

公務出國報告（出國類別：研討會/考察）

臺中捷運股份有限公司赴印尼參加
東亞運輸學會第十六屆國際學術論文
研討會(EASTS 2025)出國報告

服務機關：臺中捷運股份有限公司

姓名職稱：洪俊豪課長、姚志霖正工程師

派赴國家：印尼(梭羅)

出國期間：114年8月31日至114年9月5日

報告日期：114年11月18日

目錄

壹、摘要.....	1
貳、出國人員名單.....	1
參、目的.....	2
肆、過程.....	5
伍、心得與建議.....	25
陸、附件.....	29

壹、摘要

為汲取東亞國際軌道運輸最新研究與實務經驗，本次奉派參加位於印尼梭羅市舉辦之「2025年東亞運輸學會國際研討會」(The Eastern Asia Society for Transportation Studies 2025)。本次研討會聚集了來自各國的專家學者，共同探討智慧運輸、永續發展與公共運輸服務創新等議題，經由參與主題演講、專題論文發表會等，深入瞭解各國在軌道營運、交通運輸需求分析、新興技術應用及特殊旅客服務方面的最新因應措施與進展。

依據參與之研討會主題與論文發表內容，主要歸納為「軌道營運與服務品質提升」、「運輸需求分析與預測」及「新興技術應用與挑戰」三大主題，本報告將依據各主題闡述多篇論文之研究方法與成果，針對其研究重點，提出可應用於捷運軌道營運之可能性與發想。

貳、出國人員名單

本次出國人員名單共計2員，詳如下表所列。

序號	姓名	職稱	專長
1	洪俊豪	企劃處課長	財務分析/企劃行銷
2	姚志霖	運務處正工程師	運輸規劃

參、目的

東亞運輸學會(Eastern Asia Society for Transportation Study, EASTS)成立於1994年，其學會宗旨為「促進卓越交通研究與實務」及「加強交通領域專業交流」，為達成此目的，EASTS 自1995年起每兩年舉辦一次國際型會議，促進東亞地區各國交通研究成果的交流與發展。至今已舉辦過15屆，本次為第16屆舉辦於印尼梭羅。

表 1 EASTs 歷年大會彙整

屆次	年份	地點	主題
第1屆	1995	馬尼拉(菲律賓)	-
第2屆	1997	首爾(韓國)	-
第3屆	1999	台北(台灣)	Sustainable Transport for the 21st Century
第4屆	2001	河內(越南)	Transport for Equity, Economy, Mobility, and Sustainability
第5屆	2003	福岡(日本)	Connecting Eastern Asia through Better Transportation
第6屆	2005	曼谷(泰國)	Gearing Up for Sustainable Transportation in Eastern Asia
第7屆	2007	大連(中國)	Towards Integrated Transportation for Rising Asia

第8屆	2009	蘇拉巴亞(印尼)	Enhancing Transportation Infrastructure and Services in Rapid Regional Growth
第9屆	2011	濟州(韓國)	Green Growth and Transport
第10屆	2013	台北(台灣)	Towards A Harmonized Transportation Society
第11屆	2015	宿霧(菲律賓)	Resilient and Inclusive Transportation Systems through Smarter Mobility
第12屆	2017	胡志明市(越南)	Safe, Green and Integrated Transport
第13屆	2019	可倫坡(斯里蘭卡)	Redesigning Transport & Logistics for the Rise of Asia
第14屆	2021	廣島(日本)	Quality Transport towards Peace and Sustainability in Asia: Beyond the New Normal
第15屆	2023	沙阿蘭(馬來西亞)	Towards Sustainable, Smart and Resilient Mobility
第16屆	2025	蘇拉卡爾塔(印尼)	Harnessing Local Wisdom and Green Technology to Build a Sustainable

			Transport Sector in East Asia
--	--	--	-------------------------------

本次主題聚焦於「鼓勵運用在地智慧與綠色技術，共同打造東亞交通的永續未來」，強調交通運輸須結合在地傳統文化與地方交通智慧，其會議內容包含交通領域研討會與專題討論，並於會中展示各項學術研究與實務推行成效，透過各場專題研討會之研究成果發表與 QA 過程，能夠瞭解在東亞各國不同環境的交通特性與運輸政策下，各種策略規劃所帶來的成效利弊。藉由本次國際研討會可以拓展國際交流視野並觀摩各國交通經驗，激發台中捷運公司營運規劃與思維，以作為未來推動相關計畫與實務應用的重要借鏡。



圖 1：印尼梭羅地理位置

肆、過程

一、行程紀要

本次派員出國期間為114年8月31日(星期日)至9月5日(星期五)，其中「東亞運輸學會第十六屆國際學術論文研討會」舉辦期間為9月1日至9月4日，前後兩日則為交通移動日，相關行程概要如下表格。

表 2 出國行程概要表

日期	起訖地點	行程摘要
114/8/31(日)	臺北-印尼(雅加達)	啟程:搭乘國籍航空由桃園國際機場(TPE)到蘇加諾-哈達國際機場(CGK)
114/8/31(日)	印尼(雅加達)-印尼(梭羅)	搭乘印尼國內航空由蘇加諾-哈達國際機場(CGK)到蘇拉卡爾塔機場(SOC)
114/9/1(一)	梭羅(UNS 大學)	參加 EASTS 2025研討會
114/9/2(二)		
114/9/3(三)		
114/9/4(四)	梭羅市區	人文民情歷史考察
114/9/5(五)	印尼(梭羅)- 印尼(雅加達)	搭乘印尼國內航空蘇拉卡爾塔機場(SOC)到蘇加諾-哈達國際機場(CGK)
114/9/5(五)	印尼(雅加達)- 臺北	回程:搭乘國籍航空由蘇加諾-哈達國際機場(CGK)到桃園國際機場(TPE)



圖 2：雅加達國際機場落地簽證及自動通關設備



圖 3：開幕會議會場



圖 4：研討會議會場



圖 5：各國專家學者研討會座談



圖 6：專題論文研討會



圖 7：城市人文歷史考察(梭羅歷史博物館)

二、出席研討會議

本次國際研討會共計69場次、340篇論文及相關研究發表，為貼合捷運營運屬性與業務需求，本次參加的研究發表場次以公共運輸需求、旅運規劃、軌道營運與發展為主，依研究主題劃分如下：

（一）軌道營運與服務品質提升

本主題研究聚焦於如何透過改善硬體設施、優化服務流程以及提升人員素質，進而提高旅客滿意度與忠誠度，鞏固、提升捷運與轉乘運具之使用率。

1. 論文：Correlation of Light and Metro Rail Passenger Service Quality Perception to Sociodemographic Factors and Travel Behavior

- 本研究針對馬尼拉三條主要捷運線（LRT-1，LRT-2，MRT-3）乘客，透過大規模問卷調查方式進行旅客滿意度研究，該研究目的為透過旅客對於捷運服務品質的回饋來擬訂後續設施改善之優先建議。
- 研究方法將捷運服務品質分為五大維度：可靠性、安全性、可及性、舒適性及便利性，採分層抽樣方式統計500份有效問卷，以Cronbach's Alpha 檢驗法與回歸分析分析捷運乘客社經與捷運服務品質五大維度關聯性。
- 研究結果：
 - A. 三條捷運線服務品質綜合評分依序為 LRT-2>MRT-3>LRT-1，其中各捷運線之乘客認為最重要的因素為 LRT-2(安全性)、MRT-3(可靠性)、LRT-1(可及性)。
 - B. 在社經因素方面，高收入乘客對於可及性、舒適性與安全性之評分較低，而上班族對於整體服務評分高於學生乘客。

- C. 增設電扶梯、電梯、指引標誌、增設長椅、確保無障礙坡道可用等措施可有效提升乘客對於捷運可及性之感受。
- D. 針對 LRT-1與 MRT-3減少列車故障與提高準點率，可有效提高乘客對於捷運可靠性之感受。

2. 論文：Comparative Analysis of Sustainability Performance and Customer Loyalty in Taiwan's Light Rail Transit Systems

- 本研究旨在比較台灣的高雄環狀輕軌與淡海輕軌在永續性績效與顧客忠誠度方面的表現，以提出改善策略與具體目標。結合了問卷調查與多種量化模型：
 - A. 問卷調查設計59個問題，主要分為人口統計資料與主題量表，採用李克特量表評估乘客對於各項指標之重視程度與滿意度。
 - B. 針對捷運永續性評估，研究基於聯合國永續發展目標 SDG11，分為環境永續性、經濟永續性與社會永續性三大構面，並轉化為乘客可直接感受到的服務特性，如社會永續性包含營運的穩定性(舒適、安全)、友善性(對不同群體的包容)、可及性(站點便利性)與移動性(通行效率)；經濟永續性包含可負擔性(價格公平)與效率性(降低運輸成本)。
- 依據乘客對於各項永續運輸指標之重要性與滿意度評分，透過回歸分析檢驗永續發展及顧客忠誠度間之關聯性與解釋力。
- 研究結果：
 - A. 分析結果顯示，永續運輸水準與顧客忠誠度之間存在中度的正向關聯，其中高雄輕軌解釋力為0.677，淡海輕軌則是0.666。即表明乘客對於輕軌在環境、經濟及社會面的永續表現越滿意時，他們再次搭乘並向他人推薦的意願就越高。

- B. 此外，研究也發現永續運輸水準對於城市永續性有很高的解釋力，這意味一個永續表現好的輕軌系統，能顯著提升乘客對整個城市永續發展的正面觀點，進而間接強化其忠誠度。

（二）運輸需求分析與預測

此類研究運用新型態數據（如手機信令、GPS）與傳統調查方法，結合機器學習、統計模型等工具，以更精準地掌握旅運需求樣貌，並預測新運輸系統的潛在客流。

1. 論文：Estimation of Expansion Coefficient of Trip Chain by Using GPS and Mobile Phones Location Information

- 本研究以日本熊本市為探討對象，提出整合 GPS 數據與手機信令數據（MSS）的新型旅次調查方法，以克服傳統旅次調查在樣本數少、回收率低及更新頻率少等限制。
- 但一般 GPS 數據雖精準，卻缺乏個人屬性，難以進行不同客群之運輸行為分析，
- 本研究透過擷取 GPS 軌跡中的「停留點」來建立個人的「旅次鏈」（Trip Chain），並將其格式化為向量。再利用 Lasso 迴歸分析，將 GPS 旅次鏈數據與 MSS 的網格人口數據進行擬合，估算出各種旅次鏈模式的擴張係數。由此方式建立之模型能有效解釋各區域的人口時空分布，尤其在郊區範圍的成效顯著，此外該模式也成功產出平日/周末、居民/訪客於熊本市之旅次發生與分布之空間熱點圖，顯示出此方法之實用性與潛力。
- 研究結果：
 - A. 透過 R-square 值來衡量模型對實際人口分布的解釋力，研究發現本模型在市中心之解釋力較低(R-square 約

0.66~0.68)，推估是因為市中心的訪客旅次模式非常多元，研究使用之GPS樣本未能充分反映；而在郊區部分，模型之解釋力都很好(R-square 平均為0.97以上)。

B. 在平日與周末之旅次分布上，平日旅次在空間上之分布更分散，而周末活動則相對集中於市中心。

C. 導入Lasso迴歸有效篩選出對解釋整體人口流動中最具代表性之參數，此方式大幅簡化模型並提升穩健度。

2. 論文：Residents' Preferences and Use Intentions for a New BHLS-DRT Public Transport System in Sapporo

- 本研究針對日本札幌市推出的公共運輸系統 BHLS-DRT 進行居民偏好與使用意向研究，札幌市為日本第五大城市，人口約200萬。由於札幌市中心創成川以東的地區持續發展，公共運輸進展(鐵路車站少、公車路線涵蓋低)無法滿足居民需求，故札幌市政府導入「公車捷運系統(BHLS)」與「需求反應式(DRT)系統」。

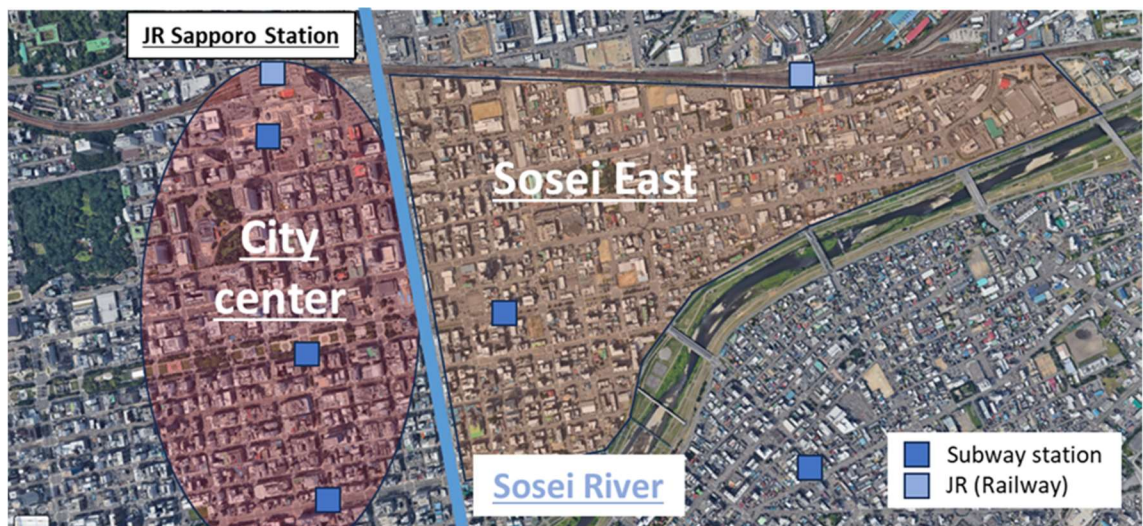


圖 8 札幌市市中心與東部地區

資料來源：Yuta Mishina(2025). *Residents' Preferences and Use Intentions for a New BHLS-DRT Public Transport System in Sapporo*(Hokkaido University).

- BHLS (Bus Rapid Transit with High Level of Service): 使用大容量的連結公車，特點是停靠站少、速度快、準點性高；
- DRT (Demand-Responsive Transit): 提供中小型與小型的需求反應式車輛服務，採共乘預約制，速度較慢。



圖 9 札幌市提供之 BHLS 與 DRT 公車車型

資料來源: Yuta Mishina(2025). *Residents' Preferences and Use Intentions for a New BHLS-DRT Public Transport System in Sapporo*(Hokkaido University).

- 為評估創成川以東居民對於公車捷運系統與需求反應式公車之需求，以及分析 BHLS 與 DRT 運具間之轉乘行為，本研究針對目標區域居民進行問卷調查，經問卷調查與數據整理後，建立多項羅吉特模型分析居民交通選擇行為，並依據行為特徵分為60歲以上與未滿60歲兩族群。
- 研究成果：
 - A. 研究指出 BHLS-DRT 系統導入後，無論哪個年齡層，選擇搭乘公共運輸比例均明顯增加，許多居民由單純步行改用 BHLS-DRT 系統。

- B. 60歲以上族群對於 BHLS 服務方面，重視「班次頻率」高於「票價」，而對於 DRT 可以忍受較長的等待時間，但對票價較為敏感。
- C. 未滿60歲族群對於BHLS的「票價」敏感度高於「班次頻率」，而在 DRT 方面重視「等待時間」高於「票價」。
- D. 研究發現，居民很少使用 DRT 作為 BHLS 或鐵路車站之接駁工具，DRT 常直接被用作前往市中心的主要交通方式。
- E. 為了促進乘客由 DRT 轉向運量更大的 BHLS，可以降低 DRT 的服務水準，如採分區計價或延長等待時間，且不會降低整體公共運輸使用率。

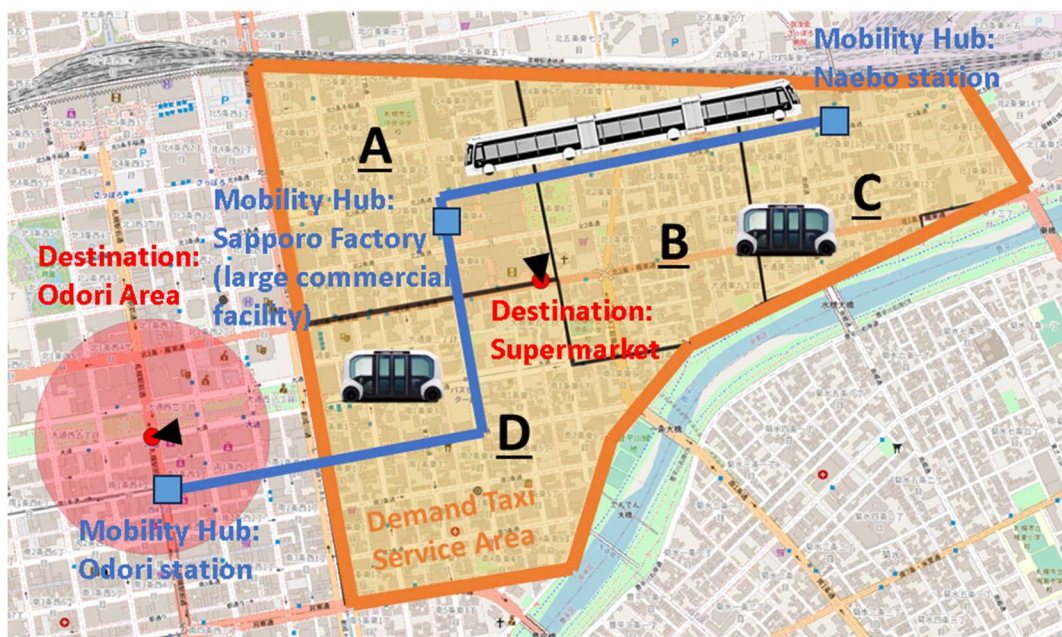


圖 10 BHLS 與 DRT 系統服務示意圖

資料來源: Yuta Mishina(2025). *Residents' Preferences and Use Intentions for a New BHLS-DRT Public Transport System in Sapporo*(Hokkaido University).

3. 論文：Sensitivity Analysis of Machine Learning-Based Models for the Prediction of Temporal Distribution of Traffic Demand: A Case Study from Adelaide, Australia

- 本研究目標為開發一種數據驅動方法來預測交通需求，採用現有交通運具數據庫進行推估，從而避免使用傳統的交通旅次調查所需要支應之大量人力與成本。
- 有別於傳統的運輸需求分析模型（旅次產生-旅次分配-運具選擇-交通量指派），本研究係透過機器學習(Machine Learning, ML)演算法利用現有的南澳洲戰略交通模型(SAM)交通模型數據，整合多種類型的數據做為模型的輸入特徵，包括：
 - A. 社會人口統計：交通分區之家戶數、人口、工作／分工作人數、擁車數及不同年齡層人數
 - B. 土地使用狀況：目的地的工作機會數量，並按不同產業(如服務業、製造業、零售業等)進行分類
 - C. 起迄點間的網絡特性：如最短路徑距離、尖峰小時之汽車旅次數、交通壅塞時間、自由車流旅行時間等
- 本研究運用三種主流的機器學習演算法來建立模型，分別是 Random Forest、LightGBM 與 XGBoost，模型訓練的目標為預測「上午尖峰時段中，每個15分鐘區間各自所佔的交通需求比例」，並透過特徵重要性與部分依賴圖(PDP)方式衡量各輸入特徵對於模型預測結果之貢獻度。
- 研究成果
 - A. 關鍵特徵影響分析
 - 路網特性最重要：在三種模型中皆顯示與交通網路相關的統計數據是影響預測結果最重要之輸入特徵，尤其是

「O D 尖峰時段擁擠旅行時間」，此結果與交通領域的專家經驗相符。

- 各模型的特徵偏好不同：研究發現不同機器學習模型對於輸入特徵的重視程度有所不同。例如：「目的地交通分區的服務業工作機會」在 XGBoost 和 LightGBM 模型是重要特徵，但在 Random Forest 模型中的貢獻度卻很低，這說明模型選擇會影響對問題的解讀。

B. 交通行為模式洞察

- 成功推估尖峰擴散(Peak-Spreading)行為：研究顯示 XGBoost 模型能有效模擬在交通變得擁擠時，用路人會調整出發時間之行為。即當尖峰時段的擁擠旅行時間增加時，人們會傾向將出發時間移到較早的時段以避開交通擁塞。
- 旅次距離的影響：對於旅次距離超過40公里之交通行為，模式顯示出發時間與上午尖峰時段為負相關，表示長途旅程者不傾向在最擁擠的時段出發。
- 土地使用之影響：
 - 目的地為高度集中的服務業區域，在 7:30-7:45 AM 時段的到達之交通量較少。
 - 目的地為技術產業區域，則在該時段吸引了更多的交通量
 - 某些輸入特徵對模型結果影響不大，可能是該資訊已被其他相關特徵所涵蓋。

（三）新興技術應用與挑戰

本類別研究探討了如何利用電腦視覺、機器學習、圖神經網絡等先進技術，從大量數據中萃取有價值的交通資訊，同時也點出了這些技術在真實世界部署時所面臨的挑戰。

1. 論文：Traffic Sensing Using Data-Driven Surveillance Cameras: A Survey of Methodologies, Technological Advances, and Deployment Challenges

- 本研究屬於系統性的文獻回顧，旨在整理以 AI 影像辨識技術應用於監控攝影機之交通感測的相關技術、方法與挑戰，透過整理近年來的技術進展，探討了硬體發展、物件偵測演算法的演進，到實際部署時所面臨的各項挑戰。
- 本研究分為兩部分：系統性的文獻回顧與硬體基準測試，文獻回顧部分使用 WoS 資料庫結合關鍵字組合並設定條件篩選，整理出 356 篇核心文獻進行分析；硬體基準測試對象涵蓋常見的桌上型電腦與雲端數據中心、邊緣運算裝置，並設定性能指標 (包括數據吞吐量、處理延遲、記憶體大小及 FP32 運算性能) 進行評估。

➤ 研究成果

A. 硬體發展趨勢

- 市場區隔化：依據使用情境主要分為數據中心 GPU 與邊緣運算 GPU 兩類
- GPU 與記憶體：過去十年間，GPU 的 FP32 運算性能呈穩定地對數增長，而越大的 GPU 記憶體可提供越低的延

遲，對於需要及時反映的 AI 應用，高記憶體 GPU 至關重要。

- 神經型態硬體：研究提到神經型態硬體之能效比較傳統 GPU 高出10倍，同時保持相近的準確率，對於降低大規模 AI 運算成本有巨大潛力。

B. 物件偵測方法進展

現行影像辨識兩大主流方法分別如下：

- 單階段偵測器：
 - 以 YOLO 系列為代表，速度快，可直接對影像進行預測。
 - 此系列從 YOLOv1 到 YOLOv12 持續進化，引入了 anchor boxes、特徵金字塔網路(FPN)、無錨點架構(anchor-free)等關鍵技術，在速度與準確性取得突破。

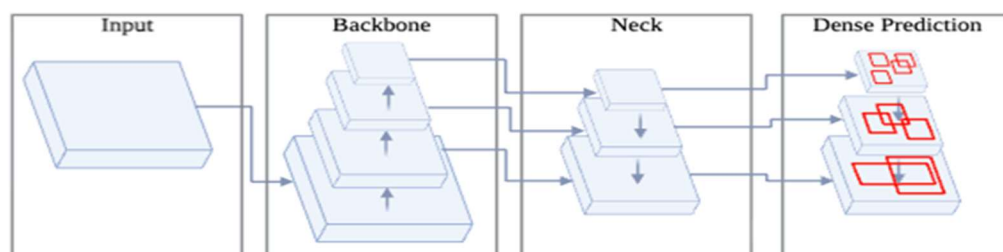


圖 11 單階段偵測器架構圖

資料來源：Aulia Rahman (2025). *Traffic Sensing Using Data-Driven Surveillance Cameras: A Survey of Methodologies, Technological Advances, and Deployment Challenges* (University of Tokyo)

- 雙階段偵測器：

- 以 R-CNN 系列為代表，先產生候選區域再進行分類，通常準確率較高但速度較慢。
- 從 R-CNN、Fast R-CNN、Faster R-CNN 到 Mask R-CNN，此系列透過整合區域提案網路（RPN）和 RoIAlign 等技術，大幅提升了偵測速度與實例分割的精準度。

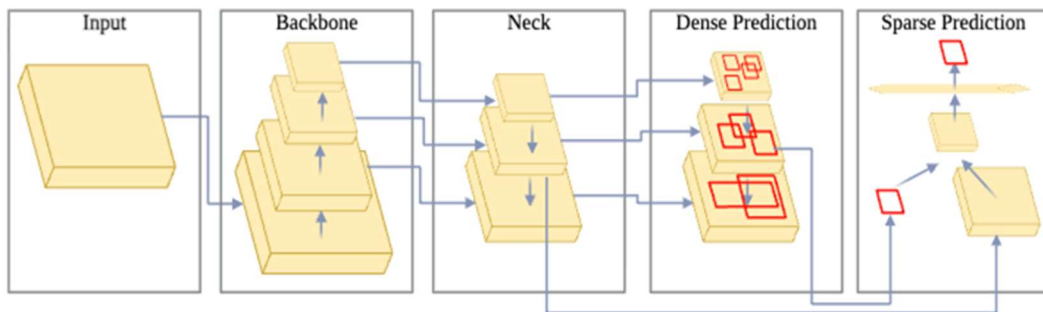


圖 12 雙階段偵測器架構圖

資料來源：Aulia Rahman (2025). *Traffic Sensing Using Data-Driven Surveillance Cameras: A Survey of Methodologies, Technological Advances, and Deployment Challenges* (University of Tokyo)

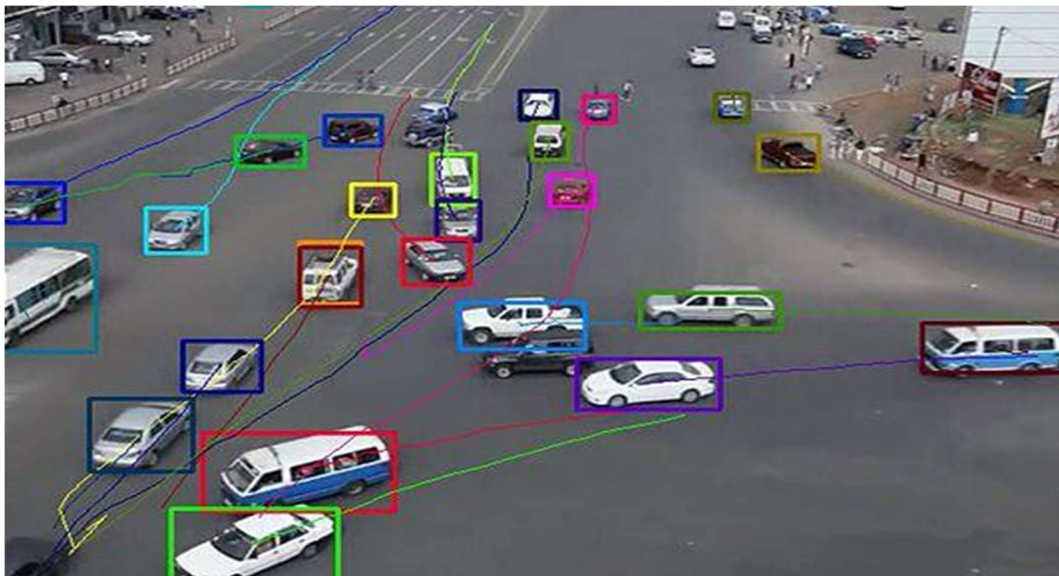


圖 13 AI 影像辨識示意圖

資料來源：Aulia Rahman (2025). *Traffic Sensing Using Data-Driven Surveillance Cameras: A Survey of Methodologies, Technological Advances, and Deployment Challenges* (University of Tokyo)

C. 實際部屬面臨之挑戰與對策：

- 資料集限制：缺乏大規模、多樣化且針對特定情境(如非車道化或地方交通)的標註資料集，且常有類別不平衡問題(稀有車輛類型樣本過少)。
- 骨幹網路選擇：模型的骨幹網路（如 ResNet, EfficientNet）顯著影響速度與準確率，但開發者常使用通用模型而未針對特定任務評估，導致性能並非最佳。
- 影像標註的成本：手動標註成本高昂，透過現代方法如遷移學習（Transfer Learning）、協同學習（Co-Learning）和風格轉換（Style Transfer）可大幅減少約 90% 的標註工作量。
- 密集車流中的遮蔽問題（Occlusion）：在擁擠交通中，車輛(尤其是機車)常被遮擋，導致偵測失敗。解決方案包括：
 - 多物件追蹤（MOT）:使用如 DeepSORT、ByteTrack 等演算法，在短暫遮蔽後仍能維持車輛身份。
 - 改變攝影機視角：採用俯視視角（透過單應性轉換）可減少車輛重疊。
- 夜間偵測困難：低光照、車燈眩光和陰影會嚴重影響夜間偵測準確率，例如 YOLOv8 在夜間的準確率可能從白

天的 60-80% 驟降至 15-25% 。改善方法包括影像增強、風格轉換(模擬夜間場景)及偵測車燈模式等。

- 惡劣天氣影響：雨、霧、雪等天氣會降低影像品質，使模型性能變差。透過使用模擬天氣進行數據增強或影像還原技術（如去霧）可以部分緩解此問題。
- 背景減除（Background Subtraction）：對於固定攝影機，此方法能有效分離移動物體，但在動態背景（如樹葉搖晃）或光影變化下，傳統方法效果不佳。深度學習模型表現更好，但計算成本較高。

2. 論文：Creating User Profile of NEMT Travelers for Kanagawa Prefecture, Japan using K-means Clustering Algorithm

- 由於神奈川人口高齡化趨勢(65歲以上人口佔25%)，且非緊急情況下救護車有過度使用問題，本研究深入探討日本神奈川縣非緊急醫療交通(Non-Emergency Medical Transportation, NEMT)使用者特徵，以提供後續優化 NEMT 服務、設計更高效的交通網路提供重要數據支持。
- 本研究利用一個 NEMT 預約 APP 所收集的3,238筆用戶數據，透過機器學習中的K-means 分群演算法，將用戶分為兩大族群並整理出其對應之客群特性。

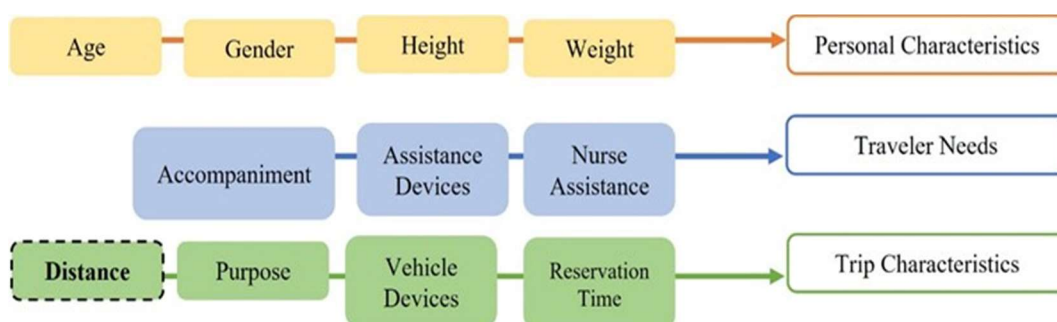


圖 14 NEMT 預約系統蒐集重要資訊項目

資料來源：Lucy M. Lopez Quiroga (2025). *Creating User Profile of NEMT Travelers for Kanagawa Prefecture, Japan Using K-Means Clustering Algorithm* (Yokohama National University)

➤ 研究結果：

研究將使用者分為兩大類，並勾勒出其行為特徵：

➤ 群組 A：長途、高醫療需求使用者(佔21%)

- 旅次特徵：旅程距離較長（平均28公里），目的地通常是非醫院場所(即返家)
- 使用者特徵：多為60歲以上男性，體重較重且通常單獨搭乘
- 醫療需求：需要較多醫療協助且車輛必須配置擔架
- 客群輪廓：需要較高程度醫療支援的用戶，可能剛出院、需要躺臥接送的患者

➤ 群組 B：短途、院際接駁使用者(佔79%)

- 旅次特徵：旅程距離較短（平均5公里），起點與迄點皆為醫院，屬於院際間旅次
- 使用者特徵：多為70歲以上男性，體重較輕且通常兩人同行
- 醫療需求：需要較少醫療協助，使用車輛設備多為全平躺式輪椅
- 客群輪廓：為NEMT服務的主要客群，常用於醫院之間的轉診或常規檢查。由於需求相對單純且頻率高，預計作為未來規劃替代救護車、建立院際交通網路之參考對象。

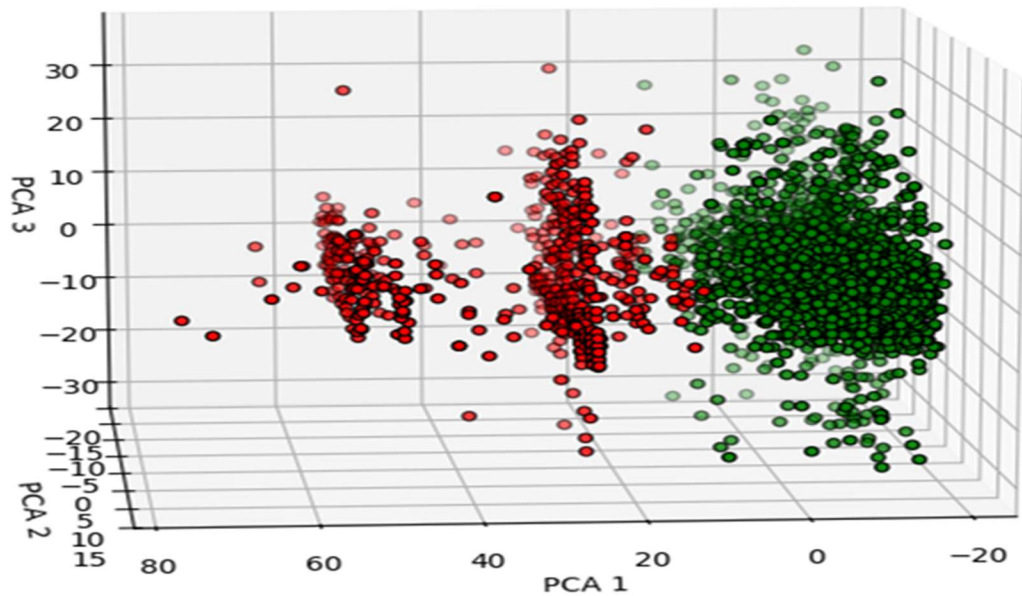


圖 15 PCA 分群3D 視覺化圖

資料來源：Lucy M. Lopez Quiroga (2025). *Creating User Profile of NEMT Travelers for Kanagawa Prefecture, Japan Using K-Means Clustering Algorithm* (Yokohama National University)

三、 座談會議專題

座談會議專題：「Strategy for Developing Transport toward Sustainable Mobility-Iceberg theory」

(一) 座談演講概要

本場演講主題聚焦於「以冰山理論探討發展交通策略以實現永續交流」，講者以深具哲理的角度指出，交通並非僅是人類移動的工具，更是形塑社會結構、人際關係與環境發展的重要力量。以「冰山理論」比喻交通運輸多層面價值：日常所見的通勤與旅行，只是冰山一角；而隱藏在水面之下的，是交通所帶來的社會互動、文化交流與環境永續的推進。專家更以自身從廣島前來與會的例子說明，一趟旅程可能

促成新的知識交流、研究合作，甚至孕育新的創新構想，這正顯示出交通運輸活動背後龐大的社會效應。

在研究方法上，講者嘗試以「社交網絡模擬」的方式，量化交通行為對社會連結的影響，並運用 GPS 大數據分析人們在城市中的相遇與共同行動，建立「共現點模型」，以辨識居民與非居民在空間活動上的差異。這些資料呈現交通行為、城市活力與人口結構變化之間的密切關聯。

最終，講者呼籲交通研究者與城市規劃者應超越傳統「時間效率」與「運能分析」的思維，將交通視為一種社會互動的基礎建設，重視其在促進人際連結、文化融合與生活幸福感上的價值。

（二）結語

這項專題將對「交通」有了全新的理解與反思。過去常將交通視為基礎建設或技術工程的議題，強調速度、工程質量與成本效益，但經由這場演講提醒，交通運輸潛在本質是「人與人之間的連結」。每一次使用交通運輸，不僅是移動的過程，更是社會互動、交流與合作的契機。

講者以「冰山理論」說明交通行為的深層價值，平時可能只關注簡單的交通效率，卻忽略了交通在無形中塑造了人際網絡、交通場站上所賦予的文化藝術交流。例如，一次交通往返，可能在交通設施場站獲得新的文化啟發；一次城際旅行，可能開啟跨文化友誼的契機。這些看似微小的互動，正是社會連結與城市活力的核心。講者以大數據與社交網絡分析交通影響的創新思維。透過科學方法模擬人際互動的擴張，不僅讓「社會效益」具體化，也為未來交通政策提供了更人

性化的評估依據。這種從「效率導向」轉向「人本導向」的研究方向，正是當代永續交通與宜居城市所追求的价值。

另外，講者提到交通公共空間的再定義令人省思。傳統交通規劃多著重於車輛與流量，但公共空間其實同時承載了人們的互動與文化表達。若能在規劃上融合「文化交流」與「以人為本」的概念，交通系統將不僅是連接地點的通道，更能成為凝聚社會情感與促進幸福的重要平台。



圖 16：專題座談會議剪影

伍、心得與建議

一、軌道營運與服務品質提升

（一）借鏡馬尼拉捷運經驗，導入客群差異化之服務品質分析：

馬尼拉捷運的服務品質研究顯示，不同社經背景的乘客對於捷運各服務面向的感受與需求存在顯著差異。此結果啟示我們，在檢討服務品質或進行旅客滿意度調查時，不宜採用「一體適用」的思維，而應針對不同族群（如通勤族、高齡者、親子、身障人士）進行更細緻的需求分析，藉此精準鑑別優先改善之服務項目與設備。

（二）連結永續發展(SDGs)與旅客體驗，建構捷運 ESG 指標：高雄環狀輕軌與淡海輕軌之研究，嘗試將永續發展與旅客搭乘體驗（如舒適、安全、便利、穩定）相連結，論證了「提供優質公共運輸服務」即為實踐城市永續性的具體表現。此種詮釋雖與傳統的 ESG 減碳概念有所區別，然對於尚在導入 ESG 概念初期的捷運公司而言，本研究方法可作為發展永續計畫的階段性工具，有助於初步建構符合捷運營運特性的 ESG 指標。

二、運輸需求分析與預測

（一）運用大數據與機器學習，優化運輸需求模型：過往建構地區性（如台中市）的四階段運輸需求模型，需投入大量成本進行問卷、交通量調查與社經資料更新。本研究（熊本市案例）改透過手機信令、GPS 大數據與機器學習模型，不僅精準描繪旅次分布與人流熱點，更能預測用路人面臨擁塞時段的尖峰擴散行為。考量本公司獨立執行大規模旅運調查成本高昂，建議可借鏡此方法，與電信或數據公司合作，運用去識別化的手機信令數據掌握大規模、動態的旅次 O-D（起訖點）分佈；並結合小規

模問卷或 GPS 追蹤，校準旅次目的、運具選擇等個人化資訊，以利掌握捷運客群行為輪廓與潛在客群需求。

- (二) **參考札幌市 DRT 經驗，精進捷運公車接駁規劃：**日本札幌市的 BHLS-DRT（需求反應式運輸）居民使用偏好研究，採用問卷調查結合多項羅吉特模型（Logit Model）分析居民的交通選擇行為。研究發現，原先規劃作為「轉乘」運具的 DRT 公車，反被大部分乘客作為「全程」運具使用，致使 DRT 失去原有的接駁功能。鑑於台中捷運目前僅營運單一路線，高度仰賴公車路網接駁疏運，建議本公司可協請市府交通局參考此研究方法，在進行轉乘公車路線規劃時，應審慎評估其服務定位，避免發生轉乘工具「全程化」而致服務功能錯置之情形。

三、新興技術應用與挑戰

- (一) **AI 影像辨識技術之導入評估與應用潛力：**本研究完整梳理了目前主流的 AI 影像辨識方法與技術，並務實地指出導入時須充分考量真實世界的複雜性與挑戰，例如：缺乏高品質的標註資料、夜間或惡劣天候導致辨識率驟降，以及場站擁擠時的影像遮蔽問題等。本公司正研議將影像辨識應用導入捷運營運，此研究提供了極具價值的導入參考。依據相關研究成果，AI 辨識技術在安全監控、旅客輪廓分析、異常行為告警等方面展現巨大潛力。
- (二) **應用 K-means 分群演算法，深化旅客輪廓分析：**本研究雖以年長者之非緊急醫療交通（NEMT）服務為對象，然其分析方法值得借鏡。該研究利用大量的用戶數據，透過 K-means 分群演算法，將用戶分群並鑑別各自的客群特性。本公司亦擁有龐大的票證交易資料數據，若能搭配記名卡基本資料、APP 使用者標籤

等資訊，亦可運用 K-means 分群演算法描繪出不同的旅客輪廓，藉以推動更個人化、精準化之營運策略與行銷方案。

四、強化旅客忠誠度及黏著度

- (一) **強化旅客忠誠度重要性：**旅客對捷運服務之滿意度與忠誠度（loyalty）間存在顯著關聯，包含服務品質（準點性、舒適度、安全感、清潔度等）會影響乘客是否持續選擇某一運具，進而影響長期搭乘率與票收穩定性。若能把偶發搭乘者（例如因天候或臨時需求搭乘者）轉為忠誠旅客，對捷運的穩定運量與未來擴展皆有正向影響。很多專家學者也提出「忠誠模型」可用於理解乘客在不同模式間的選擇與黏著性。
- (二) **對台中捷運主要挑戰及變因：**在現階段台中捷運運量最高為高鐵台中站，以實務層面而言，高鐵站作為長途轉運樞紐，對捷運的換乘客源極為重要；近期高鐵整體運量仍呈現正成長，代表來自長途客的轉乘旅運市場仍具有發展潛力。面臨主要挑戰列示如下，
 - **轉乘接駁仍顯不足：**指旅客到捷運車站不便（如步行時間長、缺乏安全人行道或接駁工具），就會大大降低日常固定搭乘意願。許多研究顯示，Ubike 或共享機車等「微移動」能顯著改善可達性並拉高公共運輸使用率。
 - **車站周邊生活圈與商業規模有限：**車站開發（商業、服務、步行空間）皆能提高捷運站常態使用。台中既有的共構站（例如與高鐵或臺鐵共構）是關鍵車站節點，周邊商業發展性仍有加強擴大空間。
- (三) **短中長期具體建議：**

- 短期：強化轉乘接駁運具，與 U Bike、Wemo 業者合作，設置充足且明確的車站停放設施；提供轉乘優惠（如折扣碼優惠）可改善可達性並提升常態使用率。
- 中期：考量票務整合票價策略，與高鐵及台鐵商討聯票或轉乘折扣（例如高鐵票＋捷運單程/一日票折扣），降低轉乘成本，增加高鐵下車旅客使用捷運的誘因。
- 長期：嘗試推動「整合式資訊平台」整合捷運、台鐵與高鐵即時到發、轉乘推薦與票價試算，如日本地鐵、JR、新幹線等交通運具整合於「換乘案内」app 呈現，提升轉乘資訊能見度並降低轉乘心理成本。

台中捷運在「通勤通學」與「高鐵轉乘」兩大客源上已具基礎條件，因此未來若能把「搭一次」或「偶爾搭」的旅客轉成「忠誠乘客」，由改善接駁、提供跨系統票務與資訊整合、提高服務品質（準點、安全、舒適），以及在車站周邊商圈創造更多吸引力，將對捷運長期運量穩定與市民搭乘習慣改變具明顯正面效果。

陸、 附件

