址：<https://www.digiwin.com/tw/blog/7/index/2757.html>，2021/3/22

本研究盤點目前智慧機械雲上架之應用程式，擔任應用程式「開發商」的法人單位，以位於新竹縣工研院機械所上架的46個 App 最多，其次為臺

中市工研院智機中心上架的37個 App；位於南部的法人單位如工研院南分院（10個）、金屬中心（9個）推出的 App，無論在數量與適用產業方面，明顯少於位於中、北的法人單位；學研機構也僅「成大智慧製造研究中心」推出2款應用程式。

另智慧機械雲上，現有的「開發商」廠商，諸如台達電子、研華、新漢、勇進機械、準力機械、采威國際、達易智造、富士康工業互聯網等公司皆非位於臺南市或高雄市。

表4-2-5 南部之研發法人於智慧機械雲上架之應用程式

開發商	應用程式
工研院南分院 (10個)	設備語意智慧解譯工具-簡易版
	染機多階段運作參數統計管制工具模組
	設備語意智慧解譯工具-進階版
	IC 檢測傳動效能分析模組
	塑膠射出設備產業在製品追蹤與管理 APP
	染機定型機專用 PLC 數據資料配置工具
	紡織設備單一運作參數統計管制工具模組
	通用 APP 即時資訊顯示模組
	染機生產異常履歷工具
	織、染、定型專用生產與能資源監控工具 Lite 版
成大智慧製造研究中心 (2個)	智慧型預測保養 (IPM) -雲端月租版
	全自動虛擬量測 (AVM) 雲端月租版
金屬中心 (9個)	生產良率管制模組
	鍛造成型設備故障分析預警模組
	扣件成型參數最佳化模組 (PM)
	成型力分析警知模組
	扣件鍛造模具壽命預診模組
	鍛造成型監測線上警知模組
	扣件鍛造成型品質預診模組
	扣件快速設計與鍛造負荷模擬模組 (PM)
	模具快速調教導引模組 (PM)

資料來源：智慧機械雲，本研究整理

目前，智慧機械雲正尋求擴大上架的應用程式數量與種類。其成立之初，僅由機械公會、精機中心、工研院、金屬中心等法人主導，後續也納

入電電公會、研華、新漢以及富鴻網等參與者，為的就是藉由兩大公會全臺6,000多家機械廠與資通訊業者的力量，藉以強化智慧機械雲的生態體系。除廣招使用者，也順勢擴大雲平臺上的服務內容，導入如「店中店」商業模式，讓使用者可在單一平臺上就能下載多元的智慧製造服務軟體，一次滿足使用者需求。

例如，「智慧機械雲」平臺與工業電腦大廠研華科技公司合作，推動雲、地端作業環境標準化，推出包括智慧機上盒、閘道器、邊緣端設備等的機械雲硬體市集，能與工研院已標準化的地端 OS 互通，只要經過授權後就能從「智慧機械雲」平臺下載所需的 App 使用；研華科技公司加入機械雲後，可以用「統購價格」優惠購買智慧機上盒，有利企業節省成本且買到符合規格的產品⁵⁸。而他牌的智慧機上盒使用者，也能在智慧機械雲上下載研華 WISE-PaaS 的第三方軟體，多方廠商透過智慧機械雲作為平臺，能有更多的應用服務軟體加入、豐富化應用，達成產業共贏。

5. 「智慧機械產業推動方案」下階段重點：導入人工智慧促進「數位優化」

在智慧機上盒促成機臺聯網達成「數位化」後，受輔導業者基於機聯網或設備稼動率可視化之基礎，「智慧機械產業推動方案」未來將著重「數位優化」智慧升級，透過對接「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」，同樣經由經濟部工業局「技術服務能量登錄合格機構」（輔導單位）輔導廠商導入智慧化生產或智慧化設備等應用服務模組，以加速智慧化應用服務模組擴散。人工智慧的導入強調數據的溝通串流，加速跨廠整合，讓機臺之間更聰明，甚至可自行進行補償、調整等諸如智慧研磨、參數建議、異常預警、人工智慧品質檢測等智慧化功能。

⁵⁸ 資料來源：中時新聞網，助攻公版機械雲 今與研華簽 MOU 優惠價統購機上盒，網址：<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20201216005592-260410?chdtv>，2020/12/16

表4-2-6 「智慧機上盒輔導計畫」與「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」比較

計畫	智慧機上盒（SMB）輔導計畫		協助製造業智慧應用升級輔導計畫
階段	• 可視化（看見問題）發生了什麼事？	• 透明化（了解問題）為什麼發生這些事？	• 可預測（準備好解法）或自適化（最佳化）哪些事要發生？如何自動反應？
效益	• 企業能透過資料了解正在發生的事件，並依據數據進行決策	• 企業能透過資料了解各事件發生的原因，並且累積處理知識	• 企業能透過資料了解未來可能發生的事件，並預測進行決策 • 企業能夠依據發生的事件自動進行最有利的策略回應
功能	• 總和稼動率（OEE）、刀具管理、夾治具管理、模具管理等	• 異常工時分析、工件生產履歷與分析、異常警報分析、品質異常分析等	• 機臺或零組件健康預診、刀具壽命預測與管理、加工品質預測、射出成形品質預測等

資料來源：經濟部工業局，經濟部109年度產業輔導計畫聯合說明會，本研究整理

在導入人工智慧促進「數位優化」方面，主要是搭配「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」，在具備機聯網與設備稼動率可視化基礎下，朝受輔導廠商需求之智慧化應用服務模組發展與整合導入，如：刀具管理、夾治具管理、模具管理、生產履歷管理、異常工時分析、異常警報分析、品質異常分析、機臺或零組件健康預診、刀具壽命預測與管理等。協助製造業者傳承老師傅手藝與經驗，建立產業之智慧製造人工智慧解決方案。

總之，智慧製造的推廣，第一步是設法讓工廠內的生產設備具備聯網、可視化能力，改善傳統生產數據封閉、製造現場的浪費、無法全面掌握生產進度的問題。目前中央政府政策推動以「萬機聯網上雲端」為核心，「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」、「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」也著眼新設備或舊機臺均有數位化聯網能力。換言之，「智慧機械產業推動方案」以滿足應用端（受輔導廠商）需求為目標，而輔導單位也可藉由應用

端需求促使系統整合解決方案不斷精進，提供除基本功能以外的合適技術，使解決方案能創造應用端客戶價值。

貳、自駕車

自駕車從技術層面分析，基本上可分為（1）感知、（2）決策與（3）控制等三大系統。感知系統必須先對車輛本身，進行精準定位，所以精準度高、訊號搜尋快與反應時間短的 GPS 系統、高精地圖的角色相對明確；此外，感知系統也對車身周遭環境特徵進行辨識，透過聲納、雷達、光達與影像辨識等方式，訴求不受環境干擾、將多重感知融合、具有快速偵測與準確的影像辨識能力。

決策系統是在使用者決定行駛目的地，並接收感知系統所傳遞的訊息後，進行靜態行駛路徑規畫與動態行為規畫。動態行為規畫必須考慮本身車輛性能極限，在兼具安全與舒適之情況下，判斷對手（含救護車、機車、行人與障礙物等）可能產生的影響，制定最佳的避障路徑與速度。

控制系統則是在接收到最佳路徑與速度之指令後，將動力系統、轉向系統、剎車系統與懸吊系統，進行整合式的控制。其中除控制懸吊系統，是以舒適度為較大考量外，其餘三項皆與汽車駕駛安全有密切相關。所以，不僅每一項系統，須高度可靠外，系統間的通訊界面，也必須人性化、客製化與智慧化。

表4-2-7 自駕車關鍵技術

系統	感知系統	決策系統	控制系統
功能	必須先對車輛本身進行精準定位；其次是環境特徵辨識，需不受環境干擾，並可將多重感知融合，具有可快速偵測與準確的影像辨識能力	在使用者決定行駛目的地後，開始接收感知系統所傳遞來的訊息後，進行靜態行駛路徑規畫與動態行為規畫	接收到最佳路徑之指令後，將動力系統、轉向系統、剎車系統與懸吊系統，進行整合式的控制

系統	感知系統	決策系統	控制系統
代表產品或次系統	GPS 系統、高精地圖、聲納、雷達、光達、影像辨識、V2X	行人與其他車輛行為判定、避障路線選定、駕駛疲勞判定與決策、撞擊對象優先順序、剎車輕重、車道偏移	防煞車鎖死系統 (ABS)、循跡控制系統 (TCS)、電子穩定控制 (ESC)、主動式前輪轉向 (AFS) 等

資料來源：陳正夫，自駕車發展的契機與挑戰，機械工業，第457期，2021/4

為協助我國自駕車產業鏈持續升級，經濟部透過科專計畫協助發展各項前瞻感知技術；科技部在臺南沙崙建置臺灣智駕實驗室涵蓋多種測試情境；交通部《交通科技白皮書》則將電動化和自動駕駛輔助系統並列為開發新型式科技化電動巴士車型及導入自駕車技術階段性目標，鼓勵業者採用電動巴士，並搭配先進駕駛輔助系統以提升環保與安全性。目前，我國中央政府正在鼓勵研發法人、學校等發展自駕車相關設備與技術，希望未來在臺灣上路的自動駕駛車輛、相關管理設備，能盡量自行生產。藉由內需市場初步帶動更多汽車與資通訊業者發展出我國自有的自動駕駛供應鏈，配合未來全球的電動車發展趨勢，對外輸出系統與服務創造出能規模化的產品與服務。

表4-2-8 臺灣主要政府單位自駕車發展分工與目標

單位	工作重點	2020	2025
技術處	軟硬體核心技術	建立先進駕駛安全輔助系統能量	建立高階自動駕駛所需關鍵技術
工業局	產業推動	開發以15人電動小巴和CPEV 為平臺自駕等級4全自駕技術	以平臺車進行開發自駕等級5的人工智慧的自動駕駛技術，成立整車或系統整合服務公司
科技部	驗證場域	建立自動駕駛車輛模擬測試平臺	完善自動駕駛車輛測試應用
教育部	人才培育	發展人才培育能量	建立大學技術跨領域整合能量
經濟部+交通部	法規調適	自動駕駛車輛等級3	自動駕駛車輛等級4-5

資料來源：石育賢、吳俊德，揚風啟航臺灣自動駕駛產業脈動與推動上路發展藍圖，機械工業，第457期，2021/4

為了解臺南市在地的自駕車產業鏈情況，本研究擬由我國的自動駕駛感知系統產業鏈、自動駕駛巴士產業鏈、車聯網產業鏈、臺灣特斯拉產業鏈等4個面向，盤點臺南市的自駕車廠商概況。

一、自動駕駛感知系統產業鏈

傳統的燃油車產業已發展成熟，屬於高可靠度的產品；而自駕車除需調整整車設計，更需要掌握電控系統、通訊標準、機電控制等項目。臺灣的車輛產業在車用資訊娛樂、先進自動駕駛輔助系統、以車載影像為核心發展的安全輔助系統、電動車關鍵零組件與模組等，確實已有部分產品進入國際供應鏈。但在整車供應鏈中仍以 Tier 2、Tier 3 為主，或以後裝市場方式進行銷售。

表4-2-9 汽車先進自動駕駛輔助系統參考

項次	系統類別	目的
1	主動式定速巡航系統	自動跟隨前方目標車並保持安全距離
2	前方碰撞警示系統	與前方目標車有碰撞風險時警示
3	行人偵測系統	與前方行人有碰撞風險時警示或煞車
4	自動緊急煞車系統	與前方目標車有碰撞風險時警示或煞車
5	速度輔助系統、車速限制	限制車輛速限
6	車道偏移警示系統	車輛偏離既有車道警示
7	盲點偵測警示系統	盲點區有目標物時警示
8	車身穩定系統	緊急閃避或彎道打滑時穩定車身
9	煞車輔助系統	提供駕駛踩下煞車踏板之輔助力
10	胎壓偵測輔助系統	輪胎胎壓過低時警示

資料來源：臺灣新社會智庫，我國機車安全法規演進現況與發展方向，網址：
<http://nk210-201-138-33.cl.static.apol.com.tw/index.php/%E6%94%BF%E7%AD%96%E5%A0%B1%E5%91%8A/%E7%A4%BE%E6%9C%83%E5%AE%89%E5%85%A8/8650-%E6%88%91%E5%9C%8B%E6%A9%9F%E8%BB%8A%E5%AE%89%E5%85%A8%E6%B3%95%E8%A6%8F%E6%BC%94%E9%80%B2%E7%8F%BE%E6%B3%81%E8%88%87%E7%99%BC%E5%B1%95%E6%96%B9%E5%90%91>，2020/4/20

檢視目前臺灣在自動駕駛系統的產業鏈，具有技術與產品能量優勢的部份為：感知系統具有整合功能，已具備生產多項主動安全警示產品的能力。例如以自動駕駛安全輔助系統中大量應用的車用超聲波、影像、雷達

等已經較具規模；人機介面在車用儀表板、抬頭顯示器、語音辨識等；協同式定位則以導航、圖資、GPS、地圖等；決策系統以駕駛決策、動態控制、工業用電腦等；底盤控制以線傳控制技術等具有技術與產品能量。

國內優勢為感知系統具有整合功能，已具備多項主動安全警示產品的能力，本研究盤點臺灣自動駕駛感知系統產業鏈代表企業，位於臺南市為奇美車電公司、經昌汽車電子公司，兩者主要皆生產先進自動駕駛輔助系統設備。

表4-2-10 臺灣自動駕駛感知系統產業鏈代表企業

感知系統			
車道偏移警示			
奇美車電	臺南市	慧展科技	彰化縣
歐特明電子	新竹市	怡利電子	彰化縣
輝創電子	新北市	華晶科技	新北市
為昇科	新竹縣	經昌汽車電子	臺南市
合盈光電	臺中市	永彰機電	桃園市
同致	桃園市	鴻華先進科技股	新北市
盲區偵測系統			
奇美車電	臺南市	怡利電子	彰化縣
歐特明電子	新竹市	惟享科技	新北市
為昇科	新竹縣	經昌汽車電子	臺南市
同致電子	桃園市	士林電機	臺北市
慧展科技	彰化縣	鴻華先進科技股	新北市
前車碰撞警示			
奇美車電	臺南市	惟享科技	新北市
歐特明電子	新竹市	經昌汽車電子	臺南市
怡利電子	彰化縣	鴻華先進科技股	新北市
移動體偵測系統			
奇美車電	臺南市	怡利電子	彰化縣
華晶科	新北市	鴻華先進科技股	新北市
歐特明電子	新竹市	-	-
輔助停車系統			
輝創電子	新北市	惟享科技	新北市
歐特明電子	新竹市	經昌汽車電子	臺南市

同致電子	桃園市	鴻華先進科技	新北市
環景/底盤透視/開門警示			
歐特明	新竹市	輝創電子	新北市
華晶科技	新北市	領英	新北市
同致電子	桃園市	鴻華先進科技	新北市
慧展科技	彰化縣	-	-
疲勞偵測系統			
慧展科技	彰化縣		
影像系統			
為昇科	新竹縣	鴻華先進科技	新北市
光寶科技	臺北市	-	-
感知模組			
車用鏡頭模組			
合盈光電	臺中市	中揚光電	臺中市
亞洲光學	臺中市	佳凌科技	臺中市
大立光	臺中市	光寶科技	臺北市
車規影像模組			
奇美車電	臺南市	輝創電子	新北市
歐特明電子	新竹市	怡利電子	彰化縣
為昇科	新竹縣	惟享科技	新北市
同致電子	桃園市	經昌汽車電子	臺南市
慧展科技	彰化縣	士林電機	臺北市
雷達感測器			
奇美車電	臺南市	惟享科技	新北市
歐特明電子	新竹市	經昌汽車電子	臺南市
怡利電子	彰化縣	-	-
車用雷達模組			
啟碁科技	新竹市	千竣科技	新竹縣
環隆科/華雷	臺中市	正揚	正揚工程
為昇科	新竹縣	致伸科技	臺北市
慧展科技（停）	彰化縣	-	-
光達			
中科院	桃園市	工研院電光/資通所	新竹縣
交大	新竹市	中央大學	桃園市

電子零組件			
光寶科技	臺北市	合盈光電	臺中市
奇美車電	臺南市	車王電子	臺中市
輝創電子	新北市	怡利電子	彰化縣
歐特明電子	新竹市	致伸科技	臺北市
同致電子	桃園市	-	-
感知元件與 IC			
感測、視訊/網路/電源 IC、影像處理晶片、訊號處理晶片			
瑞薩電子	臺北市	原相科技	新竹市
聯詠科技	新竹市	華晶科技	新竹市
瑞昱半導體	新竹市	盛群科技	新竹縣
偉詮電子	新竹市	勝麗國際	新竹縣
凌陽科技	新竹市	朋程科技	桃園市
新唐科技	新竹市	聯發科	新竹市

資料來源：石育賢、吳俊德，揚風啟航臺灣自動駕駛產業脈動與推動上路發展藍圖，機械工業，第457期，2021/4

二、自動駕駛巴士產業鏈

2020年起，臺灣自動駕駛國家隊逐漸形成，國內法人研究單位和業者如成功大學、工研院機械所、工研院資通所、車輛中心、臺灣智慧駕駛、理立系統等；工程顧問業者鼎漢工程；客運營運業者華德動能、豐榮客運、淡水客運、高精地圖業者勤崴國際等，在臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市政府的協助下，皆開始參與自動駕駛科技沙盒實證申請以及推動上路實證計畫。由本研究前述盤點可知，臺灣的沙盒測試案例主要運用1~3輛自動駕駛公車在特定路段、公車專用道或離峰時間行駛，除測試自駕車技術並加以改良之外，也希望讓民眾熟悉新型態的自駕運行和服務方式，降低民眾對於自動駕駛在不同道路上的焦慮感。

其中，車輛研究測試中心於2018年與宏基智通、聯華聚能科技、鑫威汽車工業等19家關鍵廠商和供應商，共組「自駕車產業聯盟」，試圖發展臺灣在地的自動駕駛生態體系。「自駕車產業聯盟」涉及的自動駕駛設備

包括影像攝影技術、雷達系統、光達技術、專用短距離通訊技術 (Dedicated Short Range Communication, DSRC)、車輛定位校正技術。

營運服務系統交給勤崙科技、中華電信與宏碁智通；整車打造由鑫威負責；自動駕駛系統為車輛中心負責。次系統部分：感測系統（輝創）、轉向煞車（六機、上銀）、決策（技嘉）、動力系統（立淵、致茂、富田）、圖資（勤崙）、車載機（英業達）、影像（光寶、輝創）、雷達（明泰）等。串連與結合營運服務、自駕整合、電能整合、車體製造。

「自駕車產業聯盟」於2019年6月發表第一代原型車「WinBus」，除了光達和車用電腦晶片之外，其他所有零件、電池與車體結構均為國產。

「WinBus」參考自國外自駕車運行以公共接駁模式為最多，因此以主流小型巴士為主軸，設定最多乘載人數為15人（9座位+6站位）；動力來源採用電動車配置，搭載85kW 的電動馬達並由45kWh 的電池容量供電，最大續航里程理想值可達70km 以上，極速可達50km/h，巡航狀態時則為30km/h。

表4-2-11 「自駕車產業聯盟」廠商

營運與系統整合商	營運商	營運管理服務	勤崙國際	臺北市
			中華電信	臺北市
			宏碁智通	新北市
	整車打造廠	車體製造	鑫威汽車工業	宜蘭縣
	系統整合廠	EV 系統整合	聯華聚能科技	新竹市
		ADS 系統整合	車輛中心	彰化縣
勤崙國際			臺北市	
供應商	系統與模組廠	感測系統	輝創電子	新北市
		電控化模組 (煞車/轉向)	六和機械	桃園市
			上銀科技	臺中市
		決策/控制系統	技嘉科技	新北市
		動力系統	立淵機械	南投縣
			致茂電子	桃園市
			富田電機	苗栗縣
		車型設計	創意庫設計	桃園市
		異質網路	明泰科技	新竹市
			英業達	臺北市

		攝影機/光達	輝創電子	新北市
			光寶科技	臺北市
		T-BOX	英業達	臺北市
		圖資	勤崙國際	臺北市
		電池	有量科技	桃園市
		晶片	輝達	臺北市
		雷達	明泰科技	臺北市

資料來源：廖慶秋，自駕車產業聯盟介紹，網址：<https://www.7car.tw/articles/read/53715>，2018/11/20

「WinBus」全車由種偵測器構成，包含車頂頭尾的2顆3D-LiDAR光達，負責空間偵測及高精度圖資定位；車輛定位輔助/校正、車輛加速度及航向角估測的PTK+GPS+IMU模組；DSRC交通標誌資訊交換；前擋風玻璃上裝有窄角及廣角攝影機，負責車道線辨識、偵測行人、車輛、號誌等；車頭裝有行車資訊紀錄及無線傳輸的聯網車機，以及負責遠距（100m）障礙物偵測的77GHz雷達；車輛下緣四個角落各裝有1個短距（20m）障礙物偵測的2D-LiDAR光達，相互涵蓋構成感知偵測範圍網，再加上車內並無人為駕駛介面，達到美國汽車工程師協會（SAE）的Level 4高度自動駕駛階段。

特別的是，WinBus為雙向車頭設計，具備雙軸轉向、雙軸驅動動力的功能，如同軌道交通的設計，可以依營運方向切換車頭。安全設置方面，WinBus車輛中間設有資訊顯示器，能告知乘客自駕車的即時訊息，搭配車頭與車尾皆備有投影機，能顯示WinBus蒐集到的週遭道路狀況，並透過車載電腦演算且避開路障與行人。

正由於系統完全由臺灣製造，WinBu能適應我國特殊的交通狀況，如多摩托車、道路狹窄等，較容易排除各類問題。而WinBus屬於Level 4等級自駕車，在固定路線或封閉式場域內，車輛無須人為介入能完成所有駕駛，但仍需配有一名隨車人員。

但整體而言，「自駕車產業聯盟」內並無臺南市或高雄市的廠商參加。

三、車聯網產業鏈

車聯網發展的願景是構建智慧交通網路，主要訴求透過先進感測器技術、通訊技術、網路技術、數據處理技術、自動控制技術、資訊發佈技術等，應用在全面建立有效率的綜合管理和控制系統，進而實現人、車、路、環境之間的智慧協同。車聯網運作上是將電子標籤裝載在車輛上，並透過無線射頻等識別技術，如 RFID 技術、GPS 技術、行動通訊技術、無線網路等，將所有車輛靜、動態資訊在資訊網路平臺上進行存取和有效利用，並依不同需求對所有車輛的運行狀態進行有效的監管和提供綜合服務。

為了因應全球性的5G、車聯網及智慧城市的發展熱潮，交通部在2020年下半年⁵⁹攜手臺灣車聯網產業協會啟動接軌國際5G 車聯網產業標準制訂作業，透過產業標準凝聚產業垂直整合意向，聚焦於5G 車聯網產業鏈，從下游通訊及車用晶片、模組廠，到中游路側智慧交通設施及聯網車科技產品、系統整合，至上游智慧交通科技與車聯網應用服務包括地圖圖資及車路安全效能服務，形成國內車聯網產業供應鏈，加速臺灣5G 車聯網產業鏈發展。同時，交通部也成立「車聯網推動專案辦公室」，做為國家聯網車相關產品之認證中心籌備處，並研訂與完善相關標準、制定檢驗及審核機制，進而輔導相關產業升級、轉型，目標接軌國際；此外，交通部已訂定2021至2024年的「智慧運輸系統發展建設計畫」，將具體將淬鍊國家產業標準、車聯網車路服務、AI 路況偵測技術等的智慧交通科技，配合落實於2030年臺灣電動化巴士政策推動中，完善六都公車路線共計1183條，沿線路側設施智慧車聯網化，包括進行符合國際應用標準之號誌控制器更新、AI CCTV 感測設備建置及 C-V2X 車聯網設備應用，推動5G 及車聯網產業發展聚落。

臺灣車聯網產業現階段集中於硬體設備廠商，尤其以後裝車載資通訊設備業者居多，但主要屬於 Tier 2 供應商並向 Tier 1 邁進。不過，我國車聯

⁵⁹ 資料來源：自由時報，交通部佈局國際 開創 5G 車聯網新紀元，網址：
<https://market.ltn.com.tw/article/9950>，2021/01/22

網載智慧交通應用領域仍處於測試階段，由中央與地方合作推動實地測試，例如2015年工研院在經濟部技術處與新竹市政府的支持下，啟用臺灣首個「先進十字路口防碰撞警示系統」⁶⁰，設置於新竹縣竹東中興路工研院西大門門口、新竹市東大與民族路口、大學路與光復路口、光復路北上交流道等處。「先進十字路口防撞警示系統」，以毫米波雷達偵測可能闖紅燈的車輛，電子號誌看板會即時顯示，裝在 OBU 車載機的車輛可直接透過智慧手機載車內發出警示音，提醒駕駛煞車或減速。

此系統經多年演進，成為「iRoadSafe 智慧道路安全警示系統」，透過感測裝置佈建增進安全，更進一步實現車對車、車對路的直接通訊，整合跨領域車載通訊及自駕感測技術，提供完整的路口安全防護解決方案，搭配運用路側及車側端設備，應用於解決實際場域交通安全問題，能有效降低事故肇事率，並促進智慧運輸產業創新應用發展。總計已於臺北市、新北市、桃園市、臺中市、高雄市等17個危險易肇事路口建置「iRoadSafe 智慧道路安全警示系統」，提供包括行人路口防護、車輛及大眾運輸工具行車安全預警，降低路口事故發生，並獲得2019年美國愛迪生獎（Edison Awards）「運輸與物流類－乘客安全」銀牌獎⁶¹。

本研究盤點「臺灣車聯網產業協會」121個會員之中，僅經緯航太科技、宏佳騰動力科技位於臺南市；高雄市也僅有寶錄電子、佳駿科技為會員廠商。

⁶⁰ 資料來源：中時新聞網，工研院十字路口防撞警示 新竹啟用，網址：
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20151106005675-260508?chdtv>，2015/11/6

⁶¹ 資料來源：經濟部技術處，科技專案成果「iRoadSafe 智慧道路安全警示系統」網址：
https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/achievement/Achievements2.aspx?menu_id=5391&ac_id=1516，2020/2/14

表4-2-12 「臺灣車聯網產業協會」位於臺南市與高雄市之會員廠商

公司名稱	主要產品
臺南市會員	
經緯航太科技	統合航空太空、機電資通系統整合、複合材料製造、遙感探測、人工智慧及空間資訊等技術能量，提供無人飛行載具系統（定翼機及旋翼機）及關鍵次系統（飛控系統、地面導控系統、資料傳輸系統及酬載設備）之銷售
宏佳騰動力科技	開發速克達、全地形車輛或沙灘車（ATV）、多功能越野車（UTV）、機車及電動車等產品
高雄市會員	
佳駿科技	3G 即時影像車輛遠端監控、車隊管理、油耗管理、運輸系統管理、ERP 系統整合、主動式行車碰撞預警系統、資料雲端串流服務、客製系統開發、通訊節費整合、產險理賠系統整合
寶錄電子	自動售票機、非接觸 IC 卡讀卡機設備、數位式行車記錄器

資料來源：臺灣車聯網產業協會，網址：

<https://www.ttia-tw.org/member.php?page=2&wshop=ttia&Opt=mbpage&tp=Member&lang=zh-tw>，本研究整理

另檢視臺灣車聯網產業鏈代表廠商，臺南市也僅有生產車道偏移警示設備的奇美車電公司入選，位於高雄市的公司也僅有寶錄電子公司（行車記錄器）。

表4-2-13 臺灣車聯網產業鏈代表廠商

儀表板	尚志精密	桃園市
	造隆	桃園市
	聯城	新竹縣
後視鏡螢幕	健生	彰化縣
	車王	臺中市
	同致	桃園市
抬頭顯示器	聯城	臺北市
	士電	臺北市
行車記錄器	寶錄	高雄市
	神達	桃園市
車用影音娛樂	歌樂旺	新北市
	臺灣松下	新北市
	普騰	臺北市

	公信	新北市
	建興	臺北市
	廣達	桃園市
	憶聲	桃園市
	丞信	桃園市
	怡利	彰化縣
	系統	臺北市
車用螢幕	歌樂旺	新北市
	臺灣松下	新北市
	普騰	臺北市
	安泰電業	新北市
	航欣	新竹縣
車用導航系統及其組件	神達	桃園市
	佳邦	苗栗縣
	長天	臺北市
	國際航電	新北市
	鼎天	桃園市
	丞信	桃園市
	航欣	新竹縣
	廣明	桃園市
個人可攜式導航裝置	怡利	彰化縣
	英華達	新北市
	神達	桃園市
	國際航電	新北市
	明基	臺北市
	鼎天	桃園市
液晶面板	友達	新竹市
	元太	新竹市
	群創	苗栗縣
車用電腦	行毅	新北市
	群創	苗栗市
數位電視	安泰電業	苗栗縣
	怡利	彰化縣
車道偏移警示	輝創	新北市
	奇美車電	臺南市

資料來源：陳敬典、閻大維、鄭冠淳（2019），臺灣車電產業現況與未來發展策略，2019車輛研測專刊

四、臺灣特斯拉產業鏈

因電動車設計朝向與自動駕駛及連網功能整合，在產業分析上常將先進駕駛輔助系統（ADAS）及車電供應鏈納進更廣義的自駕車供應鏈進行觀察，也因此，我國廠商在半導體、零部件、次系統的布局相對完整；亦即，我國自駕車供應鏈可擴展為一般電動車供應鏈、先進駕駛輔助系統/車電供應鏈、Tesla 供應鏈等多面向發展。

臺灣廠商於一般電動車供應鏈中，表現相對強的領域有電池正極材料、馬達及動力系統、充電服務等；在先進駕駛輔助系統用感測器方面，投入業者多，且已打入國際 Tier 1 供應鏈。而表現較弱的環節則為電池，主因為中國電池產能規模大、性價比高，導致我國擴產意願較低。

而臺灣廠商打入美國電動車大廠特斯拉供應鏈方面，部分臺廠已成為關鍵零部件重要供應商，且能提供多樣化的零部件。未來，隨國際電動車市場有愈來愈多一線品牌車廠加入，且因電動車供應鏈漸朝向扁平化發展，將提高我國廠商跨入電動車供應鏈的機會。

本研究盤點臺灣特斯拉電動車供應鏈發現位於臺南市僅供應扣件的恒耀國際公司進入供應鏈中；鄰近的高雄市則有中鋼（馬達電磁鋼片）、聚和（電解液添加劑）、建準（散熱風扇）、元山（散熱風扇）、世德（扣件）進入臺灣特斯拉電動車供應鏈。

表4-2-14 臺灣特斯拉電動車供應鏈

車電系統		
主控電腦	和碩	臺北市
17吋觸碰面板	群創光電	苗栗縣
	宸鴻光電	臺北市
揚聲器	鋁新科技	臺北市
車載鏡頭	亞洲光學	臺中市
充電系統		
電源線	維熹科技	臺北市
充電槍	健和興	彰化縣

	康舒科技	新北市
傳感器	興勤電子	高雄市
充電管理服務系統	岳鼎	臺北市
車端 DC/DC 轉換器	台達電	臺北市
馬達動力		
馬達電磁鋼片	中鋼	高雄市
轉子、定子	富田電機	苗栗縣
減速齒輪	和大	臺中市
傳動軸	江申工業	桃園市
電池系統		
電池正極材料	康普科技	新竹縣
	美琪瑪	桃園市
電池組結構件	乙盛	新北市
電解液添加劑	聚和	高雄市
負極材料鋼箔	長春	臺北市
電持動力線束	貿聯	新北市
車身系統		
電池高壓連接器	崧騰企業	桃園市
鍛造侶圈	巧新科技	雲林縣
門鎖齒	祥儀	桃園市
LED 車燈	聯嘉光電	苗栗縣
電流控制板	高技	桃園市
散熱風扇	建準	高雄市
	元山	高雄市
扣件	世德	高雄市
	恒耀國際	臺南市

資料來源：陳敬典、閻大維、鄭冠淳（2019），臺灣車電產業現況與未來發展策略，2019車輛研測專刊

經由前述盤點臺灣具代表性的自駕巴士團隊成員、自駕車供應鏈廠商，可以發現臺灣在整個自駕車產業中，我國廠商能提供的關鍵技術主要就是模組或感知次系統，而臺灣本身缺少如特斯拉、福特、福斯等全球知名的自駕車整車產業，汽車市場規模也難取得主導地位。事實上，綜觀全球較具知名度的自駕車企業，特色在於：(1) 有龐大資金支持，進而利於聘用汽車業和電子業等相關產業的優秀人才；(2) 團隊規模為幾百人到上千人，

從關鍵的高科技專家到每日進行實測取數據的專業團隊，同時團隊會設立於人才供應充足的大學附近，並與大學研究團隊密切合作。

但憑藉臺灣整體的資通訊與半導體零組件優勢，中央政府目前鎖定自駕車次系統應是具體可行的發展路徑。而臺南市長久以來為國內重要的汽車零組件產業聚落，不乏大億、堤維西交通、帝寶、龍鋒企業、東陽實業、恒耀工業、三星科技等國際級廠商，但主要產品仍為車燈、保險桿、鈑金、後視鏡等橡塑膠件、車身件、鑄件、沖壓件及螺絲螺帽等。在自駕車領域，臺南市的產業現況與可能不足的部份為：

（1）與自駕車較相關的廠商集中於感知系統，特別是先進駕駛輔助系統的廠商，例如奇美車電公司、經昌汽車電子工業公司；

（2）高精地圖繪測業者則有經緯航太公司；

（3）以沙灘車、機車製造見長的宏佳騰動力科技公司，近年投注於「機車聯網」研發，從不同的創新角度，推動自駕車的發展；

（4）學研機構則有由成功大學電機系莊智清教授主導的「成功大學自駕車輛試驗計畫」，其在2018年已經發展出等級4的自動駕駛系統；2019年，內政部也與成功大學合作設立「高精地圖研發發展中心」。成功大學則藉由搭配「成功大學自駕車輛試驗計畫」與「高精地圖研究發展中心」介接自駕車操控系統、高精地圖，整合國內外相關圖資與空間資訊產業之技術和資訊；

（5）位於沙崙智慧綠能科學城的「臺灣智駕測試實驗室」則融入亞太區複雜交通環境與駕駛習慣，打造我國自駕封閉驗證場域的「第一哩路」，且由於法規要求於實際場域進行無人載具科技創新實驗、自駕車實際上路之前，必須先取得「臺灣智駕測試實驗室」的封閉式測試場域評估報告與相關安全規畫，作為全臺灣自駕車實際上路前的自駕車「考照場地」；此外，「臺灣智駕測試實驗室」也透過與成功大學的合作，成為主要的產學

合作介接點；

(6) 缺乏自駕車決策系統與控制系統相關的企業；臺灣目前通過無人載具科技創新實驗計畫審查的自駕車團隊，例如勤崴國際、台灣智慧駕駛、理立系統等，均為於臺北市與新北市。

初步觀察，臺南市自駕車產業現況，目前較具優勢的項目為先進駕駛輔助系統、高精地圖與驗證場域，但相對缺乏其他自駕領域的廠商。

臺南市政府欲發展自駕車為在地新興產業，短期仍應以持續精進先進輔助自動駕駛、高精地圖為方向。另外，由於既有在地企業不多，建議台南市政府針對自駕車產業鏈的所有環節加強招商或增進相關的招商誘因、研發補助等，以強化在地自駕車產業鏈。

換言之，未來臺南市欲發展自駕車成為新興產業，策略方向上應積極協助轄內企業尋找策略合作夥伴或吸引國際自駕車的感知、決策與控制領域領導廠商進駐，以帶動當地的自駕車產業鏈，由領導廠商促成相互結盟。長期則以推動「自動駕駛軌道大眾運輸系統」的落地等利基應用，凸顯臺南市在臺灣自駕車產業生態系中的地位。

另一方面，臺南市現有的自駕車相關廠商規模不大，但發展自駕車首重安全問題。若決策或控制系統故障，又無法及時處置或轉為手動系統，就可能釀成事故。此即汽車整車廠不願意選用品質不連貫、無法提供事後賠償的中小型企業產品的原因。此外，車輛若需召回更換的成本極高，加上商譽損失，更可能面臨的消費者集體求償。

總之，臺南市欲發展自駕車為新興產業而非僅是作為驗證與示範，必須吸引中、大型企業與學校資源的投入以及整車廠配合。建議應集中資源，促成產學合作與吸引大型自駕團隊進駐，而非扶植過多廠商參與市場，以免造成已經不多的專業人才更加分散，而是聚焦鼓勵運用大型公司進行模組或系統的開發，以便在產品研發、行銷與獲利上，更有機會得到更大保

障與商機⁶²。

未來數年，臺灣整體的自駕車發展應仍將主要停留在驗證場域中上路、載客的練習，試圖引導民眾每天搭乘、讓用路人及乘客有安全感，進而培養出信任感。實際欲發展出商業模式，或由巴士客運業者接手營運的時間則更久，必須視技術穩定的情況，才能判斷可擴大發展的時間點⁶³。

參、文化展演

根據座談會業界聚焦文化展演的兩大發展趨勢，綜合比較國內外發展的兩個軸向，一是線上（虛擬）演唱會，二是科技藝術展演。

一、軸向一：線上（虛擬）演唱會

在軸向一：「線上（虛擬）演唱會」方面，中華電信5G開臺後，強打虛擬演唱會，攜手 KKBOX 打造虛擬演唱會，而臺南「5G 臺南隊」在日商 NTT 技術的引進下，2020年達成全國首次5G 異地共演並結合「全息投影」技術，兩位歌手在相隔6公里的新營贏地創新育成基地及鹽水永成戲院同時配合 keyboard 手與吉他手演出，其中在地的第四臺業者（南天電視）扮演把中間傳輸串聯角色。

相較之下，前述高雄觀光局與馬來西亞饒舌歌手黃明志 XR 線上虛擬演唱會，或是 SKT 和 SM 娛樂在 Super Junior 的 Beyond LIVE 線上音樂會，結合多元科技的應用（例如 XR、AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有3D 建模工作等），以及未來線上（虛擬）演唱會走向國際擴張/展演的發展，可作為臺南在發展5G 異地共演可以納入思考的軸向。

值得關注的是，相較於我國政策面並未特別投入在線上（虛擬）演場會的發展，韓國2020年提出數位新政文化內容產業發展策略，強調對線上

⁶² 資料來源：陳正夫，自駕車發展的契機與挑戰，機械工業，第 457 期，2021/4

⁶³ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

演唱會發展的支持，在硬體面促進數位化基礎設施發展，尤以發展線上演唱場會專用設施與設備，在內容面開拓下一代虛實數位內容，並致力於文化內容智慧財產權的海外輸出。最後試以表4-2-15綜整線上（虛擬）演唱會國內、外案例研析。

表4-2-15 綜整：線上（虛擬）演唱會國內、外案例研析

構面	地方政府（臺南）： NTT 臺南遠距異地 共演	地方政府（高雄）： 高雄觀光局 X 馬來西亞 繞舌歌手黃明志 XR 線上演唱會	韓國 Super Junior 的 Beyond LIVE 線上音樂會
發展 模式	2020年達成全國首次5G 異地共演並結合「全息投影」技術：兩位歌手在相隔6公里的新營贏地創新育成基地及鹽水永成戲院同時配合keyboard手與吉他手演出	臺馬兩地合作：高雄觀光局與黃明志合作虛擬演唱會，表演三首歌曲融合高雄在地元素，目的是向本地和國外旅客推廣高雄觀光（尤其是東南亞）	- 政策支持：2020年提出數位新政文化內容產業發展策略，強調對線上演唱會發展的支持 - 新型態線上音樂會：SKT 和 SM 娛樂在 Super Junior 的 Beyond LIVE 線上音樂會上，合作展示3D 混合實境表演 - SKT 將歌手崔始源打造成高12公尺的虛擬影像
科技 應用	5G 異地共演結合全席投影：NTT 在面對5G 大量高畫質影像處理技術——超逼真觀看（Ultra Reality Viewing, URV） - 第四臺業者（南天電視）：把中間的傳輸透過高速光纖網路方式串聯起來	- Yahoo TV 為導入異地演唱會的合作夥伴 - 使用 Unity 做為動畫製作引擎，以無縫的方式將表演者與虛擬舞臺自然融合 - 運用 XR 技術：虛擬方式打造高雄流行音樂中心舞臺、高雄景點	應用 AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有3D 建模工作

資料來源：本研究整理。

二、軸向二：科技藝術展演

在軸向二：「科技藝術展演」產業化為關鍵議題。臺灣目前已有許多優秀且具創意的數位藝術展演作品，表4-2-2綜整臺南市的模式，其他地方

政府亦然，例如臺北市「2019臺北光之饗宴」引進義大利的「Luminarie」光雕展；新北歡樂耶誕城2020年更首次和臺灣華特迪士尼公司合作，主燈由來自新加坡的國際團隊賀喜娛樂（Hexogon Solution）設計，打造全臺唯一的迪士尼主題光雕秀，呈現「整座廣場連動」的沉浸式360度環繞光雕秀；由臺中國美館補助的「蜃樓」是一個結合互動、立體投影、浮空投影、舞蹈、樂手與演員的表演，在臺灣著名的歷史古蹟霧峰林家的福州戲臺大花廳演出，運用十八臺投影機（由奧圖碼 Optoma 贊助），中間螢幕為主動式的立體投影，並結合華碩 Xtion，設計舞者肢體與演員表情偵測的互動；高雄市的「2021跨百光年」，以高雄港幻化為沉浸式劇場，結合人文歷史、藝術設計、科技應用、在地景致的陸海空三向度展演，並由叁式數位體驗設計團隊協助處理視覺特效等。

然而，綜上我國數位藝術展演的發展模式較偏向單點式的，較難形成產業化；反觀國際上的 IP/內容具國際觀眾共鳴，例如 teamLab 內容/IP、梵谷畫作等。同樣地，比利時從地方政府打造跨域整合 TWIST 產業聚落，其中 Dirty Monitor 公司創造一個全新的體驗，其解決方案結合內容概念、影像演算繪製（Video Mapping）和音效製作，成為全世界此領域的領先者。相較於一次性的科技藝術展演/光雕秀，創作的影像若有固定式的展演是另外一種較能永續發展的模式，美術館/博物館是可能的場域。

表4-2-16 綜整：科技藝術展演國內、外案例研析

	臺南單點式的模式 (地方政府展演節慶驅動)	比利時光雕新體驗 (地方政府驅動)	日本 teamLab (業者主導走向國際)	法國巴黎光之博物館 (業者主導走向國際)
發展 模式	- 臺南市府2020年與經濟部工業局合作，提供數位產業試驗場域，在關子嶺溫泉節開幕式進行無人機5G 空拍轉播及彩煙表演，在聖誕節活動導入光雕投影及擴增實境 App，同時也藉工業局經費支持製作「Fantage 臺南」意象影片，揭示臺南未來科技融合文化的發展願景 - 在無人機群飛服務上，臺南當地業者臺灣希望創新團隊自2019年以來，分別執行了2019年2月臺南安平區臺南小藍鯨「大魚的祝福」展演、3月臺南安平臺灣船園區正式展演 - 年度展演/展覽與科技藝術的結合：2020月津港燈節-海市蜃樓、2021漁光島藝術節 - 安棲之嶼	- 比利時地方政策：在南部瓦隆尼亞（Wallonia）設立數位科技發展局，重點強調發展跨域整合 TWIST 領域 - TWIST 為比利時特有的產業聚落（電影、電視、動畫、網路、行動、擴增實境、跨媒體、多螢幕等）：包括105個會員（服務提供商、創新技術的開發者） - 比利時 Dirty Monitor 公司創造一個全新的體驗，其解決方案結合內容概念、影像演算繪製（Video Mapping）和音效製作，成為全世界此領域的領先者	- teamLab 未來遊樂園」是基於「共同創造：共創」概念下所規畫出的項目，作品更被全球千萬人次打卡 - 從日本紅到海外：日本對數位接受度高、文化 IP 國內/海外喜歡 - 結合周邊產品：彩繪動物繪製的圖片可以變成紙模。用蠟筆畫在紙上的動物可以變成立體紙模型，依照組裝計畫書，在造紙世界中創建自己的3D 立體動物	- 法國最大的私人藝術機構 Culturespaces：以科技投影結合藝術創作 - 數位內容（梵谷畫作）在場域（光之博物館）的展演，提供觀眾一套全新的體驗感受，用壁面、天花板、地面作為展示資訊呈現面板（實體/虛擬），讓投影與多媒體技術與展示實體物件可以在同一個空間中 - 海外擴張：2018年設立巴黎「光之博物館」、2019年打造韓國濟州島「光之地堡」、2020年在法國波爾多打造全球最大的數位藝術中心「光之湖畔」（Les Bassins des Lumières）、2020/1/15~2020/7/12接連於臺北、高雄展出「再見梵谷－光影體驗展」（Van Gogh Alive）等

資料來源：本研究整理。

第三節 本章小結

本章第一節先依據「5G 臺南隊」鎖定的智慧製造、自駕車、文化展演範疇，針對龍峰企業5G 智慧製造驗證、臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗、成功大學自駕車輛實驗計畫、臺灣智駕測試實驗室、臺灣 NTT 異地共演技術，進行個案描述與分析；第二節則跳脫驗證場域的範疇，針對臺南市目前具備的智慧製造、自駕車與文化展演發展能量進行盤點與分析，據以提出後續第五章的政策建議。初步發現如下：

一、智慧製造

臺南市政府標榜仿效世界經濟論壇「燈塔工廠」所進行的智慧製造驗證與示範方面，龍鋒企業所驗證的智慧眼鏡製造輔助系統，由作業者配戴智慧眼鏡，將眼鏡內建攝影機攝得的第一視角畫面透過5G 專網傳送至後端伺服器，利用人工智慧判斷作業者的工作進度以及作業正確性，並依進度指示眼鏡將預先製作的圖文內容利用混合實境技術適時投射於眼鏡顯示幕進行虛實疊合，作業者可直接在工件實物上看到如：加工位置及方法、使用零件等指引，以及加工正確與否等回饋訊息。驗證結果確實可依靠5G 專網高速傳輸高解像度影像，並以極低延遲回傳影像的虛實疊合與人工智慧辨識結果，再透過智慧眼鏡回饋給製造現場作業者，協助其掌握加工要點，迅速、正確地完成工作；但目前仍是試驗型場域，無法複製至生產線擴充全廠，且適用的產品數量占龍峰企業產品總量極低的比率⁶⁴。

對比「燈塔工廠」案例，可以發現其已導入可視化戰情室/儀表板、人工智慧光學檢測、無人搬運車、數位分身、RFID 技術等更多元的智慧製造解決方案。建議臺南市政府未來可透過爭取中央政府預算，一方面除可有利於進行多年期的驗證與示範之外，另一方面也可藉由增加預算，鼓勵增加驗證項目與規模，進而達成更優良的示範效果。

⁶⁴ 資料來源：附件 5 訪談記錄 2

在臺南市智慧製造能量盤點方面，由於缺乏相關的統計、問卷數據，可供佐證，且考量地方政府資源有限，難以推動大規模的智慧製造補助或輔導工作，本研究乃依據經濟部「智慧機械產業推動方案」的4項工作重點：(1) 輔導設置智慧機上盒、(2) 智慧製造輔導團、(3) 打造智慧製造標竿示範企業、(4) 鼓勵使用智慧機械雲的工業應用 App，希望從中能推敲與大致檢視臺南市推廣智慧製造的現況。發現：

臺南市的「智慧機上盒」總裝機數量排名落後於臺中市、桃園市、高雄市、彰化縣，排名全國第5，但「智慧機上盒」裝機數量逐年提高，由2018年的59臺上升為2020年的269臺；

在50家「智慧製造輔導團」的廠商與學研機構中，臺南市協助受輔導業者導入「智慧機上盒」的廠商數量為3間，低於臺中市、新北市、新竹縣、臺北市的數量；

中央政府所遴選出的智慧機械標竿示範企業主要位於臺中市、高雄市、彰化縣，並無臺南市的在地企業；

臺南市登錄於工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」中的「SI 類系統整合服務機構」或「AI 類人工智慧技術服務機構」的業者僅有由成功大學衍生的先知科技公司；

在地法人（工研院南分院）與學研機構（成功大學）開發的工業應用 App 並上架「智慧機械雲」的數量總共為12個，也低於其他縣市的法人。

由上可知，臺南市在地的智慧製造輔導能量似乎相對不足，可能的原因有：(1) 經濟部「智慧機械產業推動方案」初衷為希望臺灣的精密機械設備業者升級為智慧機械解決方案業者，進而帶動其他產業的智慧製造轉型。而我國傳統的機械產業聚落主要位於中臺灣、北臺灣，相關的代表性業者、研發法人單位均不位於南臺灣；(2) 臺南市在地傳統產業中小企業，對花費大筆投資引入技術與設備可能尚不成熟、短期難以見效、維護費用

較高的智慧製造解決方案心存疑慮，進而降低業者導入的意願；(3) 經營時間較久的傳統產業中小企業，其最初的廠房設計、工作流程、作業環境，本就不如半導體、光電等高科技廠房配置，適宜導入精密的智慧製解決方案，或必須耗費大筆經費先進行廠房改造重建後，才可納入智慧製造解決方案，自然降低業者採用意願；(4) 現階段的智慧製造解決方案仍適合大量製造、不需頻繁換線的產品製造流程，而臺南市擁有的如車燈製造業，往往需使用大量模具完成單一車燈的組裝與製作，且屬於少量多樣的生產模式，也未必適合導入智慧製造。

建議臺南市政府未來可調整現行的智慧製造推動方式，一方面增加對智慧機上盒的補助，並搭配中央政府的補助，鼓勵在地廠商踴躍裝設智慧機上盒；亦可聚焦吸引工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」中的系統整合業者進駐臺南市，增進輔導能量；引導地方型 SBIR 計畫開發適用於在地產業應用的工業 App；鼓勵在地具知名度的代表企業，爭取作為中央政府智慧機械標竿示範企業等。

表4-3-1 六都與燈塔工廠智慧製造驗證案例比較

	日月光 5G mmWave 智慧工廠	台達電 5G 智慧工廠	中小企業燈塔工廠— 義大利 Rold 公司	汽車零組件燈塔工廠— 德國 BOSCH 中國蘇 州廠	5G 臺南隊—龍峰企業
成立時間	2020 年	2020 年	2019 年入選燈塔工廠	2021 年入選燈塔工廠	2021 年
導入智慧製造的動機	• 希望以5G 創新應用協助製造，以滿足半導體日益增加的複雜度、精度需求 • 降低人為疏失造成的事故發生率、提高產品品質 • 降低員工重複性工作、減低工時，推動往較高層次工作發展	• 配合全球客戶需求，將產線導入數位化和智慧化，讓臺灣總部即時監控生產基地運作 • 嘗試達成快速遠端調整製程、少量多樣製造、高頻換線、提高檢測精準度等應用 • 新型冠狀病毒肺炎疫情，導致員工無法跨境移動，海外產線維修可運用遠距檢查與維修	• 自身產能無法滿足國際客戶的需求 • 員工手動製作報告、業務決策依據假設和經驗進行 • 希望能提高生產效率、即時監控生產進程、增進設備利用率	• 德國母廠原本即有導入「工業4.0」技術的轉型規畫 • 希望積極擴大產能規模，以滿足不斷攀升的中國本土需求	• 增進製程的可視化與完備生產履歷 • 利用人工智慧判斷作業者的組裝工作進度、作業正確性，提高產品品質 • 運用智慧眼鏡輔助製造，加速新進員工教育訓練的速度
優先導入的智慧製造方	• AI+AGV 智慧無人搬運車	• 自動插件設備 • 自主移動機器	• 數位儀錶板 • 數位分身	• 高度自動化裝配線 • 機器設備預測性維	• 智慧眼鏡 • 人工智慧

式	• AR 遠端維護協作 • 綠科技教育館 AR 體驗環境 • 5G 專網	• 虛擬實境與混合實境 • 擴增實境建構組裝訓練 • 操作輔助、視覺化設備控制與管理等智慧功能 • 5G 專網	• ERP、MES 整合 • 基於感測數據的製造、大數據與人工智慧 • 邊緣運算與工業互聯網 • 3D 增材製造快速設計原型	修 • 智慧眼鏡輔助維修 • 數位儀錶板 • 自動光學檢測系統 • 無人搬運車	• 混合實境 • 5G 專網
驗證重點	• 透過5G mmWave 的高速傳輸與低延遲，實現 AI+AGV 智慧無人搬運車、AR 遠端維護協作、綠科技教育館 AR 體驗三大應用	• 導入5G 專網，以5G 的高速傳輸、低延遲，結合自動插件機、AGV、AMR 及 AR 示範智慧化生產環境	• 引入數位化製造技術，透過即時監控生產進程，提高機器利用率與效能；減少員工手工製作報告、業務決策依據假設和經驗進行的情況	• 以智慧化生產車間，從產品的製造到品質監測、物料運輸、生產線達成全自動生產	• 整合5G 專網、混合實境、智慧眼睛，達成遠端指導的智慧製造輔助系統
效益	• 節省15%的人、機、物、料 • 設備生產在地化 • 員工人數增加，工時減少、薪資增加	• 達到單位面積產值提升75%、人均產值提升69%的效果	• 11%的「整體設備有效性」成長 • 營收成長7%~8% • 降低員工重複性工作，使工作內容更具趣味性、更為多樣化，提升工作效率	• 生產成本降低15% • 產品品質提升10% • 整個生產供應鏈的資訊透明化、效率提升	• 更有效率實施新進人員作業訓練 • 以人工智慧檢查作業員作業狀況，提高生產品質

未來規畫	• 預計未來將5G 專網導入其他新設智慧工廠廠區	• 未來5年逐年升級全球生產基地	• 將數位技術延伸至供應鏈。進行價值創造、增加彈性化	• 串連博世集團全球工廠，以資料互聯與及時透明數據分享，推動「萬物互聯」的未來工廠	• 持續爭取經費，進行後續的擴張與延伸驗證
------	--	--	--	---	---

資料來源：本研究整理

二、自駕車

臺南市為全國知名的車燈、保險桿、鑄件、螺絲螺帽等汽車零組件聚落，自駕車對臺南市乃至於全臺灣而言，實屬於新興產業。臺南市政府也支持在轄區內進行2項經「無人載具創新科技實驗計畫」審查通過的自駕車驗證計畫—臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗、成功大學自駕車輛實驗計畫。

臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗在測試路線、車種、車速、路側設備、測試時間、民眾試乘等方面，與本研究盤點之其他國內外自駕車驗證並無明顯差異，主要目的仍是「理立系統公司」能藉此電動中巴改善自身的自動駕駛控制系統。

成功大學自駕車輛實驗計畫方面，其特色是使用油電混合動力的小客車作為載具，搭配自行開發的自動駕駛控制系統，進行高精地圖繪測與自駕車資訊系統整合、智慧路側解決方案的研發，希望於未來能開發更先進的感測設備，用以偵測盲點或行駛路線上的物件。

比較臺南市與臺北市、新北市、桃園市、臺中市同樣通過「無人載具創新科技實驗計畫」審查的自駕車驗證，各具特色。既有在夜間行駛的「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」、強調虛擬場域模擬的「臺中市水湳智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫」，也有希望改善捷運與高鐵最後一哩接駁的「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」，而「新北市自動駕駛電動巴士系統測試運行計畫」與「成功大學自駕車輛實驗計畫」，由於有擅長於高精地圖技術的中華電信子公司勤崙國際科技公司以及成功大學高精地圖研究發展中心參與其中，對提升我國高精地圖製作與精準度測試也貢獻良多。

表4-3-2 六都進入「無人載具科技創新實驗計畫」之自駕車驗證比較

	自駕 團隊	車型與 動力	日間 行駛	夜間 行駛	高精 地圖	虛擬場 域模擬	載客 測試	路側 設備
臺北市 信義路 公車專 用道自 駕巴士 創新實 驗計畫	臺灣智 慧駕駛 公司	2輛6米 電動巴 士 1輛4米 電動巴 士	○	○	○	X	○	○
新北市 自動駕 駛電動 巴士系 統測試 運行計 畫	勤崙國 際科技 公司	2輛6米 電動巴 士	○	X	○	X	○	○
桃園市 青埔地 區自駕 巴士創 新實驗 計畫	臺灣智 慧駕駛 公司	2輛6米 電動巴 士	○	X	○	X	○	○
臺中市 水湳智 慧城自 駕巴士 虛實場 域整合 運行計 畫	鼎漢國 際工程 顧問公 司	2輛9米 柴油動 力巴士	○	X	○	○	○	○
臺南市 自動駕 駛快捷 公車上 路營運 實驗	理立系 統	3輛9米 柴油巴 士	○	X	X	X	○	○
成功大	成功大	油電混	○	X	○	X	X	○

	自駕 團隊	車型與 動力	日間 行駛	夜間 行駛	高精 地圖	虛擬場 域模擬	載客 測試	路側 設備
學自駕 車輛實 驗計畫	學	合小客 車						

資料來源：本研究整理

此外，作為全臺灣自駕車實際上路測試前的自駕車「考照場地」，臺灣智駕測試實驗室配備13種契合臺灣道路特色的測試情境，另也設置使用DSRC 通訊協定的路側設備、軟式障礙物等測試設施。此外，臺灣智駕測試實驗室也頻繁就近與成功大學進行自駕車測試與相關技術的合作，成為臺南市自駕車主要的產學合作介接點；但囿於場地限制、車道直線距離過短等因素，該場地僅能用於時速低於30公里、中/小巴士、小客車的測試。另由於現階段主要作為「考照場地」，廠商測試完成後即離開；且由於不具備自駕車載臺可供廠商租用，以便測試與研發自駕車軟體、系統、零組件，也難以發揮匯聚自駕車相關廠商的效果。

在臺南市自駕車產業鏈的既有能量方面，經盤點比對我國自駕車相關產業鏈，如自動駕駛感知系統產業鏈、自動駕駛巴士產業鏈、車聯網產業鏈、臺灣特斯拉產業鏈的代表廠商，本研究發現臺南市主要的自駕車廠商與學研機構有：(1) 生產先進駕駛輔助系統的奇美車電公司與經昌汽車電子公司；(2) 高精地圖測繪業者為經緯航太科技公司；(3) 研發機車車聯網的宏佳騰動力科技公司；(4) 國家級的封閉型測試場域為科技部臺灣智駕實驗室；(5) 學研單位則有成功大學高精地圖研發發展中心與無人載具人才培育計畫辦公室。

顯見，未來若希望發展在地自駕車產業，臺南政府除持續吸引與推動在地的自駕車驗證之外，勢必需要透過鼓勵研發、針對自駕車產業鏈招商等作法，透過引入轄區外的企業與資源，以填補自駕車產業鏈缺口。

三、文化展演

本研究歸結與比較國內外文化展演發展的兩個軸向：(1)線上(虛擬)演唱會與(2)科技藝術展演。發現結合多元科技應用(例如XR、AI、雲端技術、3D處理和渲染技術，自動化既有3D建模工作等)，以及線上(虛擬)演唱會走向國際擴張/展演的發展趨勢，可作為臺南市發展5G異地共演可以納入思考的方向；此外，目前數位藝術展演的發展模式較偏向單點式的，恐難形成明顯的產業化效益。重點之一是，相較於單次舉辦的科技藝術展演或光雕秀，科技創作更適宜透過固定展演的永續發展，逐漸產業化，而臺南市的美術館/博物館是可能的場域。

其二是IP/內容具國際觀眾共鳴。在文化內容方面，臺南文化局致力於將可能會失傳的文化資產保留記錄下來，並成立資料庫，提供未來有合作意願的相關業者做加值應用。回應建城400年契機，文化局仍在規畫中，思考臺南許多建築，因為都市發展被拆毀，未來是否能透過AR/VR與虛擬重建，運用手機載體將被拆建的老建築(如熱蘭遮城)重現。再者搭配節慶活動與文化觀光結合、設立特定的園區，打造結合觀光與常設的科技展演、5G異地共演，皆是可以納入思考的政策方向。

第五章 結論與建議

第一節 結論

臺南市轄區內中小企業數量占90%且製造業產值占全國比重高達9%，可謂我國製造業發展重鎮。在推動產業數位轉型的實際措施上，臺南市政府試圖跳脫傳統形塑關鍵零組件產業聚落、協助廠商進行海外拓銷的作法，而是選擇在5G、智慧製造、自駕車、數位展演等起步發展的階段，即開始宣導、示範與促成在地產業導入新興數位科技，以進一步達成數位轉型的目標與願景。也因此，黃偉哲市長於2020年7月宣布組成智慧製造、自駕車、文化展演等領域的「5G 臺南隊」，由地方政府遴選與提供場域的方式，媒合在地廠商、法人、學研機構與新興數位技術提供商進行實地驗證，希望透過新興數位科技驗證的影響力與渲染力，解決在地需求與產業轉型挑戰，兼顧創造引人注目的特色題材，成為推動「智慧府城」的契機。

本研究扣合臺南市政府的施政願景，借鏡國內外運用新興科技在智慧製造、自駕車、文化展演領域進行場域驗證的標竿經驗，研析如何帶動臺南市產業升級轉型的發展芻議。

壹、國內外與「5G 臺南隊」的驗證案例分析

以下擬按照智慧製造、自駕車、文化展演領域，依序探討國內五都、國外以及「5G 臺南隊」的驗證案例分析與研究發現。

一、智慧製造

首先在國內驗證場域方面，由經濟部出資於臺中市成立的「智慧製造技術驗證場域」占地800坪、規畫9條示範生產線，透過智慧製造資訊中心、小型設備加工區、彈性製造系統、自動化量測系統等分區；另也引進國外大廠如三菱電機 e-F@ctory、達梭系統3D 體驗創新中心，實際展示機械手

臂、人機介面、資料分析、預防性維護、節能、事前工程模擬、3D 列印設計、VR 整合等工業4.0數位製造解決方案，透過完整示範智慧製造系統的未來樣貌，希望藉此帶動業者觀摩後，投入智慧製造發展的決心。

民間設立的示範場域主要有桃園市台達電公司與高雄市日月光公司所設立的5G 專網示範線產線/工廠，運用5G 具有低時延、大頻寬、多連結的特性，布建人工智慧自動光學檢測、無人搬運車、混合實境眼鏡、大數據分析、雲端運算與戰情中心，訴求以新興數位科技帶動製造流程與決策的升級。

其次在國外案例方面，本研究針對「5G 臺南隊」智慧製造標竿的世界經濟論壇「燈塔工廠」案例，特別挑選符合臺南市產業特性的中小企業案例（義大利 Rold 電器產品公司）、汽車零組件案例（德國 BOSCH 中國蘇州廠）進行深度研析。

義大利 Rold 公司雖然使用工廠數位分身、數據儀表、穿戴裝置設備警報、ERP 與 MES 整合、邊緣運算與工業互聯網等新興數位製造技術，但並沒使用機器取代員工，反而是運用數位技術引發工作變革、降低重複性工作，以提升員工工作效率。

德國 BOSCH 中國蘇州廠則是典型的彈性大量生產工廠，涵蓋完整的「工業4.0」智慧工廠，配備 RFID 員工與物料追蹤、自動化裝配線、數位看板、電子排程優化、設備預測性維護、智慧眼鏡輔助製造、人工智慧自動光學檢測、機器人自動化物料運輸系統、戰情室、供應鏈數位化等，以達成提升生產效率、敏捷度和反應能力、加快新品上市速度、提升客制化水準等效益。

最後在屬於「5G 臺南隊」智慧製造的驗證上，主要以在地車燈製造業者——龍鋒企業，搭配日本松下公司、臺灣雲達公司、佐臻公司，使用5G 專網與智慧眼鏡完成 AR/VR 輔助生產，使作業者直接在工件實物上看到

加工位置及方法、使用零件等指引，以及加工正確與否等回饋訊息。

目前「5G 臺南隊」智慧製造的驗證僅聚焦於使用(1)5G 專網與(2)智慧眼鏡 AR/VR 輔助生產，未來可考慮實際仿效「燈塔工廠」、桃園市台達電公司與高雄市日月光公司的智慧製造驗證與示範項目，進一步增加諸如人工智慧自動光學檢測、數位分身、數據儀表、穿戴裝置設備警報、無人搬運車等其他的智慧製造數位解決方案，以更清楚呈現臺南市政府宣稱將對標「燈塔工廠」的政策目標。

二、自駕車

在國內的驗證測試方面，臺北市、新北市、桃園市、臺中市透過經濟部「無人載具科技創新實驗計畫」審查通過的計畫，4案皆使用車身長度介於4至9米的中小型巴士，且測試速度皆為時速20~30公里。個別測試的亮點上，臺北市為長距離（實驗路線總長14公里）的深夜測試；臺中市的測試重點在於虛實整合「自駕車測試監控整合管理平臺」與「模擬環境訓練平臺」；此外，臺北市、新北市強調以5G 進行自駕車與路側設備之通訊與控制測試；位於桃園市虎頭山創新園區的車聯智駕中心則納入5G 與車聯網整合，全區提供5G 訊號，可進行 V2I、V2V 測試⁶⁵。

在國外驗證的現況上，2020年7月《2020年自動駕駛汽車準備度報告》中排名第一的新加坡，其封閉式 CETRAN 自駕車測試場域的特點在於使用「降雨模擬器」模擬熱帶地區天氣對自駕車行駛的特殊挑戰；而開放場域驗證則已進入「非載人」自駕的應用示範，例如在海港區的自駕4輛「卡車車隊」驗證、在新開發區的自駕「環境服務」無人車測試。此外，新加坡本土的新科工程公司也赴以色列設立研發中心，並在當地知名的 Sheba 醫療中心，與法國自駕系統公司 Navya 合作，推出路線長達2.1公里、以色列首個公共自動駕駛服務—Autonom 接駁車。

⁶⁵ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

在「5G 臺南隊」自駕車驗證方面，第一個驗證為「臺南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗」採用3輛電動中巴，完成南科線、沙崙線的載客試乘超過800人次；第二個驗證為「成功大學自駕車輛試驗計畫」，主要與該校「高精地圖研究發展中心」相互搭配，透過自駕車檢視高精地圖繪製是否符合規範、精度是否符合需求，以促成地圖繪製數據的滾動式修正；此外，成功大學也持續與「臺灣智駕測試實驗室」合作，希望未來能在整車、零組件、資安等方面進行測試，提供零組件與整車廠更完善的服務。

三、文化展演

本研究分別由軸向一：「線上（虛擬）演唱會」與軸向二：「科技藝術展演」探討國內外的文化展演驗證場域建置。首先在「線上（虛擬）演唱會」方面，由於新冠肺炎疫情中斷巡迴演出，線上直播成為優先考量的演出模式，不僅不受限地理限制，全球觀眾也有更多機會觀看各式展演。也因此，跨國演唱會、舞臺劇等售票型線上（虛擬）直播，更多地納入虛擬影像、3D 混合實境、AI 應用、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有3D 建模工作，成為疫情下的演唱會發展趨勢。

其次，臺灣目前已出現優秀且具創意的「科技藝術展演」作品，例如「蜃樓」等，但較偏向單點發展模式，較難產業化。反觀國際日本 teamLab、比利時 Dirty Monitor，運用瞄準國際觀眾共鳴的 IP/內容，透過影像演算繪製、音效製作、展覽周邊商品獲取利潤。

最後，在「5G 臺南隊」文化展演驗證方面，透過日商 NTT 的技術，透過當地第四臺業者（南天電視）以高速光纖網路，將相隔10公里、分別為於新營及鹽水的2為歌手串連進行「異地共演」與結合「全息投影」技術，達成「無時差高畫質影像互動演唱」展演。另外，臺南市府也與經濟部工業局合作，在關子嶺溫泉節開幕式進行無人機5G 空拍轉播及彩煙表演、於聖誕節活動導入光雕投影及擴增實境 App、藉工業局經費支持製作

「Fantage 臺南」意象影片，揭示未來科技融合文化的發展願景。

貳、臺南市發展智慧製造、自駕車與文化展演產業的能量盤點與分析

前述依序分析「5G 臺南隊」中的智慧製造、自駕車、文化展演領域的國內外驗證案例，發現智慧製造與（特別是）自駕車的驗證，多半處於概念驗證階段（Proof Of Concept，POC）的技術性驗證、初步完成場域驗證平臺的建置。尤其，自駕車驗證結束後缺乏實際商業化案例⁶⁶，而是移至海外進行異地驗證的情況居多，且政府監管政策嚴謹、安全系數提高，勢必對後續的商業模式展開有所影響；文化展演領域納入5G 傳輸、全息投影、AR/VR 等科技元素而達成商業化演出的案例則相對常見。

本研究於是進一步針對臺南市目前具備的智慧製造、自駕車與文化展演發展能量進行盤點與分析。

一、智慧製造

在推動智慧製造方面，臺南市的產業結構兼容高科技與傳統製造業，理論上具備半導體、面板、汽車零組件、扣件等多元化的智慧製造升級需求，但由於90%屬於中小企業，經營現況往往是設備老舊、空間有限、生產流程更改不易、數位轉型概念不足、缺乏數位轉型誘因。而在眾多智慧製造解決方案中，5G、機械手臂/機器人、AR/VR 輔助製造由於價格昂貴、成效不顯著、技術不夠成熟等因素，並非廠商優先導入的技術方案，反而是導入成本相對低廉、改善品質顯著、能節省人工的「人工智慧光學檢測」更適合目前臺南市不同企業規模與產業類別的廠商導入。

此外，鑑於地方政府資源有限，本研究依循經濟部「智慧機械產業推動方案」的推動重點檢視臺南市推廣智慧製造的現況，發現臺南市「智慧機上盒」總裝機數量排名全國第5，且裝機數量逐年增加；但臺南市參與

⁶⁶ 資料來源：附件 5 訪談記錄 4、訪談記錄 9

「智慧製造輔導團」協助受輔導業者導入智慧製造的廠商數量較少，而當地符合工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」中「SI 類系統整合服務機構」與「AI 類人工智慧技術服務機構」的業者數量也低；另外，法人與研究機構開發工業應用 App 並上架「智慧機械雲」的數量，也低於其他縣市的法人，可能隱含臺南市的智慧機械輔導能量仍待加強。

最後，臺南市智慧製造的產學合作與人才培育資源上，主要有成功大學的「智慧製造研究中心」除開設「智慧製造系統研發製造人員培訓專班」與「產品教育訓練服務」進行人才培訓之外，也透過專精之「全自動虛擬量測」技術發展為「智慧工廠自動化」平臺，透過買斷或訂閱服務，協助高科技到傳統製造業、大型與中小企業，達成產品接近零缺陷的「工業4.1」目標，並也提供相關的工業應用 App 至「智慧機械雲」供廠商下載應用。

此外，南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」也長期積極推動產學合作，著重於整合人工智慧技術、智慧聯網裝置、智慧應用平臺等 AIoT 技術，發展出人工智慧自動光學檢測等技術主軸，進而與產業界合組「智慧聯網應用技術研發聯盟」，以建構長期的產學合作機制；此外，旗下「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」透過提供儀器設備、人工智慧伺服器、智慧眼鏡等，營造成為 AIoT 技術的產學「共研基地」，尤其是將傳統自動光學檢測技術升級為人工智慧檢測，有助於更順暢地進行待檢測物件的標記圖像取樣、人工智慧模型訓練與調教學習等，促進技術實際落地。近年，南臺科技大學「AIoT 智慧聯網應用技術研發中心」則長期與臺南市自駕車產業鏈的先進駕駛輔助系統生產商經昌汽車電子公司合作，運用人工智慧自動光學檢測協助該公司改善產品良率。

二、自駕車

本研究透過交叉比對與盤點多種自駕車相關產業鏈（例如，自動駕駛感知系統產業鏈、自動駕駛巴士產業鏈、車聯網產業鏈、臺灣特斯拉產業

鏈)內的代表廠商，試圖瞭解臺南市在地的自駕車企業與學研能量。事實上，臺南市雖然為全國知名的車燈、保險桿、鑄件、螺絲螺帽等汽車零組件聚落，而與自駕車最相關的廠商僅有2間生產先進駕駛輔助系統的奇美車電公司與經昌汽車電子公司；高精地圖測繪業者有經緯航太科技公司；主要的學研單位有科技部臺灣智駕實驗室、成功大學高精地圖研發發展中心與無人載具人才培育計畫辦公室。

由臺南市現階段所具備的自駕車產業鏈觀察，臺南市在產學研(科技部臺灣智駕實驗室、成功大學高精地圖研發發展中心與無人載具人才培育計畫辦公室)方面的研發與驗證能量較為充足，但在地自駕車相關業者僅奇美車電公司、經昌汽車電子公司、經緯航太科技公司3間。初步觀察，未來在政策介入上除持續強化研發能量之外，應更積極透過招商，引入國內外的自駕車產業鏈各環節的業者，以填補、完備在地的自駕車產業鏈。

三、文化展演

首先，綜觀六都在文化展演的科技應用，本研究關注的臺南市經發局透過「5G 臺南隊」，在文化展演領域以日商 NTT URV 技術，2020年達成全國首次5G 異地共演並結合「全息投影」技術，其中在地的第四臺業者(南天電視)扮演把中間傳輸串聯角色。另方面，臺南市府2020年與經濟部工業局合作，提供數位產業試驗場域，在關子嶺溫泉節開幕式進行無人機5G 空拍轉播及彩煙表演，在聖誕節活動導入光雕投影及擴增實境 App，同時也藉工業局經費支持製作「Fantage 臺南」意象影片，揭示臺南未來科技融合文化的發展願景。而在無人機群飛服務上，臺南當地業者臺灣希望創新團隊自2019年以來，分別執行了2019年2月臺南安平區臺南小藍鯨「大魚的祝福」展演、3月臺南安平臺灣船園區正式展演。最後，臺南市透過年度展演/展覽與科技藝術的結合，例如2020月津港燈節-海市蜃樓、2021漁光島藝術節-安棲之嶼。

臺北市和桃園市皆透過定期的數位/科技藝術節，凝聚相關科技文化展演業者與作品，臺北市「2019臺北光之饗宴」更引進義大利的「Luminarie」光雕展，而桃園進一步於2019年設立桃園科技表演藝術獎。相較之下，臺中市的國立臺灣美術館扮演推動臺灣數位藝術領域發展的重要角色，並以「數位藝術方舟」、「360度環型影音空間」及「時光天井多屏幕影像」為展出場域，而且具備國際合作的網路單位。臺中國美館補助的「蜃樓」是一個結合互動、立體投影、浮空投影、舞蹈、樂手與演員的表演，在臺灣著名的歷史古蹟霧峰林家的福州戲臺大花廳演出，運用十八臺投影機（由奧圖碼 Optoma 贊助），中間螢幕為主動式的立體投影，並結合華碩 Xtion，設計舞者肢體與演員表情偵測的互動。

另一方面，新北市和高雄皆透過開放場域進行科技文化展演，新北市始自2010年舉辦的新北歡樂耶誕城，2020年更首次和臺灣華特迪士尼公司合作，主燈由來自新加坡的國際團隊賀喜娛樂（Hexagon Solution）設計，打造全臺唯一的迪士尼主題光雕秀，運用雷射、電腦燈、投影機，呈現「整座廣場連動」的沉浸式360度環繞光雕秀。再者高雄市的「2021跨百光年」，以高雄港幻化為沉浸式劇場，結合人文歷史、藝術設計、科技應用、在地景致的陸海空三向度展演，並由叁式數位體驗設計團隊協助處理視覺特效，另外高雄觀光局與馬來西亞黃明志合作 XR 虛擬演唱會，可作為臺南可以思考在開放場域進行數位科技驗證的發展模式。

其次，透過座談會聚焦的軸向一：「線上（虛擬）演唱會」，臺南「5G臺南隊」透過日商 NTT 與在地南天電視的合作，於2020年達成全國首次5G異地共演。相較之下，高雄觀光局與馬來西亞饒舌歌手黃明志 XR 線上虛擬演唱會，或 SKT 和 SM 娛樂在 Super Junior 的 Beyond LIVE 線上音樂會，更涉及結合多元科技的應用（例如 XR、AI、雲端技術、3D 處理和渲染技術，自動化既有3D 建模工作等），以及未來線上（虛擬）演唱會走向國際擴張/展演的發展，可作為臺南在發展5G 異地共演可以納入思考的軸向。

值得關注的是，相較於我國政策面並未特別投入在線上（虛擬）演場會的發展，韓國2020年提出數位新政文化內容產業發展策略，強調對線上演唱會發展的支持，在硬體面促進數位化基礎設施發展，尤以發展線上演場會專用設施與設備，在內容面開拓下一代虛實數位內容，並致力於文化內容智慧財產權的海外輸出。

最後，透過座談會聚焦的軸向二：「科技藝術展演」，產業化為其關鍵議題。臺灣目前已有許多優秀且具創意的數位藝術展演作品。然而，我國數位藝術展演的發展模式較偏向單點式的，較難形成產業化；反觀國際上的 IP/內容具國際觀眾共鳴，例如 teamLab 內容/IP、梵谷畫作等。同樣地，比利時從地方政府打造跨域整合 TWIST 產業聚落，其中 Dirty Monitor 公司創造一個全新的體驗，其解決方案結合內容概念、影像演算繪製（Video Mapping）和音效製作，成為全世界此領域的領先者。相較於一次性的科技藝術展演/光雕秀，創作的影像若能有固定式的展演是另外一種較能永續發展的模式，美術館/博物館是可能的場域。

綜合國際個案經驗，支撐國際上科技展演的產業化，需要整合場域/平臺、業主需求方、中央/地方政府、軟體、硬體方、授權公司等多方利害關係人，我國目前要強化 SI/Turnkey 角色（專業科技藝術展覽公司/協會）。

第二節 建議

以下擬依序提出臺南市未來發展智慧製造、自駕車與文化展演的建議。

壹、智慧製造

臺南市的產業結構兼容高科技與傳統製造業，但由於90%屬於中小企業，經營現況往往是設備老舊、空間有限、生產流程更改不易、數位轉型概念不足、缺乏數位轉型誘因。

「5G 臺南隊」在智慧製造領域選擇龍鋒企業進行智慧眼鏡輔助製造的驗證項目，其初衷是希望能師法「燈塔工廠」的示範效應，帶動在地企業加速採用相關的解決方案，並非試圖打造智慧製造產業生態系。

此外，鑑於地方政府資源有限，本研究主要圍繞目前經由盤點、專家座談會與訪談所蒐集到臺南市在地推廣智慧製造所衍生之問題，提出在市政府層級為加速在地智慧製造推廣的進程，未來的政策或可施力於優先強化輔導能量，搭配中央政策，順勢引導法人與研究機構開發工業應用 App 並上架「智慧機械雲」，以加速協助在地受輔導廠商導入智慧製造解決方案；此外，也可協助開設適用於在學、在職的智慧製造課程以強化產學合作與人才培育；最後，為求對標世界經濟論壇「燈塔工廠」的多元智慧製造驗證內容，進而達成「5G 臺南隊」最初宣稱的示範效果，未來在挑選驗證示範的廠商方面，可挑選獲經濟部「卓越中堅企業」認證或隱形冠軍企業從事示範。

換言之，臺南市政府可優先增加導入智慧製造解決方案的補助、鼓勵在地研發資源搭配中央政策推出產業應用 App、增進應用示範效果的政策。

表5-2-1 臺南市智慧製造驗證現況與本研究政策建議對照

臺南市推動智慧製造驗證示範的現況	本研究政策建議方向
部分企業缺乏收集製造流程數據的能力，難以邁入數位轉型的第一步	一、針對獲得「智慧機上盒(Smart Machine Box)輔導計畫」補助之廠商，進行加碼補助
更多元化、多樣化適用於臺南市產業特性的智慧製造解決方案	二、透過「地方產業創新研發計畫」，鼓勵在地法人與廠商開發智慧製造應用軟體上架「智慧機械雲」
在地「系統整合服務機構」數量稀少	三、引入「系統整合服務機構」並鼓勵「分析服務產業」發展
智慧製造驗證與示範需長期、多階段推動，需穩定經費支持以避免驗證示範計畫中斷	四、協助廠商對接「智慧城鄉計畫」，取得延續性資源挹注

臺南市推動智慧製造驗證示範的現況	本研究政策建議方向
達成可與世界經濟論壇「燈塔工廠」對標的智慧製造驗證與示範項目	五、挑選經濟部「卓越中堅企業」或隱形冠軍進行示範
創造臺南市在智慧製造領域的國際能見度、提供其他城市仿效的典範	六、鼓勵轄區內潛力企業申請「燈塔工廠」作為全球智慧製造模範
智慧製造在地人才儲備不足	七、推出人才培訓計畫，強化智慧機械人才儲備
提高中小企業導入智慧製造解決方案的意願	八、運用大型企業搭配中小企業推動供應鏈數位化；搭配補助獲得「雲市集工業館數位點數補助計畫」的中小企業

資料來源：本研究整理

一、針對獲得「智慧機上盒（Smart Machine Box）輔導計畫」補助之廠商，進行加碼補助

為持續推廣臺南市的企業裝設「智慧機上盒」，臺南市政府可效法新北市政府的作法加碼給予補助。具體而言，新北市政府有鑑於轄區內中小企業家數高達22.1萬家，且傳統產業比率高達85%，具備智慧化的潛在需求。為推動產業智慧升級，新北市政府於2018年起與工業技術研究院合作成立「新北智慧製造服務團」，優先鎖定電子資訊、機械設備、金屬運具、食品及紡織等五大重點產業，提供企業免費訪視輔導，協助業者在既有設備裝設智慧機上盒，使原有設備具備「機聯網」基本通訊功能，進而導入生產管理數位化，進而建構出高效率、高品質、高彈性的智慧生產線⁶⁷。因此，新北市政府在推動「智慧機上盒」的裝機方面，有關智慧機上盒裝設費用方面，除依據「智慧機上盒（Smart Machine Box）輔導計畫」規定：每個案受輔導業者自籌款至少占個案總經費50%以上；政府輔導經費以個案總經費50%為限，每個案輔導單位之政府輔導經費上限為新臺幣40萬元之外，新北市政府則加碼補助每臺智慧機上盒2萬元。臺南市政府可仿效

⁶⁷ 資料來源：蘋果日報，新北智慧製造服務團成立 助產業生產數位化，網址：<https://tw.appledaily.com/life/20180320/SAKNC5F37CYJCGIYSFUBNWLALQ/>，2018/3/20

針對獲得「智慧機上盒（Smart Machine Box）輔導計畫」補助之廠商，進行加碼補助⁶⁸。

另觀察「智慧機械產業推動方案」的推動方式上，也屬於跨域合作共推智慧機械，包括政府單位、產業界、公協會、學術界等的跨領域整合推動。考量企業發展智慧製造不可能將整廠的舊機換成新機，因此優先選擇能附加、促成舊機臺設備帶有聯網功能的「智慧機上盒」進行輔導，務實地協助企業邁向智慧製造。企業導入「智慧機上盒」完成數位化、設備稼動率等可視化的過程中，也讓製造現場產的問題，如機臺閒置、換線換模時間無法掌控、在製品過多等一一浮現，進而促成企業願意在後續持續對製造現場智慧化升級進行推動。換言之，裝設智慧機上盒後，相關功能可協助企業擬定邁向智慧製造的下一階段目標（如：生產履歷、提高準交率等），並鼓勵臺南市在地企業進入「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」接受輔導。

二、透過「地方產業創新研發計畫」，鼓勵在地法人與廠商開發智慧製造應用軟體上架「智慧機械雲」

依據前述，經濟部在「智慧機上盒（Smart Machine Box）輔導計畫」之後，目前也搭配鼓勵有智慧製造轉型需求的廠商，透過「智慧機械雲」下載工業應用 App 使用。透過「統一通訊標準」的 App，在各作業平臺相容互通，系統也能直接連線，一鍵即可上線進入雲端「應用程式商店」（App Store）下載應用程式。可望舒緩以往各廠工業電腦或智慧機上盒的作業系統不同，App 無法互通，若想增加新的 App，必須委託系統整合商協助安裝的障礙，增加業者導入智慧製造的方便性。

尤其，中小企業推動智慧製造常面臨系統整合、軟體開發能量不足的問題。透過公版智慧雲端平臺，可為機械設備上的智慧機上盒加值，強化

⁶⁸ 資料來源：附件 5 訪談記錄 13；附件 3 第三場座談會會議紀錄

智慧功能應用模組；機械設備業者則可透過智慧機械雲，將設備所需智慧化功能與服務軟體藉由機械雲來共享軟體服務，避免重複開發、同時提供客戶多元應用及優質服務，讓眾多中小企業設備業者加速智慧化。

本研究盤點目前智慧機械雲上架之應用程式，擔任應用程式「開發商」的法人單位之中，位於南部的法人單位如工研院南分院（10個）、金屬中心（9個）推出的應用程式在數量與適用產業方面，明顯少於位於中、北的法人單位（例如工研院智機中心（37個）、工研院機械所（46個））；學研機構也僅「成大智慧製造研究中心」推出2款應用程式；而作為「開發商」的廠商，諸如台達電子、研華、新漢、勇進機械、準力機械、采威國際、達易智造、富士康工業互聯網等，也皆屬於非位於臺南市或高雄市的廠商。

顯見，臺南市政府未來應挹注資源，順勢運用目前智慧機械雲平臺正尋求增加上架應用程式數量與領域的初期發展階段，若可提供誘因鼓勵轄區內法人、學研單位、智慧製造解決方案廠商，將開發的應用程式上架智慧機械雲平臺，應可發揮中央與地方政策彼此相互加乘的效果。例如，可針對申請「地方產業創新研發推動計畫」（地方型 SBIR）補助的廠商，鼓勵其開發符合智慧機械雲之通訊與資安要求的工業應用 App 並引導其上架智慧機械雲。此外，也可針對前來申請「地方產業創新研發推動計畫」之製造業廠商，若其已導入智慧機上盒或已下載運用智慧機械雲之工業應用 App，則可予以審查「加分」。

表5-2-2 2020年臺南市「地方產業創新研發計畫」推薦通過數位轉型（含金屬與機械）類別計畫名稱

編號	計畫名稱
109SBIR-數轉01	整合藍芽 BLE 功能之雪克均質機馬達參數控制
109SBIR-數轉02	複合數料貼片設備之智動化整合模組開發
109SBIR-數轉03	功能性奈米鍍膜關鍵模組開發
109SBIR-數轉04	精微成形技術於石墨加熱板開發
109SBIR-數轉05	電動低入口清運車底盤開發計畫

編號	計畫名稱
109SBIR-數轉06	智慧化研磨技術研發計畫
109SBIR-數轉07	智慧產線機臺粉塵監控系統研發計畫
109SBIR-數轉08	應用於武漢肺炎防治的熱感監視器之生產測試系統開發
109SBIR-數轉09	旋風式空氣濾清裝置應用於空氣清淨的產品開發
109SBIR-數轉10	軍規通信盒壓鑄複合製程技術開發

資料來源：臺南市辦理地方產業創新研發推動計畫暨關懷中小企業協助申請中央資源，109年臺南市地方型 SBIR 計畫公告--臺南市政府經濟發展局決審會議推薦通過62項，網址：

<https://www.tainan-sbir.org.tw/mews.aspx?id=cf87f287-ab24-4f05-ba9e-157bd063a329>，2020/10/19，本研究整理

換言之，臺南市政府在鼓勵轄區內法人、學研單位、智慧製造解決方案廠商加入「智慧機械雲」後，可運用「地端開發環境」標準化的優勢⁶⁹，促成智慧製造解決應用服務的普及。具體而言，目前市面上已有各種廠牌的智慧機上盒，但由於開發者不同、裝置版本不一，導致綁定的軟體服務互不相通、無法跨平臺使用，造成軟體需重新開發、也無法多工執行等問題。為打破設備端使用限制，「智慧機械雲」完成地端 OS 的標準化，藉此完成通訊協定、資訊模型標準化統一，一旦開發環境標準化後，各式各樣的 App 都可以跨平臺在不同智慧機上盒執行，而單一智慧機上盒也可以透過硬體資源的分配管理，多工執行不同開發者的 App。能夠因此減少使用者或機臺製造商自行整合方案或系統的麻煩，而是更專注於為客戶提供服務，或解決生產問題。

三、引入「系統整合服務機構」並鼓勵「分析服務產業」發展

前述《2021智慧製造大調查》指出製造業在智慧化過程中所需要的外部支援，以「自動化基礎建設服務商」為最高，其次為「組織數位轉型管理顧問與教育訓練」、「資訊服務供應商」。呼應目前多數業者仍停留在自動化裝置布建階段，也反映企業苦於內部相關技術人才的不足。

⁶⁹ 資料來源：電子時報，智慧機械雲 2021 年下半上線 研華、達梭店中「設櫃」，網址：https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=13&id=0000608849_ESV9CB17393F1VL526OG6，2021/4/23

我國具備「自動化基礎建設服務商」之機構應屬獲得經濟部工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」的各式業者、法人與學校。經濟部工業局為推動知識服務業發展，扶持國內技術服務機構（含營利機構、非營利機構及學校），鼓勵技術服務機構申請技術服務能量之登錄，進而能成為功能性專案輔導計畫之技術服務單位，並藉由工業局專案計畫資源，協助產業進行研發創新、提升效能、升級轉型等產業知識化工作。尤其，近年經濟部工業局所推動的智慧製造相關輔導計畫，如「智慧機上盒（SMB）輔導計畫」與「協助製造業智慧應用升級輔導計畫」皆需先經由或獲得工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」項下的「SI 類系統整合服務機構」、「AI 類人工智慧技術服務機構」進行輔導診斷，再向工業局申請智慧機上盒裝機補助。

本研究盤點工業局合格登錄名單中的「SI 類系統整合服務機構」（10間）與「AI 類人工智慧技術服務機構」（53間），發現僅屬於「AI4人工智慧行業應用能力服務項目」、成功大學衍生的「先知科技股份有限公司」位於臺南市。顯見，臺南市未來欲進一步推動在地產業的智慧製造轉型，面臨提供相關專業服務機構能量不足的問題，可能造成需接受輔導的廠商無法就近尋求解決方案的情況。因此，有必要引入「系統整合服務機構」進駐，建構更完備的智慧製造設備、技術、系統整合與售後服務服務體系，以協助在地企業加速邁向數位轉型。

此外，由於臺南市政府可能較不瞭解轄區內「系統整合服務機構」實際協助哪些廠商進行數位轉型⁷⁰，建議可盤點轄區內的「系統整合服務機構」，選擇其中與智慧製造、數位轉型較相關的技術服務機構，透過獎勵等方式讓「系統整合服務機構」自行去尋找合適的廠商進行智慧化轉型輔導工作。

另也可尋求法人、學校的能量，提升在地「系統整合服務機構」的輔

⁷⁰ 資料來源：附件 3 第三場座談會會議紀錄

導能量⁷¹，例如協助「系統整合服務機構」加速整備自身的資通訓人才、精通人工智慧技術，以便進一步輔導在地企業的轉型。換言之，應鼓勵「系統整合服務機構」更深入學習智慧製造、人工智慧等相關技術後，再協助中小企業，解決問題提升能量⁷²。

此外，面對全球產業鏈重構、產業數位轉型挑戰、中小企業資源有限的困境，臺南市政府可鎖定鼓勵發展工業工程學會理事長、科技部人工智慧製造系統研發中心主任簡禎富所提倡的「分析服務產業」（Analytic-as-a-Service）或聚焦相關企業進行招商，以協助轄區內中小企業和傳產數位轉型，提升彈性決策和智慧製造能力⁷³。

「分析服務產業」經由雲服務提供「基於訂閱」的數據分析軟體，使用數據挖掘、預測分析和人工智慧來揭示數據的趨勢和見解，通常可提供具有端到端功能、可完全定制的解決方案，使得即使是非 IT 專業人員也能透過數據的分析和呈現，獲得洞察力、採取決策與行動。若未來可透過產官學研合作發展分析服務產業，促成企業不分規模大小皆可藉由新創的分析服務公司取得廠商所需的智慧製造診斷諮詢和解決方案。而企業自身僅需建立專案管理團隊，將外部資源引進和內部接軌，而不需全數承擔公司智慧化的責任，進而替中小企業免去管理及維運的成本與負擔，加速升級的速度。

透過發展數位決策、全面資源管理、設備智能化、大數據分析等技術模組，「系統整合服務機構」與「分析服務產業」將可協助更多臺南在地中小企業發展建立管理科技及決策型組織，推動企業維新。

四、挑選經濟部「卓越中堅企業」或隱形冠軍進行示範

⁷¹ 資料來源：附件 5 訪談記錄

⁷² 資料來源：附件 3 第三場座談會會議紀錄

⁷³ 資料來源：數位時代，2021 年新變局下的台灣智慧製造展望，網址：

https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?cnlid=13&id=0000602725_s9j66jho3ilmvh4bo11gy，2021/1/15

為強化產業國際競爭力，在參考德國經驗後，我國於2012年10月執行「推動中堅企業躍升計畫」，目標鎖定培植特定領域具有關鍵或獨特性之技術，專注於本業、具國際競爭力之中堅企業，透過政府協助，帶動投資及就業機會，作為穩定經濟與永續發展的基石。在借鑑德國隱形冠軍的定義，並「因地制宜」修改後，臺灣的「中堅企業」主要指具適當規模，屬基礎技術紮實，且在特定領域具有技術獨特性及關鍵性、具高度國際市場競爭力，並以臺灣為主要經營或生產基地之企業。

表5-2-3 經濟部「中堅企業」遴選資格條件

挑選類別	內容
規模	具備適當規模，營業額200億元以下或員工人數2,000人以下
長期耕耘	企業年資10年以上
技術	關鍵技術在特定領域具有獨特性及關鍵性
研發創新	持續投入研發創新
品牌	以自有品牌行銷國際市場
市場通路	以國內為主要經營或生產基地，但掌握國際市場及通路

資料來源：經濟部，卓越中堅企業遴選及表揚作業要點，2019/8，本研究整理

「推動中堅企業躍升計畫」的推動機制步驟為：(1) 對象遴選：每年遴選10~15間企業頒發「卓越中堅企業獎」，表彰在特定領域具有卓越表現之中堅企業，作為業界學習之標竿，以發揮帶動引領之效果，表揚並發掘產業隱形冠軍及潛力業者；(2) 產業輔導：依據廠商需求，提供諮詢、訪視及診斷服務客製化服務，特別針對技術紮根及邁入國際市場可能遭遇之「人才」、「技術」、「專利與智財權」及「行銷品牌」等課題，加強重點輔導並提供客製化服務；(3) 標竿擴散：藉由媒體、文宣推廣及技術研習，宣導中堅企業，引領業者升級轉型；(4) 案例建立：建置中堅企業教戰及技術手冊，供輔導專家及業界參考使用。

由上可知，「中堅企業」在規模上超越中小型企業，而且具有國際競爭力、在產品與服務上具有獨特性、專注本業且深耕技術，而且由於規模夠大、國際化程度高，特別是國際品牌廠、國際同業競爭壓力的驅使，「中

堅企業」往往更願意投注資源於智慧製造技術、邁向數位轉型⁷⁴。此外，由於「中堅企業」的品牌與進入國際供應鏈效應，若可以「中堅企業」為場域進行智慧製造示範，帶動與示範效果也可能優於挑選一般的中小企業進行示範。特別是，由於規模與資金優勢，「中堅企業」更可能於政府補助結束後，以自有資金維繫甚至擴張原本接受補助而設置的智慧製造環節。

表5-2-4 「卓越中堅企業」獲獎名單

中堅企業總數	於臺南市設廠之公司名稱
第1屆（10間）	-
第2屆（8間）	義隆電子股份有限公司
第3屆（12間）	桂盟企業股份有限公司 璨揚企業股份有限公司
第4屆（14間）	亞獵士科技股份有限公司 宏佳騰動力科技股份有限公司 中國砂輪企業股份有限公司
第5屆（15間）	智邦科技股份有限公司
第6屆（14間）	日揚科技股份有限公司 康淳科技股份有限公司 家登精密工業股份有限公司 盟立自動化股份有限公司

資料來源：經濟部工業局推動中堅企業躍升計畫網站，網址：
https://www.mittelstand.org.tw/information.php?p_id=146，本研究整理

除經濟部評選的「中堅企業」，另可參考民間報導的「隱形冠軍」企業，其專注品質與細節，並試圖在激烈競爭中運用差異化的策略取得一席之地，同樣也具備較多的資源、意願推動數位轉型。

表5-2-5 臺南市「隱形冠軍」企業列舉

東陽實業	全球第一大汽車售後維修塑膠件製造商；保險桿市占率世界第一
大億	臺灣第一大 OEM 車燈廠
堤維西	臺灣第一大 AM 車燈廠
萬國通路	全球第一大行李箱製造商，市占率全球前五大

⁷⁴資料來源：附件 3 第三場座談會會議紀錄

桂盟	全球第一大自行車鏈條製造廠
三星科技	全球第一大鋼鐵螺帽製造廠
恒耀關係企業	全球前五大汽車螺絲帽製造廠，全臺前三大業者
富強鑫	臺灣第一大塑膠射出機器製造商
鳳記	臺灣第一大塑膠押出機器製造商
森鉅	全球第一大貨櫃車「金屬塑膠複合板」製造商
宏佳騰	全球第一大沙灘車 ODM 廠商
光洋應用材料科技	貴稀金屬應用材料製造商（光、磁記錄媒體）；臺灣第一大提供客戶回收再生的循環經濟服務
清祿鞋業	全球第三大運動鞋廠
康那香	臺灣第一大濕紙巾廠、臺灣衛生棉土品牌第一大廠
宏遠興業	Nike、Adidas、The North Face 等知名國際品牌的布料供應商，臺灣第一大
南良實業	臺灣第一大知名運動品牌防護複合材料（如大聯盟護具）、工業用防護手套複合材料（耐磨耐切割）製造商
仁美商標工業	臺灣第一大緹花商標織造廠（知名品牌鞋子、成衣商標）
志鋼金屬	臺灣第一大精密板金業者，全臺唯一板金文創觀光工廠，被評選國際亮點觀光工廠。
亞獵士科技	全球最大的自行車鋁合金輪圈廠

資料來源：科技新報，臺南不只有台積電，還有一籬筐「隱形冠軍」企業，網址：<https://technews.tw/?p=680745>，2020/12/12，本研究整理

另一方面，示範場域立意良善，希望樹立學習典範、提供實作案例讓其他企業觀摩參考在工業4.0、智慧製造如何佈建與運作，以便讓外界瞭解如何實際應用。但示範場域由企業、學校、法人何者擔任管理者則有所不同⁷⁵。設置於學校的智慧製造示範場域目的往往針對學生教學與觀摩使用，卻往往面臨缺乏專業人員維護，以及學生傳承交接不到位的問題；設置於企業的智慧製造示範場域，其本質則是針對同業、跨行業的示範，但實際上仍會對於同業的參觀進行過濾與排除，但智慧製造示範場域最能互相交流、發揮共鳴的往往即是同業，跨領域示範往往難以達到直接的學習效果。換言之，示範場域一旦排除同業參觀則美意打折。

最後，智慧製造示範場域設置於法人單位，雖可避免商業機密考量而

⁷⁵ 資料來源：附件3 第三場座談會會議紀錄

完全開放予各界參觀，但由於政府補助計畫的性質，示範場域若欲永續經營，則必須：(1) 自主接單實際從事生產作業，並非「為示範而示範」；(2) 收取門票，以觀光工廠概念營運示範產線，並搭配更多的教育、推廣元素；(3) 輔導廠商導入與設立類似的產線。

五、協助廠商對接「智慧城鄉計畫」，取得延續性資源挹注

「5G 臺南隊」執行至今除已達部份預期成果績效外，後續仍要顧及計畫的延續性、成果的擴散性，特別是新興數位技術的驗證，雖能在計畫期間支持廠商進行相關的服務開發與試煉場域提供，但當計畫結束、補助停止時，可能需要更長時間才能獲得驗證的成功或優質受歡迎的案例，在缺少補助或沒有新資源挹注下，可能中斷。尤其，智慧展演、智慧製造等領域的驗證，可喚起在地企業與民眾對於新興數位科技真實應用的關注，但在現階段尚無法發展出可以自給自足的商業模式，使相關驗證難以為繼，因此有必要加以重視。

一般而言，有4種方式能延長驗證案例的執行期間，以便持續進行成果擴散：(1) 由廠商找出可行商業模式自行經營或擴大規模；(2) 地方政府買單，編列預算持續維運；(3) 將案例升級或變化，申請進入新階段補助計畫；(4) 尋求其他補助支援延續。前2種為理想且合理的方式，後2種則屬於變通方式，透過延長補助期限或引入其他補助，協助廠商取得經費讓驗證持續進行。以「5G 臺南隊」的智慧製造示範與驗證為例，中央政府仍有其他補助計畫有機會可以引入，搭配臺南市自身的計畫，相輔相成發揮綜效，並延長計畫執行的期間。

經濟部工業局「普及智慧城鄉生活應用計畫」自2017年推動以來，初衷是涵蓋各種可能的城市智慧生活應用發展議題，補助機制可分為：Top-Down（由中央開題，地方提供場域試煉帶動相關產業發展）的「創新服務類」計畫以及 Bottom-Up（地方出題，廠商解題）的「地方創新類」

計畫，媒合中央政府、地方政府以及廠商較有興趣或具企圖的議題，偏重智慧科技應用領域進行示範與推廣。

表5-2-6 「普及智慧城鄉生活應用計畫」補助機制

補助機制	創新服務類 (Top-Down)	地方創新類 (Bottom-Up)
內容	- 由中央政府針對主題式規格引導相關優勢產業發展，主題係由「亞洲·矽谷」執行中心規畫，由國發會函請經濟部工業局公告主題 - 由廠商提出各領域提案實證場域則由廠商自行選擇並與地方政府接洽	- 由地方需求出發，由地方政府提出需求與可能場域，再由廠商提出解決需求問題之應用服務解決方案 - 各縣市政府至多可提出2個需求，跨縣市提案則不限案數

資料來源：「普及智慧城鄉生活應用計畫」官方網站，本研究整理

以往，「普及智慧城鄉生活應用計畫」確實多半針對智慧健康、智慧交通、智慧零售、智慧安全、智慧農業、智慧觀光等領域進行補助。但近年，由於「工業4.0」與智慧工廠是近年政府追求的產業升級目標；過去受限4G 的有限頻寬、WiFi、有線傳輸等環境條件限制，業界並無法有效實現目標。但5G 高速傳輸、低延遲與大連結等特性，讓智慧工廠的構想落地實現。

面對5G 在智慧製造的應用示範與導入需求，經濟部工業局「普及智慧城鄉生活應用計畫」於2019年12月起，開始提出5項「5G 創新技術應用服務」成果，其中3項與智慧工廠有關：「5G 虛實供料物流整合」(矽格，新竹縣)、「5G 智慧生產即時應變平臺」(瀚荃，新北市)與「5G 產線自動化智慧工廠」(英業達，桃園市)，皆屬於推動5G、AI 及物聯網相關應用發展的場域試驗計畫，希望藉此逐步建構完整的智慧工廠應用服務解決方案。推動上主要瞄準與連結我國科技廠商，透過其落實智慧化生產與管理，並進行應用示範，以帶動智慧製造在產業應用的持續滲透與升級轉型風氣。

表5-2-7 「普及智慧城鄉生活應用計畫」5G 創新技術應用服務

	英業達	矽格	瀚荃
主要產品	筆電、伺服器	通訊晶片封裝測試	連接器，應用電子、車用、通訊、消費電子、光電、航太、醫療
痛點	• 自動光學檢測系統誤判率較高，仍需由真人進行複檢使直通率下降 • 不同產線設備內建的人工智慧各自為政，卻整合進行更有效運用	• 為避免干擾測試中的 WiFi 晶片，不方便運用 WiFi 訊號引導無人搬運車 • 取料耗費人力、場域寬度小、人車共道複雜等，降低生產機臺彈性調整空間	• 連接器規格與品號，生產、組裝方式不同，缺乏適合的電子零組件生產場域資料採集方案，進行智慧化管理
智慧工廠設置重點	• 以開放式無線電接取網路架構，避免被傳統設備商綁定 • 串連自動光學檢測系統，以人工智慧分析判定，改善誤判率與生產效能	• 5G 導引無人車，完成機器視覺化導航與 AI 智慧導引，自行規畫最佳運送路徑 • MR 智慧眼鏡遠距操控，簡化生產機臺上複雜的儀表板 • 虛擬巡檢機制，發現並預測機臺有貨待料的可能性，動態派送所需物料至對應的製程機臺	• 5G 環境即時生產狀況分析 • 搭配 ERP、SMART BOX 達到自動派工、報工智慧管理 • 蒐集大數據，建構高效率生產即時管理平台 • 影像 AOI 自動光學檢查，來降低人為檢查漏失，作業效率可提升30%
效益	• 驗證可行的5G 專網成為商業模式的可能，開創全新的電信設備服務 • 提高人工智慧學習能力與判讀的精準性，可降低50%人工複判、提高生產效能	• 使用5G 導引無人搬運車避免干擾測試中的 WiFi 晶片 • 減少人員穿著笨重無塵衣來回移動耗時，提高工作效率	• 降低人為檢查漏失，作業效率提升30% • 海內外共八個生產工廠，透過結合EMS系統、智慧物流和資料加密系統，達成現場即時和正確資料蒐集、

	英業達	矽格	瀚荃
			多廠資料合併傳入大數據資料庫，達到品質提升、效能增進、成本與庫存均降低

資料來源：財訊，智慧城鄉系列報導《製造業5G 專網 實現智慧工廠升級轉型》，網址：<https://www.wealth.com.tw/home/articles/28091>，2020/10/29

在3間廠商中，筆記電腦與伺服器供應大廠英業達在桃園市龜山廠架設5G 企業專網，首先鎖定導入的就是誤判率較高的自動光學檢測系統。以往自動光學檢測採用 CCD 鏡頭，再加上傳統演算法的限制，在判讀時若圖像有陰影、反光，就較容易產生誤判，仍需由真人進行複檢使直通率下降。雖然自動光學檢測原本就有導入人工智慧，但人工智慧辨識的精準度與效率需要大量的資料累積，而過往不同產線設備內建的人工智慧各自為政，以致雖然掃描的圖像資料合計的總量相當龐大，卻無法獲得更有效的運用。



資料來源：經濟部工業局智慧城鄉計畫辦公室，臺灣智慧城鄉推動手冊，2020/10

圖5-2-1 英業達智慧工廠涉及之人工智慧光學檢測

在導入5G 後，傳輸快、低延遲特性、干擾少，能讓產線上的掃描圖

檔完畢，直接上傳到雲端統一交由人工智慧進行判斷，也提昇人工智慧的精準度。以前的判別是人工智慧在獨立各工作站、各伺服器中進行運作，但現在統一由中央控管後，除了有效管理設備，還能監控人工智慧建模是否有瑕疵，一旦發生問題時便會迅速將瑕疵剔除掉。

2021年英業達智慧工廠的目標設定在持續提昇產能，規畫運用無人搬運車與智慧倉儲、無人堆高機結合，從產線端到倉儲端的移動運輸做無縫而順暢的串聯，以達成更佳的效能。此外也將研究導入虛擬實境和擴增實境，透過5G 智慧工廠環境加快工程師的學習速度⁷⁶。

總之，在「普及智慧城鄉生活應用計畫」的架構下，地方政府偏好提出相對實務且接地氣的補助方案，有可能新興數位科技含量相對較少或偏向成熟應用，但相對實務或容易落地；而中央出題或廠商主動之議題，往往新興數位科技含量較多，且相對是熱門的應用，具有策略性帶動產業新技術或新服務發展的目標。但總體而言，地方與中央出題方向雖有不同重點，但能獲得相輔相成之效，二路併進將有助促進智慧城鄉的落實。而為解決參與「5G 臺南隊」之廠商擔心經費無以為繼的情況，臺南市政府可透過申請「普及智慧城鄉生活應用計畫」的「地方創新類」補助，以延長「5G 臺南隊」的驗證期間。

六、鼓勵轄區內潛力企業申請「燈塔工廠」作為全球智慧製造模範

本研究前述「燈塔工廠」名單由世界經濟論壇與麥肯錫合作評選出在第四次工業革命技術應用整合卓有成效的企業，包含運用自動化、工業物聯網、人工智慧、數位化、大數據分析、5G 等技術表現優異的智慧工廠。2021年9月世界經濟論壇新增本年度新增21間燈塔工廠名單，友達公司的臺中廠、群創公司的高雄廠皆入選。

⁷⁶ 資料來源：蘇芩慧，英業達：5G 智慧工廠落地 從代工轉型解決方案提供者，能力雜誌，2021年5月號

群創光電成立於2003年，以臺灣為研發與技術人才的培育基地提供先進顯示器整合方案，包括4K2K 超高解析度、3D 裸眼、IGZO、LTPS 以及觸控解決方案等。入選的群創光電公司高雄廠透過數據再造工程，建立生產機臺參數設置控管平臺，不僅有效降低人力 26%、減少品質異常 57%，也利用供應鏈規畫平臺，讓物料能見度提高3個月、客戶需求滿足提升 45%，此外，高雄廠區透過自動化、數據化到智慧化，實現 X 軸（自動化）、Y 軸（數據化）、Z 軸（智能化）的立體數位轉型策略，投資先進的自動化、物聯網和分析技術，以提升製程、品質和問題解決能力，最終實現零缺陷的願景，達成產品最終不良率降低33%的成果，利基產品比重增加22%，品質偵查時間降低90%，總產能增加10%，用電量減少2%，也首創自動化液晶回收機制。未來，將持續努力將打造更多關燈工廠，深化數位轉型布局，將燈塔工廠推及到所有廠區。

表5-2-8 群創光電公司高雄廠入選「燈塔工廠」使用之智慧製造技術

技術類別	智慧檢測	智働生產	精準設計	Business Intelligent
內容	以影像大數據開發 AI 技術替代人工目視檢驗，大幅度減少檢驗人力並提升整體檢驗品質	從生產前的智慧排程、智慧派工等，到生產中/後的設備健康診斷、虛擬量測、智能參數監控、智能回饋控制、智慧物流、智慧監控等各項工業4.0 解決方案技術整合成具備至自我感知、記憶、運算、反應、學習的高智慧 Zero Worry 工廠	設計結合數位孿生技術，高品質的加快產品開發週期	連結各功能平臺與流程；提供多維度、更即時、更準確的可視化決策輔助資訊，從 Top Down 輔助決策者管理風險並創造機會；並延伸至 Bottom up 推進，提昇各階層運作效率，互動、串聯、落實執行成果，孕育數據驅動的企業文化，邁向零錯誤決策目標

資料來源：群創光電公司2020年度報告，本研究整理

另外在友達公司方面，其自2015年開始啟動智慧製造2.0，從規模競爭到價值競爭，進化到價值轉型，協助自身及合作夥伴運用第四次工業革命技術推動智慧製造，成為入選2021年燈塔工廠的因素。友達光電臺中廠深化第四次工業革命技術，結合場域知識與資料科學技術，改造生產管理模式，從過去的反應式管理轉變成預測式管理，包括投入運輸自動化、以機器學習和電腦視覺自動檢查與維修產品、將IoT架構結合自動清潔解決方案、開發AI應用程式整合系統等，促成於2018至2020年間整體產能上升32%、生產成本降低15%、製造良率提升60%。

總之，面板產業為臺南市重要的產業之一，群創光電公司與友達光電公司皆在臺南市設廠，前者最主要的生產基地（A、B、C、D廠、觸控南科廠、模組南科廠、科九廠）皆位於臺南市，友達光電公司則於臺南科技工業區內擁有C4A廠、C5D廠、C6C廠。未來臺南市政府可思考如何增加誘因，鼓勵轄區內企業爭取世界經濟論壇「燈塔工廠」之榮譽，形塑臺南市智慧製造的國際形象。

七、推出人才培訓計畫，強化智慧機械人才儲備

經濟部工業局2020年《智慧機械產業專業人才需求調查》則指出在各廠商在導入智慧製造時往往面臨三大人才問題：（1）關鍵職缺職能多屬跨領域人才，培養難度較高、人才供給不足；（2）學校學理教學無法充分讓學生操作機臺，缺乏實務經驗，導致學用落差問題；（3）受少子化影響，企業發展自動化同時，需強化在職人員專業及跨領域技能。

其中，2021~2023年最需要的10項關鍵職缺專業人才包括：電控系統工程師、機器人機電整合工程師、自動控制工程人員、智慧化生產工程師、機械設計工程師、工具機軟體人機介面工程師、機器人感知系統工程師、巨量資料分析師、物聯網應用工程師、資訊安全工程師。

針對10項關鍵職缺，有59%業者表示人才招募困難，需花2個月以上的

時間，所需人才難尋；有24%業者表示人才招聘尚可，需花1~2個月的時間；其餘17%業者表示人才招聘容易（1個月內）或無困難。

尤其，傳統產業尋求智慧製造人才不易。傳統產業多數缺乏自動化部門，為使智慧製造解決方案得到最佳效益，企業常希望能籌組自己的 IT 團隊，但常發現具有傳產領域專業知識的 IT 人員非常缺乏。此外，具有領域知能的人工智慧人才也是臺灣所匱乏的，即使企業想要組建相對應的 IT 團隊，也往往成為挑戰⁷⁷。人才發展作法上，碩士與大專專業人員是需求比例相對較高的職類，只有少部分是技術員及助理專業人員。而且上述10項關鍵職缺的特色為跨領域、整合性的專業人才，必須藉由產學合作培育，從供給端擴大人才供給數量及補足所需之跨領域專業技能。

智慧機械產業推動方案	產業驅動因素	企業動態	產業所需人才類別
	智慧零組件	透過嵌入式或外加式感測器模組應用，結合資通訊、機電系統應用技術，使關鍵零組件具有自我感知能力	• 電控系統工程師 • 機器人機電整合工程師 • 自動控制工程人員 • 智慧化生產工程師 • 機械設計工程師 • 工具機軟體人機介面工程師 • 機器人感知系統工程師 • 巨量資料分析師 • 物聯網應用工程師 • 資訊安全工程師
	單機智慧化	在機械設備內部加裝感測器，並建立智慧化分析模型，使其具備精度補償、故障預測、自動參數調整等智慧化功能	
	整線智慧化	整合製造執行系統，使產線可依產品規格、原物料庫存、設備稼動情形，達成自動排程、自動調整產能、彈性生產等	
	整廠智慧化	透過資通訊及網路技術，使工廠中的製造執行系統結合客戶關係管理、供應鏈管理達到供應鏈產能最佳化	

資料來源：經濟部工業局，《智慧機械產業2021-2023專業人才需求推估調查》網址：
<https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/9211/ad2068cf-0548-435b-a983-70a2f80690a0.pdf>，2020/12

圖5-2-2 2021~2023年智慧機械發展趨勢對人才需求示意圖

在智慧機械的人才培育途徑方面，主要有在職訓練、在學訓練、產學

⁷⁷ 資料來源：李亦晴，觀察臺灣製造業談數位轉型的契機，網址：
https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?fm_sqno=12&f_sqno=ZO+8lWBnQBac9OPc7CPbIA__，2021/2/7

合作，建立跨領域學習的課程，以培養智慧製造、數位轉型所需之職能，另鏈結廠商強化專業實作訓練，讓產學密切保持合作，促進人才投入鞏固產業發展基礎。

（一）在職訓練

在職訓練方面，臺南市除透過在地學校以產學合作的方式培養學生人才之外，也可進一步挹注資源於在職人才的訓練。擴大辦理智慧機械領域智慧化與數位轉型相關訓練課程，強化從業人員與待業人員的領域知識。實際政策推動則可參考新北市政府與伊雲谷數位科技公司合作開辦「新北 AWS 工業應用計畫－產業數位轉型」的作法。

伊雲谷公司為全臺唯一受 AWS 認證的技術諮詢及雲端教育訓練夥伴，另也結盟 SAP 顧問服務、Salesforce 客戶關係解決方案、Oracle 雲端解決方案、Microsoft 產品及雲端專業顧問服務。具體而言，新北市政府自2019年起每年投入約1億經費辦理「贏得未來・技職人才」計畫，目的是培育新北市的專業技術人才，特別是累積實作及問題解決能力，培育具備實作、創新及跨域之專業技術人才。新北市政府近期在智慧製造、數位轉型相關的人才培育主要如：

1.新北 AWS 工業應用計畫-產業數位轉型

由本研究前述的智慧製造技術領域觀察，雲端運算、大數據、物聯網、人工智慧，屬於智慧製造相關的熱門技術，在生產過程中也愈來愈強調數位化和智慧化應用。其中，雲端運算平臺也屬於智慧製造應用的基礎，其提供快速存取靈活且成本低廉的資源，包含隨需交付的運算能力、資料庫儲存、應用程式等，各種規模的企業可避免在硬體投入巨額資金，節省維護和管理硬體的時間與人力成本。

新北市政府為協助轄區內企業學習並導入雲端，開辦「新北 AWS 工業應用計畫」，與執行單位伊雲谷數位科技合作，引進 Amazon Web Services

(AWS) 原廠培訓課程，藉由學習 AWS 雲端解決現實企業工作流程上所面臨到的問題。

為期3天的培訓課程由 AWS 認證講師授課，內容涵蓋在 AWS 上建置最佳實踐之架構，學員將在 AWS 上建構可擴展、可靠且高度可用的雲端架構，協助企業思考在 AWS 上架構最佳 IT 解決方案，此外，課程中也包含案例研究與操作演練，企業將透過 AWS 客戶使用案例來了解如何設計對應的基礎設施。

表5-2-9 新北 AWS 工業應用計畫三階段流程

階段 1-AWS 架構課程培訓（擇優錄取 160家）	• 課程內容：涵蓋 AWS 上建置 IT 基礎架構的基礎，教授解決方案架構師如何透過 AWS 服務來優化對 AWS 雲端的使用、讓相關服務符合雲端解決方案 • 課程重點：於 AWS 雲端最佳實務與建議的設計模式，協助企業思考在 AWS 上架構最佳 IT 解決方案的程序 • 案例研究：展示 AWS 客戶如何設計基礎設施，以及實作策略和使用 AWS 服務 • 提供透過引導式實作方法讓企業在 AWS 雲端平臺建立各種基礎設施
階段2-五大領域雲端應用課程	• 課程內容：由伊雲谷提供對應之 AWS 雲端服務實作課程，40 家廠商依據所屬領域進行相對應的課程指導。涵蓋： 1.電子商務：學習如何將應用程式因應各種時段性需求進行自動擴展（包含伺服器以及資料庫）、以及如速部署應用程式至不同地理位置的資料中心； 2.物聯網：使用 AWS 雲端平臺之託管物聯網平臺，包含連線和管理裝置、處理裝置資料並設定事件之對應響應行為； 3.行動服務：建立無伺服器的行動後端以及針對大量真實裝置進行測試確保高品質來測量和改善使用者互動體驗； 4.數位行銷：將資料收入 AWS 平臺中，並視覺化分析平臺來即時分析資料； 5.大數據：在 AWS 雲端平臺上進行 ETL 分析，且該雲端分析的架構以無伺服器之架構為主，減輕在維運上的壓力及對應成本
階段3-企業輔導上雲（5 家亮點示範案	• 新北市政府遴選出 5 間亮點廠商，搭配伊雲谷的售前技術團隊進行顧問，從企業本身建置系統所遭遇到的難處，開始協助規畫在 AWS 上基於最佳實踐的系統架構，進而解決先前提及的

例)	難處及獲得 AWS 帶來的好處。輔導流程： 1.需求確認：確認客戶在現今架構中所遇到的問題； 2.規畫架構：提出 AWS 相對應的服務作為支撐，轉變為 AWS 最佳實踐，減輕企業維運、創新上的負擔； 3.實施導入：針對第二階段所確認的最終架構進行實施導入，受輔導企業與伊雲谷共同完成在 AWS 的基礎設施服務
----	---

資料來源：新北 AWS 工業應用計畫網站，網址：

<https://www.ecloudvalley.com/zh-hant/ntpc-ecv-cloud-talent-program/>

(二) 在學訓練

1. 搭配中央政府「智慧機械產業推動方案」培育學生人才

在學訓練方面，中央政府的「智慧機械產業推動方案」在人才培育的布局上，訴求整合中央與地方資源，成立「智慧製造跨校跨域教學策略聯盟」建構關鍵智慧機械產業平臺，提供產業發展腹地與示範場域，並整合產學研三方能量，以「訓練當地找、研發全國找」的方式，強化產學研合作與培訓專業人才。例如，教育部因應製造產業轉型智慧化發展之「跨領域整合人才培育」，導引大學校院發展智慧製造所需感測、物聯網、虛實系統、大數據等核心技術扎根課程，並推動產學實務合作，提升相關教研與實務能量，培育所需人才。

目前位於臺南市的成功大學已參加由6所中心學校（臺灣大學、臺灣科技大學、中興大學、中央大學、中正大學、成功大學）結合23所夥伴學校所成立的「智慧製造跨校跨域教學策略聯盟」，編纂智慧製造關鍵教材缺口、整合相關系所之教學資源，讓不同學校透過智慧製造共通教材補足智慧製造課程缺口，使資工、工管等課程向下支援，機械、製造等相關系所向上整合。

2020年11月在經濟部工業局指導下，委由精密機械研究發展中心舉辦首屆「智慧機械 SMB APP 競賽」，於競賽前採取「先研習、後競賽」的模式，進行完整的研習課程，讓參賽學生對智慧機上盒 APP 加值應用有進一

步的認識與了解⁷⁸。

臺南市政府未來可鼓勵在地學校組團參加「智慧機械 SMB APP 競賽」。該競賽是以智慧機上盒為載具，開發智慧機械所需之加值應用軟體，盼透過競賽實作，將學用緊密結合，鼓勵智慧機械的學習與精進應用，在一定程度上為業界培育智慧製造軟體研發人才，鏈結產學合作。

2. 仿效新北市政府開辦「雲端結合 AI 人工智慧暑期營隊」

除前述在職訓練之外，新北市也聚焦高中職學生，向下培育新一代雲端 AI 人才。新北市政府教育局搭配伊雲谷數位科技公司，透過 Amazon Web Services (AWS) 的協助及 AWS Educate 的資源，於2020年8月開辦「雲端結合 AI 人工智慧暑期營隊」，透過2天的暑期營隊為高中職學生奠定雲端與 AI 的基礎認識，也帶領學生探索雲端於產業之應用與影響。

AWS Educate 為 Amazon 的全球計畫，旨在為學生提供廣泛的資源，以培養雲端相關技能，並由伊雲谷培訓品牌 eCloudture 的雲端技術講師群帶領，運用 AWS Educate 的資源為此次參與學生提供理論及實作兼具的課程內容，協助高中職學生入門雲端基礎知識，透過小組討論、實戰演練、成果發表，帶領學生建立 AI 聊天機器人以及 AI 虛擬迎賓助理 (Amazon Sumerian)，強化學生於 AI 實作技能。

2021年持續辦理「DeepRacer Evo 雲端 x AI 無人自走車」培訓課程，深化高中職學生對雲端技術基礎知識及相關產業應用的認識，教導學生透過參數的調整校正模型，最後以 Amazon DeepRacer 進行競技。DeepRacer AI 人工智慧小型模型車必須藉由機器學習技術，編寫、調整程式語言，在強化學習技術的同時，讓模型車分辨賽道顏色，在不偏離賽道前提下，以最快路徑跑完全程，號稱「世界上最先進的玩具」。透過理論及實作兼具的課程活動，增強學生 AI 及雲端技能，進而擁有考取亞馬遜雲端服務證

⁷⁸ 資料來源：經濟工業局，首屆「2020 智慧機械 SMB APP 競賽」結果出爐，網址：<https://www.moeaidb.gov.tw/external/ctrl?PRO=news.rwdNewsView&id=34979>，2020/11/20

照的能力，培育具備科技化及跨域力的 AI 人才。

（三）放寬傳統產業補充基層人力限制與強化教師、企業投入產學合作的意願

臺南市目前面臨較特別的人才供應問題可能是台積電與半導體磁吸效應造成的人才不足現象⁷⁹，但事實上台積電與半導體產業磁吸效應主要針對高科技白領勞工；中小型傳統產業則主要晉用藍領本國或外國勞工，兩者所需的人才基本上存在「市場區隔」。

首先，補充中小型傳統產業所需的藍領人才方面，除廠商本身因應少子化與人力短缺，自發朝向自動化、智慧化發展之外，目前中央法規規定產業移工在臺年限為12年，屆滿必須離境。產業移工若20歲來臺，運用12年學得專業技術，卻必須在青壯年的32歲離臺，對業界而言殊為可惜。建議臺南市政府政府可與在地各產業公會協商、蒐集意見後，向中央政府建言目前規定是否有鬆綁的可能，以協助傳統產業補充基層人力。

其次，除傳統產業本身需提供相較以往更優質的工作環境、薪資條件與福利之外，也可針對現行的產學合作模式進行改良。具體而言，目前的產學合作模式主要為企業以「學生」為主體，提供學生實習機會與獎學金，企業最多的資源導引至學生，透過誘因與學生緊密連結、為企業鎖定優秀學生畢業後直接至企業工作。未來或許可思考如何加強「教師」在產學合作中的角色。具體做法如：

（1）目前的「企業出題、學校解題」實際作法為「教師指導學生」。臺南市政府可思考增加教師從事指導學生產學合作的誘因，讓師生皆可由產學活動中受惠。

（2）目前臺南市政府也積極推動創新創業，但對象主要聚焦於學生、青年。未來或可評估鼓勵學校教師創業的可能性。臺南市政府本身可提供

⁷⁹ 資料來源：附件3 第三場座談會會議紀錄

創業的啟動基金，而學校教師本身具備研發能力，但可能缺乏商業、市場思維、申請智財權等障礙，相關環節皆是臺南市政府可運用既有的產業輔導能量進行協助；而各學校本身即有設置產學中心或閒置的教室、大樓，若能開放給教師租借作為創業辦公室，也可增加教師的產業實務經驗。

最後，在鏈結企業擴大育才方面，則可：

（1）進一步鏈結「臺南億載會」與重點產業領域公協會，並依據臺南市的產業聚落分布及臺灣重點人才培育需求，針對臺南市的主力產業如光電半導體、塑膠橡膠、紡織、綠能等共同或特殊需求加強育才，一方面掌握產業發展趨勢，分析人才需求，進而鏈結在地學校，促成主力產業與學校：協作實務教學與實作、發展適切之職能養成與課程建議、媒合學校及產業共同促成人才培育。

（2）在傳統產業的高階人力需求方面，則可仿效目前半導體產業作法，例如台積電於2020年起推出博士獎學金計畫，提供每年50萬、最多5年的獎學金予獲獎者，並搭配台積電資深主管擔任業師、在學期間提供實習機會，畢業後經審核優先任用等誘因，協助獲獎博士生瞭解產業與技術發展；聯發科也透過聯發科技教育基金會獎助大中華地區、新加坡、美國、印度等地的碩博士生，且建設3個校級研究中心，培養科技人才；旺宏電子公司也與成功大學合作推出「成大旺宏『半導體』與『智慧運算』雙專長領域博士學位學程」，透過碩、博五年一貫學程（前3年修課、後2年實習），提供服務獎學金鼓勵學士直攻「半導體」與「智慧運算」雙專長領域博士學位。建議臺南市政府可透過經費補助，鼓勵「臺南億載會」有高階人才需求的傳統產業業者，與學校開設類似的高階人才的培訓課程，以持續補充傳統產業面臨智慧製造轉型時所需的高階人力。

**八、運用大型企業搭配中小企業推動供應鏈數位化；
搭配補助獲得「雲市集工業館數位點數補助計畫」的
中小企業**

依據資誠創新諮詢公司公布的《2021臺灣企業領袖調查報告》，有35%的臺灣企業表示，將在未來3年大幅增加數位轉型的投資；可見企業數位升級已是大型企業提升市場競爭力重要途徑之一。

然而，中小企業規模小、資源較缺乏，往往因為經費考量而影響投入數位轉型的意願及速度，且面對數位轉型可能造成的營運成本不降反升的可能，自然態度較為審慎。另一方面，中小企業卻往往表現出獨特的競爭優勢，即是與大客戶建立長期、牢固的供應鏈關係。雙方、多方透過持續不斷的服務與經驗累積，形成密切的往來，並讓中小企業得以透過大客戶取得商業洞察與情報，讓中小企業得以透過供應鏈關係，持續改進、增加價值，進而領先競爭對手。

此外，由於中小企業，除非大客戶要求，否則可能缺乏積極推動數位轉型的動力與壓力。據此，臺南市政府可嘗試針對有意願、有潛力的在地大型企業，鼓勵協同中小企業的供應商打造數位供應鏈，透過「以大帶小」的方式轉型升級。

事實上，本研究前述「燈塔工廠」案例中，博世蘇州廠即透過串連分散於各地的工廠資料互聯、應用精益生產管理系統，由強化數據透明與分享的角度，合併採用先進的生產技術和加工設備，達成從供應商到客戶的訂單流程力求消除浪費、提高交期精準性。換言之，博世蘇州廠即明顯是透過自身對產業鏈的影響力，搭配運用智慧製造解決方案在跨廠實施數位轉型，進而取得生產成本降低、產品品質的目標。

具體可透過既有的臺南市「地方產業創新研發計畫」的「主題式聯盟」補助上限500萬的機制，由大型廠商主導，攜手中小企業供應商構築數位供應鏈進行驗證與示範。其中，中小企業可優先鼓勵設置「智慧機上盒」等感測器，不僅可提升品質和產線管理，且建置成本相對較低。對有意嘗試導入數位化獲得監測數據的中小企業而言，應是較無痛且簡易的進入方案。

此外，為落實「雲世代產業數位轉型」政策，協助中小型製造業上雲普及化，希望藉由雲端解決方案提升營運效能。據此，經濟部工業局於近期推動「雲市集工業館數位點數補助計畫」，鼓勵中小型製造業採購及使用資訊服務廠商所提供雲端解決方案，普及中小型製造業提升數位化程度。目的是由政府部門選出通過驗證、具成本效益、提供可靠支援的工業數位解決方案，及各行業共通的人資管理、客戶管理、資料分析、財管及存貨追蹤等方案。

目前「雲市集工業館」已上架的服務包含物聯網管理平台、智慧工廠戰情室、雲端知識管理及人事/考勤系統、智慧生產管理、工廠能源管理、雲端馬達監測、紡織布片管理、生產設備巡檢等超過100種雲端解決方案。中小企業只要採用相關解決方案，即可獲得最高80%的成本補助。

中小型製造業者申請數位點數採線上辦理，經線上填寫申請表、確認符合資格後，通過遴選的中小企業，即可獲得以數位點數折抵雲市集平台上雲端數位解決方案的費用，最高補貼點數上限為20萬點，1點等同於新台幣1元，最高補助比例80%（自籌20%）。工業局也搭配成立數位轉型服務團，提供訪視、諮詢、診斷、技術輔導及資源媒合等服務。中小企業若不清楚該採用何種雲端解決方案，也可由數位轉型服務團協助諮詢診斷，依業者現況及需求，推薦合適之雲端解決方案。

為加速在地中小企業轉型速度與提高意願，建議臺南市政府可針對「雲市集工業館數位點數補助計畫」的自籌20%經費部分，推出配套補助計畫，補貼中小企業此用雲端的生產力解決方案，加速數位轉型。

貳、自駕車

「5G 臺南隊」臺南市政府挑選自駕車領域作為技術驗證與示範領域，主要的原因即是著眼目前自駕車尚不普及，離市民實際生活較遙遠，且認識有限。而臺南市坐擁傳統的汽車零組件產業聚落，又有科技部挹注成立

臺灣智駕測試實驗室、成功大學的自駕車資源，且自駕車驗證測試在其他縣市蔚為風潮，因此，臺南市政府藉由「5G 臺南隊」納入自駕車領域，希望藉此創造有感施政、善用在地的自駕車資源。

經由本研究前述盤點與觀察發現，臺南市自駕車產業鏈目前較具優勢的項目為先進駕駛輔助系統、高精地圖與驗證場域，其他自駕領域的廠商相對缺乏。意謂臺南市政府欲進一步提振發展在地的自駕車產業，除持續精進先進輔助自動駕駛、高精地圖的廠商與研發能量之外。建議可針對自駕車產業鏈的所有環節加強招商或提供更優惠的招商誘因、研發補助等，以增進國內外自駕車廠商進駐的意願。以下擬依據臺南市自駕車產業的發展現況問題，提出相對應的政策建議。

表5-2-10 臺南市自駕車產業現況與本研究政策建議對照

臺南市推動自駕車驗證示範的現況	本研究政策建議方向
運用地方研發資源，增進自駕車技術研發能量	一、透過「地方產業創新研發計畫」(地方型SBIR)鼓勵發展自駕車領域相關配套技術
自駕車團隊赴臺南市從事自駕車驗證測試費用高昂	二、於「臺灣智駕實驗室」進行封閉場域測試完成後，若於臺南市進行沙盒驗證，則補助封閉場域測試費用
增進臺南市的自駕車產業國際能見度與進行城市行銷	三、引入國外知名自駕企業進行特殊車輛自駕測試，創造話題、新穎性
補足在地自駕車產業鏈缺口	四、吸引國內、外自駕相關業者至臺南市投資設廠
協助在地既有自駕車零組件廠商開拓國際市場	五、促成在地自駕車零組件、次系統廠商打入新興車廠供應鏈，進而輸出海外
增強在地自駕車驗證場域驗證項目	六、「臺灣智駕測試實驗室」測試項目精進
促進在地公車業者評估、思考未來採納自駕公車營運的可行性	七、臺南市公車營運路線申請針對具「自駕公車」投入規畫之業者評選進行加分

資料來源：本研究整理

一、透過「地方產業創新研發計畫」(地方型 SBIR) 鼓勵發展自駕車領域相關配套技術

目前，臺南市政府的「地方產業創新研發計畫」主要也是協助轄區內中小型企業運用政府研發資源達成創新、轉型與升級，希望藉由政府從旁挹注部分研發經費，帶動中小企業更積極投入研發，提升地方特色產業聚落創新研發能量。目前鎖定新創事業、數位轉型及智駕漫遊、綠能科技、5G 領先、高質食藥、時尚自主等領域進行補助。

本研究盤點2020年臺南市政府經濟發展局審核推薦通過之「地方產業創新研發計畫」智駕漫遊(含創新資訊)類別計畫，發現部分計畫名稱似乎不屬於一般定義的「自駕車」領域，建議臺南市政府可更聚焦「自駕車」領域進行徵案，以利引導廠商考量適合臺南市在地交通情境，進行自駕車相關技術研發。

由於廠商「個別申請」補助上限僅100萬，恐不符自駕車技術開發所需。因此可轉而運用「主題式聯盟」補助上限500萬的機制，考量臺南市在地的路況、現有企業、學研機構已在進行的自駕車相關配套技術的後續研發與精進，進行補助。例如：

表5-2-11 2020年臺南市「地方產業創新研發計畫」推薦通過智駕漫遊(含創新資訊)類別計畫名稱

編號	計畫名稱
109SBIR-智駕01	具 LIN Bus 車用匯流排介面之防夾車窗 ECU 設計
109SBIR-智駕02	Edge-AI 不良電路銲點自動視覺檢測系統研發計畫
109SBIR-智駕03	具抗遮蔽功能之人臉辨識系統之關鍵技術研究與應用
109SBIR-智駕04	一站式網站監控防駭創新服務模式
109SBIR-智駕05	智慧銑削服務平臺
109SBIR-智駕06	具物聯網功能之安全快速充電智能插座研發計畫
109SBIR-智駕07	計程車商務智慧雲端服務系統
109SBIR-智駕08	智能數位服務生態系開發計畫
109SBIR-智駕09	自動包藥機雲端監控系統研究開發
109SBIR-智駕10	養殖環境監控與維運管理輔助決策系統開發計畫

編號	計畫名稱
109SBIR-智駕11	跨廠匯流報價及工段製程統合揭露服務計畫

資料來源：臺南市辦理地方產業創新研發推動計畫暨關懷中小企業協助申請中央資源，109年臺南市地方型 SBIR 計畫公告--臺南市政府經濟發展局決審會議推薦通過62項，網址：

<https://www.tainan-sbir.org.tw/mews.aspx?id=cf87f287-ab24-4f05-ba9e-157bd063a329>，2020/10/19，本研究整理

1.機車先進駕駛輔助、機車聯網系統

臺灣地狹人稠，特別對生活在都會區之高密度人口而言，除大眾運輸外，汽機車為絕大多數人的主要運具選擇，其中又以機車為民眾常用交通代步工具。由交通部統計查詢網「機動車輛登記數」資料，至2020年機車約1,410萬輛，平均每100人就有94.6輛機車，可見對現今高密度人口城市之通勤族、菜籃族等短程移動需求甚高。顯見，臺灣是全球機車密度第一的國家，而街道狹窄與混合車流為臺南市乃至於全臺灣的交通特色，在自駕車逐漸成熟的趨勢下，如何將傳統機車轉變為安全且智慧的機車，並能與自駕汽車行駛相融，實為相當重要的議題。

事實上，隨自駕汽車應用帶動先進駕駛輔助系統的發展，國外廠商也投入開發機車的先進駕駛輔助系統，並以汽車的先進駕駛輔助系統為樣本將技術逐漸轉移至機車，藉由科技來提醒甚至介入車輛控制，輔助機車騎士行車安全。例如，發明防鎖死煞車系統的德國 Bosch 公司也跟進推出智慧安全輔助系統的創新概念，例如針對機車經常遇到的車輪打滑、打造與汽車同級的碰撞警示、盲點偵測、車聯網系統等解決方案。其中，在汽車領域使用的車對車（Car-to-Car）連線應用，Bosch 公司也提供機車解決方案，能每隔0.1秒，與方圓數百公尺內的其他車輛資訊進行資訊交換，預先察覺身在視覺盲點內的其他汽車動向，若未來基礎設施（交通號誌）網路化，也可利用路側設備，使騎士預先得知路口即將遇到汽車疾駛而來，採取預防措施讓車輛主動發出警示或提前反應，減少汽車與機車事故⁸⁰。

⁸⁰ 資料來源：SUPERMOTO8，自駕車能辨識機車嗎？自駕車上路在英國引起安全疑慮！，<https://www.supermoto8.com/articles/7900>，2021/5/6

除國外的廠商之外，臺南著名機場廠商宏佳騰公司於2021年2月宣布籌組 CROXERA 智慧安全車聯網聯盟，納入面板廠友達光電與晶傑達光電、圖資廠 here Map、資策會、微星科技、恩智浦半導體、臺灣大哥大作為合作夥伴成立開放式平臺，盼與全球各車廠合作，透過 CROXERA 智慧儀表對接系統即可使用車聯網系統，讓機車享有車聯網的便利與安全。

2015年起，宏佳騰公司開始投入車聯網開發⁸¹，成立 CROXERA 研發團隊，並於2018年 CES 大展發表全球首創「智慧儀表系統 CROXERA」，提供機車導航、速限等功能。2019年宏佳騰公司結盟 Gogoro 推出首輛電動機車 Ai-1 Sport，其智慧儀表系統 CROXERA 導入「一鍵導航換電站」功能成為亮點。CROXERA 智慧儀表系統是由儀表與手機 App 透過 BLE 近距離網路，實現雲端網路連結功能。未來透過手機4G 進展至5G 的效能提升，更能優化 App 功能及使用介面，讓使用者獲得更安心、更智能的乘車體驗。

換言之，宏佳騰公司以結盟方式開發機車 CROXERA 智慧安全車聯網，聚焦使用者的安全作為主體進行智慧設計，如照當前路況提供 Turn-by-turn 視覺與語音導航、即時顯示當前速限和測速照相機情報，及透過手機 SMS 發送位置相關訊息至緊急聯絡人等功能。換言之，其核心是以車主手機 App 做為機車車聯網運作核心，透過系統更新就能讓機車升級，提供導航、尋找換電站補充動力、提醒測速照相路段、速限警告等，盼進一步增進機車行車安全問題。

宏佳騰公司的全臺第一款4G 車聯網的智慧電動機車則搭配臺灣大哥大的通訊服務，其達20MHz 的700MHz 頻譜，以目前的4G 或未來的5G 技術，均能提供覆蓋最廣、穿透力最高的特性，更適合車聯應用，結合雲端資源環境、車聯網空中下載技術（Over-the-Air）、管理平臺等，布局機車車聯網。

⁸¹ 資料來源：附件 5 訪談記錄 9

在搭配臺灣大哥大的4G/5G 通訊與雲端資源後，透過 CROXERA 智慧儀表系統升級雲端服務，車聯網也具備更多功能，包括更多樣的行車安全提醒可透過新一代 SMART NOTICE 功能完成；未來道路側與車體本身的資訊也將產生更多連結，以及早因應即時路況、提升騎乘安全性。此外，車聯網空中下載技術和車隊管理服務，也將使機車車聯網功能有更多發展性，例如聚焦提供商務人士、物流業者與一般使用者更強大的客製化服務，滿足機車駕駛重視的駕駛行為、安全提醒、系統連動等機制，引導商務應用邁向更安全、更便捷的智慧時代，將交通安全與數位服務推升到新的領域，持續推動智慧騎乘⁸²。

由上可知，車聯網除可應用於汽車自動駕駛之外，在包含臺南市在內的臺灣混合車流環境下，亦為機車安全重要之一環。隨全球開始布局5G行動通訊網路，將有望實現智慧交通城市，透過車聯網交通工具彼此交換訊息，改善因違規事件或路口視覺死角之交通事故，而開發機車車聯網，甚至是先進駕駛輔助系統，即時通知其他車輛靠近警示訊息，將確保機車、汽車駕駛能提早反應，確保行車安全。

2. 高精地圖

2021年，內政部與交通部委託成功大學「高精地圖研究發展中心」進行「智慧自駕公路計畫運用高精地圖與 AI 辨識技術發展工作案」，聚焦公路設施自動化辨識變異偵測與屬性分析、高精地圖圖資測製應用服務及功能實證等工作，開發公路設施自動化辨識與屬性分析技術，透過巡檢車平日運行於高精地圖測試場域巡檢，或經由公路客運固定路線營運時，利用車上搭載定位定向系統、光達及環景相機蒐集道路環境之空間特徵資料，並將資料回傳至雲端進行變異比對，當發現路面出現坑洞、標線磨損、號誌牌歪斜、標誌牌面模糊或路面資訊錯誤等異常狀態，系統會進行標記，

⁸² 資料來源：EETTaiwan，宏佳騰攜手台灣大哥大共推車聯網應用，網址：<https://www.eettaiwan.com/20200831np21/>，2020/8/30

後續再通知養護單位進行修復。希望能強化公路整體維護與管理能量，希望能提供更優質的行車安全環境，並加速無人載具數位場域建構。

臺南市政府可藉由成功大學「高精地圖研究發展中心」所具備的學術資源、國際鏈結、產學合作優勢等，發展次世代高精地圖製作技術。具體而言，目前高精地圖的製作方式皆透過測繪車蒐集真實世界的資料，並以影像與點雲分類技術針對道路邊界、障礙物、交通號誌等特徵物進行特徵萃取。但以行動測繪車製作高精地圖的方式，所採集資料相當龐大，每秒高達70萬個以上的點雲，測繪車一天採集原始資料量約可達1 TB；而高精地圖的誤差為在2D地圖上20公分、3D地圖為30公分；再更精細的高精地圖，不僅會導致車端的運算能力無法處理，也必須仰賴大量熟練製圖人力投入、製作速度相對緩慢，使整體高精地圖製作成本居高不下。

但另一方面，高精地圖製作的發展趨勢已逐漸走向自動化製作，以達到更高地圖產製效率及降低製圖成本。尤其在人工智慧技術輔助下，能藉由人工智慧、機器學習等方式，進行半自動或自動萃取道路物件，以加速製圖、降低成本。特別是未來高精地圖的發展方向將會朝如何做到圖資更快速地更新；圖資更新頻率會影響到整個資料的新鮮度也是高精地圖產業中最主要的競爭力。因此，未來需加快整合自動駕駛資訊整合平臺與高精地圖供應服務，建立移動訊息雲平臺，收集時即運行及動態資訊，研發偵測變異與自動化更新圖資工具於平臺處理，達成圖資動態更新機制。所以高精地圖的重點除了達到一定程度的精確度之外，能夠持續維持新鮮度並降低高精地圖的維護成本，產生自動化更新，將是高精地圖未來在市場上佔有競爭力的重點。

最後，高精地圖的跨界運用方面，其不僅可使用於自駕車產業發展，也可用於調適與因應氣候變遷、強降雨引發坡地災害與淹水災害，以及強震威脅的複合災害環境。例如，將高精地圖結合道路工程營運維護之品質管理、行車用路人安全等相關圖資，將過去道路養護維護與災害防治決策

之相關記錄有系統的彙整，再透過人工智慧技術建立可預測之模型，進而可輔助制定出維持道路設施品質、降低交通事故與節能減碳之交通安全相關措施之規畫⁸³。

總之，我國中央政府已積極推動高精地圖測製技術的無人載具實證運用，並搭配人工智慧自動化更新工具，藉此優化智慧公路環境的便利性與完整性；臺南市政府也可藉由成功大學高精地圖研究發展中心的能量，善用地方型 SBIR 的資源挹注，研發新科技協助繪製高精地圖與擴展相關應用，以創造更優質的自駕發展環境。

二、於「臺灣智駕實驗室」進行封閉場域測試完成後，若於臺南市進行沙盒驗證，則補助封閉場域測試費用

目前臺灣自駕車若要在開放場域測試或營運，必須依循無人載具科技創新實驗條例進行申請，通過審查方可申領自駕車測試車牌掛牌上路，其中，該條例第五條第三款提及「申請單位必須完成模擬分析或於封閉性場域實驗」，形同考取一般駕照需先在駕訓班練習再考照的規定，若想在一一般道路行駛，必須先在封閉場域進行相當程度的演練，以提高在人車高度混流的開放場域行駛之安全性。換言之，自駕車團隊在進入沙盒實驗之前，均必須完成在沙崙完成臺灣智駕測試實驗室的功能驗證。

基本上，在臺灣智駕測試實驗室測試驗證所需的費用至少包含：場域及輔助設備租借費、製作測試驗證報告費（臺灣智駕測試實驗室收取）、委託測試驗證費（車輛測試中心收取）、自駕團隊同仁旅運費等，整體費用偏高。工研院機械所於2019年7月⁸⁴，利用約10天的工作時間於臺灣智駕測試實驗室場內反覆測試，並享場域租借4折優惠，總花費金額仍高達近150萬。

⁸³ 資料來源：鄭錦桐、黃梓育等，人工智慧與高精地圖於道路資產管理之實務應用，土木水利雜誌，第四十八卷 第二期，2021/4

⁸⁴ 資料來源：梁禎、魏麗恬，於臺灣智駕測試實驗室之自駕車自駕功能測試驗證，機械工業，第 445 期，2020/4

有鑑於測試費高昂，臺南市政府可考慮給予在完成臺灣智駕測試實驗室，並赴臺南市進行道路測試的廠商一定額度的補助，以鼓勵多運用臺南市進行自駕車驗證。

表5-2-12 臺灣智駕測試實驗室服務價目表

項目		測試場域（小時）		輔助測試設備（小時）	製作測試驗證報告（次）
定價（元）		共用制	專用制	7,500	10,000
	日間	15,000	19,500		
	夜間	18,000	23,400		
	假日	18,000	23,400		
	假日夜間	21,600	28,080		

資料來源：臺灣智駕測試實驗室

三、引入國外知名自駕企業進行特殊車輛自駕測試，創造話題、新穎性

觀察臺灣乃至臺南市進入無人載具科技創新實驗計畫進行實證的自駕車個案，無論於公車專用道、社區與場站周邊開放道路進行夜間運行、軌道運輸延伸接駁等補足公共運輸「最後一哩接駁」，皆以慢速進行。主要的原因即是目前自駕技術與人類駕駛尚有不小差距、許多難關待克服，短期內難以達成在開放道路行駛。

若要加快實現自駕載具大規模商轉營運，必需聚焦特殊場域應用，另闢蹊徑特別是以慢速車進行市場滲透。因此在臺南市推動自駕車產業發展的策略上，可優先鎖定能在特殊場域營運的慢速車、物流車進行驗證測試，透過利基市場較快推動服務商轉上路，除創造話題性、保持新穎性之外，也可協助業者盡快搶佔先機。

為加速臺南市的自駕車服務落地，可思考優先在有條件限制的特定場域實現慢速車自駕營運，並將經驗複製在其他場域上，進一步拓展服務模式。慢速車可在許多應用情境提供新的服務模式，依各場域所需的應用和技術條件加以區分，例如在封閉式高爾夫球場、停車場，設地理圍欄的園

區、機場接駁、工業區營運高爾夫球車、垃圾車、掃地車、巡檢車，或是在有限制條件的公車專用道提供夜間或離峰服務等⁸⁵。可能引入的目標特殊車型、慢速自駕車公司如：

1.美國 Waymo

在慢速車、物流車驗證測試方面，谷歌旗下 Waymo 自2017年起即投入發展自駕卡車⁸⁶，形成擁有配置自駕感測器與軟體的 Peterbilt 自駕卡車車隊，並在美國亞利桑那州、加州、德州進行自主運作的測試與商業運送；Peterbilt 自駕卡車上備置2位 Waymo 員工、1位商用車執照駕駛人、1位軟體工程師監看行車狀況。目前 Waymo 正運用自家卡車車隊測試結合人工智慧軟體、硬體、感測器的第五代 Waymo Driver，可根據周遭事物的視野、對所處環境的了解與經驗，推論下一步行動，支援規模化應用且能處理更多不同的環境。Waymo 為深度布局自駕卡車領域，也與卡車租賃公司 Ryder 合作嘗試進行車隊管理，以擴大貨運與物流業務的規模。Ryder 是全美最大的卡車租賃營運商之一，將為 Waymo 的車隊管理服務提供協助，涵蓋車隊維護、檢驗、道路救援，且雙方未來還拓展到其他新的服務商機。

2.美國 Aurora

無獨有偶，亞馬遜、Sequoia 等投資，並收購 Uber 自駕車部門的 Aurora 公司，於2021年1月宣布與美國財富500強公司、屬於世界最大的中型和重型卡車製造商之一的 PACCAR 公司簽訂「全球策略協議」，共同合作開發、測試、商業化自駕卡車⁸⁷。透過此協議，Aurora 公司的 Aurora Driver 平臺將首次應用於貨車運輸，結合雙方的工程團隊以加速發展無人駕駛卡車。

Aurora 公司提供自駕技術的軟體、硬體、作業服務。車輛製造與驗證

⁸⁵ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3、訪談記錄 4、訪談記錄 5

⁸⁶ 資料來源：電子時報，Waymo 跟 Ryder 合作車隊管理 建立自駕卡車中心，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=&id=0000617550_UFI664G54BTCVG120VLCC，2021/9/6

⁸⁷ 資料來源：附件 5 訪談記錄 9

則由 PACCAR 公司的製造與技術中心負責。此「全球策略協議」將整合 PACCAR 開發、製造、銷售重型卡車的經驗，以及 Aurora 自駕車技術核心的 Aurora Driver 平臺，加快自駕卡車產品快速上市，並進一步強化 PACCAR 客戶的作業效率與安全。雙方將在所有層面密切合作，包括零件供應商選定以及將輕型卡車 Kenworth 與中型卡車 Peterbilt 跟 Aurora Driver 平臺整合。雙方合作的首兩款自駕卡車為 PACCAR 的 Peterbilt 579 與 Kenworth T680，以利於支援未來全球將大規模部署自駕卡車的趨勢⁸⁸。

事實上，自駕貨車也是臺灣積極發展的目標，希望透過自動駕駛貨運減少司機負擔。而為了因應未來電動車趨勢與企業資源運用整合，目前國內臺塑集團旗下臺塑汽車已投入研發電動卡車，並於2020年11月宣布正著手研發電動車電池、電動卡車，預計2022年先推出自有品牌電動卡車，產品規畫6.5噸、12噸純電動卡車，及10噸電動中巴系列，預計2022至2025年間陸續推出。

此外，2021年11月，由工研院主導於新竹進行我國首次自駕物流車測試。但如本研究所述，在我國進行道路自駕車測試前，需經臺灣智駕實驗室驗證通過，惟礙於場地大小，目前臺灣智駕實驗室不適宜進行「卡車」測試，因此工研院選擇以車身長5米的5門油電混合動力小客車進行驗證。換言之，我國目前所選用的自駕物流車車型與美國 Aurora、新加坡自駕物流車所使用之「卡車」車型有所差異。但臺南市仍可進行類似的自駕物流車測試。

3.新加坡 ST Engineering

本研究前述新加坡新科工程公司的案例顯示，其目前已在推動自駕掃街車的測試；另也遠赴以色列：（1）與阿什杜德自治市簽訂合作協議，將在當地設立研發中心，進行智慧交通系統及自動駕駛巴士的研發；（2）與

⁸⁸ 資料來源：科技新報，PACCAR 與 Aurora 攜手打造自主駕駛卡車，股價挑戰歷史高，網址：<https://finance.technews.tw/2021/01/20/paccar-wz-aurora-autonomous-trucks/>，2021/1/20

法國自駕公司 Navya 合作，以 Sheba 醫療中心為場域推出里程達2.1公里、以色列境內首個公共自動駕駛接駁車服務；(3) 與成功大學簽署「國際產學合作」備忘錄，優先聚焦「智慧車輛測試與驗證」技術系統進行合作。顯見該公司積極尋求海外驗證經驗、取得研發資源與拓展市場的企圖心。

4. 「複合車隊」驗證

除「無人載具科技創新實驗計畫」常見的自駕巴士測試之外，隨車間通訊成熟，將有助於促成「複合車隊」的服務模式形成，亦即巴士以車隊的方式提供運輸服務。複合車隊的特色為：

第一，公車客運業普遍面臨司機缺工，而複合車隊的出現，一來可讓1位司機一次管理多臺車輛，緩解缺工問題；其次，一般公車約有30%的行車時間，花費在紅燈停等、靠站接駁上。多節車廂，多扇車門，亦能夠縮短車輛停靠站的時間，提高行車效率。

第二，配合交通尖離峰派出不同車隊組合。在運輸需求較高的尖峰時段，派出較長的車隊接駁；而在離峰、甚至夜間，則派出較短的車隊。亦即「複合車隊」的模式能讓「需求導向」的運輸服務加速實現，透過供需方的資訊媒合，讓運輸供給得到更有效率的分配與調度，如減少空車往返所造成的人力、油耗等浪費。

由上可知，除目前已在進行的巴士自駕測試之外，臺南市也可嘗試引入國內特殊車輛的自駕測試，例如物流車、高爾夫球車、垃圾車、掃地車、複合車隊、巡檢車、農業運輸用車、郵便車等，再逐步進展至乘用車⁸⁹。除追隨發展趨勢之外，也可創造話題性、維繫新穎程度。但特殊場域慢速車也並非沒有障礙需克服，困難點通常在於特殊場域的交通環境不一定具有完備的道路基礎設施或 GPS 定位訊號差、路面崎嶇無鋪面、車道不規則或有死角，也可能難以規範人車行為，造成營運障礙⁹⁰。

⁸⁹ 資料來源：張玉圓，臺灣電動車產業新機會，工業技術與資訊月刊，第 350 期，2021/4

⁹⁰ 資料來源：電子時報，加速自駕車服務落地 台灣智駕力拚慢速車特殊場域應用，網址：

四、吸引國內、外自駕相關業者至臺南市投資設廠

為解決臺南市本地自駕車業者群聚不足的現象，未來在招商策略上，可優先招攬自駕車業者進駐。特別是隨著我國推動自駕車產業發展，近期也可觀察到相關廠商的實際投資。若可吸引國內外自駕業者至臺南市投資設廠，除可壯大本地產業鏈之外，也可創造就業。

具體可優先吸引赴臺南市投資設廠的自駕車產業鏈各環節領域可分為硬體與軟體，其中硬體方面，由於臺南市已是我國著名的汽車零組件產業聚落，但卻缺乏整車廠進駐。著眼自駕車未來發展所需，可嘗試優先鎖定國內知名的整車廠遊說其赴臺南市設廠，以整車廠帶動周邊零組件供應商的持續進駐與聚集；另外，本研究前述曾說明自駕車次系統，主要分為感知系統、決策系統與控制系統。目前臺灣在偏向硬體的感知系統發展上，已小有成就並有廠商已進入國際大廠供應鏈，而在我國中央政府發展自駕車產業的策略上，未來也希望挹注更多資源發展偏向軟體的決策系統與控制系統。因此，臺南市政府也可順應中央政策，鎖定國內外發展初步有成的自駕車決策系統、控制系統廠商，進行招商引資。

首先在吸引硬體廠商進駐方面，以往車輛產業往往被視為傳統產業而難以進駐科學園區，但隨著自駕車整合眾多高科技零組件與次系統，目前已有國內自駕車業者進駐科學園區。例如，2021年8月，科技部科學園區審議會，通過中科2件投資案，包括精密機械產業的成運汽車製造、光電產業的昕達光電，投資額總計約20.2億元⁹¹。

其中，成運汽車製造公司即屬於整車廠，該公司總部位於屏東縣，屬於我國老牌的大客車製造廠商，2016年開始研發電動巴士，2020年完成所有法規測試認證並發表產品，並已在嘉義市及新北市投入營運。該公司也

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=35&id=0000607145_BZJ2OJ5V3JNWMF6TZOFFQ，2021/3/29

⁹¹ 資料來源：科技部核准投資案，電動大客車國家隊加入中科陣容，網址：

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20210819000640-260421?chdtv>，2021/8/19

是我國電動大客車國家隊的成員（另一間為華德動能公司），通過交通部「電動大客車示範型計畫」車輛業者資格審查，產品符合未來國內外大眾運輸電動化發展趨勢。

成運汽車製造將設立於中部科學園區二林園區、投資金額20億元，自主研發、設計及製造電動大客車的車輛底盤與大樑，具有整車製造之能力，並獲得全球車輛識別代號（WMI Code-RHV），產品可外銷全世界及國內市場。此外，該公司自行開發整車及電池控制軟體、電動車電池箱模組設計，擁有三電系統匹配整合之技術。進駐科學園區後，將可帶動臺中市的電能系統、電機、電控等關鍵零組件廠商，及其他巴士製造商共同發展電動車產業鏈、提升國內自主設計製造電動大客車之能力。

成運汽車製造公司對於開發電動巴士已設定五大核心目標⁹²：（1）建立車身、底盤與三電系統自主設計能力；（2）實現「15分鐘內從10%充至90%」快充目標，讓充電時間等同加油時間；（3）滿足客運車輛每日營運200至800公里長、短途需求；（4）不改變既有都市輸配電系統；（5）符合國際市場未來快充系統之發展策略。此外，成運汽車製造公司的供應鏈多半為臺灣廠商，例如，提供車載系統的微星科技、精英電腦，負責充電裝置、電源控制的東元電機、飛宏科技等。但，關鍵零組件的馬達，採用德國廠商輪邊馬達；電池採用日本廠商鈦酸鋰電池。

在商業模式方面，成運汽車製造公司規劃整車銷售、底盤車銷售、KD件銷售、三電銷售及整廠輸出等五種類型。由於，現有廠區年產量達整車700輛、底盤車1,000輛，亦規劃興建電動巴士產業園區，並邀請相關供應鏈廠商進駐，設立研發中心、電池模組自動化生產廠、自動化大樑生產廠、車輛製造廠、海外發貨中心等，發展為全球性的電巴供應體系。

在海外國家洽設廠組裝方面，則已接洽印度、馬來西亞、印尼、菲律

⁹² 資料來源：電子時報，政策點火、產業響應，齊力推動電動大客車國產化與智慧化，網址：https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&cat1=40&id=0000607648_nvl77fza3e60ma9xo2wot，2021/4/7

賓、沙烏地阿拉伯等多個國家。例如，2020年與馬來西亞環境能源部轄屬法人 Greentech，及馬臺經濟合作協會主席，共同簽訂三方的合作備忘錄，研討合資合作項目，第一階段包括整車輸出、「KD 件輸出」及成立行銷／售後服務公司；第二階段，將合資設立電動巴士組裝廠（年產500輛）；另外，成運汽車製造公司已在柬埔寨設立公司及巴士保養維修廠，目前與暹粒政府洽談合作，規劃將暹粒（吳哥窟）境內巴士，納入全面電動化，打造當地為綠色智慧觀光城市⁹³。

更重要的，依據我國交通部的規畫，電動巴士的下一步發展即是無人載具，未來電動巴士將朝自駕化進行推動，讓其進入公車專用道、自動駕駛軌道大眾運輸系統（Autonomous rail Rapid Transit，ART）系統。成運汽車製造公司正規劃自動駕駛軌道大眾運輸系統，也與臺南市政府目前的規畫不謀而合。成運汽車製造公司預計在2021年完成車輛與跟車系統，並打算於2021年第3季至2022年完成對接無人駕駛。未來若有機會針對鄰近臺南市的指標業者透過招商等方式，吸引其赴臺南市投資，應有機會填補產業鏈缺口。

其次在吸引軟體廠商進駐方面，國內自駕車團隊相對稀少，其中新創公司「臺灣智慧駕駛公司」為位於桃園市的創奕能源公司所投資的子公司，並順利完成「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」、「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」，其他運行實績尚有2018、2019年的桃園農博會、臺北圓山飯店、臺中麗寶樂園等。2021年10月，該公司宣布生產的國產自駕小巴成功輸出泰國朱拉隆功大學（Chulalongkorn University），為臺灣首次輸出自動駕駛平臺，作為教學與研發平臺。顯示該公司的自動駕駛技術與經驗，初獲海外肯定。

而在國外廠商方面，可鎖定的招商標的為：

⁹³ 資料來源：中時新聞網，國光客運斥資 2.2 億元採購 22 輛成運公司電動，網址：<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200518005630-260410?chdtv>，2020/5/18 巴士

1. 美國 Mobileye⁹⁴

Mobileye 原是在以色列生產先進駕駛輔助系統的自駕車系統解決方案產商，涵蓋車道偏離警告、基於雷達視覺融合的車輛探測、前部碰撞警告、車距監測、行人探測、交通標誌識別等，並經由人工智慧演算法，依據由汽車上的攝影鏡頭拍攝的影像，預測潛在的碰撞事故。2017年3月被美國 Intel 收購，並逐漸發展為全球自駕系統的指標型企業，亦是國際上先進駕駛輔助系統的主要供應商之一，其早期的產品特色是以價格相較光達低廉的攝影機作為主要感測器，並透過深度學習及影像辨識技術，將高精度地圖的快速產製以及群眾外包（crowd sourcing）繪製模式做為其成本及擴散性上的優勢。

2021年4月，Mobileye 宣布其自動駕駛等級4的系統解決方案 Mobileye Drive 已經實現商用，能應用於自動駕駛計程車、轎車和商用貨車等自動駕駛汽車提供支援。Mobileye Drive 的核心包括：道路資訊管理、高精地圖技術、基於規則的責任敏感安全駕駛策略，以及整合攝影鏡頭、雷達和光達技術的感測子系統⁹⁵。

近年，Mobileye 亦聯合各國 OEM 廠商拓展各大城市 To G (Government) 服務，以 Mobileye ADAS 的高頻率更新圖資切入日常道路資產管理需求，例如應用於自動化道路設施盤點更新、道路鋪面品質狀況、坑洞搶修警示、標線或號誌缺失通報等，同步將眾包模式導入加速當地高精度數位道路圖資的建置，後續透過各城市合作車廠或公務車（如自駕公車）籌劃自駕先導場域。此策略已成功導入慕尼黑、底特律、巴黎等，預期在2023年可實踐機器人計程車隊，使公私車隊皆能成為採集、數化、建置、養護國家道路資產的一環。

⁹⁴ 資料來源：附件 5 訪談記錄 10

⁹⁵ autonode，Mobileye 推出 L4 自動駕駛解決方案，Mobileye Drive 已為 MaaS 提供商用，網址：<https://autonode.cn/2021/04/22/mobileye-mobileye-drive-maas/>，2021/4/22

2.美國 DeepMap

臺南市由於有內政部支持的成功大學高精地圖中心，具備一定的高精地圖研發能量，也可考慮針對國際高精地圖領域的領導廠商進行招商，創造雙方進一步深度合作的機會。另外，目前高精地圖的製作成本非常高，速度也很慢，高精地圖製作依行駛路徑計算一公里約10~30萬元，且環境越複雜或精度越高，製作費用會更高，如果未來自駕車需建立城鎮或全國範圍的高精地圖時，製圖費用將相當可觀。國際上有新創公司開始開發的低成本的高精地圖，例如 DeepMap，在2016年由 James Wu 和 Mark Wheeler 創立，團隊由 Google、Apple 和百度等公司負責地圖相關產品的前員工組成，擁有地圖技術的豐富經驗，並被 Tracxn 評為2020年值得關注的新興新創公司。其透過演算法技術，測繪車時速可達100公里以上，可減少收集資料的時間，又不需傳統高精地圖公司在建圖時須派量測人員量測地面控制點（Ground Control Point），進而減少製圖成本。換言之，亟需有更先進的技術提高高精地圖製作的效率與降低成本。換言之，開發出更精簡而不影響功能的高精地圖是未來努力的方向。

DeepMap 認為自動駕駛需要在高速行駛、有限且極短的時間內做出反應，所以必須對當下的環境瞭若指掌，而「公分級」的地圖精確度才有可能達到自動導航。此外，地圖需要隨時更新路況，並且只能使用最低限度的運算空間，更必須適應全球不同地區道路駕駛的條件。DeepMap 據此開發了能同時處理製圖者和地圖使用者的自駕車解決方案。訴求可以直接連接自駕汽車原有的相機、雷達等傳感器捕捉環境數據；而為了能實時運算出結果，這些數據將透過無線傳輸上傳到 DeepMap 的雲端平臺上，以每秒接近100次的速度在車輛和雲之間來回傳輸數據，並以5立方公分為單位繪製出低延遲、可擴展的地圖模型，此外，DeepMap 的服務還具有「記憶」，會建立屬於該輛車自己的、自動駕駛所學/所需的高精地圖，該地圖會隨著汽車行駛而不斷更新，諸如是否開闢新道路、路上的樹是否被砍掉等，資

訊都會即時更新在地圖上。亦即以光學雷達技術等整合蒐集到的3D 數據到環境模擬地圖上，並且以機器學習技術讓自駕系統得以判讀路況。DeepMap 的高精地圖可以記憶與實時更新地圖的運算能力，使自駕系統在更短時間內做出更好的決策、減輕自動駕駛出錯的機率⁹⁶。

2021年6月，NVIDIA 宣布為了讓旗下 NVIDIA DRIVE 提供更好的自駕車導航體驗，將收購 DeepMap。而臺灣創投公司 Mesh Venture 也曾投資過 DeepMap 公司。

3.其他國外自駕車企業

除上述兩個國外相對知名、較大型的企業之外，目前全球有其他企業在進行智慧車輛的研發與擴張布局，甚至微軟也著手布局自駕車；另也有部分新創企業已獲國際知名企業投資、收購或與其他知名企業合作，且在海外已具驗證實績。若能吸引此類企業赴臺南市投資或進行測試，皆具亮點、示範效果與新聞性。

表5-2-13 擴大智自駕車布局的企業

廠商	自駕車布局
微軟	• 微軟 Azure 的 AI 解決方案結合先進駕駛輔助系統、疲勞駕駛偵測系統等自駕車感測器所蒐集到的數據上傳雲端，讓人工智慧教導自動駕駛 軟體區分行人與物體、學習路上其他車輛的駕駛模式等 • 2020年自動駕駛 AI 軟體開發公司 Wayve 公司採用微軟 Azure，開發數據驅動解決方案；自動駕駛模擬驗證公司 dSPACE 宣布利用微軟 Azure 提供的綜合解決方案，方便客戶進行 ADAS 和自動駕駛的數據研發 • 2021年利用 Azure 雲平台協助福斯汽車發展自動駕駛平台 (Automated Driving Platform)能力發展，協助福斯汽車推出共乘、短途租賃、微交通等出行服務 • 2021年宣布入股福特汽車旗下自駕車公司 Cruise，利用雲端和邊緣運算平台 Azure 大規模商業化自駕駛車解決方案
Lumotive	• 獲比爾蓋茲投資的光達新創公司 • 與奇景光電合作，將 Lumotive 專利的液晶超穎表面(LCM)結合奇景光電的矽控液晶光閥(LCOS)技術，依據液晶超穎表面材料

⁹⁶ 曾令懷，NVIDIA 收購高精地圖新創 DeepMap！看好自動駕駛導航市場，台灣 Mesh Venture 也投資，網址：<https://meet.bnext.com.tw/articles/view/47822>，2021/6/21

廠商	自駕車布局
	的光學調變，引導雷射脈衝控制光束指向，能降低成本，提高性能，及提供更可靠光達系統
ZOOX	• 2020年6月獲亞馬遜以12億美元收購 • 2020年12月公布「馬車式」車廂結構，無頭尾設計，車身前後兩側配備馬達，可雙向行駛、無駕駛座、容納4名乘客的自動駕駛計程車，並已在拉斯維加斯、舊金山與福斯特城進行測試
Moovit	• 2020年獲英特爾以9億美元收購 • 掌握涵蓋100個國家、7500多名關鍵代理商和運營商的大型自營運輸數據庫，提供可靠即時的交通數據和智慧駕駛路線，進而最佳化全球超過 8 億用戶的預測技術和交通模式，改善消費體驗
Nuro	• 2020年成為首度獲加州允許，於聖塔克拉拉郡和聖馬特歐郡利用自駕車運送生鮮雜貨和其他產品的自駕車公司 • 2021年與達美樂合作，於德州 Woodland Heights 分店使用自駕車 Nuro R2提供外送服務 • 自駕服務的車款，包括豐田油電複合動力車 Prius 和自行研發的小型車 Nuro R2

資料來源：本研究整理。

五、促成在地自駕車零組件、次系統廠商打入新興車廠供應鏈，進而輸出海外

除在臺灣境內投資之外，目前本國自駕巴士車廠，也積極向海外擴展營運範圍。前述成運汽車製造公司也同時拓展海外市場，參與沙烏地阿拉伯推動的 Saudi Vision 2030計畫。2021年4月，成運汽車製造公司與沙烏地阿拉伯皇室集團（Kingdom Group）下轄沙烏地阿拉伯國際工業區公司（Saudi International Industrial Village Company）簽訂合作備忘錄。成運汽車製造公司將進駐於延布（Yanbu）成立的沙烏地韓國工業園區（Saudi Korea Industrial Village），取得占地15萬平方公尺的廠區，雙方以合資公司方式共同投資設廠，成運汽車製造公司以整廠輸出技術入股，相關供應鏈也將共同進駐，建設為綠能、自動化及智慧化的現代工廠，第一期年產量2千輛，後續擴充為4千輛目標，除因應沙烏地阿拉伯每年300萬旅次朝聖及目前境內巴士汰換需求外，並計畫將成運電動巴士出口外銷至周邊中東

國家⁹⁷。

此外，泰國政府也正積極發展電動車產業，推動當地電動交通工具生產製造、鼓勵電動車零組件設備和電池在地生產，希望將泰國打造為東南亞新能源電動車產業鏈製造中心。為於桃園市的創奕能源公司也於2021年4月宣布與成立逾50年的泰國某汽車零組件上市公司策略合作，該公司積極朝電動車產業發展，並由其投資創奕能源公司成為新股東，進行長期策略合作，藉助創奕能源公司在電動巴士的相關技術與經驗，縮短學習曲線，以利雙方進一步在泰國設立合資公司，於當地推展電動車市場，強化海外布局，為自家產品出沙盒之後，開創海外終端市場出海口⁹⁸。

2021年10月，創奕能源公司宣布⁹⁹，旗下曾負責「臺北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫」、「桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫」的臺灣智慧駕駛公司所打造的3輛國產自駕小巴也輸出泰國朱拉隆功大學，成為我國首次輸出的自動駕駛平臺。朱拉隆功大學向臺灣智慧駕駛公司採購3輛純電動自動駕駛平臺，包含車體、線控底盤、感測器、運算器等。臺灣智慧駕駛將派遣技術團隊赴泰國傳承經驗，再由泰方接續開發適應當地環境的演算法和5G 車聯網應用，並於曼谷場域測試運行，作為教學與研發平臺¹⁰⁰。

創奕能源公司成立於2011年，為我國電動巴士製造代表廠商之一，電動大客車營運里程迄今已超過1,300萬公里實績，在電動化領域已擁有成熟技術與經驗，並透過策略合作加速海外市場推廣。創奕能源公司具整車自主開發能量，掌握電動車系統的電池系統，後續更進一步成為「臺灣智慧

⁹⁷ 資料來源：科技新報，沙烏地阿拉伯拚電動車產業，邀台灣成運汽車進駐，網址：<https://technews.tw/2021/06/12/saudi-arabia-invites-taiwanese-electric-cars/>，2021/6/12

⁹⁸ 資料來源：電子時報，加速電動巴士海外布局 創奕能源結盟泰車用零組件廠，網址：https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=&id=0000607697_BRS73NIN8IPVE28XPJ142，2021/4/6

⁹⁹ 資料來源：聯合新聞網，台灣智駕偕創奕能源 輸出3輛國產自駕小巴到泰國，網址：<https://udn.com/news/story/7241/5833452>，2021/10/21

¹⁰⁰ 資料來源：附件5 訪談記錄5

駕駛公司」的主要股東，具備上下游電動化、智慧化的整合優勢與關鍵技術。拓展海外市場是創奕能源公司發展電動巴士事業最重要的經營策略之一，近年更嘗試將觸角拓展至泰國、新加坡、馬來西亞、印尼及印度等海外市場。

總之，電動化、連網化、智慧化與共享化為汽車產業重要的4個發展趨勢，觀察我國中央政府的推動方向，也可確認電動化是臺灣未來發展自駕車的基礎。臺南市政府可先促成在地自駕車零組件、次系統廠商打入我國有意擴張海外業務的新興車廠，諸如成運汽車製造公司、創奕能源公司的供應鏈，一同輸出海外。

六、「臺灣智駕測試實驗室」測試項目精進

臺南市發展自駕車產業長被提及的優勢之一是擁有座落於沙崙智慧綠能科學城內，由國家實驗研究院及車輛研究測試中心兩單位，協同負責整體營運管理的「臺灣智駕測試實驗室」，其作為我國第一座針對自駕車技術測試需求所設計、建置的試驗場域，具有多元、複雜且模擬臺灣特有的建築物街景、鐵路平交道、綠蔭、隧道、特殊路面及停車區等交通情境。但隨著自駕車的發展、需要測試的車種逐漸擴大，「臺灣智駕測試實驗室」也可能面臨測試項目的增加與轉型議題：

1.測試車輛規格與車速

臺灣智駕測試實驗室由於佔地僅約1.75公頃，考量場域面積及加、減速等道路特性，對於展示與測試的車輛種類與車速均需加以限制，原始規畫極限為車長6米的中型巴士¹⁰¹，且時速為30公里以下之低速測試與展示運行。檢視現階段申請「無人載具科技創新實驗計畫」的驗證車型，普遍以中小型巴士為主，例如勤崙國際公司以6公尺巴士投入於新北市淡海新市鎮驗證；臺灣智駕公司以6公尺、4公尺小巴投入臺北市信義幹線與桃園

¹⁰¹ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

市青埔機捷接駁，因此，臺灣智駕測試實驗室尚能容納。

但目前交通部「電動大客車示範計畫車輛業者資格審查作業要點」對客運業者購入電動巴士的補助，對甲類大客車的高額1,000萬元購車補助，容易讓客運業者選擇購入大型車。若據此推論未來電動大客車也將走向自駕化，例如豐榮客運的12米大巴將無法於臺灣智駕測試實驗室的場地進行測試¹⁰²。

2.道路型式

臺灣智駕測試實驗室目前的具備的路況實測，搭配號誌、輔助設備等，約可進行68項交通狀況情境之測試，以評估自駕車的環境應變能力。主要均針對市區道路設施（十字路口/行人穿越道、天橋、圓環、候車亭、路邊停車區等）、市郊道路設施（有/無號誌路口、道路縮減、鐵路平交道、綠蔭等）、高/快速公路與普通道路交會（匝道、交流道、匯入/出車道等）等。

但目前我國自駕車的發展也希望能解決偏鄉公共運輸的問題，未來或需可考慮增加建置山區道路（連續彎路、上下坡、起伏路面、非鋪裝路面等）情境之設置，而市區道路也需進一步考量複雜的多條路線立體交叉、施工道路、臨時便道、具在地化特色之路型與設施等。

3.測試項目完備性

自駕車由車輛進行感知、判斷、決策及操作，自駕系統必須對路況情境的辨識學習及累積各種天候及環境變化的條件數據資料。尤其，我國自駕車的政策發展規畫訴求未來能對海外輸出。因此，天候環境條件隨著不同區域而不同，大陸型氣候與海島型氣候、高緯度地區與低緯度地區氣候，春夏秋冬不同季節均會造成差異。

例如，臺灣智駕測試實驗室在天候方面的測試僅配備霧/雨的天候測試

¹⁰² 資料來源：電子時報，2020年電動自駕補助雙軌並行 是否互為增益？，網址：https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000584845_WBE98OTO3CU7476Q7AL6A，2020/5/13

環境。相對而言，新加坡 CETRAN 自駕車測試場域特別設置具備全球其他測試中心相對少見的「降雨模擬器」，以因應熱帶地區突然傾盆大雨導致的路面積水、雨滴吸收光達和雷達產生的雷射光束和無線電波與造成反射、扭曲相機收集的影像、產生類似於霧或霧的遮蔽等，對自駕車行駛造成的挑戰¹⁰³。

另一方面，隨車聯網技術逐漸成熟，未來大部分車輛都將具備聯網能力，觀察目前二種主要的車聯網技術為「專用短程通訊」(Dedicated Short Range Communications, DSRC) 與「蜂窩車聯網」(Cellular Vehicle to Everything, C-V2X) 兩類。DSRC 為專用短程通訊技術，已有長時間的發展歷程，技術成熟且通訊標準明確，卻與4G、5G 通訊協定不相容；C-V2X 則基於4G、5G 通訊技術開發，聯網能力強大且覆蓋率廣，相容於4G、5G。特別是5G 超高速傳輸、超高容量、超低延遲、超可靠性、隨時隨地可接入等需求，可協助自駕車進一步朝高度自動駕駛前進。但臺灣智駕測試實驗室目前僅在2個主要的多時相號誌路口裝設使用 DSRC 技術協定的 V2X 路側設備。未來可思考如桃園虎頭山車聯自駕中心，加裝相容於5G 的 C-V2X 的路側設備，供廠商進行驗證，透過路側設施發送自駕車所需號誌資訊、道路績效、事故資訊、改道導引等，以擴增交叉組合之情境數量，也更符合臺南市政府擴大推動5G 在各產業滲透的初衷。

4.測試使用者

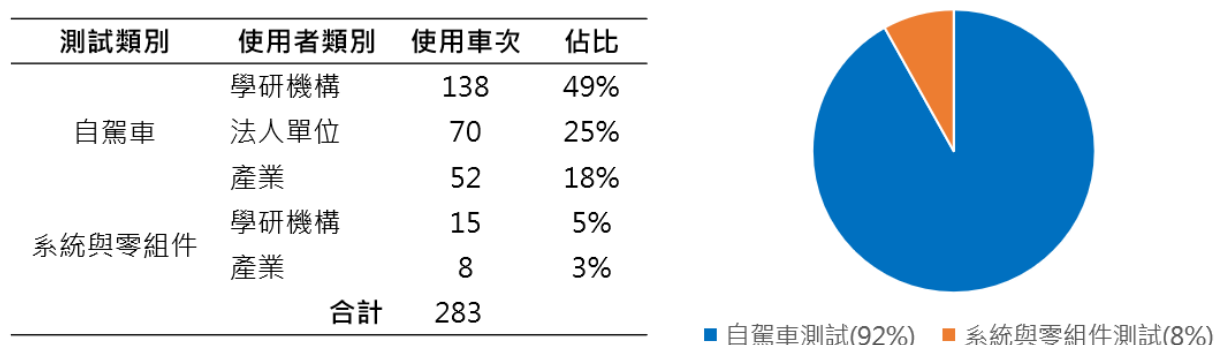
臺灣智駕測試實驗室自2019年開幕至2020年5月31日的283次使用測試中，有92%使用者測試內容為學研、法人單位與自駕車商¹⁰⁴。主要是服務為了申請無人載具創新實驗上路所需封閉場域測試驗證，並以輔助測試設備加強檢視行駛中遭遇人車時的決策表現，僅有8%的使用者為零組件與系統相關測試。因此，臺灣智駕實驗室可轉型讓廠商常駐，即可增強與產

¹⁰³ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

¹⁰⁴ 資料來源：張瑞昕，淺談臺灣智慧運輸政策與自駕車測試——以臺灣智駕測試實驗室為例，網址：<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10629>，2020/6/18

業的連結，進而與虎頭山車聯自駕中心類似，而非僅是作為廠商在其他地方技術調校完備後、實際上路前短暫停留的「考照中心」¹⁰⁵。

由上可知，臺灣智駕測試實驗室現階段絕大多數使用者皆為配合無人載具創新實驗申請案所需而進行的自駕車測試。但對自駕車零組件、系統商與學研的技術開發而言，其驗證則偏向尋求外部車商合作或在先期研究時運用自駕平臺車的協助於實際場域執行測試。尤其，臺灣目前自行研發的自駕巴士主要透過異業結盟，由相關業者提供現有車體或結盟組裝新車體，再納入法人、學界等的人工智慧技術共同打造。因此，車體端與系統端工作團隊間的整合及驗證測試，為自駕巴士表現精確性與穩定性的關鍵因素。特別是在零組件與系統開發過程中，在自駕車裝機測試是驗證系統功能中相當重要的環節。但多數學術研發單位與零組件廠商並沒有自駕車體平臺可供運用，要實際於實驗室場域測試相對困難。



資料來源：張瑞昕，淺談臺灣智慧運輸政策與自駕車測試—以臺灣智駕測試實驗室為例，網址：
<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10629>，2020/6/18

圖5-2-3 臺灣智駕測試實驗室服務使用者類別

因此，若由強化臺南市在地自駕車研發能力、補足產業鏈缺口的角度出發，臺灣智駕測試實驗室可思考仿效桃園虎頭山車聯自駕中心，提供自駕平臺車予組件與系統商架接測試使用。因此，臺灣智駕測試實驗室未來可提供安全可控制的環境，讓不同工作與研發團隊能在此發展創新科技並互相交流，以形成自駕車研發聚落。

¹⁰⁵ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

5.自駕驗證場域管理經驗輸出¹⁰⁶

場域經營管理經建也是臺灣智駕測試實驗室未來可能對外輸出的項目，目前虎頭山車聯自駕中心的測試環境管理即有機會輸出東南亞，主要是協助海外國家複製類似的測試環境，涵蓋5G 聯網、模擬測試環境、標示標線等，讓自駕車仍於廠內開發階段即可進行測試，加快進入市場的速度。

總之，臺灣智駕測試實驗室現階段自駕功能的驗證能量為：(1) 具多樣交通情境設施，可模擬時速30公里以下行駛之測試與展示用；(2) 搭配測試輔助設備，進行單項及連續運行測試；(3) 因場域面積有限，測試輔助設備僅能搭配低速測試，特別是中高速測試道路所需的道路長度與車輛加速及減速緩衝區會隨著車速提高，呈現2次方以上的倍數增加，所需的道路長度也非固定比例增加，安全緩衝的長度同時須加長。

在未來臺南市自駕車場域驗證能量的增建規畫上，可以思考擴充因應臺灣或臺南市特殊交通情境的驗證場域，特別強化天候環境測試、高速、市/郊區、特殊路況的情境建置；最後，政府也必須嘗試將在地的自駕車相關機構、場域、資源串聯，以形塑共同、協調一致的發展方向與目標，以及由政府出面推動測試出海、國際對接¹⁰⁷。

最後，依據本研究第二章所提出的「新興數位科技驗證場域的成功模式」標準，對臺灣智駕實驗室與虎頭山車聯自駕中心進行比較。虎頭山車聯自駕中心定位為自駕車的「駕訓班」，又有自駕車零組件或系統業者常駐，並直接由我國自駕車領導廠商勤歲國際公司經營，且桃園市本身即為我國主要的車輛與資通訊產業聚落，產業串連、技術研發與擴散效果相對顯著；臺灣智駕實驗室則是我國自駕車正式上路前的「考照場」，也有搭配成功大學進行模擬驗證、高精地圖等研發與繪製工作，但目前尚無廠商

¹⁰⁶ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

¹⁰⁷ 資料來源：附件 5 訪談記錄 9

常駐而臺南也非我國自駕車的主要產業聚落¹⁰⁸。

表5-2-14 臺灣封閉式自駕車驗證場域比較

成效類別	臺灣智駕實驗室	虎頭山車聯自駕中心
技術研發	●	●
技術擴散	●	●
串連產業鏈	●	●
法規調適	●	●

註：● 表該成效較弱；●表該成效較強

資料來源：本研究整理

因此，臺灣智駕實驗室與虎頭山車聯自駕中心，自然對自駕車技術研發、擴散、串連產業鏈、法規調適等，呈現不同的效益。綜合上述，臺南市政府欲發展自駕車為新興產業，本研究建議需依據中央政府自駕車政策的共同目標，依據在地應用情境、環境需求扣合上位發展策略，加強運用在地廠商與學研能量，搭配吸引外部新廠商進駐，透過技術、產品、應用示範等，培育與完備臺南市的自駕車廠商供應鏈與技術人才供應、運用臺灣智駕實驗室的能量連結內外部廠商與學研能量進行技術研發，並搭配招商、拓銷為產品和技術找到國際出海口，並滾動式檢視國內外自駕車發展趨勢，協助轄區內自駕車業者掌握海外自駕車的商機。

七、臺南市公車營運路線申請針對具「自駕公車」投入規畫之業者評選進行加分

目前臺南市政府進行公車營運路線申請評選時，已針對推動「低碳大臺南」政策及配合行政院2030年公車全面電動化的目標，規定「車輛形式」為¹⁰⁹。而營運計畫書內容在「營運能力」之說明則包含申請營運路線運輸市場供需分析、企業形象、營運績效及營運團隊組成；非現營公路、市區汽車客運業之申請書，應明列籌備公司或營運團隊名稱、代表人及所有籌

¹⁰⁸ 資料來源：附件 5 訪談記錄 3

¹⁰⁹ 資料來源：臺南市公車營運路線申請營運說明，網址：

<https://w3fs.tainan.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMTAvcmVsZmlsZS8xNzI5OS83Nzg2MzI1LzG0NTIiOTdhLWFlkY2MtNDY0Ny1hMTQ2LTU4OWJhNjE1NDZhZS5wZGY%3D&n=MTEwMDYwNDM1Mi5wZGY%3D>，2021/7/22

備成員或股東名單等項目，均納入評選。未來，為鼓勵業者對「自駕公車」之預備與實際，可在「營運能力」說明內，增加業者的「自駕公車」規畫說明納入評選標準之一。

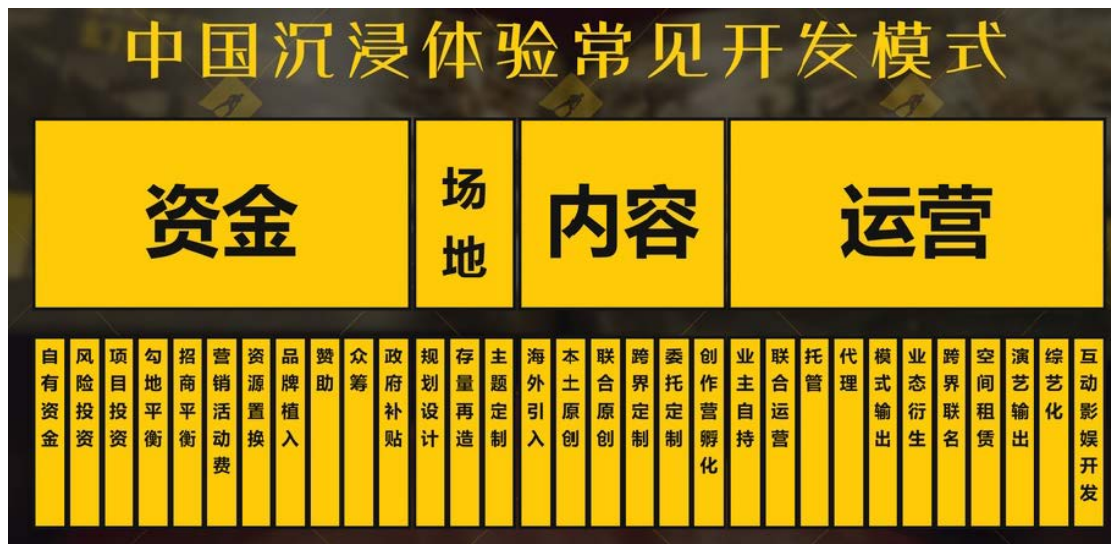
參、文化展演

一、文化科技展演開發模式建議從多元利害關係人觀點設計

法國巴黎光之博物館的梵谷畫作沉浸式展演新體驗為代表性個案，涉及的重要利害關係人包括：專業展覽公司 Culturespaces、場域擁有者、專屬技術 AMIEX、設備夥伴 Barco、Bridgeman images 數位圖像授權公司、視覺特效團隊 Danny Rose Studio 和創作團隊等。

從「5G 臺南隊」NTT 5G 異地共演的經驗指出，政府扮演重要的角色，如何運用延續性經費鼓勵廠商、電信公司持續經營。另外在沉浸體驗開發模式的相關利害關係人，可再納入舞臺設計者、音樂創作者；呼應比利時 Dirty Monitor 光雕新體驗，其解決方案結合內容概念、影像演算繪製（Video Mapping）和音效製作，需要具備說故事（編劇導演）的 Know-How、音效製作等能力。

綜合國內外個案的發展關鍵，支撐國際上科技展演的產業化，需要整合場域/平臺、業主需求方、中央/地方政府、軟體、硬體方、授權公司、舞臺設計者、編劇導演、音樂創作等多方利害關係人，我國目前缺少 SI/Turnkey 角色（專業科技藝術展覽公司/協會），建議未來在相關計畫的設計上，可以參考沉浸體驗開發模式的相關利害關係人，涉及資金、場域、內容到營運等層面，如圖5-2-4所示。



資料來源：2020 中國沉浸產業發展白皮書。

圖5-2-4 沉浸體驗開發模式：多元利害關係人

二、對臺南文化展演驗證場域的「短期」政策建議：

與文化觀光旅遊、美食結合，5G 搭配4G 並進

對臺南在文化科技展演的短期建議上，與文化觀光旅遊、美食結合，可搭配臺南相關節慶活動，透過在地策展公司與科技解決方案商合作。例如，臺南文創園區內經營之「府城幻宴」，透過桌面投影及3D 美術製作等技術，以美食結合 AR 府城小吃故事展現的方式，提供餐飲的新形態沉浸式體驗。另外以臺南在地策展公司——都市藝術工作室為例，該策展公司主要是透過與市政府、地方標案與節慶活動執行，例如臺南市月津港燈節、漁光島藝術節等，並與黑川媒體互動公司合作。

5G 對於共演劇場，優點是不用接線表演，能夠縮短進場時間。然而，戶外5G 互動功能存在一定困境，5G 會提高效率與同時互動的人數，但執行面面臨5G 行動設備不普及的問題，現場要提供5G 手機，侷限互動人數。此外，戶外展演在現場既有環境，仍有困難性，需等環境建置完備、5G 行動裝置環境普及，才能達到即時5G 互動。同樣地討論，叁式公司建議

政府補助案需改變過去以載體為基礎出發的思維，5G 不是載體而是工具，因此應以泛5G 情境討論。補助案最大用意是要開拓與實驗可能性，時間點要等情境到位，以5G 為核心的補助才有意義。禹禹藝術工作室亦建議必須思考臺南市做5G 是否是最適合的場域，包括硬體設備與人才培訓。該論點亦呼應在地業者雅匠的觀點，建議地方政府未來提供場域給廠商驗證時，需要回到臺南當地需求（例如歷史文化需求），或者如何打造五感場域，而非僅強調科技。因此，針對數位基礎建設不足的部分，建議在推動5G 的示範場域的同時，建議仍採以4G 功能並進。

三、對臺南文化展演驗證場域的「中長期」政策建議

對臺南在文化科技展演的中長期建議可扣合府城建城400年的發展契機（2024年），針對展演內容與主題有以下幾個方向發展建議：

第一、學研資源的擴散：包括長榮大學資訊暨設計學院設立的「XR 互動體感推動中心」、南臺科大流行音樂系的先進之數位展演空間、臺南在地學校的5G 異地劇場能量等。5G 異地劇場計畫布袋戲為核心文化內容，透過科技記錄，結合動捕手套與機械手臂，未來能夠透過軌跡重繪就可重現並培訓人才，甚至是跨時空（資深操偶師與新一代操偶師）、跨地區（臺日布袋戲與懸絲傀儡整合）的共演。

第二、固定長期的文化科技展演場域：例如結合導演魏德聖『豐盛之城』文化園區，在園區內打造結合觀光與定期的科技藝術展演。

第三、文化內容資料庫科技加值：在臺南文化局文化資產資料庫的基礎上，結合未來有合作意願的相關業者做加值應用。例如透過 AR/VR 與虛擬重建歷史建築，運用手機載體將被拆建的老建築（如熱蘭遮城）重現。

四、地方政府結合中央資源：文化部/文策院相關計畫

從臺南市經發局與文化局在發展文化科技展演的角度，一方面臺南市

經發局希望讓中央政府了解臺南市政府「5G 臺南隊」目前的執行成效，進而爭取中央政府支持；另方面文化局在資料庫的建置上需要中長期計畫，才能將藝陣文化、鄉歌文化做到數位資料的建檔與累積。

同樣地，廠商與學研在投入文化科技展演的發展，亦需要政府相關的資源，包括中央文化部、文策院等計畫，達到5G 科技情境的示範效應，補助案最大用意是要開拓與實驗可能性，可能時間點要等情境到位，以5G為核心的補助才有意義，像是如何與情境整合，建議不能以過去載體思維去推行政策；4G 並進為可能的推動方向。

五、評估成立「數位科技發展局」的可行性，以便整合既有市政府推動新興數位科技的資源

「5G 臺南隊」所涉及的智慧製造、自駕車、文化展演，端賴強健與穩固的數位基礎建設（例如5G 傳輸、光纖、數據中心等），且新興數位科技往往呈現快速與跨域的演變，智慧製造、自駕車、文化展演的實現，均仰賴各種數位科技的融合與普及。

本研究發現目前「5G 臺南隊」雖主要由經發局進行策略主導，但實際的技術驗證落地，也往往牽涉諸如對交通局、文化局的跨局處橫向溝通與整合。此外，臺南市政府已於2017年將原有的資訊中心改制為「智慧發展中心」，且下設數位創新組、資訊管理組、智慧應用組，負責規劃與落實數位轉型的發展策略。

有鑑於中央政府已決定設立數位發展部，以推動產業數位化與數位產業化，並希望針對數位經濟發展進一步建立與地方政府的鏈結機制與合作策略。據此，臺南市政府可考量對應中央政府的組織改組，評估成立「數位科技發展局」的可行性，綜整全市的數位科技發展議題，以透過單一窗口的方式，降低橫向溝通的成本、加速推動數位科技在臺南市的驗證與落

地。尤其，數位科技愈來愈有跨域與快速發展的取向，建議臺南市政府評估以現有的組織形式及架構，是否足以在未來持續發揮整合與支援數位科技發展的功能。

參考文獻

中文

2020 桃園科技藝術節官方網站，網址：<https://www.taxt.tw/>

2020 中國沉浸產業發展白皮書，網址：

<https://www.onsiteclub.com/case/2020-illuthion-immersive-industry-white-paper-2020-2-29>，2019/12/20

2021年數位科技與視覺藝術跨界創作補助計畫評審結果出爐，網址：

https://www.moc.gov.tw/information_250_124904.html

Businesswire，網址：

<https://www.businesswire.com/news/home/20191010005908/zh-HK/>

Digitimes (2021)，大學老師投身新創 開發本土無人機群飛展演，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000576159_jco2cmib4hdyyolje6m5h

Dirty Monitor網站，網址：

<https://www.dirtymonitor.com/projects/beijing-international-film-festival>

EETTaiwan (2020)，宏佳騰攜手台灣大哥大共推車聯網應用，網址：

<https://www.eettaiwan.com/20200831np21/>

Fantage 台南，網址：

https://sdc-rdec.tainan.gov.tw/News_Video_Content.aspx?n=27165&sms=21798&s=7753830

Jump studio網站，網址：<https://www.jumpstudio.co.kr/news-detail?newsSeq=5>

KPMG (2020)，2020自動駕駛汽車準備度，網址：

<https://home.kpmg/tw/zh/home/media/press-releases/2020/07/autonomous-vehicles-readiness-index-2020.html>

Mark Patrick (2021)，AI如何改進自動光學檢測？網址：

<https://www.edntaiwan.com/20210611ta71-how-can-ai-improve-aoi/>

Navya官網，網址：

<https://navya.tech/en/first-autonomous-shuttle-service-launched-in-israel/>

SEMI Taiwan (2019)，工業4.0大全從淺到深一篇搞懂它，網址：

<https://www.semi.org/zh/blogs/technology-trends/industry-4.0>

Shopping Design (2021)，teamLab 互動藝術展 9 大作品公開！未來遊樂園、與花共生的動物們等藝術作品體現共創理念，網址：

https://www.shoppingdesign.com.tw/post/view/6490?fbclid=IwAR1hsh8jm_bqY4AeLgXPzzslIkud1omCW1V0MGPx3XmLopKAXKsG8HYwcCA

ShoppingDesign (2021)，點亮下一個百年盛世！高雄「2021跨百光年」融合藝術和科技，向美麗港都致敬，網址：

<https://www.shoppingdesign.com.tw/post/view/6386>

shoppingdesign.com (2021)，現場照曝光！teamLab 互動藝術展 10 月登場：未來遊樂園、與花共生的動物們等 9 大作品公開，網址：

https://www.shoppingdesign.com.tw/post/view/6490?fbclid=IwAR1hsh8jm_bqY4AeLgXPzzslIkud1omCW1V0MGPx3XmLopKAXKsG8HYwcCA

SUPERMOTO8 (2021)，自駕車能辨識機車嗎？自駕車上路在英國引起安全疑慮！，<https://www.supermoto8.com/articles/7900>

The TWIST Cluster官網，網址：

<https://www.twist-cluster.com/about-us/the-twist-cluster.htm?lng=en>

工作熊 (2019)，什麼時機該使用「爐前AOI」及「爐後AOI」？，網址：

<https://www.researchmfg.com/2019/09/aoi/>

中科智慧機器人自造基地官網，網址：<https://ctsphub.org.tw/>

中時新聞網 (2015)，工研院十字路口防撞警示 新竹啟用，網址：

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20151106005675-260508?chdtv>

中時新聞網(2020)，助攻公版機械雲 今與研華簽MOU優惠價統購機上盒，網址：

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20201216005592-260410?chdtv>

中華顧問工程司 (2019)，新加坡ITS重大建設與自駕車發展，網址：

<https://www.ceci.org.tw/modules/article-content.aspx?s=1&i=162>，

中華顧問工程司（2019），新加坡ITS重大建設與自駕車發展，網址：

<https://www.ceci.org.tw/modules/article-content.aspx?s=1&i=162>

水牛群像智慧眼鏡互動體驗展，網址：

https://event.culture.tw/NTMOFA/portal/Registration/C0103MAction?useLanguage=tw&actId=10035&request_locale=tw。

世界經濟論壇（2019），全球「燈塔工廠」網路：來自第四次工業革命前沿的最新洞見，網址：

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Lighthouse_Network_CH.pdf

世界經濟論壇（2021），全球燈塔網路：重構運營模式，促進企業發展，網址：

http://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_2021_Reimagining_Operations_for_Growth_CN.pdf

台南產經電子書（2020）網址：

https://w3fs.tainan.gov.tw/001/Upload/22/ebook/ebook_448389/index.html

民生頭條（2021），雅匠科技立足臺灣面向全球 第一步將在2020年跨進日本市場應運，網址：

<https://www.lifetoutiao.news/%E8%94%A1%E6%98%8E%E5%8B%B3%E5%8C%A0%E7%A7%91%E6%8A%80%E7%AB%8B%E8%B6%B3%E8%87%BA%E7%81%A3%E9%9D%A2%E5%90%91%E5%85%A8%E7%90%83%E7%AC%AC%E4%B8%80%E6%AD%A5%E5%B0%87%E5%9C%A82020>

石育賢、吳俊德（2021），揚風啟航臺灣自動駕駛產業脈動與推動上路發展藍圖，機械工業，第457期

先知科技網站，網址：<http://www.fs-technology.com/Machine.html>

成功大學「高精地圖研究發展中心」網站，網址：

<http://www.hdm.geomatics.ncku.edu.tw/ContentsDetail.aspx?id=7a273599-d862-4c15-9d56-00bf887db5be&mainId=6fdb4ce5-08dc-47d6-9272-70>

9ec3d58d27&subId=1e9ec46d-f4cb-4f16-94fd-f863a1bf0b20

成功大學「智慧製造研究中心」官方網站，網址：<http://imrc.ncku.edu.tw/>

成功大學新聞中心（2020），成功大學自駕車輛試驗計畫正式上路，網址：
<http://news.secr.ncku.edu.tw/p/405-1037-215822,c5934.php?Lang=zh-tw>

自由時報（2017），自駕電動小巴將在高雄亞灣測試，民眾可試乘，網址：
<https://news.ltn.com.tw/news/Kaohsiung/breakingnews/2240195>

自由時報（2020），台南「自動駕駛公車實驗計畫」新進度，核發測試牌照將上路！，網址：
<https://news.ltn.com.tw/news/Tainan/breakingnews/3215334>

自由時報（2020），桃園自駕巴士6月試車，最快年底上路，網址：
<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1375507>

自由時報（2021），交通部佈局國際 開創5G車聯網新紀元，網址：
<https://market.ltn.com.tw/article/9950>

自由電子報（2021），台灣首座5G+AMR未來工廠落腳友嘉湖口廠，網址：
<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3424253>

吳松澤、陳奕伶、簡國明（2020），創新實驗示範場域的理論與政策研析，
國家實驗研究院

李亦晴（2021），觀察臺灣製造業談數位轉型的契機，網址：
https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?fm_sqno=12&f_sqno=ZO+8lWBnQBaC9OPc7CPbIA__

李宗唐（2019），5G 重塑產業---工業篇，5G 就是工業 4.0 引擎！台灣製造業怎把握升級機會？，網址：
<https://www.inside.com.tw/article/17035-5G-is-the-industry-4-engine>

杜宜臻（2020），臺灣排名13、超越德澳！全球自駕車發展成熟度報告，新加坡居首、中國位居第20，數位時代，網址：
<https://www.bnext.com.tw/article/58550/self-driving-2020>

周延（2020），大學老師投身新創 開發本土無人機群飛展演，digitimes科技應用，網址：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000576159_jc

o2cmib4hdyylje6m5h

林俊佑（2020），國內自駕車道路測試概況，車安通訊季刊，2020年第3期

虎頭山創新園區官方網站，網址：<https://www.hutoushan-innohub.org.tw/>

南部科學園區「智慧機器人創新自造基地」官方網站，網址：

<https://ctsphub.org.tw/>

南臺科技大學「AIoT智慧聯網應用技術研發中心」官方網站，網址：

<http://aiot.eecs.stust.edu.tw/>

施登騰（2019），博物館科技系列：Van Gogh沉浸光影藝術展來了！！再談Culturespaces的AMIEX策展

禹禹藝術工作室官網，網址：

https://yuyuartstudio.com/?fbclid=IwAR0cgtutSMR5LlAzATcXm4jRFUgbj6HU89l3OIE-WFim4XasPVW_GViU_gc

科技部核准投資案（2021），電動大客車國家隊加入中科陣容，網址：

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20210819000640-260421?chdtv>

科技新報（2020），台南不只有台積電，還有一籬筐「隱形冠軍」企業，

網址：<https://technews.tw/?p=680745>

科技新報（2021），PACCAR 與 Aurora 攜手打造自主駕駛卡車，股價挑戰歷史高，網址：

<https://finance.technews.tw/2021/01/20/paccar-wz-aurora-autonomous-trucks/>

科技新報（2021），沙烏地阿拉伯拚電動車產業，邀台灣成運汽車進駐，

網址：

<https://technews.tw/2021/06/12/saudi-arabia-invites-taiwanese-electric-cars/>

科技橘報（2020），半導體大廠加碼投資，臺南成為高科技產業鏈的核心要角

徐志偉（2020），台中花博自駕車情境體驗與應用服務，網址：

<https://collegeplus.itri.org.tw/2020/05/20/%E5%8F%B0%E4%B8%AD%>

E8%8A%B1%E5%8D%9A%E8%87%AA%E9%A7%95%E8%BB%8A
%E6%83%85%E5%A2%83%E9%AB%94%E9%A9%97%E8%88%87%
E6%87%89%E7%94%A8%E6%9C%8D%E5%8B%99/

時新聞網 (2020)，國光客運斥資2.2億元 採購22輛成運公司電動，網址：
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200518005630-260410?chdtv>

桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫之資訊揭露 (2020)，桃園市青埔
地區自駕巴士創新實驗計畫

財訊(2020)，智慧城鄉系列報導《製造業5G專網 實現智慧工廠升級轉型》，
網址：<https://www.wealth.com.tw/home/articles/28091>

財團法人精密機械研究發展中心 (2021)，智慧機上盒 (SMB) 輔導計畫
常見問題與答覆Q&A，網址：
<https://www.pmc.org.tw/tw/news/show.aspx?num=58>

高雅姿 (2020)，新加坡擴展自動駕駛汽車試驗場域，強化公共安全的重要
性，網址：
<https://spark.stpi.narl.org.tw/public/article/show?id=4b1141d2724a45590172cbbc33a9211a>

國立成功大學新聞中心 (2020)，電機系莊智清教授團隊，成功大學自駕
車輛試驗計畫正式上路，網址：
<http://news.secr.ncku.edu.tw/p/405-1037-215822,c5934.php?fbclid=IwAR3Uvu-iaizsdBURaEZjhyPhXrc4eS8uXIu9EuGNBQrZIFZjurnsl2ZWamM>，
2020/12/8

張玉圓 (2021)，臺灣電動車產業新機會，工業技術與資訊月刊，第350期

張俊毅、沈彥志 (2020)，台灣自駕車場域現況與未來展望，2020 車輛研
測專刊

張瑞昕 (2020)，淺談臺灣智慧運輸政策與自駕車測試—以臺灣智駕測試
實驗室為例，網址：<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10629>

梁碩芃 (2020)，公版智慧機械雲應用服務介紹，工業技術研究院

梁禎、魏麗恬 (2020)，於臺灣智駕測試實驗室之自駕車自駕功能測試驗

- 證，機械工業，第445期
- 都市藝術工作室官網，網址：<https://www.ua-studio.com.tw/>
- 陳正夫（2021），自駕車發展的契機與挑戰，機械工業，第457期
- 陳敬典、閻大維、鄭冠淳（2019），台灣車電產業現況與未來發展策略，2019車輛研測專刊
- 陳選濱（2020），「燈塔工廠」亮了嗎？，新浪科技
- 富士康工業互聯網公司（2020），《2020工業富聯燈塔工廠白皮書》
- 富鴻網官方網站，網址：<https://www.fhnet.com.tw/AIphoto.php>
- 彭昱文（2021），鴻海成都廠入選WEF燈塔工廠 今年將有20座落地，網址：
<https://news.cnyes.com/news/id/4612910>
- 普及智慧城鄉生活應用計畫官方網站，網址：<https://www.twsmartcity.org.tw/>
- 智車科技（2019），新加坡 CETRAN 智慧車測試中心：考驗無人車如何應對暴雨天氣，網址：<https://kknews.cc/news/8p6eqqe.html>
- 智慧汽車與智慧城市協同發展聯盟（2021），新加坡自動駕駛發展之路，網址：
<https://news.nestia.com/detail/%E6%96%B0%E5%8A%A0%E5%9D%A1%E8%87%AA%E5%8A%A8%E9%A9%BE%E9%A9%B6%E5%8F%91%E5%B1%95%E4%B9%8B%E8%B7%AF/5786095>
- 智慧製造技術驗證場域官方網站，網址：<http://www.impps.org.tw/>
- 智慧機械推動辦公室，網址：
<http://www.smartmachinery.tw/page/about/index.aspx?kind=199>
- 曾令懷（2021），NVIDIA收購高精地圖新創DeepMap！看好自動駕駛導航市場，台灣Mesh Venture也投資，網址：
<https://meet.bnext.com.tw/articles/view/47822>
- 賀桂芬、熊毅晰（2019），【重磅調查】566家企業智慧製造大盤點：誰是最佳工業4.0企業？，天下雜誌665期
- 馮輝昇、林俊甫、邱詩純、陳昱辰（2019），水湳智慧城自駕巴士試營運規畫及展望，土木水利，第46卷，第2期

黃心健故事巢網站，網址：

https://www.storynest.com/pix/_4proj/per_mirageTheater/p0.php?lang=ch

黃靖萱（2019），設備搬去月球也能生產！郭台銘反制中國綁架的武器，獨家直擊鴻海深圳「燈塔工廠」，商業周刊

新加坡眼（2019），司機們要下崗了？全球首輛無人駕駛電動巴士在NTU測試成功！，<https://www.yan.sg/ntucheshichenggongbashi/>

新北AWS工業應用計畫網站，網址：

<https://www.ecloudvalley.com/zh-hant/ntpc-ecv-cloud-talent-program/>

新北智慧小藍車FaceBook粉絲專頁，網址：

<https://www.facebook.com/NewTaipeiCityBus168/>，2020/11/30

經昌汽車電子公司官方網站，網址：

<http://www.visionsecurity.com.tw/index.php?option=product&lang=cht&task=showlist&id=84&index=1>

經濟部工業局（2020），首屆「2020智慧機械SMB APP競賽」結果出爐，網址：

<https://www.moeaidb.gov.tw/external/ctrl?PRO=news.rwdNewsView&id=34979>

經濟日報（2019），緯創搶自駕車商機 打造高精地圖，網址：

<https://news.mitake.com.tw/html/1/20190826/1E494F42-FABB-431C-9F33-D96EF770FDC3.html>

經濟日報（2021），經昌車電應用大進化，感測系統前進智慧城，網址：

<https://vision.udn.com/vision/story/122062/5332146>

經濟部（2019），卓越中堅企業遴選及表揚作業要點

經濟部工業局（2019），智慧機上盒（Smart Machine Box）輔導計畫申請須知，網址：

http://www.smartmachinery.tw/upload/web/SMB/SMB108/00_1070102v1-108%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%99%BA%E6%85%A7%E6%A9%9F%E4%B8%8A%E7%9B%92（SMB）%E8%BC%94%E5%B0%8E%E8%A8%88%E7%95%AB-%E7%94%B3%E8%AB%8B%E9%A0%88%E7%9F%A5.pdf

經濟部工業局（2020），《智慧機械產業2021-2023專業人才需求推估調查》
網址：

<https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/9211/ad2068cf-0548-435b-a983-70a2f80690a0.pdf>

經濟部工業局（2020），經濟部109年度產業輔導計畫聯合說明會

經濟部工業局（2021），智慧機械產業數位轉型推動成果，網址：

https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=93344

經濟部工業局推動中堅企業躍升計畫網站，網址：

https://www.mittelstand.org.tw/information.php?p_id=146

經濟部工業局智慧城鄉計畫辦公室，臺灣智慧城鄉推動手冊，網址：

https://www.twsmartcity.org.tw/downloads_class?class=23

經濟部技術處（2020），科技專案成果「iRoadSafe智慧道路安全警示系統」
網址：

https://www.moea.gov.tw/MNS/doit/achievement/Achievements2.aspx?menu_id=5391&ac_id=1516

群創光電公司2020年度報告，網址：

https://www.innolux.com/tw/ir/financials/annual_reports.html

電子時報（2020），2020年電動自駕補助雙軌並行 是否互為增益？，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000584845_WBE98OTO3CU7476Q7AL6A

電子時報（2021），Waymo跟Ryder合作車隊管理 建立自駕卡車中心，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=&id=0000617550_UFI664G54BTCVG120VLCC

電子時報（2021），加速自駕車服務落地 台灣智駕力拚慢速車特殊場域應用，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=35&id=0000607145_BZJ2OJ5V3JNWMF6TZOFFQ

電子時報（2021），加速電動巴士海外布局 創奕能源結盟泰車用零組件廠，

網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=&id=0000607697_BRS73NIN8IPVE28XPJ142

電子時報（2021），政策點火、產業響應，齊力推動電動大客車國產化與智慧化，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&cat1=40&id=0000607648_nvl77fza3e60ma9xo2wot

廖家宜（2021），2021全球燈塔工廠新增15家 緯創首次入選，DIGITIMES 智慧應用，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=10&id=0000606148_ae522lzz3ywbiz97m5q79

廖慶秋（2018），自駕車產業聯盟介紹，網址：

<https://www.7car.tw/articles/read/53715>

熊治民（2021），產業追蹤／政府推雲平台助攻產業，網址：

<https://money.udn.com/money/story/5612/5364270>

熊治民（2021），燈塔工廠中的資通訊技術與智慧科技應用，網址：

https://www.moea.gov.tw/MNS/doit/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=363

臺北市交通局新聞稿，網址：

https://www.dot.gov.taipei/News_Content.aspx?n=D739A9F6B5C0AB95&sms=72544237BBE4C5F6&s=48BEE885592D60CD，2020/2/27

臺北市商業處（2020）2019台北光之饗宴，，網址：

https://www.tcooc.gov.taipei/News_Content.aspx?n=25A8C4B508BC3418&s=0876DD11CA506452

臺南市公車營運路線申請營運說明（2021），網址：

<https://w3fs.tainan.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMTAvcmVsZmlsZS8xNzI5OS83Nzg2MzI1Lzgz0NTllOTdhLWFKY2MtNDY0Ny1hMTQ2LTU4OWJhNjE1NDZhZS5wZGY%3D&n=MTEwMDYwNDM1Mi5wZGY%3D>

臺南市辦理地方產業創新研發推動計畫暨關懷中小企業協助申請中央資

源（2020），109年台南市地方型SBIR計畫公告--臺南市政府經濟發展局決審會議推薦通過62項，網址：

<https://www.tainan-sbir.org.tw/mews.aspx?id=cf87f287-ab24-4f05-ba9e-157bd063a329>

臺灣智駕測試實驗室官網，網址：<https://taiwancarlab.narlabs.org.tw/zh-TW>

臺灣新社會智庫（2020），我國機車安全法規演進現況與發展方向，網址：
<http://nk210-201-138-33.cl.static.apol.com.tw/index.php/%E6%94%BF%E7%AD%96%E5%A0%B1%E5%91%8A/%E7%A4%BE%E6%9C%83%E5%AE%89%E5%85%A8/8650-%E6%88%91%E5%9C%8B%E6%A9%9F%E8%BB%8A%E5%AE%89%E5%85%A8%E6%B3%95%E8%A6%8F%E6%BC%94%E9%80%B2%E7%8F%BE%E6%B3%81%E8%88%87%E7%99%BC%E5%B1%95%E6%96%B9%E5%90%91>

臺灣數位藝術網站，網址：<https://www.digiarts.org.tw/DigiArts/History/Chi>

數位時代（2020），直擊英業達產線！5G如何讓光學檢測更聰明？，第316期，

<https://mybook.taiwanmobile.com/appArticle/profile/BUS02001000491C00020>

數位時代（2021），2021年新變局下的台灣智慧製造展望，網址：

https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?cnlid=13&id=0000602725_s9j66jho3ilmvh4bo11gy

樂活台南（2020），台南捷運第一期已進入綜合規畫 | 最終會選擇何種系統型式？六月底將揭曉，網址：

<https://www.tainanlohas.cc/2020/06/Tainan-MRT-system.html>

鄭錦桐、黃梓育等（2021），人工智慧與高精地圖於道路資產管理之實務應用，土木水利雜誌，第四十八卷 第二期

賴琇菱（2021），2021智慧製造大調查（下）：邁向「智造」人才不足成為隱憂，digitimes科技應用，網址：

https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=10&id=0000618171_OVA03OEH8DGF0B0FGTC9E

戴佳琪（2021），以智慧機械雲帶動企業走向智慧製造，網址：

<https://www.digiwin.com/tw/blog/7/index/2757.html>

聯合新聞網 (2021), 台灣致力開發高精地圖 為自駕車發展打堅實基礎,
網址: <https://udn.com/news/story/11726/5182531>

點子科技: Saydigi-Tech (2020), 無人駕駛智駕巴士開放免費試乘, 線上預約免排隊!, 網址: <https://saydigi-tech.com/2020/08/26302.html>

魏傳虔 (2021), 解密2021臺灣智慧製造發展現況與投資需求, 網址:
https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?fm_sqno=12&f_sqno=1Kce62YiimV+QrIiJoCFUw__

鏡週刊 (2020), 中華電攜手2國際大廠擴大投資, 陳其邁: 打造高雄智慧城市

蘇芩慧 (2021), 英業達: 5G智慧工廠落地 從代工轉型解決方案提供者, 能力雜誌

蘋果日報 (2018), 新北智慧製造服務團成立 助產業生產數位化, 網址:
<https://tw.appledaily.com/life/20180320/SAKNC5F37CYJCGIYSFUBNWLALQ/>

英文

Ballon, Pieter & Dimitri Schuurman (2015). Living Labs: Concepts, Tools and Cases. info, 17 (4) . <https://doi.org/10.1108/info-04-2015-0024>

Digital Wallonia International (2021) , Progress report and current activities, 網址:
<https://www.digitalwallonia.be/en/posts/digital-wallonia-international-progress-report-and-current-activities>

dirtymonitor.com,

<https://www.dirtymonitor.com/projects/beijing-international-film-festival>

European Commission (2015) . Assessing support of pilot production in multi-KETs activities, 網址:

http://www.mkpl.eu/fileadmin/site/final/mKETs_D7_final_report.pdf

European Commission (2019) . Technology Infrastructures: Commission Staff Working Document, 網址:

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8411-2019-INIT/en/pdf>

Jumpstudio , 網址: <https://www.jumpstudio.co.kr/news-detail?newsSeq=5>

National Environment Agency (2021) , Proof-Of-Concept Trials Of Autonomous Environmental Service Vehicles Commence In Designated Testbed Environments, 網址:

<https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/proof-of-concept-trials-of-autonomous-environmental-service-vehicles-commence-in-designated-testbed-environments>

Nesta (2019), Testing Innovation in the Real-world Testbeds, 網址：

<https://www.nesta.org.uk/report/testing-innovation-real-world/>

OECD (2019a). Digital Innovation Seizing Policy Opportunities, 網址：

<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/a298dc87-en.pdf?expires=1590633281&id=id&accname=ocid49012789&checksum=85EE7804976E09068A83A85042BE7882>

Rold SmartFab Brochure (2020), THE DIGITAL PLATFORM DESIGNED AND DEVELOPED BY AN ITALIAN MANUFACTURING COMPANY

The ASEAN Post (2019), Rold: Industry 4.0 the Italian way, 網址：

<https://theaseanpost.com/article/rold-industry-40-italian-way>

TO ANSWER THE NEEDS IN PRODUCTION. REAL AND SOLID RESULTS SINCE 2016, 網址：

https://www.rold.com/wp-content/uploads/2020/03/Folder-Rold_SmartFab-2020-ENG_low-1.pdf

附件1 第一場座談會會議紀錄

壹、時 間：2021 年 4 月 20 日（二）14:00-16:00

貳、地 點：中華經濟研究院南部院區會議室

參、主持人：中華經濟研究院一所所長 劉 OO

肆、與談人：

1.高雄市經貿發展協會總幹事 蔣 OO

2.臺灣玉山科技協會南臺灣分會理事長 黃 OO

3.臺南市工策會組長 黃 OO

4.工研院地區產業服務組副組長 陳 OO

5.永康科技工業區廠商協進會理事長 周 OO

伍、重點摘錄

一、臺南市廠商轉型的問題在於（1）無土地可進駐問題、（2）臺南仍較多製造業仰賴北部技術、（3）找不到5G 應用標的

現今臺南市廠商招商及轉型之問題在於（1）土地問題較大，因屬臺南市政府管轄之工業區皆已額滿（七股仍在規劃中），想至臺南投資需先有土地（沙崙也已滿）；（2）北部數位化能力較南部強，而臺南仍較多製造業，且當地資通訊、資服等系統整合業者較少，數位轉型、智慧製造技術來源，相對仰賴北部；（3）由於5G 為通訊協定技術需應用標的，而廠商仍找不到應用標的，即便有應用標的，卻可能衍生其他問題。例如臺南交大研發智慧農業相關技術（養殖魚電、智慧監控），但投入技術開發後，若造成農產品大量生產、品質提昇（此為當初希望達成的效益之一），卻又會面臨農產品通路的問題、價格崩盤的問題。智慧化監控可保持穩定，產量變大後需銷售至何處是問題。

此外，傳統養殖業者不願傳授技術，而在計畫申請方面，以智慧農業舉例，舉凡產業升級創新平臺輔導計畫與地方產業創新研發推動計畫 SBIR 較多歸屬工業局，但於農業範圍內導入工業技術之部分因規範不清，導致將計畫送至工業局申請時會遭退回，而導致申請國家計畫會遇到申請智慧機械做養殖時，審案會被歸到農業而導致計畫無法通過，但政府計畫皆期望能與5+2或數位化轉型能有鏈結；

另一部分問題為現今中小企業數位化能力不夠是因為部分業者廠商連基本之 ERP 皆無法導入，又因老師傅排斥數位化管理，導致內部變革不易，現今有數位化轉型的企業大多為上游需求故強迫轉型，其他企業大多無數位轉型之能力，小型企業雖也想打入大型企業供應鏈，但業者通常本身已無資金可做數位轉型，申請計畫時卻因尚未數位化而申請不到經費補助。

而從5G 與自駕車角度探討產業轉型利基跟障礙可能之因素為，因5G 現今真正運用於較成功之智慧化公司並不多(但智慧漁場也可數位轉型)，高雄亞洲新灣區現也正輔導兩家 AOI 運作較佳之企業，而在5G+自動運車部分，場區對場區的運送，及未來除工廠之外，在服務業如大賣場，運輸無人載具系統使用5G 是較可行的；利基部分以臺灣來說，臺南是汽機車零組件重要聚落，在零組件既有基礎上要轉型到數位化，技術的缺口需整合的控制，軟體部分在臺灣較無法執行，需透過技術缺口將學界跟研發單位整合。

最後，驗證有分四大功能在運作，優勢與利基是產業準備度，單位技術缺口的補足，利基就是法規支持，如科會辦有訂定規範，但執法安全類尚未完備訂定清楚，如要與既有的運作銜接與磨合，政府需與研發單位合作，在5G 與自駕車可說明現今趨勢與分工、如何提供誘因，在法人如 ARTC、工研院、資策會的協助導入前置作業，讓業者有信心，人才培訓也相對重要。

二、建議實務可直接應用於場域，邊驗證邊修正

建議實務可直接應用於場域，如智慧防災、智慧交通、公車系統、公共停車場或智慧教育文化最基本之應用，建議請政府直接撥預算應用；智慧城市應以未來5~10年的發展遠景作為目標，並建置智慧城市5G AIoT 基礎建設，包括智慧防災（地震、火災、水災等）、智慧交通（停車場、公共運輸、數位支付、充電樁系統等）、數位教育、數位文化、緊急救援等，這方面的政府基本功能是需要先期投入資本與專業團隊進行建置，而這一方面的驗證場域的構想已太遲，建議可直接導入已有其他城市的模式，較快也有效率。

高雄市政府於2018有運行公共自駕車半年，可再嘗試某些 BOT 運作，以亞灣區來說可直接運行於場域示範；在智慧城市方面可使用公民營混合如醫療，高雄有許多區域醫院，可建置床位系統整合或醫療廢棄物等，在高雄港與高雄機場等服務運行系統，以及智慧物流皆可導入。智慧城市的第二層面是因應產業發展結構建立智慧產業有關的5G AIoT 應用場域，例如應用展覽活動5G 輔助設備、自動駕駛接駁車輛、出入人員驗證等，特殊產業的5G AIoT 應用設施建置，例如高雄港及高雄機場的防恐、防災預警系統（交通部）、出入境檢疫即時控管與通關回報系統（衛福部及財政部）、海關與物流園區或保稅區的智慧物流系統（財政部與經濟部）、建立醫療機構廢棄物處理的即時管控系統、緊急醫療線上支援系統（衛福部）、智慧電網（經濟部）等，這些產業5G AIoT 的應用介面有牽涉公民營介面，則應由中央政府相關單位建立預算與 BOT 方案，以完善產業發展環境的5G AIoT 應用基礎設施，方能促進產業升級的機會。

而在國際規範導入方面，可組成高雄亞灣聯盟，對於引進先進技術應用與投資亦應納入協助對象，建立誘因，以擴大海外市場與供應鏈的特殊重要性，有助於臺灣產業永續發展的基礎，例如與 USC 育成中心合作，建立先進智慧研發的合作機構（臺美經貿科技交流中心），以便先期站穩智

慧科技的前沿梯隊，方能具備以發展國家經濟基礎。如前項2所提出的機場與港口防恐、防災，海關物流之會系統的即時連線與查驗通關，甚至公立區域醫院的緊急醫療線上系統等都需要與國際規範接軌，方能展現臺灣在5G AIoT 應用層面的國際化能力，也更能吸引國際相關企業前來投資與合作。

三、因基礎設備不夠完整導致企業無法配合，建議市府可主導預算，做整體資源整合，將部分經費編列於基礎建設建置

大南方政策中央政府將資源往南擴張，第一為沙崙、第二是高雄亞灣、第三為沙崙綠能示範場域，在智慧製造與商業多屬於民間企業的產業升級與轉型創新，此一部分可則由中央主管機關給予科專計畫、技術轉移及創新商業模式補助計畫（經濟部）等相關系統給予支持。另外就是在其他方面例如投資抵減營利事業所得稅（財政部）、補貼專業人士就業薪資、專業人才培育訓練（勞動部）、低利專案融資（金管會）等進行對特定園區的專案配套，方能活絡民間企業的生產力，解決就業問題，5G 製造轉型需從員工概念開始改變建立，建議地方政府可藉由法人單位協助中小企業，中央政策雖完善但地方無實感，小型企業對數位化轉型相關資訊皆尚未有深入的瞭解，以及5G 要如何運用至自身產業仍需進一步協助投入相關訓練，而大廠則是與供應鏈被迫轉型。

以臺灣當前的經貿現況而言，智慧製造、智慧物流仍是臺灣以貿易為主的經濟型態最重要的項目，至於智慧城市在犯罪預防、疾病預防監控、災難預防、環保監控、線上教育等可能是地方政府智慧行政方面需要優先考慮的方向，至於智慧物流、智慧交通、智慧展覽等層面的智慧數位化，可併同公民營產業共同介面5G AIoT 應用項目採取 BOT 方案推動。

例如（1）高雄臺糖物流園區智慧物流系統 BOT 案、（2）高雄軟體園區第二期與世貿展覽中心自動駕駛接駁車案、（3）高雄亞洲新灣區電動車充電樁 BOT 案，更多縣市政府一起合作外部性會更強，現今5G 覆蓋率太

低，基礎設備不夠完整導致企業無法配合，建議園區裡要建立資料庫，而現今5G AIoT 僅局限人才訓練部分，尚未有跨產業別應用跨部會合作，亦建議市府可主導預算，做整體資源整合，將部分經費編列於基礎建設，如高雄的醫療與緊急救難系統，假設有成效後可讓其他縣市複製運作。

四、深圳市的智慧城市建置，已完整建立中國大陸未來10年一級城市的智慧程式模式，可做為臺灣的借鏡

深圳市的智慧城市建置，是以5G 系統為基礎，加上大數據及 AIoT 運用，作為中國大陸智慧城市驗證的場域，自2016年至今，已完整建立中國大陸未來10年一級城市的智慧城市模式，可以預見2030年的中國大陸一級城市的發展，將配合十四五規畫中的「大基礎建設」完善一級城市生活的轉型升級。

臺灣目前並未以一完整城市進行整體性的智慧城市應用場域建置，而是分散在多個城市多個項目應用上建置，這也因為臺灣的行政體制與中國大陸不同，因此，建議應分北中南三個區域，就雙城都會，給予不同層次的5G AIoT 的智慧發展構想，以有效達成城市智慧化、數位化、效率會的升級或轉型。

附件2 第二場座談會會議紀錄

壹、時 間：2021 年 5 月 11 日（二）14：00-16：00

貳、地 點：中華經濟研究院 522 會議室

參、主持人：中華經濟研究院二所所長 陳 OO

肆、與談人：

- 1.Yahoo TV 總製作 耿 O
- 2.臺灣希望創新股份有限公司創辦人 李 OO
- 3.睿至股份有限公司執行長 鄭 OO
- 4.XRSPACE 執行長 鄭 OO
- 5.跨視代科技業務總監 鄭 OO
- 6.北科大互動設計系教授 曹 OO
- 7.當若科技藝術創辦人 周 OO
- 8.愛迪斯科技產品研發總監 蔡 OO

伍、重點摘錄

經濟部與臺南市政府構想是希望透過文化展演方式，帶動當地產業發展，甚至帶動觀光人潮。會議中來自文化展演領域不同的業者，也提出實際場域經驗包括：異地共演、無人機展演、虛擬演唱會等作法，以及國外文化展演的模式。另在5G 方面，有部分業者與政府部門合作用於場域試驗，而有部分則運用在災害 SNG 無人機，也有部分業者認為5G 來臨對於公司在文化展演上有很程度的助益。當然也有部分業者表示現階段運算跟不上5G，因此公司尚未體驗到5G 來臨所帶來的助益。

在政策建議方面，有業者建議針對臺南，可以先選擇有固定活動或是

已經有固定客群的場域，取出一部分嘗試導入，從小場域開始做適當曝光與投入，後續再推展到大型活動（如演唱會或是電影製作）。也有業者認為也許結合魏德聖導演拍片園區，會是一個非常好的一個構想，因為過去的東西已經不在，很適合透過 AR/VR/XR 技術，若能進一步與5G 結合，或者與在地文化結合，都會是比較好發揮的點。此外，業者認為互動是推廣5G 很重要的一環，如果沒有互動就不需要即時傳輸。所以未來臺南在設計上，比如府城內容，會希望裡頭能有一些互動，甚至線上演唱會也好或是任何必須有互動的活動。另外，有學界先進表示，臺南當地要做文化展演前，需先弄清楚目的是要呈現文化資產保存，還是要呈現在地文化特色，更重要的是吸引觀眾，以往在做展演的時候，會比較是以物為思考的心態，但現在進到這種比較是體驗式經濟，還是需要去思考對象，而不只是單方面去推播在地 IP。

一、公司文化展演實績/場域運用

2020年疫情升溫，Yahoo TV 與高雄觀光局合作，嘗試做異地共演技術。目的是希望推動異地觀光，尤其是希望能吸收東南亞的觀眾。模式上，建構 VR 虛擬場景，透過綠幕的拍攝，運用 AR 攝影機拍攝，再將相關的人事物去合成到 VR 裡，進而創造互動感。歌手黃明志從頭到尾都在馬來西亞，當時的市長韓國瑜也在高雄。另外還有一些虛擬的舞者，其實是在3D 視景中能夠買到的，甚至黃明志自己的伴舞，自己跟他合唱的人都是他本人。透過多層次去拍攝，創造有趣的空間感。但是這些都還不是用 Live 技術做。後續因為從媒體的角度，會希望做的內容越多人越看越好，就聯繫全球同事是否有興趣播這個內容，後續全部登載在各國雅虎首頁（馬來西亞還自己找記者去寫報導）。

2018年底 Yahoo TV 有做類似簡報第15頁始源角色，只是當時是在數位行銷大會現場 MR 活動做一個飛龍。將現場佈置像演唱會，再加上聲光效果，當飛龍飛出來時，觀眾可以在螢幕上看到自己與飛龍在同一個畫面

中，後來還做很多飛龍碎片，最後邀請大家一起幫忙擊碎飛龍，模式上就是讓觀眾更有臨場感，複製比較有趣的互動形式跟方法。

Yahoo TV 沉浸式內容平臺，平臺上只要掃描 QR Code，就會出來很多栩栩如生的3D 物件。從2020年到2021年，美國或臺灣做了很多立體的3D 物件，例如2021年的燈會，本來是要與新北市政府合作虛擬燈會，但後來突然全部都停辦，後續還是做一些很可愛的虛擬燈籠，讓有興趣的小朋友或觀眾，可以與虛擬燈籠合照。近期另外在做的是唐綺陽老師星座運勢，現在只要發一封信，Yahoo TV 全球同事都可以收到，透過他們去協助推廣。此外，Yahoo TV 也有想過去做選舉造勢場合，但後來發現拍不是問題，傳出來才是，頻寬不夠，使用者收不到。

Yahoo TV 與睿至等於是從兩個方向去看同一件事。睿至直接用8K 拍VR，Yahoo TV 則是反過來，有很多東西是有建構虛擬場景，可以透過虛擬攝影機去做虛擬的拍攝，給一般現在的使用者看到2D 的影片，但也有拍很多360度的東西，而360度的東西，其實只要畫質夠高，就可以立刻到3D 的環境中去運算。在英國有拍一些東西，就是在VR 的環境裡去做，同步的時候就會用攝影鏡頭進去做虛擬的拍攝，所拍出來的畫面則是2D 式，所以對一般的使用者來說，以現在的接受度可能用2D 的接收一般畫面，可是放到VR 環境中，體驗就會又變成環繞式。

臺灣希望創新股份有限公司第一個表演是在2019年2月14日西洋情人節，地點在臺南安平裝置藝術大魚的祝福的地方，以那個故事為主體設計一個表演。當時規模很小，大約只有20臺飛機。現今已可以做1千架飛機的表演。一開始的設定是與臺南市政府合作，由議員提出一個科技行銷臺南的做法。2019年3月第二個地方在臺灣船園區成功號，是紀念西元1661年鄭成功帶士兵來臺灣。接下來4月漁光島藝術節所做的閉幕表演，一路下來在臺南也有龍舟賽表演也已兩年。但也受到疫情影響，2020年有4個月表演全部取消，臺灣希望創新是隱形的受災戶，2021年農曆年原定在佛

光山有6場表演也延至3月。

原本做無人機展演時，認為無人機展演2~3年可能熱潮就會過去，但後來發現可能不只是這樣。2020年受埔鹽鄉鄉長邀請，到順則宮展演，發現其實許多人沒有接觸這類型展演。當裡頭有一些創新時，透過一些宣傳與方法，讓更多人接觸到。未來如果結合5G 可能就會是異地的模式，可能可以讓不方便到現場的人能更了解當地。臺灣希望創新股份有限公司有許多案源是來自政府的專案，目前有接商業性的案件，但比較是一些特殊活動。過去經驗中，例如澎湖花火節、故宮南院的定期展演，都會吸引人潮。故宮南院在過去4年來客人數不斷下滑，一直到2020年暑假無人機展演才創新高，所以有這類型展演確實會吸引人潮，不論是來自政府或者是商業性。目前有接過商業性的，例如車商發表會，利用無人機（400臺飛機排成車子）與內容去協助車商宣傳。

睿至主要是在做兩眼各8K 立體 VR 實拍技術，幾年前就從電影開始，因為是8K 電影走得比較早的公司。因此，也在威尼斯等國際影展上，持續有露出以及獲得參與影展的機會。執行長表示是被逼著從內容商轉型，因為要畫質好，所以就開始自己去整合整個拍攝的解決方案。然後就從拍，一路到直播。公司的方式是從8K 畫質一路往下降，好處是可以提供給不同渠道，像是 Youtube、大投影空間不用戴眼鏡看演唱會（屬於第二或第三現場）。簡單來說就是希望可以從訊源去提供給不同訊源渠道商。當從這麼高的畫質拍，就可以往下降解析度，提供給不同的渠道。過程當然也沒這麼美好，研發資金吃得相當重。現在公司發展上已經不強求用 VR 看，反而是有這樣的拍攝解決方案，可以去做很多不同的事情。兩眼8K 的拍攝都需要用公司所研發的設備，甚至是播放器也是要用公司的設備，因為坊間還沒有這種高畫質的設備。去年睿至也有與中華電信做3場的演唱會（立體 VR 演唱會）。所謂立體指的是進電影院看 IMAX 戴眼鏡，立體影像會浮出來。並且公司所做的是360度的合成，未來球賽也會往這個方向。

XRSPACE 執行長認為未來一定會朝虛擬現實的演唱會趨勢，XRSPACE 與睿至跟中華電信，有合作3場虛擬演唱會，第一場比較像是牛刀小試，透過虛擬傳送、透過各種載具的播放，即使牛刀小試當天仍有超過5萬人同步現場收看。即使疫情過了，實體演唱會要找到場地來辦5萬人以上的演唱會，甚至是15萬人以上，是相當困難。XRSPACE 平臺其實是泛空間的概念，因為創辦人過去在 digital domain 有接觸到好萊塢的科技，例如一級玩家（當時有參與後製），所以才會有具前瞻的想法。

XRSPACE 執行長非常認同臺灣希望創新李創辦人的看法，不管是看演唱會、看電影或看球賽，互動才是重點，幾乎在實際生活中很少會自己去做這類的活動，這顯示出人是需要互動的概念，像是一起吶喊、討論、擊掌，這是看現場很重要的價值。因此公司致力於打造可即時互動的 XR 平臺，也可將其當作一個第二直播的概念，在現實生活中有的元素，在虛擬世界納入這些元素與體驗。所以希望與其他專攻領域的公司共同合作，建構一個平臺，讓所有生態系統中的人可以自然的到平臺中互動，或者不同產業間彼此聯繫，自2020年就與中華電信在 to c 端在商業這塊作推廣，也是借助於5G。

XRSPACE 近期有兩個重點主軸，一個是教育，而另一個是展會。首先，教育方面，過去 PC 教室是創造 IT 產業很重要的元素，讓很多學子在學生時代就接觸到 PC。下一個世代可能會是 XR，透過與臺北市教育局的合作，希望將現有 PC 取代變成 XR 教室，這部分目前也與高通合作推廣，近年高通在這部分也著墨蠻深。2020年在全臺北市78間學校布置與驗收完成。解決方案可以協助老師控制秩序，去監控每個學生是否看到那一頁。此外，希望能讓學生跨出平臺與其他學校交流互動，也希望透過這種模式將北部老師到南部授課，南部老師來北部授課。

展會方面，實體展會有一個很重要的重點是網絡與互動，但現在市場上線上展不外乎將資料放在線上，但這些公司網站都會有。展會上如何快

速破冰很重要，而這可以透過將認識的人建立數據庫。公司會提供企業一個解決方案，企業只要上到他們的物件就可以呈現一個空間，撈想要的產品與物件，每個業者都可以擁有一個3D 場景，業者參展時可以呈現3D 空間，參展後也可以將其變為 XR 網頁，讓所有拜訪的人可以參觀與互動。另外，這種虛擬的方式也可以解決過去實體參展時，需要將機具設備運輸至現場，而面臨成本過高的問題。另外，過去展會所統計上來的東西，不外乎是一周內參展人數有多少，所達成交易大約有多少，但虛擬數位展會的價值是，可以知道這個商業展覽中，即時的資訊，包括任何時間對甚麼產品有興趣、去哪個地方，並且停留多久。這些資料是一個大數據庫，其實周邊鄰近國家日、韓、中，已經看到潛力開始將國家資金投入這個領域。除了虛擬展會外，這些國家更著重的是抓到背後的大數據，這種即時的資訊是非常有價值的。此外，文化觀光結合方面，今天看到一些場景、古蹟，除了3D 建模外，可以導入商業化，其一古蹟故事重建，因為這些故事重現是一個永遠沒辦法在現實生活中再一次發生，這個古蹟3D 建模是有 IP 價值，可以發展成線上遊戲。所以 XRSPACE 致力於打造一個平臺，希望讓他們把這方面的物件也好，或者是一些內容，都可以很輕鬆地放到平臺上。

跨視代科技也是做 VR 直播，跟睿至不同的是，一開始就做直播。一開始就有很多設備商去做 VR 拍攝設備，但 VR 拍攝設備不太適合做專業使用，因為結構上先天有其侷限。2D 在拍攝都是專業的攝影師去拍，因此一開始也是至少用單眼專業相機去做 VR 拍攝，影像畫質才會高。公司一開始會做 VR 直播，因為這是最快速傳遞到消費者手上的領域。VR 就算是播4K，也會比一般手機看到的影片多出5~8倍的流量，4G 要做這樣的流量是有其難度。也造成 VR 在那個時間點不容易推，但現在5G 來臨，可能可以解決這個問題。從應用角度來講，例如演場會與運動賽事，以五月天演唱會為例，全球粉絲大約有2百萬，但以臺灣來講一場線上演唱會都

至少有20萬人觀看，但是場地最大的也大概只有兩萬個座位，因此可以透過線上，去賺到買不到票的這些人。運動賽事可能會南北移動位置，但支持的粉絲也未必能夠一起轉移，透過線上轉播的方式，並且提供粉絲間互動也是可以去賺到願意花費的粉絲。公司希望能建立直播技術，形成 Turnkey 解決方案，並且可以授權出去，與國外的人合作，比較容易推廣出去，或許就會有更多交流。

北科大互動設計系曹筱玥教授剛好有參與引言簡報第十六頁的蜃樓。因為2010年剛做完臺北花博夢想館，希望能將投影相關的技術帶到古蹟場域。這個建築相當特殊，因為921大地震，後續修復修相當多年，也有找臺南藝術大學古蹟修復的老師，透過當時社會組織將大花廳修復。從大花廳一開放就進去，把它從清朝時候的歷史用比較互動的型態去經營製作。後續因為受到好評，加上科技進步，跟愛迪斯在2014年有用 Axis，在動態偵測的部分，將最新全身動態捕捉的技術把它帶進來之後，就希望怎麼樣讓這種即時的演出能更即時的傳遞給大家，當時與愛迪斯有在北京、美國達人秀上進行演出。美國達人秀後臺也是在推5G 的科技公司，2017-2018年所嘗試做的是在現場4個觀眾是穿戴 VR，去看舞臺上穿 Axis 的舞者表演舞龍舞獅，但因為現場有1千多個觀眾，但不可能發一千多個 VR，因此也是用普通投影的方式。透過兩種平臺去測試。另外與 Yahoo TV 合作將 AR/VR 運用於馬祖藍眼淚，由於疫情關係，許多人想去看藍眼淚，因為藍眼淚是有期間以及環境限定，未必會看的到。因此，希望透過 AR/VR 方式，可能在旅展或者線上就能夠預先體驗。

當若科技藝術公司在多年與工研院合作解密國家寶藏，第一年這個想法遇到的目標就是國家資助很多法人研發成果，他們希望讓公眾看得懂，同時支持這些政策繼續推進。因此，希望用互動方式，又或者說策展的角度去協助國人願意來看。第一年慢慢摸索下，形成某種很像是遊戲，或者是密室脫逃、解謎，這種類型的體驗在裡面。技術上是透過穿戴式手環，

這樣做就是希望觀眾能作為展演的個體，整個展出在一開始報到時，就知道觀眾抵達現場，然後讓裡面的個體螢幕，或者燈光或者聲音會對觀眾呼應，就會有一個時刻是完全屬於自己的。隨著後面經驗慢慢的累積，就跟臺灣最大的社群軟體再合作，今年擴大到的國家級燈會場域，就希望事情持續發展。當若科技藝術公司也是疫情下的受災戶，原定2021年5月希望創造亞洲最大的集體互動型態，在公開場域上做，但現在是一個開發到一半的機會，但就臺南或者南部幾個縣市下去做對接的形式下，重新要把這些去推動。公司可能會讓這個場域目前的文化現況，很快速的變成參與互動一份子，要互動什麼事情再說了，如果是建物，掃描可能是一個方式，如果是人，也許用轉播是一種方式，但是在這個當地政府，或者是當地的居民或文化，還沒有準備好，比較會像是與社群軟體合作，將都市的遊覽都市化，例如可能把一個美食部落客丟到臺南去，在這個當下，當用戶進入到這個場域的時候，手機的聊天機器人，會詢問意圖，因此用戶可以明確說明是要做美食的探索，現場就會有美食部落客發送影片說，現在正在哪個角落體驗當地美食。

二、5G 相關運用與分享

2020年底 Yahoo TV 在經濟部5G 實證場域，將所有技術整合，變成用 Live 方式做，很多是直接用手機訊號去接，因為是要去測試5G 是否可行。做法上，包括：1.比較沒有縫合感，最後畫面看起來，人是感覺在同一個現場（其實是讓表演者一個唱歌、一個彈奏樂器在兩個不同的地方）。全部用5G 的訊號做成像是在同一個畫面裡面，讓他們去玩遊戲（如剪刀、石頭、布），去看所謂的5G 高速低延遲的狀態，能不能做到最好，加上一點異地回饋的效果。

臺灣希望創新股份有限公司從2020年底公司就被中華電信要求改做5G 無人機，已經有做出來但是 for 5G SNG，主要用在有狀況時，派無人機飛過去將畫面第一時間傳回，假設那個地區有5G 訊號。但是中華電信

還是希望表演飛機也全部換成5G，但面臨嚴重的問題是成本，每臺飛機可能要多2萬硬體的成本，誰願意去吸收。另一個問題是無人機表演，5G 與4G 差異不大。很多時候如果不是即時或有大量需求，其實4G 就已經是很好，像是一些戶外或野外的地方未來也不見得會有5G 訊號。因此有人說5G 最大的問題就是4G 沒有問題。

睿至執行長表示兩眼各8K 是被5G 所救回來，因為以前無法看到好的VR 內容，公司也面臨傳不動的問題。因為兩眼各8K 的立體 VR，像是與中華電信的合作，不論在串流、直播或者5G 專網全部都測完，如果兩眼各8K 立體 VR，至少一個人要150-200Mb 區間（在家看 Netflix 4K 電影頂多30Mb）。因此睿至的作品確時是5G 下面的題目，只有5G 才傳的動。以直播來說，一個人大約要看到180MB，才會是好的畫質。所以在立體 VR 這塊公司都已經往平臺的方向走。過去臺灣不太敢談平臺，因為確實很難，需要有大把資金也要有市場，所以目前是與電信商合作未來平臺的可能性，因此裡面會包含利用8K 立體 VR 直播技術、拍攝技術去創造不同的展演。

睿至在博物館與地方文化這塊，透過文策院計畫支持，2020年將天橋上的魔術師所花費8千萬的場景用拍攝技術保存下來，有一點像在實現一級玩家的概念，帶上 VR 是可以走在這個空間裡任何地方，去看裡面的細節。2021年3月也有在紅樓做一個線下展與中華商場做結合。整體經營上，是往平臺方向走，是去做電信商的技術武器，因為他們背後已經有百萬的會員，去提供他們創新加值服務，形成未來新媒體的概念。如果是場館要蓋屬於自己的平臺，也都不會是問題。專案當然希望未來能有更多，所主打的是一個訊源可以提供給不同渠道，可以有更多宣傳方式。後續比較密集投入的會是在演唱會，因為演唱會是所看到的收益比較高的部分。透過投影放大效果，以後看到偶像會像是巨人，會有很多不同的方式呈現。此外，睿至執行長認為單就 VR 所看到的甜蜜點，大概1年半，5G 上來，要求的頭顯必須夠便宜，夠便宜電信商才能透過資費方案一起推。而頭顯這

塊已經有看到許多大廠在做，未來你我的手機會變成5G，往後可能會用手機接，在家裡面去看。

當若科技沒有屬於自己的技術，就是提供4G 服務的公司，用客戶提的互動的手段，為客戶解決問題。一直在面對不同跨產業的任何人，替他透過互動的方式去解決一些問題。今年當若科技也參加國家燈會，在新竹做建築物的光雕，因為是互動設計公司，所以會希望一切都是即時演算與互動，所以就很想讓觀眾作為觀賞的個體並成為表演的一部分。與國家高速電腦中心合作上，做了一些與 AI 有關的演算輔助，頻寬如果已經到5G，現在反而是運算還追不太上，高速電腦中心把資料傳回來幾乎是6秒，但5G 或6G 解決不了，因為是顯示卡的問題，因此還沒體驗到5G 所帶來的美好。現在的確會遇到的問題就是說，包含地方政府，希望我們用互動去達成目標，如果用分眾思考，去看那些展出的東西，似乎還沒準備好，或是地方政府有時候太一廂情願，認為只要有很明確的在地化，民眾就應該都要來，最好是變成 VR 建築物掃描，民眾就會願意看。

三、借鏡他國文化展演模式

Yahoo TV 總製作耿暄認為 beyond Live 線上演唱會越來越普遍，雖然在一般傳統電視上比較少看到，但這種模式玩起來蠻有擬真感，而且許多國家會透過轉角的螢幕，讓牛飛出來，這些都是運用 AR 的技術。觀眾擬真感會感覺很好，整個沉浸在完全虛實混合當中，所以運用也會越來越多。因為早年都是用投影技術去做，像是周杰倫演唱會中，投影鄧麗君，之後這種技術也會越來越風行。美國廣場前面，將金恩博士 I have a dream 演說，用戶可以透過掃 QR Code 以及雕像，透過掃描技術，重現當年演說的影片。美國公共圖書館前也是有一個辨識技術，就會有一個年輕人喜歡的歌手的虛擬表演。這是呼應曹老師，應該分辨要做的是吸引當地的觀眾，還是外地來的觀眾。

北科大互動設計系曹筱玥教授近期與法國國際合資計畫，是與法國電

子音樂教父 Jean-Michel Jarre 合作，在聖誕節到跨年期間在聖母院前面演唱會，現場轉播，因為現場不能有觀眾，但後續每個平臺統計大約有破一千萬的點播率。面對這樣具有全球知名度的人，不可能只是做直播，而是要去想技術或內容的產出，去讓觀看的觀眾在線上不僅是跟偶像貼近，而是可能變成表演的一部分，這樣才會與現場體驗有差別。

三、對政府的建議

臺灣希望創新股份有限公司在臺南、臺北有設立分公司，2021年會在嘉義、高雄設立分公司，但主要人力還是會在臺南，也希望現有的技術能夠用在這裡面。未來可能是在無人機、無人船或者無人車變成演員參與表演，甚至在上面有感測器能有互動，能有影像，將影像快速擷取後，再運用 AR/VR 處理後，再去展示。創辦人認為距離府城四百年大概還有三年時間，但臺南市政府已經陸續在籌備，臺灣希望創新股份有限公司創辦人認為也許結合魏德聖導演這個園區，會是非常好的構想，因為4百年前的東西已經不在，就很適合透過 AR/VR/XR 技術，讓這些4百年前的東西可以重新呈現在觀眾前。臺南文化不外乎古蹟、小吃與宮廟，其實簡報裡面有提到臺南府城400年是很好的時程，包括與魏德聖導演拍片的園區有怎麼樣的合作，有沒有可能做成有 VR/AR 實境，跟電影結合以及與府城400年的慶典做一些結合，可能就是比較具體且比較可能是未來2~3年重點的宣傳，跟目光的焦點。若能跟5G 結合，或者與在地文化結合，都會是比較好發揮的點。

臺灣希望創新股份有限公司創辦人認為互動是推廣5G 很重要的一環，5G 除了高速與低延遲外，有一個很重要的點就是互動，展演不論透過5G 或者 AR/VR 技術去做傳遞的話，如果沒有互動就不需要即時傳輸。所以未來臺南在設計上，比如府城內容，會希望裡頭能有一些互動，甚至線上演唱會也好或是任何必須有互動的活動。像是文策院曾在臺北設置5G 展覽，是將優人神鼓表演移置 TCCF 創意內容大會，但沒有互動的表演似乎

也不是很需要即時傳輸。需有互動的活動配合一些 AR/VR/MR、動態捕捉或者是感測器能將互動的訊息抓取，表演內容有一些變化，或許會比較吸引觀眾。另外，創辦人認為用科技做文化的行銷是不錯的，像是2020年行政院科會辦協助臺灣希望創新與臺北一些藝術家結合，場域是在故宮，向國發基金申請2千萬，拿2,500萬的計畫去做無人機展演，其中兩場是做人機互動的表演（無人機與舞者的近距離互動），雖然2021年沒有這筆經費，但公司仍會持續創作新的無人機展演形式。這些都是利用現有的科技，去將過去的展演做不同的變化。

科技文化展演純商業的部分相對少。因為5G 與過去的發展是截然不同的，過去4G 以前是歐美市場處於領先，他們對於應用搭配基礎設施是相當熟悉。但對臺灣來說，這是第一次有基礎設施，但是還不知道應用在哪，這就是為什麼，現在不管是中華電信、各大電信商，甚至是政府單位都急著找出5G 運用。執行長認為這不是壞事，因為這本來就會面臨到，只是過去在4G 前沒有面臨到，所以可以好好來看一下，從2G到5G的發展，2G 帶來音訊、3G 帶來移動網路、4G 帶來視頻，而5G 到底會是甚麼。對數位化呈現這句話其實講得不錯，也就是說數位化一直都存在，5G 很重要是因為要呈現真實3D 化，不管是要呈現人、事、物，都必須透過5G。因此公司致力於打造3維化。XRSPACE 認為內容不應該被包在 VR 頭盔，先從身邊最普遍的電腦、手機，隨時可以進到裡面體驗，可以提早去接觸下一世代內容體驗。使用手機會是普通的體驗，當有一天帶上 VR 設備就會有更真實的體驗。

曹教授認為一個好的 IP 可以去不同平臺，這牽涉到數位業態理論，如果是成功的 IP，不管是投影現場、HD 的現場或者8K 顯示技術時，也可以做不同的呈現，這是未來在做文化展演時很重要的一塊。怎麼樣把相關的古蹟 IP，或者地方文化的 IP 把它用數位化的方式，例如大花廳就是透過掃描，後續運用到 VR 上面，然後也可以用在投影，可以有不同展演的呈

現露出。另外一塊，也是因為2008~2016年做夢想館大型展會經驗，回饋到臺南，今天做文化展演，要弄清楚是要呈現文化資產保存，還是要呈現在地文化特色，但不論是什麼最重要的是吸引觀眾。以往在做展演的時候，會比較是以物為思考的心態，就是像故宮，有很重要故宮三寶，如何做呈現。但現在進到這種比較是體驗式經濟，尤其是現今年輕人可能會願意花很多錢去密室逃脫，其實出來沒有帶回任何東西回家，可是願意花那個門票，願意去排隊。因此，可能要提醒一下在地政府，在做文化展演時，還是需要去思考對象，而不只是單方面去推播在地 IP。針對定目劇，臺灣要做定目劇會面臨兩個問題，其一 IP 能不能長壽是個關鍵，因為人口比較少。另外，展演空間有固定檔期的其實相當滿，也會有成本的考量。

以前用手機提 AR，客戶說這個太費時，但寶可夢的出現加速了手機體驗。先將炫目的技術放在腦後，盡可能將參與的觀眾與在地的元素，很快用社群方式對接。對接之後就會有彼此的資訊，再想辦法。或者有一點 AI 讓資料流得更多更快。目前覺得到文化古都去看 3D 模型，有點不合理。但是參與很多政府的會議都會希望幫忙把古蹟重建模型，趕快丟到觀眾面前。目前當若科技將參與的觀眾與在地的元素，很快用社群方式對接，這樣體驗如果能夠成立的話，可以於活動期間，打造一個類似快速的平臺，再去嫁接各種事情。終端或者是邊緣運算，都可以跨過過去，只要符合某一個社群媒體的要求就好，速度就會非常快。

愛迪斯科科技比較多在北部做活動，做了一些博物館，還有一些場域的規畫或是互動的建置。那就臺南本身這幾年比較有關的案例是，在2020年有跟奇美博物館合作，是一個5G 實驗性場域的內容，是在館內館藏裡面，要找一些品項，可以去與5G 做結合的實驗內容。公司是用 AR 的技術去協助做呈現，因為時間比較短，也是比較實驗性內容，但在與奇美博物館合作的經驗中，其實有一些感觸，當然可能政府或一些單位會比較希望既有的場館能夠導入5G 的運用，所面對的問題是說，其實館方他在找出那個

題材，或是哪些文化內容，可以去與5G 結合也是比較沒有方向，他們本身沒有方向，其實業者也沒什麼方向。也不太能夠馬上就弄出一個不管是科技業，還是文化面，都是說的通道理的事情。

當然很多東西現在是在實驗性階段，所以我們在摸索的過程，會覺得如果要說扶植與5G 結合的機會，或者說未來有更多這樣子的一個案例出現的話，針對既有的像臺南這樣奇美博物館，或者是一些其他的文化的標的(如赤崁樓)，本身比較有特色的文化內容，怎麼去跟這樣子的所謂5G，這些新興科技去做結合是還蠻需要一個更多的試驗跟溝通的橋樑。不見得說，直接把一個主題去把它包在一個科技的場域。或者說，一個表演方式就可以完美的呈現，原先想要帶給這個文化，或是這個地方一個怎麼樣的效果。有些時候其實要回到比較基礎的方向就是在比方說，像剛剛有提到一些製播的觀念跟轉播，還有像動作捕捉，其實很多東西是慢慢去在科技的過程中去迭代累積，然後再去導入5G 元素。

前陣子公司在做臺灣文博會，文博會是國內行之有年的活動，每年也是需要換主題跟不同的科技的應用。但是在這之前，臺灣已經辦了很多不同形式的展覽，只是說導入5G，是能夠有些比較特別的做法，或是一些新的即時性的展演。雖然覺得如果針對臺南這個地方的話去做一些比較適合的場地，或者是題材可以炒一些本來就已經在地有一些長期舉辦的展覽，有固定有興趣的客群，或者說有固定的活動，當中取出一個部分來試著導入，就不建議馬上就把整個東西都塞到一個標的，因為這樣其實對於場域方或者說內容方，會覺得壓力滿大，因為其實大家都不知道這個東西最後真正會被利用的是什麼。所以覺得先從一些比較小的場域，或者是民眾比較有感一些展覽，做一些適當的小型曝光與投入，然後慢慢地再用這樣子小型活動去推展到比較大型，像演唱會或是電影製作的節目，或許會是一個不錯的方向。

附件3 第三場座談會會議紀錄

壹、時 間：2021 年 9 月 24 日（五）10：00-12：00

貳、地 點：線上會議

參、主持人：中華經濟研究院一所所長 劉 OO

肆、與談人：

1.臺灣野村總研諮詢顧問公司副總經理 陳 OO

2.臺灣松下電器公司5G 新事業推動辦公室處長 曾 OO

3.工業技術研究院機械與機電研究所組長 吳 OO

4.精密機械研究發展中心總監 蕭 OO

5. 金屬工業發展研究中心組長 林 OO

伍、重點摘錄

一、以臺南市為主的南部地區，與臺灣其他地區相比，在推動智慧製造上，其明顯的產業、企業規模、在地需求等地域特殊性

臺灣區域別導入智慧製造的差異較不嚴重，但產業別特殊性則較明顯，每個地區產業特性也不同。舉例而言，機械產業雖然南部也有但主力仍在中北部，以臺灣整個分部觀察南部約 20%，中北部約 40%，再以科技園區觀察以新竹為首等北部科技園區發展的也較早，再來是臺中接著才是臺南，臺南雖然現在也有科學園區但整個產能發展仍較偏於製造業，傳統來看南部在定義上較偏向傳統產業、重工業與製造業如鋼鐵產業、射出機產業等，中鋼、燁聯等大型鋼鐵產業都集中於南部，此外，臺南還有許多汽機車零組件加工業，如堤維西與東陽等，這些企業皆屬生產製造業，但這些產業在推動智慧製造的程度與需求都不同。

換言之，協助企業導入智慧製造需以大中小等級做區隔，需給不同類型企業不同的協助，對應擬定相關政策，如台積電與鴻海等大型企業較無需政府協助，甚至還可提供政府亮點。但無論如何，導入智慧製造仍需一定的生產規模跟成本，即便是大型企業像台達電、仁寶電等，也仍會考慮報酬率的問題。因此，愈是新穎、較不成熟的智慧製造解決方案要落地，更是需要仰賴政府補助。

此外，在燈塔工廠裡有得獎或被認證多為半導體產業，如臺灣的美光、友達、群創等都是半導體大型企業，而在半導體產業為高度自動化產業上，即使是半導體產業裡仍有些差別，如台積電的自動化及智慧化程度與友達、群創的自動化與智慧化程度仍有差別，但這些生產製造的大型公司在所謂的工業 4.0 產業相對來說仍較容易實施，因其生產的樣態、進料、以及生產程序較固定，每天都有生產的批量即容易導入自動化與數位管理，只要掌握這兩個元素，在呈現與成效上其生產效能會提升就會有生產績效。

二、「5G 臺南隊」的推動特色與價值

「5G 臺南隊」最大的價值是盤點相關傳統產業企業，再讓擁有技術力的非臺南市企業到臺南市練兵。在龍鋒企業的案例中，透過 5G 專網與智慧眼鏡技術，雖仍處於概念驗證的階段、尚未直接產生成熟產品並開始推廣，但可彰顯透過 5G 專網技術得以實際完成大量圖像的高畫質傳輸、辨識，相關技術雖仍在發展雛型，但已與能日本同步甚至比日本再更早實際驗證。所以，「5G 臺南隊」展現在地廣大智慧製造潛在用戶，可以為臺灣或國外眾多設備商進行練兵、實證的價值。設備商在未來申請各種補助、參加競標或進行推銷時，在臺南的驗證案例也可作為「實績」。

此外，這些設備商、系統整合商，不僅引入智慧製造的硬體，也或多或少帶入軟體或產業人才，以協助順利完成驗證。長期而言，更可能促成人才的流動與結構改變。尤其，臺南市未來推動產業轉型，勢必需要更多的偏向系統整合商、軟體商的業者進駐，因此在擬定相關產業扶持或補助

或招商政策時，是否有真正找尋到未來缺口與現在價值能執行的模式，依照當地產業結構缺口擬定政策補足為現在需重視的著手點，因產

三、臺南市企業在導入智慧製造普遍遇到的障礙；企業目前尚不需要使用到 5G，其 AI 技術有機會運用在傳統產業

中小企業在導入工業 4.0、智慧製造進程較慢的原因：第一為資源不足；第二為人才；第三是現有解決方案費用太高。事實上，目前的解決方案大多針對大型製造系統，導入成本較大。業主覺得產量不見得需要大系統支援，而且現有解決方案也缺乏完整可給中小企業使用的系統；部分企業在導入解決方案時，寧願選擇國外或較成熟的解決方案，以免導入後反而造成生產障礙；此外，既有生產產所的空間大小、流程、產線稼動率等，均會影響廠商導入智慧製造的意願。

傳統產業與半導體是很大的對比，為何傳統產業的智慧製造都較難導入且仍為中小企業偏多，而半導體都導入的較成功，雖然傳統產業也有較突出的企業但也都偏向電子業。其原因在半導體產業欲建置廠房開始時就需投資大量資金將其一次做好到位，軟體硬體等都會一次整合在一起，因為資金較多一開始就需整合 且需將標準與製程製定好讓自動化程度提高。但回頭看傳統產業皆無標準，因其種類太多，要做自動化就需客製化導致無法統一整合較困難。

企業在考慮優先導入 5G、AI、自動光學檢測、智慧手臂、無人搬運車等技術時，需檢視：第一，檢測其為重要，因在品質檢測上花費太多時間與人力；第二，自動化的需求，但自動化不一定侷限於機械手臂，而是可以包括其他彈性應用，在傳統產業裡很多東西無法自動化，例如要將軟的東西與硬的東西整合在一起相對困難。

目前，傳統產業逐漸浮現的客製化需求可運用 AI 協助加速，以自動光學檢測與相關的視覺辨識技術為例，除螺絲產業因較一致性可做到標準化，其他傳統產業則較少使用到 AOI，再來傳統產業大多都使用人工模式也是導致其自動化較難導入的原因。特別是在中小企業

裡強調品質的 AOI 導入是勢在必行，AOI 在碰到不同問題時，單純的 AOI 影像辨識率不高，所以才會延伸出是否可使用 AI 輔助，但有些東西用一般 CCD 影像辨識率就很高不見得要運用到 AI，但在某些條件像是會反光等環境不好取像且不那麼清晰時，辨識率則沒那麼高，所以 AOI 的導入對傳統產業的確是非常重要的且可行的方向。

5G 應用要落地尚需要時間，現在使用到 5G 應用的幾乎為大型企業如台積電與日月光，雖然 5G 與 AI 都可解決傳統產業相關問題，但要將新科技導入需面對不同產業使用不同方法，目前只有 AI 技術有機會運用在傳統產業，因為傳統產業較多東西需客製化。

AR 與 VR 在導入智慧工廠時是良好的議題，但多為大公司有能力導入，或許現在可以因應疫情能遠端教學導入 AR 較為便利，但此類工具對一般傳統產業皆非必需，以及 5G 與 AR 雖然很重要但尚未到流行趨勢，現在大多仍在示範，保守預估還要 5~10 年因為現在連 5G 的基地臺仍不足夠。

4G 普及但工廠都沒有導入的原因一部分是因為 WIFI 更便宜，雖然機器人用 5G 更佳的解決方式，但若工廠裡的機器人都是固定的無需走動則連接固定網路線即可，除非機器人需移動，無線通訊的重要性將大幅提昇。

導入「智慧機上盒」是因國際標準仍在製定中所以只能針對舊設備加快，將資料下載而不能控制，而將資料下載是導入智慧工廠的第一步，資料下載後可進行分析，操作即有依據不用靠老師傅可找到最佳化參數。換言之，大量生產的產業，再加上容易取得數據進行分析，與統計，則比較容易看到導入智慧製造的成效；此外，若是供應體系相對複雜，供應商多屬於一對多而非專屬供應商，多半皆難以推動智慧製造。

四、中小企業在推動產線智慧化的「人才不足」障礙上在現行產學合作等模式可精進改善之處

傳統產業的人才招募尤其是新科技產業如需要機器人與 AI 資通訊的人才非常不容易。在中北部的傳統產業亦同，研發法人單位通常可較容易招募到機器人、AI、資通訊專長的人員，但即使是資通訊產業可能以前只限於某些學校的人才，但現在招募都變為困難。此已不是區域問題而是現在半導體產業太壯大，畢業生都比較喜歡往科技產業發展，所以區域別的影響較小，而產業別造成的影響較大。

台積電與半導體效應造成的人才不足現象，傳統產業想要吸引人才，第一，需建構較好的環境與提供良好的福利；第二，與學校跟教師合作綁定並給予學生獎學金，現在企業要與學校合作要將資源給學生最多，好處是可挑選學生，需透過誘因與學校緊密連結，如日月光會直接將計畫給老師但它可以挑選學生訓練，未來也需進到企業工作 2 年。

「隱形冠軍」企業屬於中型企業，由其著手推動智慧製造導入較容易成功，但若找不到 AI 人才則仍會遭遇推動障礙。工研院在技術處的協助下，建立「人工智慧共創平臺」，已經有 4~5,000 位專家與公司可協助解決相關 AI 問題，但多數人不知道此平臺，因為大家都在研發自身的 AI，但此平臺只要將議題與欲發放獎金放上網站上申請，就會有人協助解決，此模式為公司若有困難不知如何解決，可放上平臺讓大家做 POC，做完 POC 平臺會協助找到前三名團隊先給獎金，後續提案公司可跟這三名團隊談解決方案與是否能符合解決辦法與需花多少經費完成，此模式可協助公司花費少許經費並解決其相關問題的管道。

現今政府已給教學單位許多經費與基礎建設，要求學校執行研發或產學合作等與產業界交流或成立新創的政策，但學校的建立重點為培養人才而不是在於研發，導致政府的問題在推動策略上無相關策略，因每個部會都在推動新創但無整體考量與集中資源則看不到成效導致效益不大。以科專計畫為例，政府希望工研院先執行相關研發後能落地給產業運用，其研發技術能透過工業局擴散，但亮點會在工業局身上，可是技術處也想擴張產業推動，顯示出政府單位許多資源無進行整合與分配及定位。

現已是跨領域時代，但教育仍偏向專職與技術專業模式，聚焦於機械或電子等單一領域，但機械人員也需電子產業專業才能研發其他相關技術，如要發展無人車領域，需無人車的人才但也需具備相關機械與電機的专业知識，若專攻機械的人員不會使用資料庫則無法教導 AI 與資訊整合。然而，學校與產業需求落差是根本問題，因為學校教師不曉得產業界需要協助的部分，雖然近幾年教育部有發展其教師產業研習研究等計畫讓學校教師到企業界交流實習半年，但現在世界趨勢變化太快而體制變化太慢，導致趕不上外界變化的速度，所以政府許多亮點產業界都無法感受到。

五、智慧製造驗證場域、示範產線的建置成效與場域本身的營運轉型

示範場域的初衷很好，燈塔工廠某種程度也是讓外界有學習的典範，基本上也沒後續只有評選，只希望提供這樣的案例讓外界參考在 4.0 上可以如何達成與運作。示範場域原始想法也是可讓外界瞭解這些項目怎麼應用，但若純示範場域只會為了示範而示範跟實際上會有落差，第二，示範場域是否是一直開放的跟誰來管理場域也會有關係，是學生、企業、還是法人單位就會不一樣，而以學校來看學校的示範場域目的是針對學生還是企業，其資源可能來自教育部因主要目的是要讓學生可去觀摩，但學校做示範場域第一個會面臨的問題是沒有專業的人在做維護，學生會有傳承交接不到位的問題，建置驗證場域在學校設備與業者落差去補齊是對的方向，學用若差上若設備能更新值得肯定，但更換新設備後是否有完整接軌，以及老師需不需跟進研習在其職能的轉換跟職能再升級意願與推動力也很重要。

示範場域概念很好但要怎麼推動的好很重要，企業若設立示範場域某種程度是跨領域示範，通常對於同行的過濾仍會排除，但示範場域最能互相交流的就是同行，跨領域示範非最直接的學習效果。而若示範場域將來想自主營，第一要可能自主接單，第二是否可將此成功模式輔導建置生產線如觀光工廠概念，若要從示範場域轉為自主營運可往以下三個途徑推動，

第一收門票，第二自行生產協助別人代工生產，第三輔導別人建立相同的產線。

六、龍鋒企業的智慧製造驗證

5G 臺南隊的智慧製造示範以龍鋒企業為場域，並以佐臻的智慧眼鏡為最重要的操作與應用介面。使用佐臻智慧眼鏡原因的目的是只有佐臻願意配合將眼鏡改造成像戴老花眼鏡的角度，以適用於龍鋒企業所需要的低頭作業情境，其他廠商的智慧眼鏡多半以平視作業的角度進行設計。具體而言，車燈放在作業臺上，工作人員要低頭鎖螺件時，大部分注視物件的時間偏在畫面下方。此驗證對智慧眼鏡解決方案開發者或龍鋒企業本身，以及未來設備使用的商業模式等方面，均免不了會感受到效果未達理想狀況的情況，例如龍鋒企業一年生產的產品種類將多達 1,000 個項目，但此驗證僅針對一個項目進行實證；5G 專網的通信費與設備費用相當可觀；智慧眼鏡輔助製造的重要程度、適合哪種場合（職前訓練、低頭作業、平視作業）、員工是否能忍受持續戴著智慧眼鏡工作、是否能用於諸如修理基礎設施、道路、管線、智慧倉儲/揀貨理貨、以眼鏡直接掃描條碼、統計員工組裝效率等其他情境，皆關係到此智慧眼鏡未來能否實際產業化成為實用的產品。目前在產品化上尚未達到完美，甚至出現不盡理想的結果，但畢竟仍處於開發新技術的優化階段，成效自然展現在技術的精進上，離實際推出產品還須努力。此外，受限於補助規模，現階段的驗證規模也難以再擴大；最後，究竟如何計算與評估智慧眼鏡對智慧製造的成效，且讓場域業者信服，也仍需要努力。

七、對中央政府與臺南市政府在輔導數位轉型或導入智慧製造的建議

中央政府補助數位轉型，地方政府也可自行加碼，再進一步協助或鼓勵當地廠商提出申請或升級再提供適度的補助，提升在地廠商的意願。

建議地方政府可普察盤點其 SI 的製造工廠，將對象轉為 SI，因市府應該不瞭解在地 SI 在協助做哪些產業，政府若能將其資源整合協助提升讓 SI 轉型成 AI 就可協助中小企業，因為製造業若連資訊人才都沒有要轉型

SI 會很困難，所以倒不如讓 SI 廠商學習相關技術後再協助中小企業，解決製造業的問題提升其能量。具體而言，機械雲專案就是教導 SI 如何去導入，其 AI 技術是工研院將做好的工具給予廠商，再協助導入到製造業，目前的策略是將法人的感策器寫好變成工具再給客戶，透過 SI 導入製造業。

地方政府應鎖定中小企業，可將這些中小企業廠商整合再一同與中央申請資源，以往臺南市政府已推動許多聯盟包括汽機車零組件、精密模具等聯盟，但經費很少無法做後續推動。以中國大陸的模式為例，想要申請智慧製造補助的模式是需先提交有執行過智慧製造相關的單據審核，嘗試執行過多少就補助多少，臺灣大多是給予補助又需一邊給予輔導教學，建議從根本的體制設計著手改變。

協助廠商數位轉型或導入智慧製造之前，需協助廠商瞭解：第一，觀念需正確不要不願投資；第二，需找到適當的解決方法，不能覺得效益不大或尚未看到效益就不願意投入資金；第三，依據工廠使用 Excel 的程序診斷工廠的智慧化程度，若使用越多表示其智慧化程度越差，資料無串接而需要靠人力搜集。

附件4 第四場座談會會議紀錄

壹、時 間：2021 年 10 月 7 日（四）14：00-16：00

貳、地 點：線上會議

參、主持人：中華經濟研究院二所所長 陳 OO

肆、與談人：

- 1.臺南文化局 副局長 陳 OO
- 2.臺南市政府經發局科長 顏 OO
- 3.臺南藝術大學助理教授 羅 OO
- 4.臺南市美術館展覽企劃部主任 莊 OO
- 5.方陣聯合數位科技執行長 朱 OO
- 6.禹禹藝術工作室創辦人 陳 OO
- 7.叁式有限公司總監 曾 OO
- 8.黑川互動媒體藝藝術總監 胡 OO
- 9.都市藝術工作室專案經理 葉 OO

伍、重點摘錄

從公部門方面，可觀察到不論臺南文化局陳副局長描述或者臺南藝術大學羅助理教授所做的是將傳統即將失傳的藝術，透過科技記錄，未來能夠透過軌跡重繪就可以重現，未來也可用於培訓人才，甚至是跨時空（資深操偶師與新一代操偶師）、跨地區（臺日布袋戲與懸絲傀儡整合）的共演。此外，羅助理教授提到行動5G 對於劇場，優點是不用接線表演，能夠縮短進場時間。

從私部門方面，方陣聯合數位科技是從政府補助案開始，後續在科技

產業找落地運用，包括：重現街景、遺址等，透過沉浸式劇場扶持在地文化與藝術家，在各地建置藝術展覽空間並搭配香氛機，讓藝術與觀眾產生連結。此外，在高雄捷運建立常駐型光影秀，後續協助遊樂園建置自走車裝置投影互動。

都市藝術與黑川互動則是展示2021年臺中國際光影藝術節的作品，對稱加速度以及光廊，如何去與觀眾互動。以及提及執行上面臨5G 行動設備不普及、環境建置尚未完備的問題，因此侷限互動人數，仍希望採以4G功能併進。

叁式有限公司曾總監建議要政府補助案需改變過去載體為基礎出發的思維，5G 不是載體而是工具，因此應以泛5G 情境討論。補助最大用意是要開拓與實驗可能性，可能時間點要等情境到位，以5G 為核心的補助才有意義。禹禹藝術工作室陳創辦人則認為臺南市做5G 是否是最適合的場域，包括硬體設備與人才培訓，對於這件事是有點疑惑。此外，創辦人認為像數位科技走到光影藝術，主因為 LED 價位下降，而科技的進步與有沒有這樣產業鏈去做推進有關。

一、公部門角度：臺南市文化局

文化局應用科技方面，臺南蕭壩文化園區有設立藝陣博物館，有些藝陣因少子化、年輕人往都市化集中，傳統藝陣逐漸失傳或後繼無人。因此藉由科技影像紀錄、科技重繪，甚至請藝陣的人到文策院4D 影像拍攝，將宋江陣套入科技，將軌跡紀錄並整合為雲端系統。未來藝陣館就可以透過資料庫，即可將藝陣做延伸。例如宋江陣陣式變化，科技空拍變成影像軌跡，就可以清楚看到八卦陣行，以及很多種陣形變化，透過科技記錄把軌跡重繪就可以被看到。西港鄉王府科儀一般人是不能進去的，透過3D掃描與建模，未來基礎的資料會在藝陣館被呈現。

今年南瀛國際民俗藝術節與臺南藝術節首次合作，將臺南重要鄉歌、

陣頭文化透過劇場的現代手法、大量影片與傳輸，重新演譯。在表演同時屏幕也會顯現出影像製作成果。今年也透過直播，現場有導播，運用每個廟宇的直播網絡，即時將現場影像散播。

臺南文化局致力於將可能會失傳的文化資產被保留，可能被記錄下來，成立資料庫對未來應用與理解發展歷程都有重要的貢獻。資料庫仍在第一期規畫與建構中，內容也仍在累積當中，還需要時間，找團隊建模，未來如果有業者希望運用相關資料都會願意做相關的合作。預計10月底藝陣館會開館，後續仍持續會增加內容，讓資料庫更為豐富，也需要中長期計畫，才能將藝陣文化、鄉歌文化做到數位資料的建檔與累積。建成400年仍在規劃中，有在思考臺南許多建築，因為都市發展被拆毀。未來是否能透過AR/VR與虛擬重建，運用手機將被拆建的老建築（如熱蘭遮城）重現。

二、場域業者角度：臺南市美術館

展演目前仍未有運用到5G，預計2023年會有AI、新媒體的展覽，中間可能會與5G有關，這部分目前仍在籌備。

AR/VR作品結合展演，曾經在郭雪湖展覽中，由知名VR藝術家黃心建以郭雪湖作品為題材製作，展出蠻受歡迎，但後續受到疫情影響中間有停1~2個月。AR的部分則有將許武勇作品透過QR Code讓平面作品變成動畫。展演透過現有題材，透過與外部業者合作，例如透過郭雪湖基金會去找黃心建製作。

三、公部門角度：臺南市經發局

市府在推動5G臺南隊，希望將5G運用到各產業，其中文化展演是各領域中能參與的人數最多的領域，包括來看表演的觀眾。去年透過異地共演，是希望讓市民、參與者了解市府在推5G臺南隊。經發局推行5G運用層面，包括：智慧交通運用在左鎮；智慧製造在龍鋒場域（瑕疵檢測）。未來也會將5G運用在智慧農業（蘭花種植）。

文化展演的部分，經發局提供5G 應用的硬體業者（AR/VR/MR）、軟體業者（NTT、訊號處理技術業者），也提供驗證場域（如永成戲院），未來經發局可以提供5G 應用的業者，臺南推動5G，不論是文化展演領域，還是在其他領域，業者是很重要的核心。找 NTT（影像處理）合作聚焦在文化展演，臺南市永成戲院、兩個文化中心有試驗。未來與業者合作上，還在媒合，所需經費也不少。希望讓中央政府了解臺南市政府有在做，也希望取得中央政府支持。

四、解決方案新創業者：方陣聯合數位科技

2018年拿到高雄體感科技計畫後成立（三年前），後續仍持續在科技產業找落地運用，在產品設計、研發與整合行銷去做技術推廣，畢竟新技術仍需要靠行銷才能出去。公司內部有許多跨領域人才，公司服務範圍，包括設備提供商、5G/AI 結合影像運用，也慢慢拓展到智慧城市/智慧觀光/智慧交通，且在疫情嚴重下開始與傳產合作（數位轉型、數位行銷）。

公司是以分眾經營、串聯產業經營公司，包括與捷運公司、文化局轄下法人單位都有合作，而中央單位，如衛武營歌劇院也有合作。商業方面，則與經濟部經發局合作。近期則與南科管理局做研發合作。其他如電子觀光、車聯網等，皆是近年產業串連，同時也希望透過科技協助傳產運用。

面對企業主問題，提供整合式解決方案、軟硬體整合，公司也有開發硬體經驗，也提供場域。同時也是日本 EPSON、韓國 LG 系統整合商。自2018年起，跟著政府資源走，一路上從12人規模，現在近30人，即將進駐臺灣人壽大樓。人才培育的部分，希望能在3年內培育約70人。

與不同產業的想像與合作，將新創科技導入傳產外，主要還是創造附加價值與營收，過去主要做沉浸式運用，其中也導入到汽車、建築、美髮、餐廳等。模式上，透過成立示範驗證場域、培育跨域數位人才。



圖1 方陣聯合數位科技:跨產業結合

研發方面，研發5G AIoT 產品，包括：1.智慧窗景，可與飯店業結合；2.智慧美髮鏡：結合 AR 擴增實境搭載 AI 分析技術；3.文化科技：VR 駁二鐵道館（計畫期間2018/07/01~2018/07/31）。

實績方面，哈瑪星中控軌道控制室，運用 VR 實拍記錄與數位特效，讓民眾回顧過去哈瑪星時代的街景。高雄見城館（計畫期間2018/02/01~2018/06/30），以 VR360動畫重現西門遺址與震洋神社。AR 眷村文化園區（AR 眼鏡 2018/08/01~2018/08/31、AR 平板 2018/11/01~2018/11/31），介紹眷改前後所面臨的衝擊與轉變，並加入 AR 體感重現新舊對比。起初還沒做 EPSON 經銷商前，協助高雄市政府作光雕互動牆。

朱執行長為動畫圈、影視圈出身，因此公司所提供服務內容相當廣泛，也會拍 VR180、360空拍等，服務越來越多元。自2020年開始跨到沉浸式劇場、百人互動投影遊戲、虛擬導覽，以及遊樂園自走車。

沉浸式劇場方面，承租駁二 B10倉庫做為場域，後續也與畫家、藝術家合作，如臺南陳輝東先生合作。公司正朝往上櫃公司方向，將沉浸式劇場作為企業 SR 的目標，以扶持在地文化與藝術家。也在各地建置藝術展覽空間，展演過程也會搭配香氛機，讓藝術與觀眾產生連結。後續也有做

移動式藝術展覽。地方建設方面，除了做地方創生與數位轉型外，也在高雄捷運建立一個常駐型光影秀。後續也有往遊樂園走，如自走車裝置投影互動。



圖2 方陣聯合數位科技:沉浸式藝術展示空間

疫情以前，公司主要做休閒育樂，一開始主要做文化科技，今年到明年可能會朝5G IoT 與數位平臺結合，慢慢往商業運用開發並以培育在地人才為目標。商機因為疫情前後最大差異是進入渾沌期，今年在國內已有接受沉浸式展演，在韓國、日本早已有這些案例，臺灣是在這一兩年才有場域建置，過去可能是像日本 TeamLab 來臺灣展出，今年過後可能是自行開發且是常駐型，這可能是未來文化科技商機之一。5G 運用還在做早期開發與應用，因此可以開始去做一些異地共演，可能出不了國，仍可與國外單位合作。

近期疫情市場變化方面，傳統產業必須加速數位轉型，實體店面可能會希望增加更多體驗型應用，新商機、新模式也會蓬勃發展，也會將傳統業結構內洗牌。5G IoT 市場潛力無窮，包括近期元宇宙趨勢，將會是最終目標。

五、大學觀點：臺南藝術大學

以學校觀點說明羅助理教授於學校端所做的研究，與交通大學有持續一個3年計畫，交通大學有臺南校區，在臺南校區有與人工智慧有關的計畫，也是臺南藝術大學與交通大學合作的計畫。該計畫是與布袋戲相關，布袋戲是野臺戲文化，也是較為沒落的產業，目前雖然仍有很多臺南有許多廟宇、嘉義的野臺，若進一步訪問劇團，相對之下收入、表演的可能性降低很多。交大計畫源頭，有一個收集布袋戲資料的非營利基金會西田社布袋戲基金會，將一半的館藏捐給交大，交大也將圖書館一層改建為布袋戲博物館，並且每年思考布袋戲如何與科技加值。

羅助理教授所負責的是5G 異地劇場，所思考點是以往記錄布袋戲操偶師動作是影像去紀錄（2D 平面的記錄方式），但動捕方式會有問題，因為光學動捕，在操偶師戴上布袋戲布偶是無法辨識，因此只能用穿戴式動捕，但是穿戴式動捕戴上後是無法戴上掌中戲。因此交大發明一個輕巧型動捕手套，在穿戴後，仍可戴上掌中戲。

目的是透過動捕手套去記錄資深操偶師的動作，去收集操偶的數據，未來將數據傳給3D 角色，就可以重新做重現，或是透過機械手臂去操作。如此一來就可以將操偶師表演內容被記錄，重現不僅是虛擬重現，還有真實的呈現。假設資深操偶師行動不便，就可能在家中做操偶，運用5G 技術異地共演。現在有一個計畫是將布袋戲在日本做異地共演，操偶師在臺灣，將機械偶送到日本，並將動捕數據傳到5G，以低延遲做某種程度演出。



圖3 動捕手套與機械手臂的結合:掌中戲異地共演

今年將參加文策院 TTCF 展覽，是一種文化保存再加值的運用。今年交大也會與大阪大學做5G 異地劇場，所使用的是交大副校長林一平所開發 IoTtalk 系統，透過網路去傳遞任何 IoT 訊號（如聲音、影像）、動捕數據格式。IoTtalk 平臺將會與文策院內容力計畫合作，未來會協助不同新媒體、藝術創作者，若沒有橋接的技術平臺，可以使用 IoTtalk 會變成開放式平臺，讓不同藝術家去使用。

若未來要用文化保存邏輯，去思考5G 可能性，如跨時空共演。資深操偶師數據紀錄保存下來，未來20年都能使用，透過機械偶能夠做到資深操偶師的演出再現，以及跨時空共演，如臺灣早期資深操偶師，與現代共同跨時空共演，也可能成立空時空工作坊。

交大是運用機械實體偶製作，運用較簡單虛擬技術、全像技術整合。不論實體或者虛擬，都是架構在5G 的某種可能性。行動5G 比較是 IoT 規畫，劇場中目有很多線路、訊號，若用行動5G 可以不用線接來接去，但從臺灣到日本還是需要光纖，因此採以行動5G-光纖-到-5G 的模式，行動5G 優點是不用接線表演比較方便（縮短進場時間），當然沒有5G 還是可行。

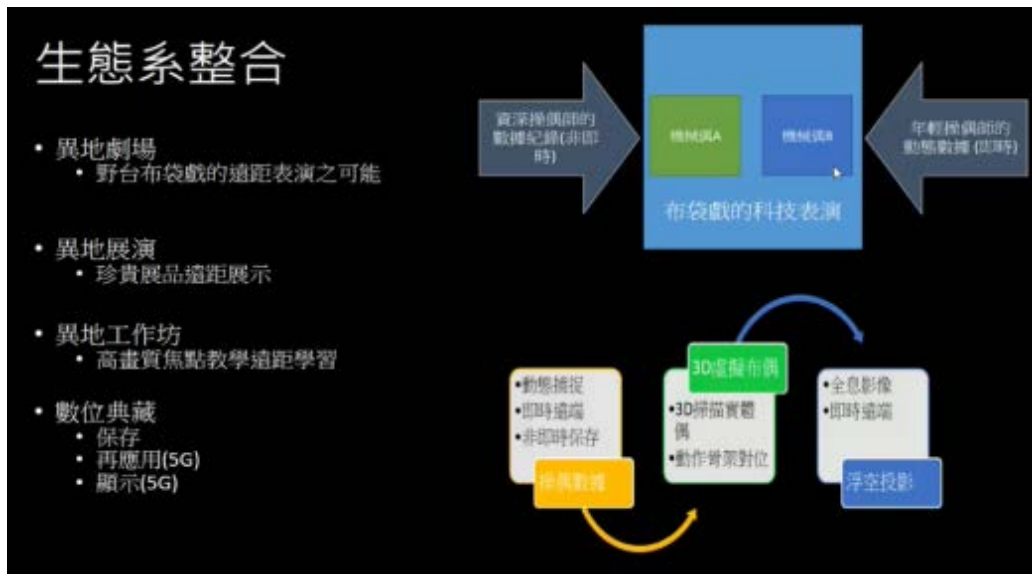


圖4 文化保存與5G 可能性:生態系整合

執行異地共演還是需要有計畫支持，單純是因為與日本安藤教授本身有計畫在合作，但選擇日本的原因是日本有人形偶的文化（懸絲傀儡），假設要做轉藝，將操偶師掌中戲偶數據轉換，可能去操控日本懸絲傀儡。最終目標是將偶的文化在臺灣與日本做實驗型呈現。

本身有與霹靂布袋戲有合作，10/10~10/11 14:00華山烏梅劇場，與霹靂合作親子布袋戲表演，結合互動式劇場與些許5G 技術。霹靂不僅談布袋戲，也強調生態整合，霹靂布袋戲第三代有在交大兼課，目前接班的第三代是希望將霹靂的 OTT 做得更好，對手有 Netflix、Disney+ 等，因此與其合作是聚焦在5G 東西跟 OTT 平臺整合，5G 表演對應 OTT 的互動性，可以控制劇場燈光、動畫與聲光效果，進而與演員互動。

六、策展公司觀點：都市藝術工作室、黑川互動媒體藝

都市藝術主要業務範圍是做戶外裝置藝術展演，主要內容是與市政府、地方標案與節慶活動執行，例如臺南市月津港燈節、漁光島藝術節、新竹燈會、臺中國際光影藝術節都是策劃的主要範疇。

2021年臺中國際光影藝術節，總共有8件作品，主題黑暗之光，其中兩件是與5G 網路相關的科技藝術（3、5號）作品。其中3號作品對稱加速

度，是新媒體創作者蔡宜婷的作品，場域位在國立臺灣美術館進出口平臺，去做汽車拉動的石頭，汽車代表文明前進，石頭代表自然的部分，汽車的部分裝置投影設備，會有影片不停地顯現車子往前的畫面。互動的部分是，民眾透過掃 QRcode，上傳自己生命中有意義的照片或影片，讓車輛前投射出來的光，與映射在地面上、由大家上傳的影像所構成的風景，共同建構出作品，做影像的疊合。上傳影像可以從動態影像到靜態影像，期間約有6千多筆紀錄。



圖5 國際光影藝術節作品

與黑川媒體互動藝術合作所做的光廊作品，利用美術館的廊道做為作品場域，民眾進入到場域，會有粒子互動，且進入到視覺化網路空間。民眾走到場域中，即會被光圈所圍繞，隨著行動而移動。互動的方式，民眾可以掃描 QRcode，去建立專屬光圈與色彩，並能夠透過手機搖桿移動位置，期間有12萬次登入的互動紀錄。

戶外5G 互動功能的困境，作品多是在戶外，能夠有無線網路去做互動功能是相當好的，都市藝術工作室也在月津港燈節做 AR 互動。5G 會提高效率與同時互動的人數，但執行面面臨5G 行動設備不普及的問題，現

場要提供5G 手機，侷限互動人數。因此仍希望採以4G 功能併進。此外，設備上而言，收發熱點與網路環境仍沒有這麼完備，需拉有線網路。戶外展演在現場既有環境，仍有困難性，需等環境建置完備、5G 行動裝置環境普及，才能達到即時5G 互動。

黑川互動擅長將訊息透過互動/視覺/燈光/動力/創意結合並傳遞，公司組成包含藝術家、軟體工程師、硬體工程師、2D/3D 設計師等。希望專案穩定控管下，不論是藝術創作或商業案子都在專業情況進行，並期待將想像力與技術結合，所創作的作品是有美感，也會希望是有用的。致力於將科技藝術作品帶到世界各地，並在各個藝術節傳遞作品。2021年獲得全國美展新媒體類的金獎，近兩年也受邀黃心建老師臺北花園的展出，而2019年澳洲布里斯本參加 XR 競賽，獲得技術獎項。

所用的媒材投影、雷射、手機、動力與燈光去傳遞藝術概念的訊息，例如光廊，透過手機連到作品獲得座標。在臺中中央建設，創造無線天花板與地板場域，只有地板是 LED 燈，其他是鏡子。近期在萬聖節的案子也會運用全息顯示器，做矩陣性排列。

5G 是平臺是載體，重點是想要表現東西是什麼，視覺性、概念性是黑川更著重的。臺北大數據中心合作，民眾打1999會增加到大數據裡面，運用機器手臂與混合實境，做整合呈現。回到作品本身，5G 概念來思考，會將概念圖發想，終端使用者如何與作品互動，市面很多作品透過 QRcode 連到網頁形成座標，去做一個體驗與互動。其中色彩計畫，會依照現場連線人數多寡變色，而資料視覺化去撈不同國家開放資料（確診數），透過互動網頁去粒子數字呈現。5G 就是希望達到多連線數，因此要求至少25人，架設在 Google 上，最後測試值是過去30分鐘，有92人同時使用。

疫情期間黑川互動自主研發，運用動態捕捉與無人機結合，設定3種模式，在電腦內去設定軌跡，用無人機去記錄用戶要讓它動的軌跡，並記錄下來，這樣一來，未來無人機的拍攝上就能更為靈活。

七、解決方案業者：叁式有限公司

公司團隊在做的是數位體驗，從藝術設計到光譜都有專案，像是 Gogoro 發表會、捷安特自行車探索博物館、臺灣設計館主場館、臺灣現代舞表演、奇美博物館，以及協助高雄經發局策劃以科技為主軸的展覽、演唱會等。從商業、藝術到品牌，到策展都有做。

近期政府有許多不太實際的5G 為主題的補助案與政策。5G 很強的特性是需要到毫米波才會被實現，但目前在臺灣的情境不完整。縱使是日本或美國都是局部性處理，因為建設費龐大，且主題建設都要成立。由於是做文化藝術的運用，而非像是特斯拉工廠，無法投入很大成本去建置環境，通常都會等到情境到位才會使用這些當工具。

5G 無法真正落地使用的原因方面，目前情境是不支援5G 來運用，目前所做的只是拿5G 做模擬或想像，沒有真正使用5G 科技，現階段僅能做到高頻寬，但是高頻寬不一定要用5G，用有線或是不同頻段的 WiFi，其實都能做到取代性。因此，目前各種文化補助在這個時間點出現，有點不切實際。過去推行科技（如 AR/VR）時，會是以載體為基礎出發，可以去實驗情境。但5G 不是載體而是工具，因此討論5G 應該以泛5G 情境去討論，應該是使用5G 產生怎樣的情境，或可能性。補助最大用意是要開拓與實驗可能性，可能時間點要等情境到位，以5G 為核心的補助才有意義，像如何與情境整合，不能以過去載體思維去推行政策。國內前端建設根本還沒準備好，是國外許多運用情境，其實是事後處理的，是情境的想像，而不是技術真正已經做到。

2021年10月7日7點叁式有做一個時裝周的開幕秀，文化部被賦予運用5G 議題，叁式是做示範的情境，實質不是用5G 技術異地共演。時裝秀的情境是過去是觀眾到現場看長軸的舞臺，時裝本體如何運用科技拆解或重玩，異地共演是設定兩個不同的場域與情境，所設定的場域是101五樓双融域 AMBI SPACE ONE，全投影30米深12米寬的沉浸式劇場，現場有50~60

臺解析度高的投影機，去建立藝世界，主體在101呈現並與松菸連線，運用松菸做藝術為主體的節慶。101畫面會上到松菸，松菸是倉庫的關係，因此會有另一個情境，現場會有樂手表演、展覽，同步把時裝周的畫面，轉播很大長軸。現場會有歌手，把藝人聲音送回101，所做的是想像未來運用5G 落地的情境。

松菸與101的距離是未來5G 毫米波階段可以做得到的，銜接就有機會發生，縱使是拿5G 題材，但希望詮釋上盡可能將其放在近未來。先區域式、區網型情境，等5G 真正進來後，才可能產生實質效應。

政府的案子會有政策性，目的性也不同，可能是最近新的題材，也可能是施政方向，會隱含在要做的事上。會比較是輔導，輔導案鼓勵實驗，或是中小企業沒有資金情況下，協助中小企業轉型，就會需要資金的投入，就會有目的性在裡面，但目的性要謹慎去想，像現階段還無法用5G，那要怎麼去處理這塊。以時裝周專案為例，不是直接對政府，是文化部發給紳士季刊 GQ，而 GQ 請參式策展，多一層目標導向就會強化，意圖也會被納進去，所強調的是觀眾要什麼體驗上。

與業界合作上，合作項目會比較目標導向不太能失敗，也不太能實驗，但政府案子是可以實驗的。

八、策展公司觀點：禹禹藝術工作室

蠻認同叁式有限公司曾總監，臺灣沒有準備好硬體設備環境，藝術工作者會用不同方法盡力將情境製造出來，實質的硬體與即時性，目前是無法解決。因此，在補助案方面需要多一點思考。

從藝術家方向思考，除了討論技術的硬體與場域外，5G 帶來是體感的變化，5G 所帶來的體感變化，大家都是在做過去，會不會有可能是補助往未來的方向走，5G 變成是數位雲端，變成是資料庫，但從技術出來到現在都還沒做好，更不用討論未來會帶來什麼。

臺南市做5G 是否是最適合的場域，包括硬體設備與人才培訓，身為創作者，對於這件事是有點疑惑，像數位科技走到光影藝術，是走了很長的路，現在光影藝術能被大眾接受，主要是因為 LED 價位下降，科技的進步與有沒有這樣產業鏈去做推進，臺灣很難引領世界去做這件事。

臺灣有什麼價值去運用數位科技去展示未來，展示到世界，這是比較可能去思考的。臺灣的價值是什麼，我們有這樣的載體，幫助我們把什麼東西推廣出去。臺灣廠商，技術層面都有，也有數位相關的技術，問題如同副局長所提到目前還剛建設，相關資源投入也落差很大，可能以光影藝術而言，一件作品50萬預算，變成數位科技、光雕投影變成800-900萬預算。要怎麼從政策上去整合，即便知道比較好，它所需要的硬體設備與目標導向是什麼，或許回來討論能討論的東西才會是有意義的。

因為，很多技術的出現只是去迎合部分的小眾，虛擬實境體驗與真實體驗還是有落差，可能現今對於視覺需求很大。因為疫情的關係，網路可能性更多，但在臺灣市場還是小眾，疫情後像是線上旅遊還有可能持續嗎。

臺灣可以有臺灣價值的 IP 是什麼，經過這幾年教育，可能國人對自己原生歷史文化產生興趣。臺南市文化之都，或許內容文化物編制上，傳統技藝，就是本來應該要做，而不是因為5G 才去做。面對5G 的時候，是怎麼將視覺性體驗，包裝成推廣到國際的手法。禹禹經常在鹽水做地方創生的東西、東山可能有夜巡，有沒有辦法透過數位方式去介紹與呈現，我們現在連基礎空拍、影片紀錄都沒有5G，就想做數位展演、異地共演。

中央立意是好的，是全球性的東西，但還是要回到臺灣的經濟條件、臺灣技術條件是否跟得上世界。如果不行，可能先將前面的事情做好，禹禹首次申請文化部地方創生的案子，連前置常設都沒做好，要創生什麼，會是政策要去解決的問題。

附件5 訪談記錄

訪談紀錄1

壹、時 間：2021年3月8日

貳、地 點：臺南市政府永華市政中心

參、受訪者：經濟發展局產業發展科科长 顏○○

肆、重點摘錄

施政重點需有願景才有相關實施做法，而與經發局較相關之政策為產業與經濟併重，黃市長希望臺南市未來可發展為創生城鄉，為地方創生，可創業與生活，及科技新城，因以往皆是文化古都，現今則希望發展為文化與科技首府。

一、臺南市2021年發展之六大產業領域

配合臺南在地各種製造業群聚情況發展六大產業策略領域：

1.食藥高質（生技）：因南部與北部生技產業不同，北部之生技產業多屬西藥製藥、疫苗研發等，南部之生技產業有三個次產業，為特用化學品（相關延伸之彩妝保養品、保健食品等），在製藥業中藥與西藥中，臺南中藥製藥較為突出，具有認證之藥廠較多，故臺南的生技較偏向保健食品、彩妝保養品、中藥製藥，而統一企業在臺南相關食品業發展較多，因此在食藥方面希望能發展向高質化。

2.時尚自主：臺南大多為紡織與成衣及上游紗線等大本營，全國之紡織業皆較集中於臺南、彰化及桃園，以往臺南之時尚產業皆屬代工性質，現今期望發展為關鍵性代工，往外拓展發展自由品牌。

3.數位轉型：去年新冠疫情迫使產業皆希望數位轉型，讓數位轉型變得非常必要且有急迫性，而數位轉型是科技工具的導入，從數位化、數位優化到數位轉型，數位化前需先人工數字化後再使用電腦處理，是最初階

的數位化，而現今由電腦處理完之數據可儲存至雲端甚至導入 AI 再針對數據根據圖片做辨識再做回饋。

4.5G 領先：現今5G 分為商用跟專網，頻率皆不一樣，當使用頻道為電信商部分時，因廠商若有利可圖則較有願意投入，若是產業用部分則是需政策特別支持，因此希望企業皆打入5G 產業，而雖使用商用5G 也可執行相關用途但成本較高，廠商需隨時有數據使用於上傳與下載，若使用商用模式費用會較高，而在 NCC 通訊有所謂專網，包括企業專網、民生物聯網，內容包括國防運用及交通上使用，頻道皆不同，因經發局負責產業發展故有負責企業專網部分，現今使用之5G 頻寬在4.8-4.9赫茲，與日本在推廣企業專網的頻段相同，不會有干擾問題且系統與設備皆可共用。

5.智慧綠能：臺南現今推廣再生能源為全國第一，以往綠能為裝置太陽能板，現今期望將智慧綠能導入高科技，並保持使用原來土地之運用。

6.智駕漫遊：透過與科技部國家實驗研究所 AI 技術及即將落成的沙崙研發大樓科研能量合作，正積極著手自駕車示範路線規畫，藉自駕車科技帶動產業發展。

二、2021年臺南市5G 相關應用發展

在5G 科技應用方面，臺南市於2020年7月成立5G 臺南隊，組成之成員有前瞻技術之提供、基地臺製造、天線、及5G 傳輸技術，此些皆是工具，再使用此工具發展成軟體，將軟硬體結合，在前瞻設備製造商廣達，與前瞻技術整合 Panasonic、NTT 感測器之影象處理傳輸專家，在2020年9月於文化展演上展示相隔11公里之兩地異地展演，以往異地展演只發展至樓上樓下觀看，看不出高傳輸、低延遲之特性，而另一種為全息投影，往後故宮若有文物特展於臺南舉辦時即可使用全息投影之模式展示。

5G 企業專網部分則選定臺南一間車燈製造業者，裝設5G 基地臺導入眼鏡製作產品組裝，以往一條生產線需10個員工，但每位員工需耗費之時

間皆不同，現今可透過5G 遠距教導每一位員工在每一道工序上將品質與SOP 統一，可判斷動作正不正確進而加快把關品管，也協助上下游廠商數位化，在生產製程參數包括產量、用電量、電壓、電流等皆數位化，待數位化後之數據即可回傳再使用手機觀看，產生之效益及產能皆能提升。

在5G 之智慧應用與交通會回到智駕漫遊，未來在發展上像封閉場所或港口的搬運車、物流園區之貨運車皆是自駕車可發展之領域，而自駕車與5G 欲想做到更安全的話，除設備之外，其相關路側也需相對應之設施與防護機制，現臺南市政府於左鎮區，設置科技小鎮自駕車示範（即為小黃公車），作為第一個發展數據治理應用研發的示範案例，讓各交通管理單位可以將自駕車、自駕公車都以左鎮的小黃公車路線作為可靠度驗證的實驗場域，在現今5G 應用方面多為製造業較多，在智慧醫療與照護上，由於偏鄉醫療資源較少，老人多有照護需求，故與科技小鎮自駕車結合，在左鎮區設置了32個站牌，之後科技小鎮會先找尋32位有需求之年長居民進行模擬測試。而因智慧交通部分歸交通局管理，經發局則是媒介引薦資源製作5G 智慧站牌技術之廠商，協助爭取科技部或經濟部之計畫，而路線與站牌則是歸交通局主管，要詢問交通局什麼地方可建置。

在未來臺南市也會發展智慧農業，而上游廠商技術提供者將由經發局協助，會先運用至臺南市市花-蘭花上。

而今年110年之發展重點中，將會有較多之示範案，希望5G 能導入不同行業別，在許多政府資源當中可使用示範案之業者不用自行提出經費，但後續可能需提出相關經費，故希望業者與設備提供者及方案解決者能使用商業行為方式接洽。

因臺南之民生物聯網較偏向防災發展，現也於左鎮區有預警性防範測試，以往左鎮區只要發生颱風下雨則容易崩塌，現今測試中將會裝置幾個感測器，若牆壁有出現滑動情形，就會有5G 的訊號發出；而智慧環境針測部分將於沙崙測試示範，今年初期會先做數據收集。

最後在國外5G 應用範例上，荷蘭5G 用多於智慧畜牧，日本用於智慧防災，韓國則多用於智慧交通，各國5G 應用情境皆不相同。

三、沙崙智慧綠能科學城規畫概況

在沙崙智慧綠能科學城主要著重研發不做生產製造，現今規畫之 A、B、C、D、E、F 區，及 X 區，A 區規畫大臺南會展中心；B 區目前尚未開發，期望開發商業區；C 區為科技部自駕測試場域，剩下之空地將會有法人單位進駐，及再建置用於青年創業區；D 區則為經濟部能源局與工研院綠能所使用；E 區為中研院南部院區，將進行農業、考古與綠能研究部門；F 區將以綠能科技、及研發為主之企業皆可進駐，X 區則期望為臺商回臺進駐，亦或設立研發總部。

訪談紀錄2

壹、時 間：2021年5月3日

貳、地 點：龍鋒企業股份有限公司

參、受訪者：龍鋒企業股份有限公司經理 張○○

肆、重點摘錄：

一、龍鋒企業參與新興科技驗證之動機與初步成果

智慧製造通常因大型企業資源較多才能執行，恰巧臺南市政府備有5G相關資源，而因汽車零件業於臺南屬較完整之聚落，故協尋幾家與臺南較有代表性之中小型企業做為示範場域合作，龍鋒企業本身雖為傳統產業，但對於可否導入智慧製造，其實也有在進行評估。

因過去也無機會接觸到智慧製造，而其他高科技廠也正尋求驗證場域與機會，其背後之技術與製造商（廣達與 Panasonic 松下），順應提出機會一同合作，此次提供示範之系統為智慧眼鏡。一開始與臺南市政府及合作業者研擬時有幾個方向在討論，認為智慧眼鏡領域可嘗試導入，但目前仍是試驗型場域，無法複製至生產線擴充全廠，僅能先從工作站開始，在工作站應用後可完整記錄到每一個工序，導入教育訓練，讓操作人員更快上手縮短教育訓練時間，以優化生產效能。

而智慧眼鏡驗證起初不是與佐臻合作，而為廣達先行配置自家眼鏡產品，但測試時發現由於無法調整角度，必須更輕量化才能方便操作人員使用、強化配戴舒適度。而佐臻之眼鏡較符合人體工學，也由於其他眼鏡科技廠無生產相關之工業用眼鏡。因緣際會下，龍鋒企業轉而與佐臻企業合作。事前對此計畫皆無評估，但對產線可能有幫助，而場域目前皆為驗證階段，未來也可進行其他驗證複製到其他工廠，運用小葡萄計畫中心廠概念串接上下游供應鏈，但目前只有單站驗證，也尚未報價，但往後實際導入到產線前仍需人力先建模組化後才能上線。目前此計畫進度與成效皆由

廣達與松下匯報，龍鋒企業目前只提供場域驗證

二、公司原已有轉型智慧製造之相關導入，除5G 技術外也有考量其他方面之智慧製造的轉型

起初公司在思考公司營運方向時，考量到5G 新興科技運用場域是否合適時，因自身在部分產線已有導入智慧製造部分，而在數位轉型方面，5G 只是一種技術轉型之方式，也正思考除產線方面可運用外，倉儲部分是否也可透過影像辨識能更快速有效率，以及要讓產業實用並願意採用的方式才能推動的起來，在此次智慧眼鏡部分在做製造、導引、產線與教育訓練上皆可應用，可讓生產時間與效益達最大化，目前皆在 POC 驗證上皆可降低延遲狀況，但皆僅止場域驗證而已，尚未運用於廠區未實施。

三、期望推動數位轉型，朝自動化發展跨領域與其他廠商共同合作、協助相關經費補助或其他設備租賃方案

在此次場域實證計畫裡，透過資策會研究的數據協助許多專業技術去導入影像虛實疊合，目前第一階段只有與臺南市政府合作，期望能與龍鋒及其供應鏈一起做 E 化提升，整體資訊可做鏈結，有效提升臺南市供應鏈企業提升。

臺南市政府也希望龍鋒能先行建置模組，讓主機建構資料，在加工程序若移至廠外生產時可做串聯即時分享資料，透過巨曜裝置之感測器可回饋共享，但現因經費不足故只能裝置單機作業。

臺南市政府在此計畫過程中協助諸多相關問題排解，如提供相關專家進行討論，若條件不符或問題無法得到解決會再協尋其他廠商協助，在數位轉型方面，一開始會先專注5G 領域，但若使用不到5G 之技術也會協尋非5G 之業者一同協助，不限定於5G 領域，但仍會鎖定於數位轉型，現今計畫內之數位轉型導入已進行到一半，但仍與相關廠商及軟體商要修正的更精確以降低失誤率，界面操作也大致能一目了然，但目前都仍在嘗試，

因資源有限只能專注些許重要的部分，而因目前已有之技術較多走封閉式系統，故無需擔心資安問題，因系統皆不對外，5G 網路也較獨立，無與公司內網相連。而在員工接受度部分，目前因 POC 只有單點設置驗證，尚未產生抗拒或工作被取代之反饋。

若經費充足，大型供應鏈皆期望能導入智慧製造，但產量較小之企業則不會，而因供應鏈廠商較多，在經費有限之情況下只挑選幾間代表性廠商一同實證，目前公司各個系統皆有設立但尚未成立戰情室。而為減少人為干涉降低，期望能做 E 化轉型朝自動化發展，亦可追溯當時製造之元件與可追蹤生產資訊，故企業主皆期望時程可加快，希望能投入場域驗證，而在跨領域廠商部分期望能與相關車廠或汽車零件品牌商一同合作或成為供應商。

因現在實證只於單點驗證並收集數據可做記錄，僅一道工序而已，故第二階段往後是否可於產品線上進行一整條產線完整之測試，仍有待與合作廠商規劃及商討其他驗證，第二階段是與工業局的合作，目前第一階段 POC 結束後設備仍為松下控管，而場域部分則現不開放同業參觀，期望可補助多一點經費或其他租賃方案。

再因關燈工廠需高度自動化，故較適合自動化程度較高、商業模式、製程較高或物流相關產業之生產線，批量較少之企業因少量多樣需較多成本重新設定，故較不適合關燈工廠。而智慧搬運車及智慧倉儲部分，目前公司有在評估中，但仍無法上線因仍需人工協助，搬運車現僅能協助將產品推動至產線旁，故此部分之智慧化導入仍在評估當中。

訪談紀錄3

壹、時 間：2021年5月6日

貳、地 點：勤威國際公司

參、受訪者：勤威國際公司營運長 林○○

肆、重點摘錄：

一、虎頭山創新園區之營運與功能

虎頭山創新園區除了研發辦公室外，旁邊也有自駕車行進的場域路線，完全就是仿外面的道路路線，有10種以上的交通情境，供自駕車在實境上面學習。而為因應產業聚落及研發等活動。除研發、廠商進駐之外，也有國內外的參訪以及產官學媒合活動，但最主要仍是自駕車跟資安中心的營運。

除了自駕車研發以外，還搭配高精地圖製作，因為自駕車要啟動，在行進時需要定位、導航等。事實上，勤威國際公司的核心能力就是製作高精地圖。高精地圖搭配點雲，自駕車在行駛，旁邊紅色光波就是測試的感應器、光學雷達。此外，虎頭山創新園區也是車聯網的實驗中心，在本地做出車聯網的實證，並延伸發展到其他場域，像是新北、彰濱。

具備5G 與車聯網整合場域，配備5G 基地臺、全區涵蓋5G 訊號。進而納入 V2I、V2V，就是車對車或是車對路測設備等等的情境，再用這個情境也實證到其他場域。

虎頭山創新園區也配置自駕車的模擬器，在實證上路之前可以透過模擬器進行訓練，測試。實際出車會有成本、安全的考量，就像駕飛機之前，飛行員要學習，不能讓他直接飛到天空，所以用模擬器做實證。模擬器類似數位分身，當沒有辦法實際到某個場域，即可先模擬該場域，可能有日本的高速公路或南港展覽館、沙崙臺灣智駕實驗室的配置圖，沒有到沙崙

進行「考照」之前，就在虎頭山創新園區測試，再去沙崙可減少很多時間與經費。

除了本身場域的地圖之外，因為模擬器可以投入很多情境，且是我們可控的，例如說車輛、行人等等的障礙物，除此之外還有天氣、光線等等，這些都可以拋進去，當我們實際上路時，是沒辦法讓天氣變成什麼樣子，而我們這套系統，就可以測在雨天視線不良的狀況下，是否能安全行駛。

二、虎頭山創新園區與沙崙臺灣智駕實驗室的差異

除非臺灣智駕實驗室可轉型讓廠商常駐，即可增強與產業的連結，進而與虎頭山創新園區相似，而不是技術完備後，去臺南測試。

事實上，自駕車封閉測試場域的情境也不需要太多，自駕車廠商自己會找各種場域測試，而勤歲國際的優勢是自身經營虎頭山創新園區，道路標誌標線跟路上都一樣，測試比較快。工研院也可以在自己的園區內測試，但可能就沒有紅綠燈標誌標線。

虎頭山創新園區總面積有4.7公頃，但還包含建物，臺灣智駕實驗室整個都是模擬道路、設備也比較高級，該有的情境都有。但如果要測直線加速，則虎頭山創新園區、臺灣智駕實驗室皆不合適。此外，與虎頭山創新園區類似，臺灣智駕實驗室也無法測試大客車，6公尺的中巴是極限，豐榮客運的12米大巴士就不能測。

虎頭山創新園區、臺灣智駕實驗室也無法測試高速行駛，但 ARTC 想建立適用於高速側市場域、大型的試車場，目前其場地有130公頃，可以作加速測試，但就缺乏路口等情境。換言之，各場域都有缺點，但虎頭山創新園區的優勢就是車路雲覆蓋，5G 設備也是其他場域沒有的。對自駕系統公司而眼，設定要什麼環境，就要找那個環境測試。

二、國外實證場域的特殊情境功效

有時候光達效果不好，會把雨變成障礙物，新加坡的場域強調有特別

設置淹水或大雨的模擬，實際測試與用模擬器測試仍然會有差距，但有時候差異並不明顯。如果自駕車團隊屬於初期建設，用模擬器比直接上路安全許多，同時也可以大量累積數據。

三、新北市淡海新市鎮實證測試

亮點：第一座 C-V2X 用的場域，延伸運用虎頭山創新園區開發的車聯網技術，在此處進行實證的應用。

測試方式：比照公車運行的模式，從淡水輕軌的最後一站崁頂站，到美麗新影城這一路的接駁，單趟是600公尺，運行時速約20公里。平均20分鐘一個班次，從早上10點到晚上10點，比照公車發車頻率，這對自駕車而言，也是挑戰，因為一般公車人開出去就好，但自駕車需要一些設定等壓力測試，2020年有開放一般民眾試乘體驗，運行中有安排星期一為休息、校正等緩衝時間。

受測試的自駕公車產權屬於勤崙國際公司，但移交傳統客運業者（淡水客運）營運。由於自駕車是高科技產品，啟動需要電腦等，但透過設計為一鍵啟動，傳統客運業者即使資訊化程度不高，也可輕鬆駕馭自駕車。而客運司機由於已經具備大客車的駕駛執照，但因為轉換開自駕車，所以仍會對司機做教育訓練，讓其熟悉如何操控這輛車、什麼狀態下要接手，並設計機制、測驗，確定客運司機熟悉車輛操作。

勤崙國際與淡水客運共同擬出來訓練準則，包含像司機直接駕駛、對車子的安全，不只是真實駕駛也涵蓋事故模擬演練。大多數的項目，客運業本身都有機制，只是在自駕車上面應該要補強什麼。此為在測試的過程中，需要共同討論的部份。

導入公共運輸查詢系統，在轉乘等等交通資訊上面是查的到的，路線名稱是168，可以查詢到它的動態。

四、彰濱實證

技術亮點：第一張取得「可營運」的自駕車車牌，重點是「可營運」可以載人。因為第一張自駕車車牌是工研院的那臺，但那臺自駕車僅可上路，不能載客。此外，結合觀光業者，像白蘭氏、緞帶王、臺灣玻璃館等觀光工廠。更進一步導入電子觀光票，上車直接刷電子票證，扣款可以到觀光工廠進行折抵消費。

彰濱實證為勤崙國際跟 ARTC 共同並行，勤崙國際的測試車有方向盤，可以隨時接手；ARTC 的車則沒有方向盤。在彰濱工業區訓練兩種系統，看雙方的成效。

挑戰：營運路線最長，分兩條路線，第一個是彰濱的環狀線，起點是臺灣玻璃館，繞一個逆時針的路線，再到秀傳、白蘭氏、緞帶王，最後再回到臺灣玻璃館；另外一個路線是臺灣玻璃館到鹿港天后宮。此外，沒有使用專用道，而會有混合車流，挑戰非常大。

五、桃園國際機場

情境：出國回來要取車，車子可能停很遠，或是行李很多、帶小孩。因此從機場出來就有一個接駁點，叫自駕車來時輸入車牌號碼，自駕車就會導引到車子前面。2020年9月運行，因應疫情，就機場內部員工，包含航空公司，做驗證的測試。之後陸續還可以做多點的延伸路徑。當時測試以自駕車做接駁取車的服務，在第二航廈 P4停車場。除自駕車外，也導入導航網，做路徑規畫及叫車的服務。

六、申請實證測試過程中的障礙

以彰濱為例，道路主管機關太多，會影響發展場域的時間，從彰濱到鹿港，會經過省道跟鹿港區公所管的路，光是一個場域，就有3、4個道路主管機關，再包含彰化縣政府本身。所以在申請沙盒時，就要經過這些道路主管的同意。

此外，當要在路上設置設施，例如沙盒有要求要有明顯的警告標誌，

以告知在做自駕車測試。這需要取得土地產權，或是附掛在別人的公車站牌上，就也要取得這些單位的同意。

地方政府會希望發展為成熟場域，所以會主動出來協調，但是因為它沒有權限去要求平行單位的配合，所以業者必須自己去溝通。淡海新市政的測試相對單純，但光場地的會勘就辦至少10次以上。但新北市政府管轄區公所、施工廠商等單位，只是流程仍舊過於繁瑣，因為計畫結束後，要做場地復舊，這也是要場勘很多次。

總之，行政流程比較瑣碎，道路主管機關的態度很重要，像是畫道路標線，沒有人懂這個的專用的法規，警察局和監理所互相說是對方的業務。但業者也理解政府的立場，假設道路標線的設置錯誤，發生事故會有國賠議題，所以地方政府關注這個議題情有可原。

此外，從政府場域驗證的角度，應該是要有延續性，對試驗比較好，不然等於是中斷時間再做。但是公部門有他們要遵守的規則，比如說擔心有國賠的議題之類的，所以當然要配合行政部門的意見做計畫，只是在中間不管是設置或是要做復舊，這過程都是太冗長。總之，自駕車營運主要就是案場，案場就是要主管機關同意，比較多都是先經由政府，像彰化縣政府支持，但場域是在彰濱工業區裡。雖然地方政府都很支持、幫忙溝通協調，但像平行機關其也使不上力。且每個地方政府主管機關不同，彰化沒有交通局而是工務處，桃園不是交通局而是經發局，所以每個縣市政府的主管單位不一樣。

七、自駕車商業模式發展

客運業者對自駕車沒有那麼積極，其雖然希望自駕車未來可以取代掉司機，但因為現況法規仍規定需配備安全員，對客運業者來說，沒有省到成本；自駕車又是相對的比較高單價，淡水客運表示一般電動車大約是一千多萬，再加上把自駕系統疊上去，車的成本就疊高，所以仍須一段時間

才可能進入營運。換言之，客運業者雖然有意願，特別是每家業者均遭遇缺工的問題。但因為成本考量、對於新科技的疑慮，要派大客車司機學習自駕車，造成其裹足不前。主觀上希望自駕車完全取代傳統客車，但客觀現況無法實現，造成落差。另外，中南部的司機年紀較大，特別是彰濱、彰科，都是退休司機，他們可能很會開車，但對科技相當陌生或排斥。如果客運業者接手，應該以北部比較先，否則就是如豐榮客運，老闆本來就有意願、大力支持。

彰濱自駕結合觀光的方式屬於新的營運模式，當初會有這個發展方向的原因是會先觀察這個場域要發展什麼，是偏鄉、連結觀光還是最後一哩路的接駁等。在做計畫時也都會設定目標，具體要根據這個地方的特性跟想要實驗的特性，等於是定位這個場域是要做什麼的，也看縣市政府這一塊想要發展什麼，可以共同討論，也有可能我們去提案的時候，自己覺得怎樣做是合適的。

場域經營管理經建也是可能輸出的項目，像虎頭山新創園區的自駕車測試環境，就有機會輸出東南亞，幫其複製類似的測試環境，涵蓋5G 聯網、標示、標線等，讓自駕車在開發就可以做測試，以加快進入市場的速度。

此外，目前臺灣無法發展小車（房車），因此比較有可能輸出限定場域的自駕車應用，且不可能是大規模的輸出。例如以自駕車充當城市接駁車或在物流園區等封閉場域內運作，均是可能較快達成輸出的項目。

八、C-V2X 技術發展情況

路口導入 C-V2X，除了跟紅綠燈連線，相對更安全，在行進時可以調配速度，可以知道以目前速度到紅綠燈時，是否會轉換燈號？若會轉換燈號是要提前減速還是催油門過去？也不會去闖黃燈，這在搭乘部分會很舒適，不會急煞，在適當秒數內穩穩過去。

提前預警自駕車，路測設備上有一個 RSU，車上有 OBU，可以做連動，提前預警前面路口發生什麼事情，架設前方路口有事故，RSU 的攝影機會進行 AI 的影像辨識，回報到車上的 OBU，就能知道前方動態，以調配速度或是要做安全駕駛減速等等。

前方有停車場的出入，或是有些交會地點沒有交通號誌，自駕車如何運用感測設備，精準的做到避障、安全駕駛？有些情境是像摩托車或是車子有突然插進來的，自駕車是否能及時的啟動？有些是是否能提前預警？讓車上乘客的舒適度比較好。

技術亮點是使用高精地圖一次做180度迴轉，這其實是一個挑戰，因為大車迴轉空間要比較大，假設人開車要迴轉左轉，會先往右爭取路徑再過來，一次迴轉過去可能就要倒退再一次。但自駕車不能如此操作，必須搭配高精地圖，才能知道原本車道的中心點，現在要做迴轉，整個路寬是多少，迴轉半徑是多少，方向盤必須右打多少的距離才能一次過。這是需要高精地圖以及車輛控制的精密技術，差一點可能就過不去了。

九、場域參與者的共創情況

5G 是中華電信的5G 車聯網通訊、C-V2X 是與工研院合作、票證與宏基智通合作、與國內車商打造專屬的車輛、搭配中華資安進行車聯網資安防護。另也與 ARTC 共同開發 WinBus。

路側系統則曾使用過西門子、諾基亞、工研院、亞勳等，但配合度較高者為工研院跟亞勳，可靠度高、彈性高，可以針對臺灣環境做變動，特別是在客製化部分，需要先經過實際要測試，國內廠商的配合度高很多。另一方面，可能路側設備也屬於新技術，國外廠商的優勢似乎不如以往。但在路側設備的海外輸出方面，可能是有機會。只是該領域也已充滿國際級廠商如西門子、諾基亞，競爭恐怕不低。

事實上，路側設備所費不貲。彰濱實證場域有17個路口，要裝網路、

攝影機等，成本可能是一般路測設備的8~10倍，基本上很難有單一城市一步到位使用5G 通訊技術。較好的方式應該是在新興地區直接以5G 串連路燈、交通號誌等。

當然，臺灣本身熟悉相關資通訊技術，又有場域先做 C-V2X 的應用，且 C-V2X 依循美規標準，可能是臺灣廠商切入的機會。例如合作廠商—亞動，本來業務即以歐美國家為主，只是5G 通訊協議仍在更新，並需等版本確定下來後，整個輸出做車聯網將更有機會。

十、國內自駕車相關的政府資源

發展自駕車已為國內的政策目標，所以相關政府資源較多，例如智慧城鄉計畫、科技部、經濟部技術處也有。但主要經費來源仍是作為督導單位的經濟部科專跟交通部 ITS。

十一、中央政府自駕巴士國產化政策

經濟部跟交通部均相當積極，但遇到最多的問題就是「車輛」的部分。因為使用的是巴士，雖然交通部跟經濟部提倡「國產化」，但勤歲國際本身的專長是自駕車軟體，若缺乏好的載具，或是巴士來源，只強調「國產化」將會造成困擾。

國外巴士貴，在淡水一天40幾趟，這個壓力測試是很大的，不是只是純展示，只有1、2趟，所以需要一個穩定、真的可以上路的，不管是底盤還是本體的電能、效能要高，所以如果只是純粹說要「國產化」，卻沒有辦法給「國產化」的優良產品，對開發增值應用的廠商會比較困擾。

特別以目前的「時間點」而言，也並非業者不想採用國產化的巴士，但自駕車要上路需要穩定的載具，臺灣國產化巴士雖已經發展8、9年以上，但速度仍慢。對自駕車系統業者而言，任何巴士皆可使用、調校。但現在主要是沒有合適的廠商，如果都從美國進口價格昂貴。中國大陸生產的巴士事實上 CP 值比較高。

軟體為自駕系統的問題，但是當自駕系統測試到一個程度，就會相對穩定，但車體的部分，例如在淡水測試一天3、40班，屬於高強度的行駛，也會有車子、零件耗損，要定期保養，等於除了自駕系統以外，其他都跟一般車子一樣要定期維修保養。再來，電動車可能有充電上的，比如說夏天熱，冷氣比較冷，冬天時車子充一次電可以跑6小時，夏天可能就只剩下4小時，中間需要有可以充電的機制。所以車體的問題會比自駕系統多。

自駕系統是在於決策系統是否能達到自駕，因為現況法規上就是規定還是要一個司機員在車上，所以即便是自駕系統在決策判斷上有誤，司機都是可以隨時接手，可是車體壞了就是壞了。

十二、臺灣自駕車技術與發展環境與其他國家的比較

若與鄰近國家相比，應該是臺灣跟新加坡的進度較快，特別是有專門的法規規範。其中，新加坡把整個場域建出來，搭配相應的規範、資安等，並鼓勵很多自駕車團隊去那邊提供解決方案。特別是新加坡整個在法規、場域或高速公路、實際上路，出發點都是「放心大膽測」。更設立比賽獎金或測試獎金，鼓勵所有團隊去新加坡做測試，所以就可以激發不同的創意或是構想。臺灣就相對保守。新科技就可能會有錯誤率，新加坡的容錯率很高。此外，新加坡法規相對寬鬆，愈來愈著重開放道路測試，實際到路測比較可以累積數據跟實際經驗。

另外新加坡的封閉測試場域有專門為東南亞的暴雨環境設立雨水、淹水測試情境。但事實上，勤歲國際在淡海新市鎮的測試即涵蓋真實世界的颱風、雨水測試，因此新加坡的場域配置並沒有特別的優勢存在。

日本雖然有先進的自駕車技術，但對上路非常的嚴格，相對就缺乏上路的環境；此外，美國跟匈牙利也比較有在推動自駕車大規模測試，特別是兩個國家均有自己有汽車工業，相當占優勢。亦即，載具的穩定度非常重要，所以希望除了國產化的車子，還必須是好的車子。特別是在開發的

時候，可能70%都是在處理車子的問題、控制車子。下指令後，車子是否受控、電源夠不夠等，都是車子的問題。

十三、臺灣南部發展自駕巴士的優勢

以虎頭山創新園區為例，的確是有連結到產業，因為桃園周邊本來就有巴士、車體打造，也不乏 Toyota、福特。其主要是會比較知道臺灣要發展怎樣的自駕車，跟他們的業務有什麼關聯。另外，零組件廠商也會來虎頭山創新園區，進而串連產業。事實上，虎頭山創新園區的確可以帶動產業、特別是有6、70家廠商常駐形成產業群聚，桃園市政府一直很支持，常辦活動、人氣也會高。

南部以自駕車或無人載具來說，只要是跟電子、聯網周邊相關的，都滿有可能形成聚落，加上電動車、電池、車體打造，或許不會完全沒有機會。沙崙場域距離高鐵站很近。但原則上臺灣智駕實驗室就是高級的考照監理所，有非常漂亮的道路標線、紅綠燈、假人等，但廠商不會常駐、費用過高，難以形成產業聚落。在發展偏鄉運輸上，自駕車是相當好的應用，但是偏鄉道路必須經過嚴格篩選，路側設備也要另外建置。城市的好處就是5G 訊號比較好，但在彰濱工業區，5G 訊號的增建即代表增加測試成本。

之前去沙崙測試，希望受測車輛能多留在當地以供展示、參觀。換言之，平常比較少廠商駐留。而虎頭山創新園區隨時有車可以搭乘。沙崙場域自己沒有營運廠商的車子，只有道路標誌、標線，但沒有實際的車在測試，相對空虛。

此外，由於國外的自駕車往往屬於高等級自駕車，很容易可以通過沙崙場域的測試，目前的定位是主要給臺灣自己發展自駕車廠商測試。

十四、跨國相互驗證的可行性

未來在臺灣的場域驗證完，再跟國外場域相互驗證，可能有利於本土

業者開發海外市場。特別是如果在臺灣測試的項目國外承認，則欲輸出的技術、產品先在國內完成測試再輸出是最節省雙方時間與成本。而由於疫情的關係，自駕車國際化可能會延後，但跨國場域交流仍可推動。

此外，勤歲國際公司向來與 ARTC 合作，即是著眼自駕車的低速測試可在虎頭山創新園區完成，高速測試則去 ARTC 進行。類似的場域聯盟有其必要。若跟東南亞的場域合作，則聚焦小巴士；若為大型的卡車等則與歐美連結的可能性更高。

十五、對臺灣自駕車政策的建議

臺灣的自駕車技術經過測試就會更成熟，但近年應仍聚焦在測試、完備技術，不可能忽然變得很厲害可以到處上路。且每一個場地都要做圖，因為公分等級的高精地圖費用較高，又要搭配車子，未來幾年應該還是要在場域做練習、上路、載客，讓用路人及乘客有安全感，讓民眾每天搭乘，習慣就會覺得可信任。而在客運營運商接手方面，可能還需要兩、三年，讓整個技術穩定、可擴大發展，讓營運及人力調配上更加順暢精進。另外，也需要投入基礎建設如 C-V2X 路側。

無人載具條例已提供諸多方便，可以排除部分法規去限定的場域做測試。但會落實到各個地方政府，實際場域在各縣市政府，每一個縣市政府對這個自駕車的成熟度期待值不同。比如說新北就是希望比照一般公車，可是自駕車還是在測試的環境，雖然通過考驗，但由於車子的性能問題，新北又對車子的成熟度要求較高，因此較難取得平衡，特別是成熟度要求較高，就需要用更保守、安全的方式進行測試。反正就是照政府可以給的限度中去發展理念跟創意。換言之，無人載具條例的精神就是在鼓勵創新，但對不同的創新或是事故是否容忍度更高，才是考驗的地方。

臺灣發展自駕車未來可較快看到成果的方向應該是運用無人載具的交通接駁，各縣市政府越來越專注於推動，而巴士接駁也是目前自駕車系

統廠商想要做的領域。臺灣也只能先往這裡發展，再往其他應用領域擴散。例如掃街車、物流車、在限定場域範圍的接駁、觀光或是最後一哩的發展，且載具可能會變多樣化。只要是電動載具就好應用，且若要載人則壓力較大，載貨物的技術上可控即可。

訪談紀錄4

壹、時 間：2021 年 5 月 7 日

貳、地 點：喜門史塔雷克公司

參、受訪者：喜門史塔雷克公司總經理 丁○○

肆、重點摘錄

一、自動駕駛帶來的商機與未來發展

自動駕駛帶來的商機跟未來發展分為三個部分，第一是製造出一輛車所需之硬體、軟體與感應器，感應器是半導體每兩三年會進步一次，資料變快演算法也需不斷精進改進，是很巨額的投資，現只剩美國與中國有資金能不斷投資，而每個行業也都會有新科技的突破點，車輛本身即有較大之商機，但電動車不等於自駕車，未來軟體會精進但仍需時間，因自動駕駛需有感測器、照相機，而每個感測器不同，需撰寫語言也不同，假設一個語言需要一個團隊，20種語言即需20個團隊，在機械特性部分也要瞭解，要隨著特性更改系統，臺灣無投資是因汽車產業太大，但若無此項產品，參數從感測器下來後則無法去轉動。

第二為自動駕駛要上路不是符合 Level 4就是自動駕駛，其中包括車與車之 V2V、車與基礎建設 V2I、車與人之互動 V2P 等相關商業模式也是龐大商機。因基礎資料有較多資料需提供，若都運用車輛去運算的話，車輛本身會過度負荷，建議可先讓某個路線為 Level 3，某個路線為 Level 4等，去分段做運行測試，但這為較龐大之投資，臺灣目前較不是可投入許多經費與時間在此產業，但因此機會較龐大且吸引人，有一半上市公司都想參與開發電動車產業。臺灣的優勢是擅長分工，資通訊較強大，較會做應用科學，較少做基礎科學，但自駕車有較多應用基礎科學的集成，要製造成一套流程仍較難，電力分佈運算需較多基礎科學與投資運算等，最後第三為新經濟，因有了上述項目才能轉變成新的科技經濟型態並共享經濟。

現今在臺灣有超過10個城市自行建設超過20個場域地圖做營運，每一場皆有做過問卷調查分析狀況，但主要還是要看要驗證是要驗證哪個部分，除法規需驗證外，現階段政府也提供針對不同的車輛進行驗證，而自動駕駛本為較複雜之領域，級別有 Level 1~4，但對 Level 3、4有不同的定義，臺灣在自動駕駛領域裡有很重要之角色，因自動駕駛包括了圖資定位、感測、通訊、車輛設計與控制、決策等技術，本公司主要是提供給全球自動駕駛公司，從它們想製造車輛到一同去製造車輛，會花較多時間一同瞭解一臺車輛製造之過程及挑戰。

二、政府在智駕領域可協助之處與地方推動大眾運輸無人駕駛之可行性

臺灣政府的角色是協助群體搭上平臺促成機會，政府支持推動地圖也在找方向，鼓勵不同業者從自身之角度觀察廠商認為想著墨的商機，如偏鄉送藥、校園送咖啡、在101做接駁，都是技術測試與環境往來跟商業模式的驗證，其中與觀光結合的部分，如澎湖想做接駁觀光，建議需先將全島基礎建設建置好，設計相關環島路線，讓整個島都可以開放做道路測試，但會遇到較多議題包括路權等，故仍需再進行討論與分析，因發覺未來可運作自駕車發展接駁許多不同層次的接駁方式，也仍嘗試較有商業成效或可營運模式的做法，將它當投資是必然的過程，仍要多方嘗試才会有結果，但在定義自動駕駛時要先瞭解欲想帶動的是哪個產業的自動駕駛技術方可運用至該產業成果才會有效益。

在已建置之20幾個場域跟相關反饋中觀察到，在自駕車領域部分帶來的商機有三個部分，造車、基礎建設跟營運，如臺南市政府想推動 ART，想推動專用道路路權的自動駕駛，在基礎建設部分不論是否需興建車站與號誌或通訊設備皆算是基礎建設，因都是靠著數據保障行車安全，所以數位投資相當重要，較難在短期內得到商機跟營運模式。如 EasyMiles 在運作的強度班次是否可密集，在調整上要看路況與轉運量，如1小時的運送

量是1,000人還是10,000人、車站與車站之間的距離、是專用路權還是其他路權及是否有其他競爭載具。

三、建議自駕車可同時放置多輛運行及不在不同時段測試

要測試自駕車場域時，建議多臺自駕車輛一同運作，早中晚及各條路線並分時段同時運行，但此需大量之經費投資，及開放場域難度太高，若有事故也難以釐清肇事責任。以中國為例的話，若廠商有看到商機則會自行投入資金投資研發，在臺灣，政府雖會協助出資經費但常因經費不多有太多限制所以成效不大，但若車廠可提供車，由一組團隊將感測器架上去，讓它自己去學習，共同研發改裝並成果共享。豐田在研究自駕車領域許久後最終將資金投資美國團隊，因美國人才較多投入較有用，而臺灣無太多人才投入與市場及場域，美國較多場域可驗證，若有造成事故也會直接開罰改進，雖臺灣機會很多，但若政府已出資投入仍無成效則需考量的是臺灣是否還是適合推動自動駕駛產業。美國密西根州主要因旁邊為汽車工業，有足夠的供應鏈可串接，若供應鏈完整，才推動的了與執行的順利。

公司未來之營運方向會將針對國外 Level 4或 Level 5之車輛製造商，將其相關技術引薦來臺灣找夥伴，亦將相關適當之科技技術引進臺灣，找到適當想生產車子的業者，共同研究瞭解促進設備修正提升；而在商業模式方面，規模不到則無法形成，知道技術到什麼等級要服務什麼樣的路況，做什麼樣的服務模式，才會決定基礎建設怎麼蓋。

在開發路線地圖部分，因臺灣只是在封閉場域固定路線運行，有多少電線桿跟車輛，跟導航一樣運行前會設定路線，可跟自己的 GPS 定位，有東西接近則會感應，是固定的數據較沒意義，所以目前皆使用2D 地圖即可，因若無快速衝撞是固定路線行走則無需使用到3D 地圖，在場景固定而時速較高在收集資料換算過程才需要地圖比對。

訪談紀錄5

壹、時 間：2021 年 5 月 12 日

貳、地 點：臺灣智慧駕駛公司

參、受訪者：臺灣智慧駕駛公司董事長 陳○○

肆、重點摘錄

一、參與臺北市與桃園市青埔自駕車技術驗證之動機與初步成果

此兩個地點驗證今年皆是第二年，但性質不同，桃園有委託案承攬，臺北則是去年申請核準上路，一開始即在專用道上測試，而因去年與今年測試項目不同，故技術開發目標也有所改變。

青埔第一年則位於桃捷總公司裡，計畫總期程是一年，前4個月為準備期，後總測試運行8個月，場區為封閉園區僅有桃捷員工與廠商及承包商，一開始測試時為人在試乘，後因場域太大衍生為方便人員運送文件使用，第二年變開放場域，在較小的雙向單線道社區裡運行，場域實際情境會遇到摩托車、違規停車、並排停車、並有五個路口閃黃燈無號誌，複雜性遠高過臺北市與在青埔測試之第一年，因面對之變數較多故需測試較久才能上路。

參加桃園專案原因在於，在公司成立前是由此專案團隊服務桃園，專案結束時發覺自駕車產業可發展故與團隊成員一同成立公司，臺北市則是因交通局發送邀請給全臺灣自駕車業者，表明欲想開放公車交通道路但只提供行政服務，公司因本身位於臺北且當時需道路進行實際測試，若在馬路上測試自動駕駛，使用專用道之情境測試成效較快。而在自駕車要落地需有三件事要注意則為技術、可靠度跟成本是否可行，也與法律有關。因法律關係不明確則不會有相關保險，而無保險則無法商業化，又因法律關係較複雜，但問題較大仍為肇事責任歸屬及問題釐清，因若是在專用道會

相較於混合車流道之責任歸屬會較好鑒定與釐清。

不論是臺北市或桃園市皆需場域實證，不管開發進度或程式撰寫，皆需到場域上做實證，因公司不像其他大型車廠有自己的場域，故選擇申請臺北市之提案提議於信義路上測試。

在初步成果方面，青埔第一年總運行1萬多公里，總載客為5,000人，距離不長一圈為2公里，每天運行7小時每小時運行5趟，而目前公司無推出市場與商品化之相關規畫，因自認為在驗證後仍需更多時間修正相關技術。

二、臺北市與桃園市政府在此兩案測試場域提供之相關協助

臺北市在提供協調測試場域部分，因想提高一定程度之把關，故在信義路上測試之所有會議會將此運行路線之相關人員敬邀一同與會，皆會有7、8個單位，主席為資訊局，其餘包括管理路燈之管理處、交通局交通大隊、若有路線經過校園則有教育局、運行經過里之該里長、議員、保險工會，外部工協會亦會列席提供意見。

在測試運行的過程中，皆有高強度之交通管制，於各個路口放置義交將人與車都阻擋，沿線皆有警示牌做指引。但最大之不確定性是，因信義路為單行道，公車專用道為雙向，臺北市全部之公車專用道皆是晚間12點到凌晨5點開放行駛，而許多計程車司為方便則會逆向行駛信義路造成危險，故市府協助將信義路全線更改為24小時禁止外車進入。

而因經濟部對國產化、性能與各種安全機制要求較高，某些相關規定即便是大廠也仍需花較久之時間才會有結果的認證規範，政府基於把關立場會盡可能確保之安全性，但容易拿成熟的結果要求新創執行一項新技術，如政府可能要求新一年度測試車牌之驗證要加上車輛本身之自製率，但覺得較沒必要，因技術為開發自動駕駛系統，不是車子本身，重點審查應是自動駕駛相關技術，而非查驗車子是否為臺灣製造，之後因相關要求仍範

要求太高無法通過，所以有放寬要求。

桃園市之窗口為經發局，經發局認為發展自動駕駛產業會帶動境內之車輛上中下游，較會從經濟成長角度觀察，及瞭解相關開發、是否會落地與相關外銷訂單與境外投資。

公司測試之自駕車與桃園市在地產業鏈較無密切關聯，在地產業皆生產較成熟之產品；虎頭山車聯自駕中心原定位不是技術開發而是自駕車的補習班，想開發自駕車技術之上中下游去測試之場域，沙崙則是欲想向政府申請相關測試即可去驗證，故虎頭山像駕訓班，沙崙則是監理站。但無人載具實驗條例無規定驗證一定得去沙崙，因若有要求申請者要求提出測試場域之報告，如要在信義路測試包含十字路口、高架橋等之測試情境，可參考沙崙之13種情境再從中挑選要在信義路測試之情境選擇，舉證過程也可列出已於臺灣哪個地方驗證過，有記錄即可送至委員會審查。

高精地圖若於開放道路行駛則有其必要性，位於封閉場域則視情況而定。因開放道路有較多交通規則，故精度要求較高如道路坡度、高低落差等，在封閉場域則不一定得需要高精地圖，尤其是考量成本因素之後。

三、臺南 ART 之建議運作方式可先建置道路做測試後再上路運行

臺南 ART 之構想很好但需有步驟，可考慮先建置道路做測試驗證後再上路運行，而偏鄉場域測試團隊皆不會想前往是因維持成本太高，自駕車本身仍尚未穩定到可自行運作，上路前皆需使用到多數人力維護與檢視。另因在自駕車用科專計畫方面，今年度在接受廠商申請時皆要求載客量目標，政府期望有較多載客量，想擴大民眾參與，但在信義路去年上路時相關技術皆無進步，因實驗性質會有不確定性，會有許多已知之問題與工作要進行，故有乘客則不能做測試，就會提出較保守之版本但會被質技術是否有精進與進步。

四、後續發展方向為自駕車的特殊車輛與特殊運用

因目前自駕車無相關獲利，回到公司的發展藍圖目標為十年內將自駕之技術放置到馬路以外的地方，因考慮到各種風險考量，道路以外之應用為實際存在之需求，類似農機產業，如假設全球遇到糧食危機，全球暖化導致農業人口流失，若讓農具更改為自動駕駛 這些應用才能解決產業問題，先前有接觸過客戶想將怪手更改為自動駕駛，因怪手較常使用於建造房子或救災之相關高危險工作，在高危險工作及缺工產業方面若能使用自動駕駛技術皆可解決相關產業問題。

而在現今要滿足的是實際之市場，為特殊車輛與特殊運用，或將技術放置一般車輛但不為自動駕駛使用，限制車輛的技術但非自動駕駛功能，如公車及沙石在車某些路段速限較低，可讓車子只運作到低速限或指定相關功能，讓應用自動駕駛技術在現有車輛上突破。

五、新加坡自駕車運作及公司未來目標驗證方向

新加坡掃街車出來運作時間皆是半夜，會遇到其他車輛的機會較少、運作速率較低、風險也較低；在樟宜機場的自動駕駛洗地機，負責執行簡易工作，除可至較遠區域工作外，也可長時間運作，但若為複雜地形仍需人力協助。

公司團隊也想往海外挑戰高階日本市場，除股東之一為日本公司外，也因車輛高階市場即美國、德國與日本，雖達成率會較差但仍會希望至當地接受檢驗。而在測試場域之運用了何種情境皆不是關鍵，關鍵是用何種科學方法測試，測試報告能給予廠商何種相關之回饋，及如何測試與如何驗證皆相對重要，在測試性能標準方面，欲想讓國外廠商進入臺灣市場需有動機，若動機或得到之相關驗證無法作為其他用途，海外業者也會降低其前來驗證之慾望。

訪談紀錄6

壹、時 間：2021 年 5 月 6 日

貳、地 點：臺灣數位應用多媒體協會

參、受訪者：臺灣數位應用多媒體協會監事 黃○○

肆、重點摘錄

一、科技藝術核心人物

1、黃○○主要負責創意與設計

1. https://www.storynest.com/2_cv.php?lang=ch。
2. 於美國 Sega 與美國索尼電腦娛樂公司擔任藝術總監，製作 Giest Force 與 Kinetica 等計畫。
3. 新媒體藝術家黃心健是一位跨界的創作者，具備藝術、設計、工程與電子遊戲的背景，探索最新科技於藝術、文學、設計與舞臺表演的可能。
4. 獲得美國互動媒體「新聲音，新視界」首獎，美國博物館協會繆思獎，總統府頒贈「臺灣之光」、文化部之公共藝術最佳人氣與藝術創作獎，威尼斯影展最佳 VR 體驗，奧地利電子藝術節榮譽獎等殊榮。

2、黃□□負責「故事巢」公司管理與業務

1. <https://www.aamatapei.com.tw/archives/portfolio/%E9%BB%83%E5%BF%83%E4%BB%81>。
2. 2004年共同創立故事巢公司，提供多媒體互動裝置服務；2007年與天工開物公司（<https://techartgroup.com/>），共組控股母公司「有機互動集團」，案例包括臺北花博會夢想館、各大博物

館互動展覽、廣告行銷活動觀眾互動體驗、以及數位藝術等。

2012年集團成立第四家子公司－夢蝶公司，提供互動式數位看板、社群戶外媒體系統服務。

3. 臺灣數位應用多媒體協會：目前有80幾個廠商，由數位看板協會轉型的。

二、VR 相關主要核心作品

1、沙中房間 (Laurie and Hsin-Chien)

1. 由基金會和地方政府合作，原本定位定期表演結合觀光。
2. 威尼斯影展首屆 VR 競賽 最佳 VR 體驗獎。
3. https://www.storynest.com/pix/_4proj/i_laCameraInsabbiata/p0.php?lang=ch。

2、失身記

1. 《失身記》是個超現實虛擬實境體驗，由導演童年時的記憶出發，描繪臺灣戒嚴時期，人性約化成僅供領導階層辨認評量的社會氛圍。
2. 受到文化計畫補助：文化部影視及流行音樂產業局。
3. 公司負責軟體層面：導演/視覺設計/故事+程式+動畫+動作捕捉（愛迪斯科技股份有限公司）；硬體投影機有配合廠商；結合3D眼鏡與舞者合作。
4. 巴黎新影像藝術節「金面具首獎」、洛杉磯電影獎 最佳虛擬實境
5. https://www.storynest.com/pix/_4proj/i_bodyless/p0.php?lang=ch。

3、輪迴

1. 美國西南偏南 SXSW 影展「評審團獎」最大獎。

三、數位藝術展演

1、 蜃樓

1.蜃樓是一個結合互動、立體投影、浮空投影、舞蹈、樂手與演員的表演，在臺灣著名的歷史古蹟霧峰林家的福州戲臺大花廳演出。運用十八臺投影機，中間螢幕為主動式的立體投影，並結合華碩 Xtion，設計舞者肢體與演員表情偵測的互動。

2.此演出由國美館的數位科技與視覺藝術跨界創作補助支持，投影機由奧圖碼 Optoma 贊助，場地則由林本堂股份有限公司(霧峰林家)提供。

3.硬體：主動式立體投影、浮空投影、投影拼接、5.1聲道環場音效、燈光、華碩 Xtion 體感偵測器、聲音感測、Arduino 踏板裝置。

4.軟體：Unity3D 軟體，Faceshift（表情偵測）、Techart 投影拼接系統、FFT 音頻分析、Maya（動畫製作）。

5.https://www.storynest.com/pix/_4proj/per_mirageTheater/p0.php?lang=ch

2、 繼承之物

1.主要元素：即時動作捕捉、3D 立體投影、故事、舞蹈、3D 列印、即時3D 互動影像、歷史建築。

2.https://www.storynest.com/pix/_4proj/per_inheritance_2Acts/p0.php?lang=ch。

3、 即時互動多媒體劇場——路

1.主要元素：沙韻故事、舞蹈、表演、即時動作捕捉、程式、投影。

2.場域位在誠品表演廳，有售票。

3.https://www.storynest.com/pix/_4proj/per_road/p0.php?lang=ch。

四、 公司其他科技藝術作品

1、公共藝術：星空行者

1.使用三創生活館外牆的媒體立面製作的公共藝術：「星空行者」於2016年9月底正式啟用。民眾可以登入計畫網站：星空行者計畫網站：<http://www.syntrend.com.tw/cosmoswalker/Web/intro.php>，上傳自己的臉部照片，在虛擬時空中化身為巨大太空人，於三創生活館的媒體立面緩緩旋轉三分鐘。

2.主要元素：媒體立面、電腦、網路、網頁程式、資料庫。

3.https://www.storynest.com/pix/_4proj/i_cosmosWalker/p0.php?lang=ch。

2、博物館/博覽會：夢想館

1.<https://youtu.be/lOqFCEYntEQ>。

2.夢想館第二代：與華碩 Zenfone 合作、鴻海贊助 monitor。

3.營運困難點：相較於第一代是套票的模式，單點的形式較難吸引民眾付費前往。科技展演可成為鎮館之寶/亮點，但無法擴充涵蓋整個產業。

五、科技展覽/展演產業化關鍵議題

1、借鏡日本 teamLab 成功過程：從日本紅到海外(日本對數位接受度高、文化 IP 國內/海外喜歡)

2、成立於2001年，「teamLab 未來遊樂園」是基於「共同創造：共創」概念下所規劃出的項目，作品更被全球千萬人次打卡。

3、2021年「teamLab 未來遊樂園&與花共生的動物們」帶來臺灣：位於士林科教館的展區將以挑高空間打造 9 大互動空間，透過科技、藝術、互動等元素交織，建構出占地近 700 坪的超大型沉浸式夢幻世界。

4、結合周邊產品：彩繪動物繪製的圖片可以變成紙模。用蠟筆畫在紙上的動物可以變成立體紙模型，依照組裝計畫書，在造紙世界中創建自己的3D 立體動物。

5、可參考中國大陸的「幻境·沉浸世界創造者 | 幻境·後花園」報告

6、沉浸式產業/觀光產業的相關論述。



4、國人（甚至世界各國觀眾）對數位化呈現的喜好度

5、展覽由周邊商品支撐利潤

6、IP/內容議題

7、沒有 IP，叫好的展覽能否收費？教育類展覽-公部門，娛樂類展覽-營收風險。

8、缺少 SI/Turnkey 角色（專業科技藝術展覽公司/協會）

8、整合場域/平臺、業主需求方、中央/地方政府、軟體、硬體方等多方利害關係人。

六、對臺南文化展演驗證場域的建議

1、企業端需求：企業產品/品牌的科技展示

2、與文化觀光的結合：可搭配臺南藝術節

3、在臺南建城400年的發展契機下，結合導演魏德聖『豐盛之城』文化園區，在園區內打造結合觀光與定期的科技展演

訪談記錄7

壹、時 間：2021 年 9 月 9 日

貳、地 點：線上訪談

參、受訪者：南臺科技大學 AIoT 智慧聯網應用技術研發中心主任 張○○

肆、重點摘錄

一、「Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠」成立背景與推動目標及產學合作運作機制

主要希望解決工廠智慧製造視覺決策與人工視覺決策等相關議題，在現在工廠裡有很多需要使用人眼檢測的項目，如檢測電路板焊點的瑕疵品，在過去都使用人工較耗時，並會發生對應性檢測錯誤或漏檢問題，這些項目都可運用 AI 協助，其標的在於希望能運用視覺檢測取代人工視覺。

產學合作部分是希望能成為產學共同研發 AIoT 技術的共研基地，期望這個工廠有一定實驗的品牌與高階的 AI 伺服器，可協助工廠在其待檢測物件要變成 AI 智慧檢測的時候，可以做待檢測物件的標記圖像取樣跟 AI 模型的訓練與調教學習等，廠商也可透過產學合作方式免費使用工廠的設備或環境測試，目前的模式為三年為一期，在工廠裡所研發的成果也可與學校共享，而又因為現在在 AI 領域上，很多發展智慧製造的中小企業無相關 AI 專業人才，造成人才斷層，所以學校也會協助人才培育，讓學生畢業後可直接進入產學合作的企業就業並承接在學校研發與所學的技术。

Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠較聚焦在希望解決檢測最核心的 AI 需求，與成大的智慧製造中心相比的話因大學屬性不同，成大面對的多為中大型企業，南臺則面對中小企業，因此在場域設定目標上也有所不同。

二、目前提供的 Smart Factory+智慧製造視覺檢測技術各產業皆可導入；中小企業在數位化轉型時對於投入整條產線會較保守，建議運用單點解決策略逐步汰換

因 Smart Factory+智慧製造視覺檢測實作工廠主要聚焦視覺檢測，在視覺檢測方面則不分產業皆可導入，凡是工廠裡需要人工檢測觀看的項目，或可能會漏檢需花較多人力檢查的需求都可使用 AI 解決如：玻璃產業、輪胎產業、螺絲產業、金屬加工產業、扣件產業等，在扣件部分現在大多使用 AOI 檢測但正確率只達6.7成，若使用 AI 輔助則可以取代人力檢測解決問題以提高正確率。

另外，在 Smart Factory 工廠裡共花費300多萬購買佐臻的設備，是全國唯一使用佐臻 SDK 套件來開發應用的工廠，目前在佐臻現在的工廠巡檢或遠距維修，Smart Factory 也有協助製作出來，可讓其他廠商在自家工廠做巡檢與維修時，能藉由佐臻的設備協助導入提升其巡檢與維修的效率。但雖然佐臻目前已發展到智慧製造與智慧醫療兩大領域，卻遇到需使用何種商業模式將商品訂價與售出的問題，因商品落地後仍需有軟體與服務的導入，所以現在先藉由學生測試其商品去開發不同的應用。

在其輔導亮點案例上，經昌汽車電子雖然本身是電子廠但產品專注於車用電子跟家庭自動化，有很多產品是需要手動或是自動焊接器會有不良焊點，會在送到下一個階段發現錯誤，這段就要運用人力檢視，導致其漏點率很高，若能導入視覺檢測可大幅提升良率。而能發現到經昌有這部分的問題是因為老師與公司長期交流，在討論溝通的過程中才瞭解得知，這部分則需有賴於學校老師要深入與廠商長期交流。

而經昌雖然本身有 IT 專業人員在執行此領域的項目，但某些部分仍要找專業 IT 廠商協助補齊，在協助整合系統就是廠商需要的，可以讓廠商不用從頭做起，在成功導入第一條產線後能直接複製到第二條第三條等。而在人才培育上，學校會讓研究生或專題生去協助廠商執行相關技術開發，

如經昌會在研究期間給予研究生獎學金等獎勵措施，而學生畢業後就可到經昌就業，承接其相關 AI 技術工作。

中小企業在數位化轉型時對於投入整條產線會較保守，也比較在乎需投入多少經費以及是否可回收成效，所以不可能一次投入太多資源轉型需要逐步汰換，建議可先協助廠商找到關鍵性問題，如在檢測玻璃顏色有刮痕時需使用死角觀察才看的到其缺失，此部分是否可運用 AI 去協助檢視？可先讓專家協助廠商診斷與討論產出診斷報告，瞭解問題的發生點，再運用單點解決策略使產線提升出貨良率。

三、建議臺南市政府可多與學校單位合作，並藉由法人單位整合資源協尋 IT 專業廠商共同協助中小企業數位轉型

在政府擬定了相關5G 的議題與經費後，但為了達成 KPI 卻沒有解決到場域真正的問題，建議如果真的要執行相關政策可協助建置幾個成功的案例並能複製擴散，不然政府跟經費退場後會只剩示範功能，若要能在產線上運作也需找到對的資源與人員，讓專業團隊去協助廠商，而其關鍵性議題也應該放在已經是在進行或討論中的案源或問題點會比較好。

而在中小企業數位轉型上，因大型企業無需協助，太小型的微型企業則無法投入過多資源，大約員工數200多人的中間企業會比較有能力做部分的數位化轉型，建議可藉由法人或政府單位協尋一個 IT 或 AI 廠商協助導入，然而在數位轉型裡人才培育也相當重要，公司要轉型在某些人力資源上也需要調整，政府可多與學校單位合作才能輸出相關專業人才，建議可協助學校老師組一個團隊長期深入在工廠或產業界，瞭解其關鍵問題並將政府資源引導到該問題進行解決方案，如若將5G 專網架在學校，學校可當中華電信的實驗場域，學校也可對外展示其某項目的研發是運用中華電信的5G 專網形成，展現其成果。

另外，在是否需要使用到5G 方面則需用5G 的特性來看，因為對廠商

來說，使用4G 過度期設備搭配5G 會更加便宜划算，在5G 的大頻寬、大連結、低延遲等特性中，大多只有影像與聲音是需要運用到這些特性，以及在電信商的收費方案需要先釐清其收費模式，政府可協助若廠商希望使用5G 的低延遲但不需要用到那麼大的話頻寬是否可共享，而電信商底下應該也還要有個廠商在協助處理頻寬分配的部分。

電信商在推出5G 方案時思維也需轉變，讓對象不只是面對客戶，建議可將專網頻寬分配給 SI 業者，因其業者才是真的面對系統整合再導入工廠的人員，如可直接告訴包含電信費總共多少錢，讓中華電信賣給系統整合商後，再由其去分切怎麼整套包裝起來含維護費給客戶，因為不同項目需要的網路佈建也會有所不同。

訪談記錄8

壹、時 間：2021 年 9 月 11 日

貳、地 點：線上訪談

參、受訪者：國立成功大學智慧製造研究中心主任 鄭○○

肆、重點摘錄

一、成大智慧製造研究中心成立的背景與推動目標、產學合作運作機制及技術成果產業化的擴散規畫

近年來全世界都在研究 AI 技術，而成大本身有個已成立17、18年的 E 化製造研究中心，此中心原本是工業4.0的前身專門給半導體產業使用，因以前半導體產業稱 E 化製造，工業4.0則是德國在5、6年前才提出，又因現在成大裡有單位在協助檢視學校教師的專長技術去分類，成大校長認為 E 化製造原與工業4.0較相關，所以若跨領域到工業4.0會比較容易，所以智慧製造研究中心現在則被歸類為 AI 領域，但唯一不同的是20年前半導體產業提出 E 化製造時，尚未提到雲端運算，但現在的工業4.0則已開始可運用到雲端運算。

在智慧製造研究中心底下有分為四個小組，第一個就是原本在做半導體產業智慧製造的 E 化中心，但校長希望不要只做半導體，可將其技術擴散到其他產業，而3D 列印也是智慧製造裡很重要的技術因此也將其3D 列印技術導入，在要導入智慧製造除了原來在半導體的智慧化應用外，還需將 AI 運用擴散將3D 列印技術、基礎建設、大數據搜集、雲端運算、巨量資料搜集等技術導入，所以聚集各領域專家一同成立智慧製造中心。

而在擴散的應用除了原本的半導體產業之外，還可供面板、太陽能、航太、工具機等產業使用，宗旨是將此系統平臺的智慧製造架構給各產業運用，目標要達到工業4.1，又因現在瞭解到工業4.0欠缺的是無法達到零

缺陷，而學術研究單位要做的正是突破與創新，因此也期待往後能在工業4.0的基礎上達到零缺陷的境界以達成工業4.1的目標。

二、多數中小企業皆想做數位轉型都會前來諮詢但苦無經費或決心不夠，政府相關輔導單位皆具備專業技術可協助輔導轉型，但需中小企業願意投注自身資源進行轉型

智慧製造研究中心也將零缺陷概念導入到3D 列印發展系統平臺，以往半導體、面板生產製程適用的技術都可轉換予工具機或化工產業使用，此套系統可連結給工廠的 MES 與 ERP 等，有導入的產業回饋反應皆為良好。

而工廠需要使用各式生產設計與量測設備，需設計智慧化全自動軟體具備物聯往等元素，這些技術已經變成平臺適用於各行各業，也都有合作廠商協助如中華電信協助架設雲端、先知科技（成功大學的育成公司）協助將 AVM 與 IPM 技術商品化推廣到各產業，以上技術都已變教科書開始在成大開設相關課程授課。另外，在教育部高教深耕計畫裡有要求需成立系統服務公司的 KPI 項目，所以往後智慧製造研究中心會再成立第二家公司與新知科技相輔相成，但會較著重在預測保養。

在要導入工業4.0或智慧製造前需先數位轉型安裝物聯網等元件，在機臺上安裝各式感測器後再送上雲端，像群創光電等大型企業皆有大量導入，相關技術成大都有慧財產權雖單價較高但附加價值也很高，現今大多數中小企業皆想做數位轉型都會前來諮詢但礙於苦無經費與決心而導致無法執行。

其輔導亮點案例中-聚和國際，此公司主要業務為做 N 次貼也有申請 A+計畫，原在傳產工廠只能使用抽檢模式進行作業，在團隊協助將 IFA 的概念導入工廠使用 AVM 系統後運用全自動虛擬量測搜集資料與建立物料追蹤等，工廠現在也已經可達到全檢模式提升運作效率；另一個案例為鳳

記國際機械，也是團隊協助導入 AVM 系統後提升運作效率，其相關輔導的公司現在都已運作的很成功，這些技術都是數位轉型要導入智慧製造的基礎建設，真正的困難是老闆是否有想導入的決心。

另外，5G 不是導入智慧製造技術的關鍵，5G 只需用在需上傳大量資料與容量較大的影片才需要5G，像半導體業光罩 data 就需大量資料傳輸就需使用到5G，若要考量低延遲特性的話其本身若不是關鍵的情況有無低延遲則也不重要。

而臺灣現在各地都有相關驗證場域，每年也花費上億經費在補助運作，但因商業模式都尚位擬定，導致真正能做到上線或導入工廠使用的皆為少數。

三、建議政府要瞭解企業需求給對資源，強化系統整合公司或研究單位協助中小企業做數位轉型

建議政府要瞭解企業需求需給對資源，可找尋在地研究單位或有相關技術可協助系統整合的服務團隊協助診斷，將經費集中與研發單位配合協助中小企業數位轉型，第一步先做物聯網導入到雲端做出亮點案例，如在日月光半導體凸塊製程案例上，其數位轉型的第一步就是建立物聯網，再將資料上傳到雲端等。在傳統產業要導入數位轉型需在機臺裡安裝感測器先做物料追蹤才能執行智慧決策，但前提是企業要願意被協助導入才能做智慧製造，現在已協助導入的產業與企業為：半導體業-日月光、碳纖產業-臺塑、航太產業-漢翔、吹瓶機產業-銓寶、汽車車產業-遠東/發得、金屬積層製造產業-東臺。

另外，在南部科學園區成立時，有找成大成立社團法人南科產學協會專門配合南科發展，也號召中部以南的各大專院校代表在協會平臺上合作，也有將成功大學智慧製造研究中心團隊引進園區開設相關課程等將技術引進，但人才是問題，大廠有能量但中小企業沒有。此外，目前自動化可

以取代部分人力，因此可先將專業人才使用在關鍵位置上，但因目前南部大多仍以製造業為主，南部科學園區裡的廠商多為傳產企業，要如何讓企業主有決心做改革，改變企業在產業經營的想法都需要時間。

在人才培育上，成大有相關證照輔導班與智慧製造的訓練課程但效果仍待加強，雖有付費的補助，但不具長期、持續性，導致學員無願意參與培訓。一般而言，公司本身與培訓單位皆希望能促進「種子教官」培訓後回公司即可協助推動企業轉型。

訪談記錄9

壹、 時 間：2021 年 9 月 14 日

貳、 地 點：線上訪談

參、 受訪者：國立成功大學電機工程學系教授 莊○○

肆、 重點摘錄

一、臺南市目前的產業基礎、學研資源、自駕車封閉與開放驗證場域設置等，其發展自駕車作為新興產業的優勢與劣勢

隨著自駕車與車聯網的發展下，車用電子與零件車廠不論是前裝還是後裝，都應該需瞭解如何因應數位轉型不然會跟著市場衝擊萎縮。臺南的車輛零組件廠商較多，也有很多車燈廠，在以往傳統車燈上僅製作電源開關即可，但實際上隨著自駕系統發展乃至車聯網系統，車燈是安全輔助的一環，包括適應性頭燈等，車燈也可與其他感測裝置結合包括影像、觀達等做精確的環境變識，以提升更好的車燈控制，現在臺南附近的車廠都已留意到這方面趨勢目前也在尋求解決方案。

臺南也有面板廠商，也正在積極佈局車用面板，以往面板做較多顯示與提醒，現在已變成是車內很重要的裝置，產業都有留意到這方面的變革且已積極布局。但未來也可能發展到車裡的環境模式，不見得會一直專注在駕駛上的功能，會將搭車當作是良好的工作或休息環境，將來在用路人或車上成員，可能會希望車內的燈可以隨著車外的環景轉換較有氣氛的模式或其他更舒適的內容。

臺灣業者雖不會大張其鼓，但都知道哪部分需要切入，在自駕系統從 Level 2到 Level 3或再往更高自駕車等級，可預想其情境會希望在既有的基礎下能在垂直整合或橫向擴張得到較多市場的佔有率，在該基礎下，學研單位也扮演重要的角色，對廠商來說若有此方面需求也都可進行協助。

而臺南市政府也很積極串連廠商，但某些技術基礎尤其在自動駕駛領域在臺灣尚未有較多深厚基礎，因為臺灣沒有大型車廠，在整體來說還是落後美國、歐洲與日本等國家，但在學術角度觀點，目前至少在過去一年，雖然在疫情期間較少交流來往，但在成大的部分都陸續有收到來自臺南在地廠商期望能透過學界做整體發展的訊息。

二、「成功大學自駕車輛試驗計畫」迄今的測試概況、初步成果與後續規畫，與執行自駕車技術驗證的過程中，因素限制驗證的成效與進行效率

成大自駕車計畫起初只想申請經濟部的沙盒，但臺灣主管單位較多包括交通部及地方政府都各自有考量，因為考量安全因素在發展過程中需要多一點溝通，導致後續其他配套措施也需花費一些時間。在學校發展相關自駕車的技術上，不論在感知定位或控制決策，都希望有比較標準與安全的環境能夠做測試，所以在此基礎上，臺南市府有能量可執行讓產業界與學術界有相關內容能往此領域發展。

但在科技部與國研院在自駕車測試實驗室目的上，期望不止能做整車測試也希望能夠輔導車用零組件做測試，但因為是政府的測試場域，所以不會配置太多商業行為，整體目標是希望在整車、資安等方面都有佈局，也能提供零組件與整車廠商完整的服務。

而成大在其自駕車成果上，在發展其技術時也會跟國際技術發展同步確認，希望可以創造學術創新，但也同時會著重技術落地，這些自駕車系統在不同的運作環境都有特別的屬性，可能是在國外車場經過多次測試與歷練的環境及國際文獻上無法找到的，臺灣在道路上與用路人行為也與國外有所不同，還有汽機車等環境，這部分測試團隊在申請沙盒上路前就應該要先清楚知道自家的車輛主要要測試什麼。

然而，在車聯網發展的幾個面項中，最重要的是安全，再來是方便舒

適效能等，但在很多場域運行時無法將這部分的規範執行的很徹底，所以車聯網協會在「傳送時間延遲對車輛研究」此領域也積極推動希望能有明確的發展。

但假設將來整個自駕系統要在臺灣落地，仍有些技術面項需要克服，在此基礎上希望自駕系統能在感知、定位、決策、聯網、控制、端點計算等有能量能因應環境的變化，以下說明著重的三個重點：

第一，在整個自駕系統發展做返真模擬，因為在臺灣較多是看交通系統模擬，但自駕車做的是車輛模擬，模擬每個感測器看到的東西，不論是影像或雷達，都希望能做較好的融入，若面對混流的汽機車模式，是否有辦法做到即時偵測與反應，但因這部分的挑戰較難做實驗所以會使用較大幅度的模擬系統發展來訓練模型，希望能在模擬的情境下能有相關訓練，能夠因應相關混合車流提供更具體的作法。

第二，在自駕車系統的發展將車輛視為資訊的平臺，將來自駕車是聯網裝置，會與車聯網跟號誌還有路測裝置結合，這部分成大交通管理系與臺南市府有很多聯動，教授提供很多建言與推動期望可在自駕車運行上能跟路測裝置有介接，在車輛運行上能知道號誌秒數可以做適當的配速，往後運用在公共運輸上速度的配置不會造成緊急煞停，在環保上的排放量也可減低以達到最終永續環保的目的。

第三，高精地圖，因內政部積極推動高精地圖，成大的高精地圖中心則協助內政部促成將標準訂定展開，自駕車單位也有與高精地圖中心做聯動，目前的做法是會請相關量測廠商，使用量測或其他方式繪製地圖公告，但實際上還是要使用車輛觀看，必須要有車去驗證其地圖是否符合規範才有意義，與在精度上是否符合需求，高精地圖提供的原始資料在此系統可以做滾動式修正，讓自駕車不止是為了上路而上路，整體來說會希望有技術的精進，也希望對將來自駕車落地能提供較好的輔助，不論是透過模擬或車聯網方式或高精地圖介接。

而在實際測試是否需使用到5G 的情況下，因現在的5G 多半是 LTE，在國際間的車聯網發展上今年美國會明確釋放 DSRS 5.8 5.9Hz，用於5G 車聯網運用，但因為很多廠商是透過 LTE 的機制或5G FR1的頻段接收訊息，所以將來5G 是看 FR 2頻段跟 DSRC 釋放相關車聯網應用。

另外，在沙盒裡測試實驗的每個團隊都有特色也有理想，政府也鬆綁相關法規讓團隊測試，但車子的大小對將來的商業模式與思考也會有所不同，對學界來說不會討論太多商業模式，只會從技術去研究，但在法人單位可支援較齊全的優勢下勢必要扮演指標作用，以及其他廠商若期望能有商業或載客模式如偏鄉接駁或自駕公車，也還需要有其他相關配套措施，建議可先盤點其載客數是否有辦法營運，因初期可能會有乘客想體驗，但很難永續營運還會牽扯到相關路網與交通網等問題。

在自駕車場域某些部分已經佈建的很到位包括資料能搜集上國研院的雲端，包括路測都有建置，但現在缺乏的是自駕車，找不到具有自駕功能的車，這部分會牽扯到的是法規問題，因為現在的技術發展跟驗證較偏向資訊端。

而國外的自駕車文獻導入也不是一夕而成，會分階段，較多導入的幾乎是最後一哩或 Robotaxi，或某個領域如貨櫃集運場等，而美國跟歐洲現在對自駕卡車也有留意，這兩年國際間車廠在自駕車跟電動車除 Tesla 外，都是用較嚴謹的角度看待，有較多不確定因素需避免將安全系數提高，勢必對商業模式展開會有所影響。

三、以臺南市的地方政府資源與交通特色而言，欲推動發展自駕車作為新興產業，以現有的產業基礎，應優先挹注資源至哪些自駕車次產業或技術領域

臺南市政府交通局一直有在關注試著將5G 技術與自駕技術能導入在偏鄉接駁，此部分商業模式就可不用太顯著因為是政府要補助的，建議可

多建立幾個 POC 模式建立成效。而未來臺南市政府在自駕車除5G 臺南隊可推動的政策，若能夠將相關單位與場域串聯，有機會形塑發展的方向與共同的目標，將測試場域範圍擴大的話其測試內容也能更多元，以及若能從政府的角度切入的話，廠商在投入後會瞭解後端單位能協助解決問題對廠商才有幫助，其技術跟產品在與國際對接參與上，會有足夠的底氣能與國外做對接，到國際做測試也較有議價空間。

但因在臺南市府無經費補助之下，臺灣智駕測試實驗室原是國研院掌管但現在希望能自付營虧，所以在此機制下很難將測試價位降低，建議可在某些框架下討論促進產業發展活絡地方就業。

而在混合車流的技術與機車車聯網方面，臺南在地廠商宏佳騰則有在留意智慧電機車的領域，機車是解決方案但需要有一定的量，建議也可透過驗證將機制擬定，或用車輛感知及路測感知裝置做整合，有機會讓整體安全提升。然而在現在中央政府大力推動電動公車上，臺南也有小型車電廠在整車打造上可與地方政府各自擬定政策，若能透過明確的政策廠商會較願意配合投入。

最後在人才培育上，若自駕議題將來可視為特定產業的話，人才勢必需聚集，成大與臺灣自駕實驗室在教育部的框架下也希望針對不同學校共同推動相關課程做人才培訓，業者也希望能有此部分的在職訓練，所以教學單位會在教育部發展基礎下，除跟不同學校一同推廣課程模組外，也會與臺灣智駕實驗室做聯動將完整的訓練教材與技術做擴散。

訪談記錄10

壹、 時 間：2021年9月17日

貳、 地 點：線上訪談

參、 受訪者：國立成功大學測量及空間資訊學系教授 江○○

肆、 重點摘錄

一、目前臺灣高精地圖產業發展的主要機會與障礙，與近年的研發成果及後續發展規畫

從技術發展依照微笑曲線觀察，在上游的核心技術與下游的創意運用，兩邊都是臺灣需要持續思考的方向。目前既有的在自駕系統裡技術含量跟歐美相比仍不足，因國外起步較早，現在在歐美市場上使用的基本架構在2004年時就已建立，而臺灣的優勢是硬體項目為晶片製造與人才，但硬體部分是在壓制生產成本，因此，未來應該要朝軟體部分發展，在軟體競爭上會有更大開發空間。

而長遠也應深化核心技術的能量，但目前在自駕車領域裡衛星定位與導航成本較高比較無法壓低其成本，目前在幾家有在製作的廠商取得成本也較高，一套約1、200萬，目前可以降到100~80萬間，但若能自行製做成本則可再更低，在2018年開始製做時一公里要100萬，因為需要重製多次也還在摸索，第二批已可降到50萬，現在約30萬，但不能光看單價要看能提供哪些資料，以歐洲來說只會提供最後的向量圖，其他國家可能只提供部分的地圖報價則會不同，在高精地圖中心會提供三項地圖，包含點雲地圖、向量地圖與自駕車用圖，在精度需求會鎖定 Level 4 或以上的自駕車使用，像 Tesla 是 Level 2 就無需使用到高精度的地圖，對地圖的需求與成本相對較低，高精地圖目前配合臺灣自駕系統的營運商大多都往 Level 4 在製作，而在一次製作到高精度地圖的時後要往下降階到 Level 3 或 Level 2 也會比較容易。

早期會請莊教授的車輛協助驗證測試這些地圖，地圖的差異會隨著時間發展從導航地圖跟目前主要像 Level 2 車輛使用的 ADAS 地圖與 Level 4 以上使用的 HD MAP，在精度跟內含上都有很大的差異，各家廠商對高精地圖都有不同的說法，但都大致包含地圖裡的交通號誌與地面標線。

名古屋大學現在為高精地圖中心的合作夥伴，其單位是 Autoware 的原始實驗室發展其 Autoware 的專業向量圖，該單位也有與莊老師共同討論其他合作項目。

但以過往經驗來說，起初是因為日本跟歐洲想推銷該系統到臺灣，地政司請高精地圖中心前往日本與歐洲進行討論，雖然歐洲有大車廠支持，但專業好用的系統要支付年費跟會員費，入會費一次約400萬，其他服務則需再另外計算付費。日本起初希望高精地圖中心可成為代工模式並且使用日本的格式，但因成本花費太高其格式又只能在限定場域使用，以及還有許多核心問題在日本自駕車使用上仍有困擾。

所以，最後高精地圖中心決定自行從開放格式開始著手，因為訊息是開放的所以很多技術都可以自行發展，格式不太重要，重要的是可延申其他的人進來用此模式做不一樣的事，要將圖的功能最大化。

在以國家發展兼顧國防安全需求情況下，於資料共享架構下大家發揮創意很重要，然而，現在很多 Open Data 等都必須要可以公開跟交換，要能符合國家發展策略因為每家廠商若要各自在不一樣的地方做相同的地圖，對國家來說是重複投資，建議可各自延伸但需要在共享資源架構下製作。

二、「成功大學高精地圖研究發展中心」與成功大學自駕車輛試驗計畫、臺南市自動駕駛公車實驗計畫、臺灣智駕測試實驗室、左鎮區綠線小黃公車等合作等串聯與自駕車產業的發展

高精地圖中心主要是由內政部地政司委託下成立的專案中心，整個架

構配合包括成大計畫、自動駕駛公司實驗計畫、臺灣智駕實驗室計畫，皆透過大框架如經濟部、內政部等中央單位下一同配合，目前的角色是做高精地圖基本架構提供既有計畫所需的圖資。

在成功大學自駕車輛試驗計畫、臺南市自動駕駛公車實驗計畫、臺灣智駕測試實驗室等相關計畫都有協助配合，左鎮區綠線小黃公車則尚未得到相關訊息，後面還需看臺南市政府想以什麼方式執行，需高精地圖中心協助都可透過與地政司接洽討論，確定要執行的專案後，高精地圖中心再跨部會討論承接協助執行解決其技術問題，但經費仍是地政司提供。

沙盒計畫都有跟地政司合作，會先提供基本製圖，但有些廠商因為有營運時效關係，先期都會先將基本地圖建置，雖然自駕車能建圖但在精度部分仍不足夠，地政司有在點雲圖與向量圖的部分都有提供使用其精度跟密度都很足夠，在國際上也夠用，但若有廠商反應地政司不提供圖檔應是在最後格式轉檔問題不提供部分圖檔，但若廠商有其需求還是可協助轉檔給予使用。

三、臺南市目前的產業基礎、學研資源、自駕車封閉與開放驗證場域設置等，其發展自駕車作為新興產業的優勢與劣勢，在交通特點，例如圓環、混合車流、偏鄉應用等，對製作高精地圖的機會與挑戰

高精地圖中心與地政司還有莊老師及臺灣智駕實驗室在沙崙這區的場域以高精地圖觀察目前是全臺灣密度最高的區域，所以在封閉場域跟開放場域間都已先將環境建構，未來陸續也希望在此區域可以有不同廠商驗證不同的內容，以高精地圖中心的角色無法主導產業未來要如何發展，但對於在高精地圖這個領域只要臺南市府有需求透過與內政部協調申請，合作的需求確定後高精地圖中心就會協助解決。

而在圓環、偏鄉等對高精地圖中心來說在製圖部分的挑戰以純製作已在過去兩年間摸索的差不多，但在市區因為製作的環境挑戰較多，需要較

嚴格製作的工法，不過高精地圖中心對精度的要求是必須在場域堅守，畢竟人跟機器在觀看地圖的角度不同，人可能會知道走錯路，但機器是照著給的地圖走，萬一出事需要負責會被檢討，在一般的導航製圖廠商開發導航系統時會跟其免責，但自駕車無法，所以要強調地圖需具備一定的品質，因為未來當地圖只是定位的其中來源之一時，其風險會與需負擔的責任會更高，在製作臺南這些區域的地圖，國內廠商幾乎都可處理，比較大的挑戰是經費問題，因為要兼顧品質得有一定的製作成本，但若製作成本太高也無法大量製作高精地圖，所以中間也持續在摸索能用合種方式兼顧原來設定的地圖與品質，將製造成本做合理的調整。

在自駕車領域討論是否需要高精度圖需取決於 Level 級數，提倡無需高精地圖大多主要為 Level 2 的輔助系統，其地圖精度要求不高，只需額外提供協助可控制車輛的成份即可，但從 Level 3 甚至 Level 4 與 Level 5 以目前的技術仍需高精地圖，對圖的精度要求也較高，相關車廠在 2、3 年前都還在討論 Level 2，但去年開始日本 HONDA 推出 Level 3 的系統車款需要使用到點雲圖，今年 Benz 也在歐洲推出 Level 3 的車款，高精地圖與點雲圖以及光達的需求會開始產生。

現在的高精地圖裡會包含道路模型、車道模型、控制模型，但早期不同廠商會有不同說法，有些廠商會說絕對精度不重要例如定位在高架橋上與高架橋下就會有所不同，但相對精度重要的是若點雲圖的密度可判斷如形狀是否正確，相對精度則會影響到形狀，所以對定位方面絕對定位精度就很重要，會影響到用 AI 對影像做萃取時候的正確程度影響。

目前 Autoware 不需要太複雜的 GPS，其 GPS 是透過拆解它的位置將地圖叫出來靠點雲圖定位，在相對封閉的環境或道路都可以做測試，但在有挑戰的環境仍需加強。高精地圖以 Autoware 來觀察主要分為兩個部分，點雲地圖與向量地圖，點雲地圖在製做定位的，向量地圖主要做環境感知，例如若有向量地圖知道經過到路口有紅綠燈，系統裡的 AI 模組會自動偵

測到不用費心再搜尋那是什麼。

四、以臺南市的地方政府資源與交通特色，欲推動發展自駕車作為新興產業，建議臺南市政府將研究投資方向多放於硬體與軟體的領域

在臺南市值得投資研究的方向建議會將資源放在硬體與軟體這兩個部分，先訓練人員與開發演算法，因為其軟體若是使用購買的，現在購買國外產品每年需付保護費，若依照現在發展組裝路線未來會遇到產業成本與競爭力的挑戰，成本若降不下來就無競爭力，所以要思考核心技術，自駕車是匯集很多技術展現的系統，在自駕車領域與定位製圖因為是核心已經有很大發展的空間，只要將此領域發展好，其他車輛都可運用到此技術。

以及若要選定場域，政府本就無需協助太多只需補助經費即可，核心技術部分可找尋現有的廠商，鼓勵業者去發展其他領域，不用重頭開發除非可優化，市府只需選定主題如創新應用路徑與業者，其餘可讓大家來展示即可，如其業者為圖資業者 A 公司，在未來若自駕車普及後會面臨到不同終端的圖資需求，就會有需要轉換其他格式的需求就有延伸商機的機會。當地自駕車業者業者本身較少，但若有業者想切入自駕車領域可諮詢莊老師，高精地圖中心也可配合一些圖資的知識分享，若是想往沙盒那邊，地政司有能量高精地圖也能協助。

早期科技部有規劃在自動化工具方面期望業者能自行發展，但製圖商與營運商都認為經費不足，高精地圖中心也是因為發現製作成本太高就試著從文獻等協助地政司提出解決方案，其中也想找尋國內業者協助但因經費太少都不願意投資，最後才找名古屋大學一同合作先解決現有觀察到的問題，其與名古屋開發後的相關技術未來都會交給地政司處理。

目前主力是放在傳統車用第三方業者，包含自駕車與製圖團隊，使用低成本設備用大量的車隊去提供新的地圖，最近地政司想推動的政策為高

低配，用不同等級的系統搭配保證地圖的精度。事實上，國際上知名的業者如 Mobileye、DeepMap 都開始運用群眾外包、以自駕車本身配備的相機、雷達等感測器捕捉環境數據，在精度上雖不如正統的高精地圖製作，但確實是一種趨勢，若有可能成功吸引其來臺南市投資或進行測試，應可創造全球關注的話題性與帶動效果。

訪談記錄11

壹、時 間：2021年9月17日

貳、地 點：線上訪談

參、受訪者：雅匠科技執行長 蔡○○

肆、重點摘錄

雅匠與日本愛知縣觀光導覽合作，值得作為我國文化展演的借鏡。該方案是由日本愛知縣政府給出場域需求，並透過新加坡 SI 廠商串聯參與者在日本當地觀光巴士上試驗，不僅推廣當地觀光，同時投放廣告。另外，臺南府城400年規畫上，受訪者建議需鎖定受眾，並結合在地條件與需求。如臺南相對於國際較無很強的 IP，因此可能需思考如何帶給遊客良好的感官體驗氛圍，以及強化好玩互動方向。

一、雅匠科技著重於:智慧零售、智慧工廠與文化展演

雅匠科技主要扮演 AR/VR 核心底層技術提供商，透過技術移轉/授權與日本電信與 SI 公司（如 NTT、GMO、九州通訊）等合作。所提供的底層技術主要以偵測為主，包括偵測人臉、圖像、情緒與眼球等，透過這些偵測技術發展 AR 運用與產品。

雅匠科技發展方向，從 AR 技術出發專注於智慧零售、智慧工廠與文化展演。目前仍覺著力於智慧零售與工廠。

1.智慧零售：AR 虛擬眼鏡試戴（大學眼鏡），再延伸到虛擬眼妝（資生堂）、虛擬染髮（曼都）以及 AR smile（AR+情緒辨識）。例如 AR Smile 用於高雄商圈，例如消費者笑得越開心，就可以和店家取得更好的優惠，而店家可以透過這套解決方案，收集消費者行為分析。

2.智慧工廠：透過手指辨識導入到工廠，目前已有日本、臺灣廠商使用這個解決方案。

3.文化展演：2020年4~5月的新嘗試，將 AR 透過空間/定位與遊客互動。模式上，與逢甲大學合作，由於逢甲大學以往每年會舉辦歌劇展，2020年希望加入新的元素，因此找上雅匠。從無到有將 AR 技術結合逢甲歌劇，並於國家歌劇院展出。配合歌劇主題流浪漂泊的白馬，使用者不用下載任何 APP，僅需掃 QRcode 就能在國家歌劇院裡面與白馬/天燈互動。預計2021年11月還會在國家歌劇院展出。

二、雅匠科技在全球布局

i2i 加速器得獎，與法國業師討論，業師針對產品提供落地歐洲的建議。但目前因為疫情，歐洲不是雅匠重點市場，會更聚焦在大亞洲地區。公司除了在臺南，也在日本、新加坡都有設分公司。在臺南會加強與日本的合作，雅匠的底層技術在日本頗受好評，所以日本將會是雅匠很大的市場。雅匠與新加坡合作之前，原是要布局馬來西亞，由新加坡公司去與馬來西亞工程合作，後來發生疫情後，與新加坡投資人去做 JV（合資），透過該投資人獲得相關人脈與資源。

雅匠科技主要客戶群大部分集中在北部或者海外，在臺南當地的合作較少。臺南5G 隊如果要朝向文化展演，以異地演唱會，NTT data 在臺南做得非常厲害。雅匠會希望能與 NTT 在技術或者軟體的合作，共同在這個議題上做出產品。

雅匠的商業模式會有三種，包括：租軟體引擎、與客戶共同專案（引擎基礎）、平臺租給店家。日本會以軟體引擎租賃、平臺租賃為主。在臺灣則是與客戶共同專案較多。雅匠科技的底層技術很容易與硬體串接，目前也取得很多機會，包括與 intel、聯想的合作。

三、2021年國外試驗場域：日本愛知縣機場操作案（POS）

與愛知縣的合作案，模式上，由愛知縣政府提出觀光導覽於機場、巴士的需求，包給新加坡 SI 廠商（ICMG）。由 SI 廠商找參與者包括雅匠（AR

技術導入)、智慧眼鏡的廠商、日本三輪電動車的新創(接駁專車)。在此場域驗證完會有實質效益,當較於成熟也將會複製到新加坡樟宜機場去使用。模式上,可能會是到觀光巴士搭建攝影機,透過眼球追蹤器,乘客在搭乘過程中看到的景點,會在巴士玻璃呈現,進而達成個人化的虛擬呈現。2021年11月將會有公開發表。過去雅匠也有在連鎖型賣場合作眼球追蹤器,會追蹤消費者是否有看螢幕廣告。

理論上該技術是需要5G環境,因為眼球偵測,是利用AI邊緣運算,需要大量數學函數計算。但在資訊呈現上,有沒有5G影響其實不大,愛知縣即是在4G環境下,因此解決方案4G就可行,而5G是帶來更順暢環境。

四、下階段或未來在文化展演領域的新興數位科技驗證場域的規畫建議?

新加坡SI廠商在拿國際案相當有經驗,像是與日本政府合作到孟加拉,上面其實是世界銀行,而新加坡持有世界銀行很大的股份。雅匠科技其實在臺南是有能力扮演SI廠商的角色,但臺南廠商相對較沒有受到地方政府重視。相對而言,臺南政府較常找臺北的廠商,但以能量上來看,不會比臺北廠商差。

沙崙會是一個很好的驗證場域,會有一個TTAS,未來雅匠也會爭取進入場域。倘若政府在這塊場域有甚麼想法是可以透過雙邊討論,雅匠也能去做一個展示,有些不是技術上做不到,而是時機尚未成熟。

相對於高雄亞灣區5G相對發展,臺南其實離高雄相當近,並且臺南有港口與想當多古蹟,若能將AR技術引進臺南,就可以做到一些零接觸體驗(像是讓一個人去扮演鄭成功,去做導覽)。雅匠相當擅長規劃故事內容,其實臺南古蹟目前面臨的狀況是過去與現在差異不大,會與古蹟保護有關,若能透過AR不破壞既有古蹟情況下,讓遊客有更多體驗。

過去雅匠在臺灣智慧城鄉有提案,委員意見是表示在國外有,而智慧

城鄉概念上是在臺灣 POC 完，輸出國外。以雅匠的眼球追蹤技術，是可以結合很多資訊，例如在地方觀光景點可以與地方政府分潤，可以在不同區域投放廣告，像是紀念品廣告、政策宣導以及定價優惠的 QRcode 都可以呈現於玻璃上。臺南觀光巴士的載客量相當低，或許可以搭配一些必須搭乘觀光巴士才能獲得任務活動（如大臺南踩店），並透過眼球偵測與觀光巴士玻璃去呈現，進一步提供搭乘觀光巴士的誘因。

五、府城建城 400 年打造結合觀光與定期科技展演的可行性與機制建議

針對建成400年，雅匠當時有針對觀光旅遊提案，但後續沒有消息。未來若有機會可以向市府展示在日本愛知縣的解決方案。雅匠解決方案目的不僅是為用戶帶來有趣體驗，同時也會資料收集，協助業者分析。

臺南當地有許多大大小小的故事，但受眾可能要抓出來，像是空間建置完，可能朝向兩方面並行，其一為富有文化故事情境，主打的對象可能是海外觀光客。另一方面，好玩互動的部分，受眾可能是臺灣人。

以 TeamLab 來看，裡頭所運用為投影技術（非高端技術），也並非強調 IP，而是強調帶給遊客無感體驗，並結合感官等。以臺南當地的角度，當地較知名的 IP 可能是魔法阿嬤等，相對於國外較沒有代表性的 IP。因此可能所需朝向的不是有名的 IP，可能需要朝向的是帶給遊客良好的感官體驗氛圍。

地方政府大部分都會與國際代表性企業（如 NTT）合作，所提供的解決方案也相當厲害，但未來整合廠商時，還是需要回到臺南當地真正的需求（如文化需求），或者如何打造無感場域，而非僅強調科技。另外，也需要站在臺南當地企業的角度思考異地展演是否適合臺南，這是否可能是一個長期發展的服務，還是放煙火式的噱頭。

訪談記錄12

壹、時 間：2021年9月22日

貳、地 點：線上訪談

參、受訪者：NTT Taiwan 執行長 廖○○

肆、重點摘錄

由於東京奧運，日本許多公司都共同投入文化展演，進而形成一種產業。如 NTT 在這之前做了相當多的嘗試與練習，最終於最後展演上有不同展現，像是異地演唱會、虛實聖火傳遞、海上帆船表演、球賽轉播等。而 NTT 也將成功經驗，透過與臺灣廠商(如中華電信合作)複製在臺灣場域。

一、NTT 集團全球布局

韓國在表演文化、表演藝術投入相當多，裡頭也結合很多科技，透過所謂的娛樂、遊戲所導引出來的商機，進而帶動相當多科技。

NTT 集團全球所做的5G 應用場景，包括:1.AGV/AMR:工業4.0中的自動導引車、自動機器人，由自動化取代人工；2.AR for Digital twin:很多的展演與 AR 有關；3.電腦視覺效果 (computer vision) :透過眼鏡、頭戴式顯示器、感測器等，以進行表演；4.開會場景運用 (staff collaboration) :上班遠距開會，可透過 team、影片等方式，改變在工作的進行模式；5.統一通訊 (unified communication) :5G 高頻寬與低延遲可用於醫院端，判斷病患適合送到哪邊的醫院，並整合病患資訊到同一顯示器，以提供醫師準備；6.網段 (network segmentation) :表演、工廠生產需要分出網段，才能解決干擾避免延遲；7.監控系統運用 (surveillance) :火警、交通判斷；8.安全操作 (safe operation) 透過路口監控於拉斯維加斯賭場。



圖1 NTT 集團全球所做的5G 應用場景

NTT 集團每年有超過36億美元投資於研發，目前全球有7家研發中心，大部分的研發中心在日本，也有在美國矽谷設立，聯合全球研發力量，根據市場需求，不管在工廠、娛樂或者安全等方面。疫情前，日本研發中心會邀請全球知名公司到 NTT 的研發中心參觀。

NTT 在文化展演方面，一、任何展演需要有獨立網段/網域，否則會互相干擾，若中間將5G 切好網段，就可以解決干擾的問題。二、有大量上傳需求，當資訊要上傳展示給觀眾看影響較大，NTT 在臺灣與臺灣地方政府合作，也與臺灣幾家廠商共同合作探討與解決這些問題。三、計次性需求:透過模型、科技不同地方，同時展演。



圖2 5G 文化展演開展豐富觀賞體驗

二、NTT 文化展演的經驗分享

2017年正好是 NTT 在日本發展5G 技術，將技術運用於 perfume 異地演唱會。裏頭有三個表演者，於東京、倫敦與紐約同時異地表演同一個舞步、同一個音樂，克服時差、距離輸出高畫質影像。



圖3 perfume 異地演唱會

經常會看到ニコニコ（niconico）動畫分享，現在很多遊戲是根據這個來，許多沉浸式表演，如異地共演、全息投影都將科技展演在同一個螢幕上，有真人、動畫人等的結合（如日本超歌舞伎），可以透過任何裝置去留言，並展示在畫面上。已經不是所謂的3D，這會面臨頻寬、音響與顏色的問題，如何去展示出不混亂，同時帶有文化感。



圖4 虛實共演：超歌舞伎（傳統文化+網路動畫）

NTT 利用超高臨場感通信技術「Kirari!」(NTT 專利)，在所謂的娛樂、異地表演中。4~5年前即著手開發該技術，為的是日本東京奧運。開發臨場通訊技術 (NTT 獨有技術)，包括:虛擬聖火傳遞、將真實的人展示在動畫。



圖5 東京奧運創新科技應用：虛實聖火傳遞

2019年9月 NTT 與美國大聯盟簽約，透過 URV 將紐約棒球賽事，異地投射至加州，讓兩地的人同時觀賽，場景是在陸地，技術上，會遇到當過到不同螢幕時，可能會有斷掉的感覺，但運用縫接技術解決此問題。URV 技術就是4K 螢幕，3片接起來形成12K，簡單來說是解析度相當高的大螢幕，在美國大聯盟所做的是運用單一攝影機，將整個場景抓取並投射。

東奧帆船賽轉播，是透過在海面上搭建舞臺，利用5G 傳輸，無人機拍攝、高解析度影像縫合技術，將江之島遊艇港附近拍攝的帆船比賽畫面傳輸到位於江之島前方的50公尺長的海上12K 超大顯示螢幕上，也傳送至遠端的東京國際展覽中心。



圖6 東京奧運創新科技應用：帆船賽轉播

羽球轉播的前身是桌球賽，範圍相對較小。羽球尤其雙打場域較大，困難度在於如何清楚拍攝每個角度並傳送到遠端不延遲。後將武藏野森林體育廣場舉行的羽毛球比賽，運用5G 傳輸即時顯像至國立新興科學與創新博物館。



圖7 東奧跨域沉浸式體驗：羽球賽轉播

三、NTT 與臺灣的展演相關的合作經驗

臺北協助三立所做的是紅樓隔壁的兩個人，將一位男吉他手投射到另一位隔壁間的女歌手，共同演出。NTT 與中華電信合作，中華電信由於5G 開展，運用 Ericsson 電信設備進行展演。

NTT 文化展演在地實績 三立5G GO異地共演舞台



圖8 臺北三立異地共演

臺南的場域較遠，是從永成戲院到臺南贏地創新育成基地遠距異地共演，兩地相距6公里，在兩地建置兩組團隊，由兩位歌手以及各一位 keyboard 手與吉他手演出，其中 keyboard 手與吉他手在兩地，分別搭配 keyboard 手與吉他手，共同演奏同一首歌，進行對唱不掉拍。

NTT 文化展演在地實績 台南遠距異地共演



圖9 臺南遠距異地共演

桃園超逼真跨域沉浸式球賽觀看體驗的案例中，是複製2019年在 MLB 展演的經驗到臺灣。由於當時疫情已經爆發，因此團隊是沒有進到臺灣，

透過線上學習、快遞運到臺灣測試。如下圖比較大的場是透過日本 Panasonic 提供3個 URV，在樂天球場架設一支攝影機（VIP 位置），拍攝整個場景。以往過去所看的角度是透過導播帶到，以及各個角度架設攝影機。但 NTT 技術是僅架設一隻攝影機，觀眾就可以透過手機看到全場，並且運手機就可以放大。右上角的方案，則是在臺茂展出距離10公里的異地展演，刻意擺導播的鏡頭，讓觀眾感受到 NTT 比導播更加即時，此外也增添異地遊玩體驗。



圖10 桃園超逼真跨域沉浸式球賽觀看體驗

B2B2X 模式，兩個 B 表示兩個客戶群（商業夥伴），X 則是依照定義，可能是個人也可能是公司。但第一個 B 絕對不會只有 NTT，會有其他的參與者，如前述表演中，雖然會有 NTT 集團設計與規劃的攝影技術，但裡頭的鏡頭、攝影機仍是別人生產，裡面有些收訊的東西仍會需要與其他公司合作，像是中華電信、Ericsson、Panasonic 等共同合作。

故宮的國寶無法一次性展演完畢，但透過科技可以將文化資產，立體與異地展示。1~2年前與桃園機場談這件事，國際旅客到臺灣就可以透過全息投影去看這些東西，或者國際旅客於臺灣遊玩，準備離開臺灣如何與當地景色共存留做紀念。異地共演等高畫質的東西運用到文化展演，例如臺灣有很多宗教活動、廟宇，運用異地同步、高畫質技術加入聲音去展現

於臺灣人、遊客眼中。

四、對政府的建議

文化展演重要的三大元素，包括：場域、科技、人。人指的可能是 SI 廠商、政府、科技人才，如何聚集他們在場域投入。臺南市長把許多場域，提供各家廠商，NTT 在裡頭無法獨自完成，需將 SI 精神與角色，把臺灣廠商整合。

在疫情衝擊下，人與人的接觸漸漸無法像疫情前，因此怎樣有一個共同的平臺，讓大家可以感覺好像在旁邊。隨著 5G 於臺灣蓬勃發展，透過各地文化展演，將群眾聚在一起，怎樣集結企業共同建立團隊，利用每個城市所提供場域去做練習。以東奧為例，NTT 在這之前做了相當多的嘗試與練習，最終於最後展演上有不同展現。在臺灣也漸漸在做這些事，未來可能將在臺灣的經驗，共同打包到東南亞、歐洲去展演這些東西。

NTT 是全球性的公司，全球共同協作上，每年都會開研發中心，讓全球知名公司來參觀，臺灣也可借鏡此經驗，在地方建好場域，可能會有一些高科技公司進駐，即使疫情仍可以持續進行。

從全球的經驗來看，電信公司在裡頭扮演相當重要的角色，由於掌握線路以及高科技整合效果，但可能缺乏設備、軟體開發人員，如何將物聯網、軟體業者與技術人員整合。政府就扮演重要的角色，如何運用延續性經費鼓勵廠商、電信公司去做這件事，而非一次性。以東京奧運為例，很多公司都共同投入，進而形成一種產業。

訪談記錄13

壹、時 間：2021年10月19日

貳、地 點：線上訪談

參、受訪者：金屬工業發展研究中心企劃推廣處處長 林○○

金屬工業發展研究中心精微成型研發處處長 林□□

肆、重點摘錄

一、南部地區與臺灣其他地區相比，在推動智慧製造上，是否有明顯的產業、企業規模、在地需求等地域特殊性？

臺灣南北在地域特殊性上仍有差異，以北臺灣觀察仍為半導體科技產業居多，在導入智慧製造上會有較多主動性想法與引導，會多留意國外運作模式與在資源取得上也較充裕，以及公司規模與經營者眼界也較強導入會較積極。而中區因工具機產業較蓬勃發展，在國內有明確的產品系統，未來應用於相關零組件技術加工導入智慧製造或自動化時能馬上呈現效益，而此族群之外銷比重較高，企業經營者也較集中，所以當在提出智慧製造導入時，相關政府單位如經濟部技術處大多皆會先以工具機當示範導入，另也有請工研院於中部成立智慧製造示範場域。

若以金屬加工產業舉例，以金屬中心業務範圍在設備端能導入智慧製造的項目不止工具機，在金屬加工領域中還有鍛造、鑄造、射出成型等，此族群多落於南部居多，亦較少看到有集中投入智慧製造推動，另外，訊息落差也會影響到南部傳統產業與中小企業在導入智慧製造的思維。

南臺灣有扣件與鋼鐵群聚產業，臺南則是以模具與汽車零組件為大宗，但多仍為中小企業，而不論哪些產業的中小企業在製造產線的工廠環境上本身與高科技業產業環境不同有較大的落差，高科技產業有無塵室，而傳統產業在生產製程上如鍛造衝擊力較大，其設備會產生振動導致廠房會因

這些加工產生噪音，以及在生產過程中較容易有油垢汙染，加工的製程中溫度也會較高，所以若要導入智慧製造屆時會有大量的資通訊傳感器或物聯網連接，在考量環境部分需考慮其是否能防水、防油、與防高溫，要克服較多相關技術面問題，所以當法人單位要與業者溝通時，與輔導高科技產業導入資通訊經驗會不同，環境是其考慮較大之因素需協助業者克服，更因南臺灣每個產業群聚的商業模式都不相同，不是資通訊業者切入後導入即可解決，需先釐清其痛點問題再結合資通訊協助導入智慧製造或物聯網設備串連會較容易成功。

而不僅止於南北之分，產業類別也需觀察，在競爭較激烈或產值較高的新興科技產業如半導體、面板或 PCB 產業等，因企業體系較大也需有人才，所以在投入智慧製造意願會較高速度也較快，然而，南部企業要投入先進科技時，往往多相談甚歡但進而報價後因資金問題則不願再繼續，也會考慮投入太多資金若效益不彰與二代不接班則無法經營長久等相關問題。

二、南部地區企業導入智慧製造普遍遇到的障礙與在綜合考量成本效益後，現階段5G 與 AI 應用於智慧製造方面較適合中小、大型企業優先導入的應用

南部中小企業產業屬性較多元，也會造成中小企業良莠不齊，在輔導導入智慧製造與數位轉型時，業者皆還無法體驗其模式能為公司帶來哪些好處與效益，甚至有些公司自身自動化程度仍不足呈現半自動化狀態，以及現在大多設計即可運用4G 無需使用到5G，5G 現在剛啟動價格也較貴，但因5G 是專網在資安上相對4G 是透過公網模式會比較安全，若為大型企業公司，會考慮其參數與數據若沒有在專網上會導致機密流失，若是有此強烈需求才會考慮5G 設備。

而在輔導中小企業導入智慧製造上，選擇 AI 光學檢測導入為最直接且較容易推動之領域，因機械手臂可取代人工與透過 AI 光學檢測可降低

產品不良率並可在短時間呈現效益，所以在與業者討論是否能透過此兩種模式來解決其問題與痛點時，業者接受程度會較高。

然而，南部中小企業在考慮是否需導入資訊化時會因為較保守且會觀望其好處與效益，又因無示範案例可觀摩相對導入速度會較慢，金屬中心則在2年前於傳統產業增值中心建置智慧製造工廠與扣件智慧製造示範產線，建置完後先透過工會運用會員大會向業者展示，但因法人單位在推動智慧製造上需要空間、人力與設備等，也有計畫經費的問題，所以邀請業者共同推動扣件智慧製造，邀請業者提供自家廠房裡有自動化程度但尚未達到智慧機械的設備，一同研究將其設備提升至智慧機械，讓中心同時可做研究示範亦可解決以往需至現場工廠採集資料之阻礙。

另外，扣件製程以往在模具上架後需要對準中心，此步驟相當重要，需先試打後再進行準確測量，若無準確則需要再調整模具，此模式以往都靠老師傅的經驗，但在其中也打了無數支不良品較花費時間，若是無經驗的技師花費的時間會更長，此問題則可透過智慧製造解決，將打出的參數搜集變大數據參考調整，對傳統扣件產業技術人才退休流失有幫助，對業者也會產生較大的誘因，而光學檢測可透過AI即時檢測發現不良品篩選，讓其良率提升降低損失成本，此兩種模式可立竿見影業者會較有意願導入。

然而，縱使有系統整合資訊業者欲協助中小企業導入數位轉型，但因為與高科技產業之導入模式不同也不清楚其痛點問題，所以在整合上要說服中小企業的速度會較緩慢與在溝通程序上的時間也會較長，建議可邀請法人單位協助異業整合會更有效率，金屬中心亦有與微軟成立策略結盟整合協助南臺灣的傳統產業。但在導入前業主仍需瞭解認知到，第一，其自動化是否對公司有幫助；第二，需要花費多少資金；第三，是否真的需要用到此智慧製造，目前較廣泛應用的為AI光學影像瑕疵檢測，若是再更複雜的模式業者會覺得不適用就會繼續觀望。

最後，舉凡人才、技術、SI 廠商、業者企圖心、二代接班等問題都是在協助中小企業推動導入智慧製造的障礙與限制因素，除相關專業技術不足外，企業內部是否有足夠的資訊人才與外在的 SI 廠商皆為關鍵因素所在，SI 廠商在南部幾乎多從自動化轉型但仍不到位，與業主的企圖心及老員工排斥新科技導入，以及若企業內部之標準化、自動化、合理化等都尚未到位，要導入資訊化與可視化就更不容易，業者需釐清導入智慧製造的原因與需求，若有意願導入可先尋求法人單位輔導釐清問題後再協助導入會比較成功。

三、中小企業推動產線智慧化由「資金與資源不足」轉為「人才不足」之障礙，其紓緩人才荒的較佳作法與現行的產學合作等可精進改善之處

南部有些學校已有鎖定智慧製造與扣件產業，如高科大有設立模具系，其聯盟訴求設計跟人才培育；正修科大也因參觀金屬中心之示範場域後參考其示範線架構與合作廠商購買設備建立示範線（其示範廠商也達到曝光與銷售管道）在做訓練與人才培育；高苑科大則位於扣件產業的蛋黃區也有推廣部分人才培育與投入。

然而，現今高科技業者不斷擴廠，年輕人不想進入工廠就業則會選擇高科技產業，傳統產業也因疫情意識到零接觸模式需加強自動化程度的重要性，也願意打造好環境吸引人才就業，而雖人才培訓全臺灣學校皆在培養，但學生畢業後是否會投入該產業是人才不足議題的重點。尤其，現今台積電不斷擴廠而影響人才流動確實會影響到傳統產業所需之人才，建議傳統產業需升級其工作環境廠內設備與製程來吸引人才就業。

四、臺灣在智慧製造的推動政策上，中央或地方政府能再扮演的角色與協助業者解決採用新興技術的障礙

示範場域會遇到的問題大多為第一，設備維運與每個月水電等固定開銷，若計畫停止將會面臨維運問題，第二，因場域與設備較高級所以業者

大多觀摩居多，而因法人單位資源多來自政府，無營利與利害關係也無商業與技術機密，故示範線若設立在法人單位也許會較適合，若設立在業者可能會有同業競爭問題比較容易受到阻礙，但若有廠商想提供示範場域可選擇戰情室模式，只會看到數據不會看到產線，可提供示範成功的模式又不會透露到商業機密。

最後，在產官學研要如何去鏈結，需在自動化與智慧製造不同層級上投入長期資源與人力，另外，對於業者公司裡若設備仍未達到數位化之智慧製造也會較難輔導導入。但六都產業族群與自動化及數位化程度仍有不同，接受到的資源與城鄉差距及地方政府經費有限也是問題，建議地方政府可分層次處理，先局限於有意願導入的業者邀請地方學校或法人單位協助離清問題後先行協助逐漸導入，再協助撰寫相關申請中央計畫補助資金導入智慧製造。

附件6 期初報告審查意見回覆

審查意見	中經究院回覆
第一章	
(1) 第一章請先定義研究範疇及重點，主題/標的之利基、問題等，並將研究背景、研究架構與預期效益，分小節撰寫。 A. 研究背景：請說明臺南市數位轉型現況（包括利基及不足之處）。	感謝委員意見，已於第一章「二節 研究目的與架構」、「圖 1-2-1 本研究架構」中，敘明本研究範疇及重點主要針對「5G 臺南隊」所涵蓋的智慧製造、自駕車、文化展演等三項領域的新興數位科技驗證場域內容進行研究。 已於第二頁第2段起運用座談會、訪談、文獻分析，說明臺南市數位轉型的現況與不足。
B. 研究架構與目的 (A) 章節規畫應聚焦研究主題並強化各章節之連結，應明確說明本研究所欲探討臺南市「新興數位科技驗證場域」有哪些面向，例如 5G 驗證場域或沙崙自駕場域設立的目的為何？擁有的利基及可扮演的角色為何？關聯的產業或技術為何？亦可配合市政府所關切的重點產業進行選定，後續國內外案例的選定及研究分析請聚焦在上述選定的領域。 (B) 請釐清第三章的研究目的究竟是提出「5G 臺南隊的規畫缺口」，或提供臺南「5G 影像應用技術驗證場域」規畫的參照案例。若為後者，為何未將其他產業的驗證場域（如沙崙綠能科學城自駕實驗場域、南科 3D 列印醫材智慧製造示範場域等）納入。 (C) 臺南的 5G 產業研究中，可聚焦自駕車產業，以協助此產業發展，有機會仿效 Tesla 在臺灣建立產業供應鏈。	(A) 感謝委員意見，除於第一章「第二節 研究目的與架構」、「圖 1-2-1 本研究架構」說明本研究針對智慧製造、自駕車、文化展演等三個「5G 臺南隊」涵蓋領域進行建置新興數位科技驗證場域的相關研究；「第三節 研究方法與預期效益」的預期效益中，也再次強調本研究範疇聚焦臺南市政府「5G 臺南隊」所關切的三項領域。 (B) 本研究章節安排中已明確列出將針對智慧製造、自駕車、文化展演三領域的新興數位科技驗證場域進行探討。並已於第四章「第一節 臺南市推動新興數位科技驗證場域的措施盤點」中，增加「臺灣智駕測試實驗室」之分析內容；「南科 3D 列印醫材智慧製造示範場域」將於後續盤點高雄市智慧製造驗證場域時納入分析。 (C) 本研究觀察我國中央與地方政府推動之電動車政策主要聚焦電動大巴的國產化與測試，例如，交通部的「電動大客車示範計畫」，通過經濟部《無載具創新實驗條例》審核之自駕車測試也多為電動巴士，因此本研究後續將聚焦於自

審查意見	中經究院回覆
	駕巴士而非 Tesla 之自駕轎車進行探討。
第二、三章	
(2) 第二、三章分別討論新興數位科技驗證場域的國內及國際標竿案例	感謝委員意見，已修正章節架構為「第二章 新興數位科技驗證場域的國內案例研析」、「第三章 新興數位科技驗證場域的國外案例研析」。
A. 第三章第一節「臺灣新興數位科技驗證場域的盤點」部分，請調整至第二章(國內案例研析)論述。 B. 第一章第二節「新興數位科技驗證場域建置的國際趨勢探討」部分，請調整至第三章(國外案例研析)分析。 C. 案例的盤點內容不宜過多且應聚焦，著重於分析其帶動地方產業轉型、吸引高階技術人才駐留的模式，並於末章提出相關政策建議。 D. 請配合第一章所界定的驗證場域或產業類型，選定具亮點、符合臺南市在地需求的案例，國外案例請限縮於城市的亮點措施，不宜擴大至國家層面。例如，報告中盤點高雄市促進產業升級轉型的作為，應說明其與本專題研究(臺南市)的關聯、互補、連結或要對比的部分為何。	A.已於第二章「第二節 臺灣五都推動新興數位科技驗證場域的案例研析：以智慧製造、自駕車、文化展演為例」針對臺南市以外的其餘五都，在智慧製造、自駕車、文化展演的作為與布局，進行盤點。 B.由於新興數位科技驗證場域建置的國際趨勢應屬於本研究背景資料，因此改置於第二章「第一節 新興數位科技驗證場域建置的類型與國際趨勢探討」。 C.本研究篩選的智慧製造、自駕車、文化展演國際標竿案例，分別為世界經濟論壇「燈塔工廠」、新加坡自駕車測試場域、韓國/比利時/日本的線上(虛擬)演唱會與科技藝術展演，皆有其領先全球之地位與特色。 D.本研究標竿案例選擇將限縮於智慧製造、自駕車、文化展演領域，並力求扣合臺南市的驗證場域相關內容。但以智慧製造、自駕車驗證場域而言，國際上包括臺灣本身，均多半以國家層面，而鮮少單獨以城市力量推動。因此本研究在國際標竿案例選擇上仍不免觸及國際組織或國家層級的驗證場域案例，惟在分析內容上將力求務實，而非高層次的政策探討。
第四章	
(3) 請新增第四章，獨立討論臺南市的現況與不足之處、對臺南市數位轉型及帶動地方產業轉型的政策建議，針對臺南市既有的驗證場域進行反思及檢討，分析臺南市是否具備足夠條件承接5G等科技驗	感謝委員意見，已新增「第四章 臺南市推動新興數位科技驗證的現況分析」，並於「第二節 臺南市與國內外新興數位科技驗證標竿案例的比較分析」，透過比較其餘五都、國外標竿案例針對臺

審查意見	中經究院回覆
證場域(例如桃園及彰化等地均已設立自駕車驗證場,臺南市成立自駕車測試實驗室的特定需要及必要性為何),並於第五章結論與建議(原第四章調整為第五章)綜整歸納第一章至四章內容。	南市現有的驗證場域進行反思及檢討。
其他	
(4) 研究報告中,請避免使用如鑒別臺南市數位轉型政策或規畫「缺口」、對比5G 臺南隊規畫「缺口」等較具批判性的用詞。	感謝委員意見,已刪除類似用詞。

附件7 期中報告審查意見回覆

審查意見	中經院回覆
第一章	
(一)請先定義何謂數位科技驗證場域的「成功模式」，除了能夠達成本研究之目的－促進本地產業創新、升級及轉型之外，是否也包含數位科技驗證場域所提供的場域特色能確實反映數位轉型企業之需求，且企業能藉由產品或服務於該場域之驗證或仿效達到轉型之目的。	感謝委員意見，已於第 20 頁新增「陸、新興數位科技驗證場域的成功模式」說明何謂成功數位科技驗證場域。 【本會前次意見】 <u>請補充分析第三、四章之國內外案例是否符合本研究所定義的成功模式。</u> <u>將於期末報告嘗試運用此處的「成功模式」標準，對國內外案例進行評量，進而提出政策建議。</u> 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(二)研究架構部分，依據 P.7 論述及本專題研究目的，P.8 圖 1-2-1 的研究目的「臺南市數位科技驗證場域策略建議」，應為「臺南市運用數位科技促進本地產業創新、升級及轉型的精進建議」。	感謝委員意見，已重繪第 8 頁「圖 1-2-1 本研究架構」。 【本會意見】 擬同意。
(三)研究方法部分，請補充因應 COVID-19 疫情期間的研究方法(例如視訊會議及電話訪談等)(P.8-P.9)。	感謝委員意見，已於第 9 頁第二段「3.舉辦座談會並進行專家訪談」最末，新增將以視訊或電話等遠距方式舉行座談會、專家訪談之說明。 【本會意見】 擬同意。
第二章	
(一)本章請比照第三章，依三大產業	感謝委員意見，已將第二章第二節至第四節，

審查意見	中經院回覆
(智慧製造、自駕車及文化展演)分小節撰寫。	分別依序智慧製造、自駕車、文化展演，撰寫臺灣五都的新興數位科技驗證場域案例研析。 【本會意見】 擬同意。
(二)各產業(各節)的案例選擇上，無須囊括五都所有案例，請 <u>限縮於符合臺南市在地需求的亮點案例</u> 。	感謝委員意見，本研究將先進行較全面的案例盤點後， <u>再經由座談會、專家訪談等進行收斂，篩選更符合臺南市在地需求的亮點案例</u> 。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時呈現收斂後的案例盤點。
(三)案例的討論上，介紹內容不宜過多(尤其文化展演案例過度介紹與本研究無關的作品理念及作者介紹)，請聚焦分析其推動成功的原因、帶動地方產業升級轉型或吸引人才進駐的利基，並於第四及第五章提出可供臺南市借鏡的部分。	感謝委員意見，本研究將針對各領域案例撰寫的方式進行調整，盡可能納入 <u>推動成功原因、帶動地方產業升級轉型、吸引人才進駐、不足之處或尚未成功的因素等</u> 。部分內容(網路次級資料收集較不易取得) <u>待期中後透過訪談或電訪取得資料，於期末報告強化</u> 。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(四)目前所盤點的國內案例相較於臺南市不必然領先或已經成功，建議於盤點時也可以一併討論 <u>案例不足之處或尚未成功的因素</u> ，可做為第四章對 <u>臺南市的政策建議</u> 。	1. 感謝委員意見，本研究將針對各領域案例撰寫的方式進行調整，盡可能 <u>納入推動成功原因、帶動地方產業升級轉型、吸引人才進駐、不足之處或尚未成功的因素等</u> 。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。 2. 已重新撰寫第 26 頁第二章「第三節 自駕車案例研析」，臺北市與桃園市案例，並依據測試案例緣起、主要測試內容、未來規畫與後續測試方向等三大類內容進行探討。 <u>剩餘新北市、臺中市也將比照此模式撰寫，以利後續各實證案之比較</u> 。

審查意見	中經院回覆
	【本會前次意見】 <u>本項審查意見，仍請納入期中報告修正內容(第2、3、5節)。</u> 已將第26頁第二章「第三節 自駕車案例研析」的臺北市、新北市、桃園市、臺中市自駕車案例分析，依據測試案例緣起、主要測試內容、未來規畫與後續測試方向等三大類內容進行探討。 【本會意見】 請完成第2節及第5節待撰部分。
第三章	
(一)自駕車場域宜將臺灣與新加坡的發展現況及優缺點再做詳細分析。	感謝委員意見，已於第65至78頁起新增新加坡的自駕車驗證場域發展現況，<u>後續將再增加與臺灣的優缺點分析。</u> 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(二)P.56~P.59「一、比利時南部數位瓦隆尼亞與光雕新體驗」中，「(一)數位科技發展局」及「(二)廠商個案：Dirty Monitor」之間看不出關聯性，請說明把兩者放在一起討論的原因為何，以及兩者對於該產業推動成功的作為分別為何。	感謝委員意見，已於第85至87頁補充說明，比利時在地方層級設立數位科技發展局，可作為台南地方政府在思考文化展演數位科技應用的做法借鏡，而該局重點強調發展的跨域整合 TWIST 領域，Dirty Monitor 為一種發展類型個案。 【本會前次意見】 <u>請於 P.87 內容中補充說明 Dirty Monitor 為跨域整合 TWIST 領域其中一種發展類型個案。</u> 第110頁第一段補充說明「TWIST 為比利時特有的產業聚落，包括105個會員，其共同之處是在視聽上的專業度，無論是做為技術使用者（服務提供商），還是做為創新技術的開發者，

審查意見	中經院回覆
	主要體現在以下領域：電影、電視、動畫、網路、行動、擴增實境、跨媒體、多螢幕等，而 Dirty Monitor 為其會員之一。」 【本會意見】 擬同意。
(三)P.56~P.57 本段係探討科技藝術展演的國外案例，惟對於比利時瓦隆尼亞數位科技發展局的介紹涉及許多與本主題無關內容，請重點討論其在科技藝術展演方面的推動政策即可。	感謝委員意見，已於第 85 至 87 頁調整與文化展演科技藝術較不相關的內容，因為從政策/計畫的角度來檢視，較少地方政府單位會直接拉出該項政策或計畫，多半是伴隨在數位相關政策下，有其發展脈絡，故仍保留部分該機制的說明。 【本會意見】 擬同意。
(四)P.57 請補充說明「Dogstudio 公司... ..從情感端操作，為我國相關業主交為缺乏的面向」所指為何。	感謝委員意見，已於第 86 至 87 頁補充說明「Dogstudio 公司善用科技結合設計，打造出給消費者的新體驗模式，從情感體驗端操作；我國業者擅長的路徑為硬體製造，較少從直接接觸消費者端的平台體驗整合服務提供模式。」 【本會意見】 擬同意。
(五)P.59 最後一段，綜整的部分請移至本章第四節「本章小結」統一撰寫；反思及比較分析部分，請放在第四章第二節「臺南市與國內外新興數位科技驗證標竿案例的比較分析」撰寫；對臺南市的建議部分，請移至第五章「結論與建議」撰寫。	感謝委員意見，已調整相關內容的討論至第 93 至 94 頁本章第四節「本章小結」統一撰寫。期末報告綜整相關討論於第四章第二節「臺南市與國內外新興數位科技驗證標竿案例的比較分析」、第五章「結論與建議」。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(六)P.61~P.62 對於法國光之博物館及	感謝委員意見，已於第 89 至 91 頁調整相關

審查意見	中經院回覆
梵谷日本夢共同展覽等，請精簡展覽及作品理念等細節的介紹，並強化分析其成功原因(包含使用技術、官方推動、廠商進駐及產業帶動情形)。	內容的論述方式。 【本會意見】 擬同意。
第四章	
(一)請補充分析臺南市智慧製造、自駕車及文化展演等 <u>3 項產業的不足之處，並就現有政策發展的條件進行反思及檢討(例如台南市是否具備承接 5G 臺南隊等相關政策所需的條件等)</u>。	感謝委員意見，期末將於第四章第二節<u>進行相關分析，以及反思與檢討</u>。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(二)3 項產業中，除「自駕車」屬於封閉型的實驗場域之外，另外 2 項都與臺南市區域產業與環境(文化)特色有密切關連。建議後續研究應將<u>臺南市的產業結構與社會、歷史及文化資源特色納入分析</u>。	感謝委員意見，將於第四章第二節進行臺南市與國內外新興數位科技驗證標竿案例比較分析時，納入<u>說明臺南市的產業環境</u>。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(三)所謂數位科技驗證場域乃至於數位轉型，應是藉由政府提供民間企業在數位轉型期間之產品或服務的驗證場域，在概念驗證(POC)或服務驗證(POS)後，再由民間企業導入實體商業應用(POB)。建議<u>補充盤點臺南市 3 項產業之指標性企業在數位轉型過程中，希望政府提供什麼協助，又那些協助屬於數位科技驗證場域可提供之範疇，藉以提供臺南市政府作為未來建置之參考</u>。	感謝委員意見，後續將透過座談會、專家訪談等方式，於第四章第二節進行臺南市與國內外新興數位科技驗證標竿案例比較分析時，納入<u>臺南市三領域指標性企業在數位轉型過程中，希望政府提供什麼協助、哪些協助屬於數位科技驗證場域可提供之範疇</u>。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(四)「壹、智慧製造」的案例介紹稍顯凌亂且缺乏重點，無法看出其現況及不足之處，難以在後續提出相應的政	1. 感謝評審意見，後續將以更具備一致性的方式修正燈塔工廠的案例撰寫方式。初步將分為(1)廠商背景簡介；(2)入選燈塔的原

審查意見	中經院回覆
策。 1. 不同公司的介紹宜分點撰寫，並綜整分析目前廠商、技術面及政府合作等面向上的現況、成功案例及失敗(不足)之處。 2. 例如：P.69~P.72 龍鋒企業(車燈製造)，雖然在區域特色產業聚落分布上有切中臺南市做為臺灣車輛零組件產業重鎮的特色，但內容上顯得紛雜而沒有特色，恐怕難以產生示範作用，若能在「汽機車零組件製造業燈塔工廠」數位轉型亮點提出給臺南市政府有價值的參考(甚至指引)，對臺南市政府而言會很有價值。	因；(3) 面對的生產痛點與採用之新興數位技術分析；(4) 初步成效與後續規畫。 【本會前次意見】 本項審查意見，仍請納入期中報告修正內容。 【本會意見】 本項審查意見仍未修改，請補充分析內容。 2. 經檢視全球燈塔工廠名單發現，與汽車零組件相關之燈塔工廠案例為 2021 年 3 月入選的德國博世公司(BOSCH)位於中國蘇州的工廠。本研究將增加對此案例進行研析；另有鑑於臺南市以中小企業為主的產業結構，也將挑選燈塔工廠中唯一的中小企業案例義大利電子產品代工廠 Rold 進行分析。兩案例將撰寫於第 49 頁起。 【本會前次意見】 本項審查意見，仍請納入期中報告修正內容。 已於第 73 頁至第 78 頁分析中小企業燈塔工廠 Rold 案例；第 79 頁至第 86 頁說明汽車零組件製造業德國博世中國蘇州廠案例。 【本會意見】 擬同意。
(五)「貳、自駕車」中對於五項實驗計畫的論述過於分散凌亂，除無法看出各項計畫的重點及關連性之外，亦欠缺分析見解。請於各項計畫下分點論述該計畫的主要目標、現況(包括技術面、政策執行情形及不足之處等)或未來規畫。	感謝評審意見，已重新撰寫第 26 頁第二章「第三節 自駕車案例研析」，臺北市與桃園市案例，並依據測試案例緣起、主要測試內容、未來規畫與後續測試方向等三大類內容進行探討。剩餘新北市、臺中市也將比照此模式撰寫，以利後續各實證案之比較。 【本會前次意見】 本項審查意見，係探討臺南市自駕車相關計畫

審查意見	中經院回覆
	(P.103~P.114)，而非第二章之國內案例。請於各項計畫下分點論述該計畫的主要目標、現況(包括技術面、政策執行情形及不足之處等)或未來規畫。 已於第 129 頁至第 135 頁，臺南市開放式自駕車驗證的相關內容，已依據測試案例緣起、主要測試內容、未來規畫與後續測試方向等三大類內容進行探討。 但其中「<u>成功大學自駕車輛試驗計畫</u>」目前仍找不到初步成果、未來規畫與後續方向之內容。<u>後續將透過專家訪談或座談會之方式，完成相關內容。</u> 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(六)「參、文化展演」 1. 文化展演案例應該是臺南市最能凸顯特色及優勢的主題，尤其 2024 年即將迎接「臺南府城建城 400 年」，本節若能對該活動產生啟發及引導作用，特別是在「與數位科技結合的文化展演」新型態方面具有發揮空間，將更能凸顯本研究的價值。 2. 目前研究內容無論在作為對照的國內外案例與臺南的案例盤點、分析方面，都顯得零散，建議後續的研究應有具體的建議方向，並朝選定的建議方向聚焦。	感謝委員意見。 1. 謝謝委員回饋，期末會在期中研究基礎上，強化在「臺南府城建城 400 年」基礎上「與數位科技結合的文化展演」此部分的建議。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。 2. 謝謝委員建議，在國內外個案的篩選上已透過座談會朝向業界現在指出的兩大趨勢：一是線上（虛擬）演唱會，二是科技藝術展演方向來分析，已於第 119 至 120 頁在臺南的撰寫部分調整呼應此方向。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。

審查意見	中經院回覆
3. P.86~P.92 「一、參與廠商盤點」及「二、文化展演新興數位科技在臺南市的應用」應有前後關聯性，請於第一點盤點廠商後，於第二點分別介紹其在臺南市發展的技術、運用現況(成功及失敗之處)或未來合作面向。 4. P.86 表 4-1-4 請新增左方標題欄位(並分別以「主要技術」及「與台南市的合作領域」等作為標題)，綜整各廠商在文化展演領域參與 5G 台南隊的情形。 5. P.88~P.92 請重點介紹「臺灣 NTT」及「雅匠科技」現在/未來在臺南市開展的產業或技術，並聚焦與本章主題及臺南市有明確關聯的合作項目，例如看不出雅匠科技參加「Okinawa Startup Program」及設立東京分公司(P.92)與本章的關聯性，請補充說明其關聯或刪除無關的論述。 6. 數位文化展演主題本身就是許多數位科技(如 URA、AR 及 VR 等)的最佳展示場域，但若無焦點，難免落於零散且缺乏特色。從臺南市數位文化展演所選定的幾個分析對象，多屬由下而上(bottom-up)的結果，也凸顯臺南市	3. 謝謝委員建議，已於第 114 頁在前面補充說明以下兩點的討論重點與關聯性「一、參與廠商盤點」及「二、文化展演新興數位科技在臺南市的應用」。 【本會意見】 擬同意。 4. 謝謝委員建議，已調整第 115 頁表 4-1-4 之呈現。 【本會意見】 擬同意。 5. 謝謝委員建議，已於第 116 至 119 頁調整此部分內容著重「臺灣 NTT」及「雅匠科技」在臺南的部分。 【本會意見】 擬同意。 6. 謝謝委員建議，本研究已透過座談會朝向業界指出現在文化展演的兩大趨勢：一是線上（虛擬）演唱會，二是科技藝術展演方向。<u>期末報告會再進一步透過訪談，以在政策建議上會朝向有效透過地方政府帶動發展的政策建議。</u> 【本會意見】

審查意見	中經院回覆
<u>在此產業尚未有整體的構想，後續研究應有很大的政策建議空間。</u>	擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(七)本章欠缺對於<u>產業帶動及人才駐留的分析</u>。	感謝委員意見，後續將增加有關<u>人才培養或駐留的分析</u>。 【本會前次意見】 <u>本項審查意見(係期初審查會議結論)，仍請納入期中報告修正內容。</u> 已於第 127 頁增加「(三)臺南市於智慧製造領域的人才培育概況」； 已於第 143 頁增加「(六)臺南市於自駕車領域的人才培育概況」； 已於第 153 頁增加「(三)臺南市於文化展演領域的人才培育概況」。 <u>以上內容均為初步盤點，期末報告將提出更完整的人才培養或駐留分析。</u> 【本會意見】 1. 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。 2. P.128「4.崑山科技大學」應為編號 3。
五 跨章節建議	
(一)報告撰寫格式、錯(漏)字或誤植部分(詳附件)，請全文檢視並修正。	感謝委員意見，已進行全文檢視並修正。 【本會前次意見】 <u>序號體例「壹、一、(一)、1.」部分，請全文檢視並修正，如第二章第一節缺「肆、」，第三節「參(壹)、(貳)」。</u> 已修正第二章第一節序號體例。 已修正第二章第三節序號體例。

審查意見	中經院回覆
	【本會意見】 擬同意。
(二)對於智慧製造國內外現況及案例研究宜再具體詳盡，除了產業現況外，<u>學術界的智慧製造種新的研發成果也應適度盤點</u>。	感謝委員意見，將針對學術界智慧製造成果可供臺南市利用的內容，進行盤點。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(三)後續請將臺南市與各標竿案例的發展現況及優缺點詳細分析。	感謝委員意見，謹遵辦理。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
(四)後續應對臺南市政府相對應的數位轉型施政重點提出具建設性的建議，亦應注意須配合臺南市產業結構的區域特性與數位轉型需求，提出相應的政策建議。	感謝委員意見，謹遵辦理。 【本會意見】 擬同意，並請於期末報告時強化分析內容。
附件	
1. P.67 第 3 行 2020 年「17 月」及第 7 行「強」前述。 2. P.68 沙「倫」。 3. P.68、P.69 布「撿」、「佈」建。 4. P.71 MR 混合實境的英文全稱 Mixed Reality 請放在本報告首次提到 MR 概念的地方。 5. P.79 「0~」低速行駛。 6. P.94 第三節本章小「節」。	感謝委員意見，已進行全文檢視並修正。 【本會意見】 擬同意。

附件8 期末報告審查意見回覆

審查意見	中經院回覆
請補充英文摘要	已新增英文摘要。 【本會意見】 擬同意。
第二章	
(一)本章案例的討論上，請納入推動成功原因、帶動地方產業升級轉型、吸引人才進駐、不足之處、困難或尚未成功的因素，並於表2-5-1~2-5-4中呈現。	P.70.末段新增說明本研究自駕車相關個案不適用納入諸如推動成功原因、帶動地方產業升級轉型、吸引人才進駐、不足之處等之緣由。 感謝委員意見，文化展演領域已於表2-5-3中呈現內容。 【本會意見】 1. 擬同意。 2. P.74 第一行應改為試以「表 2-5-3」綜整前述五都推動「科技文化展演」驗證場域。 【中經院第二次回覆】 已修正 P.75 第一行為「試以表 2-5-3 綜整前述五都推動「科技文化展演」驗證場域的案例」。
(二)本研究盤點臺中市「智慧製造技術驗證場域」，完整示範如何讓業者掌握智慧製造系統樣貌，內容具體，但如能從產、官、學、研面向，整合中興大學、逢甲大學來統一論述會更完整(P.22~ P.30)。	P.27 新增「二、智慧製造學研資源」，描繪與簡介中興大學、逢甲大學在智慧製造的研發與人才培育措施。 【本會意見】 1. 擬同意。 2. P.27 倒數第 4 行句尾應為句號。 【中經院第二次回覆】 已修正 P.27 倒數第 4 行句尾為句號。
(三)P.39、P.45 及 P.285 提及桃園虎頭山「創新園區」及「車聯網智駕中心」	於 P.45 末段補充虎頭山「車聯網智駕中心」促進在地產業升級轉型的初步

審查意見	中經院回覆
試圖帶動當地智慧物聯網相關產業、相關業者跨業整合，以達到促進在地產業升級轉型，請補充其現有具體成效。	成果。 【本會意見】 擬同意。
(四)P.64 表 2-5-1 請補充日月光智慧工廠下效益欄位的內容。	已新增 P.67 表 2-5-1 日月光智慧工廠下效益欄位內容。 【本會意見】 擬同意。
第三章	
(一)P.106 請補充成功大學與新加坡新科公司自 108 年起簽署備忘錄合作迄今的初步成果。	經查，成功大學與新加坡新科工程公司於 2019 年簽署合作備忘錄後，至今並無公開初步成果。 【本會意見】 擬同意。
第四章	
(一)P.201 表 4-2-3「(3)設備稼動管理功能」及「(4)完工計量管理功能」之內容似乎有誤，請再確認。	已修正 P.208 表 4-2-3「(3)設備稼動管理功能」及「(4)完工計量管理功能」內容。 【本會意見】 擬同意。
(二)P.200 以「智慧機械產業推動方案」的 4 步驟盤點臺南市推動智慧製造的成果與可精進之處，惟內容多聚焦於該方案的介紹，欠缺對照臺南市現有成果與未來可精進之處的比較分析，請補充分析。	為求內容完整性，除介紹「智慧機械產業推動方案」的 4 項工作重點後，即連帶盤點臺南市在輔導設置智慧機上盒數量、參與智慧製造輔導團數量、打造智慧製造標竿示範企業、上傳智慧機械雲工業應用 App 數量等情況，並於 P.206 第二段起新增總結臺南市推動智慧製造普及的現有成果與可精進之處。 【本會意見】 擬同意。

審查意見	中經院回覆
(三)自駕車驗證場域方面，各縣市案例特色上，臺北市的亮點為長距離的夜間測試；臺中市為「自駕車測試監控整合管理平臺」與「模擬環境訓練平臺」的「虛實整合測試」；臺北市、新北市以 5G 進行自駕車與路側設備之間的測試；桃園市及臺中市則有佈建路側設備強化對自駕環境的紀錄與監控。但沒有論述到沙崙自駕車測試場域的細節(亮點之處)，請補充說明。	P.166 第一段新增總結臺灣智駕實驗室的亮點。 【本會意見】 擬同意。
(四)P.225~P.227 請補充分析臺南市自駕車 4 項產業鏈不足之處及策略建議。	P.230 第二段起重新撰寫臺南市自駕車產業鏈不足之處及策略建議。 【本會意見】 擬同意。
(五)P.232~ P.233 第三節小結論及本節跳脫驗證範疇，針對臺南市在各產業的量能進行盤點，惟本研究是以驗證場域為主軸出發，仍請綜整 3 項產業在新興科技驗證場域的現況、不足之處及建議；二、自駕車部分，除缺乏對驗證場域的分析，亦缺乏探討產業鏈不足之處的論述。	P.238~ P.241 重新撰寫「第三節 本章小結」，並新增針對臺南市智慧製造、自駕車驗證場域的分析、探討產業鏈不足之處的論述。 【本會意見】 擬同意。
(六)P.233 最後一段前 2 行「相較於一次性的光雕秀，...博物館是可能的場域」與前段後 3 行「特別是相較於單次舉辦的科技藝術展演或光雕秀，...博物館是可能的場域。」內容重複。	已調整 P.247 兩段相關文字，並刪除重複的內容。 【本會意見】 擬同意。

審查意見	中經院回覆
(七)在臺南市自身推動智慧製造、自駕車及文化展演方面，發現當地符合工業局「技術服務能量登錄合格機構名單」的數量、法人及研究機構開發工業應用 APP 並上架「智慧機械雲」的數量，均明顯低於其他縣市，可能隱含當地的智慧機械輔導能量與生態系統仍待加強，但具體原因請再細部說明。	已於 P.237 末段，補充說明臺南市智慧機械輔導能量與生態系統待加強的具體原因。 【本會意見】 擬同意。
第五章	
(一)本研究所提政策建議內容仍多侷限於「整理現有作法的彙整及呈現」，建議能以較具系統性的建議為方向再做調整。	P.258 新增「表 5-2-1 臺南市推動智慧製造驗證示範現況與本研究政策建議對照」、P.284 新增「表 5-2-10 臺南市發展自駕車產業現況與本研究政策建議對照」，並說明清楚臺南市政府「5G 臺南隊」納入智慧製造、自駕車領域進行驗證與示範的政策初衷。 【本會意見】 擬同意。
(二)智慧製造	
(1)針對智慧製造提出「積極擴大生態系統(智慧製造生態系統)」，建議非常有價值，但往下卻僅止個別的提出「運用地方型 SBIR 計畫」、「導入系統整合服務機構」、「導入系統整合服務機構」、「以卓越中堅企業及隱形冠軍器建立示範場域」、「鼓勵廠商對接智慧城鄉計畫的政策資源」、「燈塔工廠」及「人才培訓」	「積極擴大生態系統(智慧製造生態系統)」的說法可能是出現在 P.255 第二段提及：「臺南市政府未來應挹注資源，發展圍繞智慧機械雲平臺的智慧製造生態系統。事實上，目前智慧機械雲平臺也正處於積極擴大生態系統的階段，臺南市政府若可提供轄區內法人、學研單位、智慧製造解決方案廠商將開發的應用程式上架智

審查意見	中經院回覆
等鬆散的建議，且內容呈現與前幾個章節的案例分析極為相似。產業(特別是台南以傳產與中小企業為主的產業結構)轉型投入智慧製造通常是一種漸進式的演進過程，生態系的概念本身又是多元物種(各個企業在產業生態系中所扮演的角色)的集合體，建構智慧製造的生態系統是需從「選擇適當的切入點」、「推動路徑(演進)」及「跨領域串連(不同企業角色之間的互補互需)」等方面下手的長期性工作。建議本研究能以「積極擴大建構智慧製造生態系統」的架構，系統性的整理建議內容(特別是各項建議事項之間對於建構智慧製造生態系的關連性)。	慧機械雲平臺，應可發揮彼此相互加乘的效果」。 P.250 智慧製造政策建議部分，新增說明「5G 臺南隊」在智慧製造領域選擇龍鋒企業進行智慧眼鏡輔助製造的驗證項目，其初衷僅是希望能師法「燈塔工廠」的示範效應，帶動在地企業加速採用相關的解決方案，並非試圖打造智慧製造產業生態系。 因此本研究主要圍繞目前經由盤點、專家座談會與訪談所蒐集到臺南市在地推廣智慧製造所衍生之問題，提出在市政府層級可針對增強導入智慧製造解決方案的補助、鼓勵在地研發資源搭配中央政策推出產業應用 App、增進應用示範效果方面的政策建議。 【本會意見】 P.255「目前智慧機械雲平臺正處於積極擴大生態系統的階段」係由中央政府所推動，惟臺南市目前尚無相關生態系統元素。本段論述易誤解為臺南市已初步建立生態系統，請修正相關論述，並給予臺南市未來參與中央政府生態系的建議。 【中經院第二次回覆】 已修正 P.261 第三段之論述，以避免誤解。另也建議臺南市政府「可針對申請「地方產業創新研發推動計畫」(地方型 SBIR)補助的廠商，鼓勵

審查意見	中經院回覆
	其開發符合智慧機械雲之通訊與資安要求的工業應用 App 並引導其上架智慧機械雲」。此作法即有利於在地企業與學研單位參與智慧機械雲平臺。
(2)第四章第二節提及臺南市智慧製造最主要的問題在於，當地製造業多為中小型傳產，除非有客戶要求，否則沒有數位轉型的競爭壓力。因此，本研究建議藉由政府提高補助、協助引進系統整合服務、鼓勵企業爭取燈塔工廠榮譽或培育人才等方法，恐仍難以提高中小型傳產智慧化的意願，請針對如何提高中小型傳產智慧轉型意願提出建議。	P.281 新增「八、運用大型企業搭配中小企業推動供應鏈數位化；搭配補助獲得『雲市集工業館數位點數補助計畫』的中小企業」的建議。 【本會意見】 擬同意。
(3)在數位轉型的過程中，有許多中小企業連「數位化」都還不足，遑論數位優化再到數位轉型，相關燈塔工廠是否適合作為這類企業之數位轉型成功案例，可能有待商榷。	於 P.79 第一段，新增說明臺南市挑選龍鋒企業作為智慧製造驗證與示範的用意為：「參考世界經濟論壇推動全球工業 4.0 的標竿企業為「燈塔工廠」的模式，鼓勵臺南市製造業邁向數位轉型，以利各製造業者參考學習」。因此，本研究才由眾多「燈塔工廠」案例中，特別挑選能反映臺南市產業現況的汽車零組件與中小企業領域「燈塔工廠」作為分析個案，藉此供臺南市政府打造類似智慧製造驗證場域參考。 【本會意見】 擬同意。
(4)P.264 臺南市面臨台積電與半導體磁	於 P. 280 的「(三)放寬傳統產業補

審查意見	中經院回覆
吸效應造成的人才不足現象，本研究建議中小型傳產提升薪資或改善產學合作模式。然而，中小型傳產即便提升薪資福利，也難與台積電等大型企業匹敵；而針對產學模式進行改良，似乎僅能提升教學品質，合作結束後仍難以將優秀人才留在中小型傳產中；且傳統產業如非積極智慧化轉型，仍難有適當職缺吸引人才留駐。可否針對傳產人才流失部分提出更有力的建議。	充基層人力限制與強化教師、企業投入產學合作的意願」，新增說明台積電與半導體產業磁吸效應主要針對高科技白領勞工；中小型傳統產業則主要晉用藍領本國或外國勞工，兩者所需的人才基本上存在「市場區隔」。 此外，新增補充中小型傳統產業所需的藍領人才、加強「教師」在產學合作中的角色、鏈結企業擴大育才等相關內容。 【本會意見】 擬同意。
(5)產學落差為製造業轉型重要問題，座談會中專家學者提出現今教育體系缺乏跨領域模式，且教師赴企業實習交流仍趕不上外界變化速度，以至於產學出現落差(P.330)，請針對這點提出相對應的政策建議。	於 P.280 的「(三)放寬傳統產業補充基層人力限制與強化教師、企業投入產學合作的意願」，新增補充中小型傳統產業所需的藍領人才、加強「教師」在產學合作中的角色、鏈結企業擴大育才等相關內容。 【本會意見】 擬同意。
(三)自駕車	
(1)臺南市是汽車零組件的重要聚落，應該具備發展電動車與自駕車的發展的利基，但其最大的弱勢並非車輛硬件能力不足，而是軟體發展不足，而軟體是自駕車發展重中之重。臺南導入 TEST BED 固然能為	P.284 新增「表 5-2-10 臺南市發展自駕車產業現況與本研究政策建議對照」說明本研究歸結的臺南市發展自駕車產業現況與政策建議對照。 P.288 政策建議「四、吸引國內、外自駕相關業者至臺南市投資設廠」，

審查意見	中經院回覆
其自駕車發展創造優勢，但若無法在招商引資方面彌補軟體發展不足的弱勢，恐將無法發展產業優勢，請就這部分再予整理並提出建議。	具體以自駕車硬體、軟體為區分，建議可優先吸引至臺南市投資的國內外企業。 【本會意見】 P.291~P.293 針對自駕車軟體之招商引資僅提及高精地圖，惟自駕車所需軟體技術不只有地圖功能，請補充其他重要軟體技術的招商建議。 【中經院第二次回覆】 P.298 更新美國 Mobileye 公司內容，強調其為自駕車「整體解決方案」公司，而非僅是高精地圖企業；另「表 5-2-13 擴大智自駕車布局的企業」也涉及自駕車整體解決方案、光達製造、營運商等企業。
(2)P.101 物流業雍塞、缺人力及油價上漲是疫後重要議題，請分析臺南市是否有足夠條件可以借鏡新加坡卡車車隊，提升物流周轉量及填補人力缺口。	2021 年 11 月已由工研院主導於新竹進行我國首次自駕物流車測試，使用之車輛亦為車身長 5 米的 5 門油電混合動力小客車。臺南市若欲進行類似規格的自駕物流車測試應無不可。 但新加坡自駕物流車為使用「卡車」，並以車隊方式行駛。而在我國進行道路自駕車測試前，需經臺灣智駕實驗室驗證通過，但如本研究所述，礙於場地大小，臺灣智駕實驗室目前不適宜進行「卡車」測試，而可仿效工研院以車身長 5 米的 5 門油電混合動力小客車進行驗證。 【本會意見】 請將上述回覆納入報告的政策建議。

審查意見	中經院回覆
	【中經院第二次回覆】 已於 P.292 第三段新增上述回覆內容。
(3)P.265 表 5-2-9 盤點通過臺南市政府 SBIR 智駕漫遊領域的補助案件，其中有許多計畫名稱有許多似乎不屬於這個領域，可建議臺南市政府針對「智駕漫遊」領域明確定義，並搭配本研究建議透過提高補助，以符合自動駕駛相關技術所需之研發經費需求。	P.285 第二段新增建議臺南市政府針對「智駕漫遊」領域明確定義，以排除不屬於一般認定的「自駕車」研發計畫，以利在地廠商聚焦於較相關的「自駕車」研發。 【本會意見】 擬同意。
(4)P.285 分析國內外標竿案例是否符合第二章所提出的「新興數位科技驗證場域的成功模式」標準，何以只分析桃園虎頭山案例？另請以表格補充分析第二、三章所提各標竿案例與臺南市自駕車驗證場域的優缺點對比分析。	P70.第四段新增說明「新興數位科技驗證場域的成功模式」以技術轉譯、擴散、串連產業鏈、法規，作為評估驗證場域是否成功的標準。但本研究實際訪談自駕車測試團隊與相關業者，發現現階段國內自駕車測試，皆是以任務編組的方式進行，且重點皆是在自駕車控制系統的操控能力驗證與持續改良。換言之，廠商的測試初衷與目標僅是為了改善技術，而非考量是否有串連產業鏈、促成法規鬆綁等效益；此外，對未來的自駕車實際上路時程，持保守審慎的態度。換言之，本研究於所盤點的臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市自駕車測試驗證並不適用「新興數位科技驗證場域的成功模式」進行評估。 反觀虎頭山車聯自駕中心、臺灣智駕實驗室，其本質較偏向政府法人單

審查意見	中經院回覆
	位，而被賦予技術轉譯、擴散、串連產業鏈、法規鬆綁等任務，且有公開資訊可供比較，方可進行成功模式的比較。 P.245 新增第二段與「表 4-3-2 六都進入「無人載具科技創新實驗計畫」之自駕車驗證比較」，說明第二、三章所提各標竿案例與臺南市自駕車驗證的對比分析。 【本會意見】 擬同意。
(5)P.235~P.238 壹、國內外與「5G 臺南隊」的驗證案例分析部分，欠缺對不足之處的分析探討；P.240 對自駕車的產業能量盤點部分，欠缺對產業能量不足之處之探討。	P.236「一、智慧製造」新增說明「5G 臺南隊」智慧製造產業能量不足之內容(P.238~243)。 P.238「二、自駕車」新增說明「5G 臺南隊」自駕車產業能量不足之內容(P.244~246)。 【本會意見】 擬同意。
(四)文化展演	
(1)本研究所提出的建議中也突顯出臺南市數位展演的 3 個不足，分別是數位基礎建設不足、數位展演團隊(團體)不足及具吸引力的主題不足。請針對這 3 個不足之處，給予建議。	針對數位基礎建設不足的部分，在文化展演建議 P.310「二、對臺南文化展演驗證場域的『短期』政策建議：與文化觀光旅遊、美食結合，5G 搭配 4G 並進」部分，增加「因此，針對數位基礎建設不足的部分，建議在推動 5G 的示範場域的同時，建議仍採以 4G 功能並進。」 另外針對數位展演團隊(團體)不足及具吸引力的主題不足，在文化展演建

審查意見	中經院回覆
	議 P.311 「三、對臺南文化展演驗證場域的『中長期』政策建議」部分，針對展演內容與主題有以下幾個方向發展建議： 第一、學研資源的擴散：包括長榮大學資訊暨設計學院設立的「XR 互動體感推動中心」、南臺科大流行音樂系的先進之數位展演空間、臺南在地學校的 5G 異地劇場能量等。5G 異地劇場計畫布袋戲為核心文化內容，透過科技記錄，結合動捕手套與機械手臂，未來能夠透過軌跡重繪就可重現並培訓人才，甚至是跨時空（資深操偶師與新一代操偶師）、跨地區（臺日布袋戲與懸絲傀儡整合）的共演。 第二、固定長期的文化科技展演場域：例如結合導演魏德聖『豐盛之城』文化園區，在園區內打造結合觀光與定期的科技藝術展演。 第三、文化內容資料庫科技加值：在臺南文化局文化資產資料庫的基礎上，結合未來有合作意願的相關業者做加值應用。例如透過 AR/VR 與虛擬重建歷史建築，運用手機載體將被拆建的老建築（如熱蘭遮城）重現。 【本會意見】 擬同意。
(2)本研究針對文化展演數位轉型提出之建議稍嫌薄弱，建議可進一步盤點相關結合 AR/ VR 之文化商轉營	P.190 第二段已補入「府城幻宴」應用，並在文化展演的建議上，在短期政策建議納入與美食結合，可見

審查意見	中經院回覆
運項目，作為文化展演數位轉型之案例。例如臺南文創園區內經營之「府城幻宴」，以美食結合 AR 府城小吃故事展現的方式，提供另一種餐飲服務；或可盤點各校針對數位展演之能量(如南臺科大流行音樂系具備相關先進之數位展演空間)，建議市政府可多與學校能量結合。	「二、對臺南文化展演驗證場域的『短期』政策建議：與文化觀光旅遊、美食結合，5G 搭配 4G 並進」。 P.193 第三段已補入南臺科大流行音樂系能量，亦在中長期政策建議上，建議學研資源的擴散，包括長榮大學資訊暨設計學院設立的「XR 互動體感推動中心」、南臺科大流行音樂系的先進之數位展演空間、臺南在地學校的 5G 異地劇場能量等。 【本會意見】 擬同意。
(五)數位轉型包含數位化、數位優化及數位轉型三大過程。臺南市不論是製造業、文化展演或智駕領域，可能都先要從「數位化」開始，一下談到數位轉型，或許對臺南市企業來說太遙遠。本研究盤點案例完整，可惜缺乏這些成功案例過去在數位轉型的過程中，一開始「數位化」的動機或<u>方式</u>，或許可以提供給有意數位轉型的臺南市產業做參考。	產業進行「數位化」的動機近年已有廣泛的文獻討論，P.199 第一段引用電子時報「2021 智慧製造大調查」的結果，顯示企業從事數位化的動機大致為：「提高生產力、良率、改善稼動率、整體設備效率」、「提高資材物料等資源管理能力和使用效率、降低成本」、「即時掌握訂單、庫存與生產進度，提升生產能力」、「改善營運體質、提升營收管理效能」。 【本會意見】 除說明企業從事「數位化」的動機之外，請綜整數位化成功的企業，最初多由那些<u>方式</u>著手進行「數位化」，提供臺南市企業參考。 【中經院第二次回覆】 P.241 新增「表 4-3-1 六都與燈塔工廠智慧製造驗證案例比較」，涵蓋導

審查意見	中經院回覆
(六)無論是「智慧製造」、「自駕車」或「數位展演」，都必須植基於「數位基礎建設」，且數位科技的推進是跨域(全球性)且快速的，如最近相當熱門的元宇宙(Metaverse)之所以能實現，都基於數位科技快速且普及的發展。臺南市政府現行的組織形式及架構是否能支持或協助產業數位轉型的發展，是個很大的疑問，建議本研究可以思考是否建議市政府設置「數位科技發展局」，以有效發揮整合與支援的功能。	入智慧製造的動機與優先導入的智慧製造方式。 臺南市政府已於 2017 年將原有的資訊中心改制為「智慧發展中心」，且下設數位創新組、資訊管理組、智慧應用組，負責規劃與落實數位轉型的發展策略。因此，數位基礎建設、跨域、元宇宙等新興議題，以臺南市現有的組織形式及架構，可再觀察是否可發揮整合與支援的功能。 有關建議新設立「數位科技發展局」議題，勢必需要更全面的盤點研究與徵詢產業意見，以本研究目前的規模與所掌握的資料、研究結果，難以據以提出建議。 【本會意見】 本項意見仍請補充初步分析建議。 【中經院第二次回覆】 已於 P.312 新增建議「五、評估成立「數位科技發展局」的可行性，以便整合既有市政府推動新興數位科技的資源」。
六、報告撰寫格式、錯（漏）字或誤植部分（詳附件），請全文檢視並修正。	已全文檢視並修正。 【本會意見】 1. P.73 請於表 2-5-2 中請補充「不足之處」及「預期效益」分析內容。 2. P.96 新加坡計「劃」用 7 年。 3. P.164 規「劃」設計了斜角停車區。 4. P.167 規「畫」與經費持續增加。 5. 圖 4-1-4 解析度宜強化。

審查意見	中經院回覆
	【中經院第二次回覆】 已於 P.72 表 2-5-2 中補充「不足之處」及「初步效益」。 已於 P.174 重繪圖 4-1-4。 已全文檢視「畫」與「劃」。