

汽車客運業數位轉型之初探

A Preliminary Exploration of Digital Transformation in the Bus Passenger Transport Industry

運輸經營及管理組 黃立欽

研究期間：民國114年1月至114年12月

摘要

數位轉型(Digital Transformation) 指企業透過數位化科技，從內部的組織結構、工作流程、企業文化到外部的營運模式，進行全面性的轉型。數位轉型是為了因應現代科技發展與市場需求而產生的，是一種能讓企業經營更有效率、更優化也更具競爭力的轉型方式。汽車客運業在國內以往多是家族企業傳承經營，在公司治理部分亦多由家族成員擔任重要職位，少有引進交通專業經理人之情況，因此，在因應多變的交通環境下，如何因應外界環境與內部公司治理，均面臨相當程度之挑戰。本研究以汽車客運業為對象，針對我國汽車客運業數位優化或轉型之案例與發展趨勢，透過問卷調查了解目前汽車客運業運用資訊模組狀況，並訪談包括主管機關、公共汽車客運公會及部分業者等權益關係人，以汽車客運業降低成本及增加營收角度，提出未來政府可協助開發之數位轉型核心模組建議。

關鍵詞：

數位轉型、汽車客運業

汽車客運業數位轉型之初探

一、 研究背景

汽車客運業過往係以購買車輛及招募駕駛發跡，而後主管機關以固定路線、固定班次等規定加以納管，屬於勞力密集產業。隨著時代演進，汽車客運業逐步導入資訊化系統及設備協助公司治理，因此，如何邁向「數位轉型」成為不得不正視的問題。

數位轉型核心模組應可分為駕駛、車輛、路線、客戶及環境等層面加以探討，其中駕駛層面包括駕駛履歷、節能分析及安全監控模組；車輛層面包括安全監控、車輛派遣及維修保養模組；路線層面包括成本分析、運價分析及票證分析模組；客戶層面包括票務及顧客服務模組；環境層面則為應變處理模組。

過去幾年本所已就駕駛履歷模組及節能分析模組進行相關研究並已有初步成果，目前汽車客運業已就車輛派遣及維修保養模組進行實作應用，以下將就上述所提駕駛、車輛、路線、客戶及環境等五個層面所涉及之資訊模組進行探討與研析，藉以確立下一年度合辦計畫之功能開發項目。

以下分別就上述模組分別予以定義及說明，如表 1。

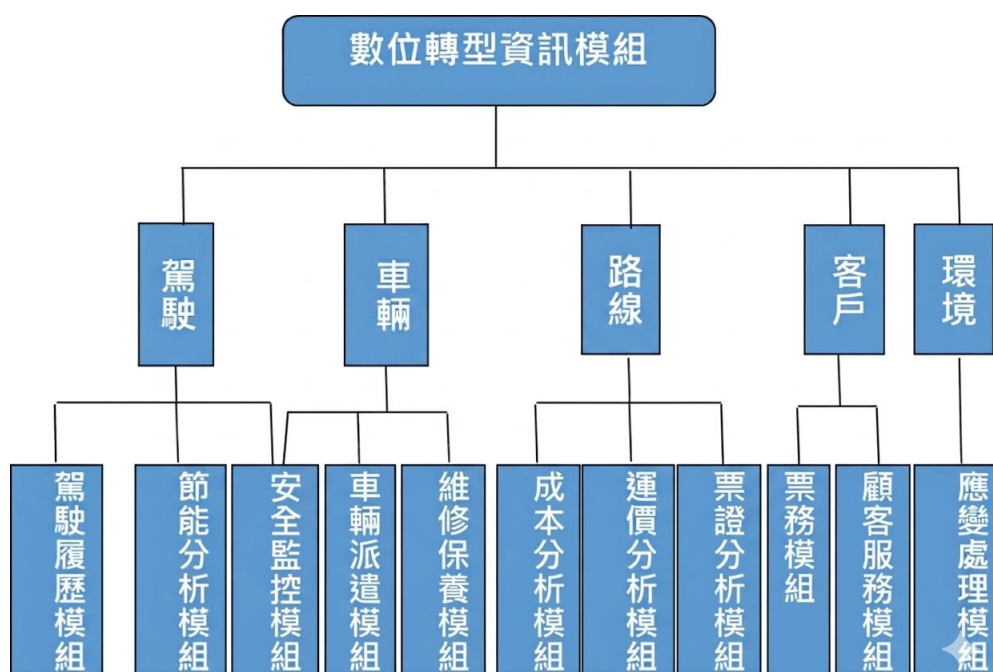


圖1 數位轉型核心模組架構

表1 資訊模組定義說明

層面	資訊模組名稱	定義
駕駛	駕駛履歷模組	整合駕駛員之基本資料、出勤紀錄、違規與表揚紀錄、以及安全駕駛行為數據（如急煞、超速），作為人事考核與培訓之基礎
駕駛	節能分析模組	透過車機數據分析各駕駛員在不同路線下的油耗或電耗表現，計算節能效率並提供優化駕駛建議
駕駛車輛	安全監控模組	利用感測器或影像辨識監控駕駛疲勞、分心行為，並即時發出安全預警
車輛	車輛派遣模組	根據營運需求自動排定車輛勤務，優化車輛調度效率，包括車輛與駕駛分派、自動排班、動態管理等
車輛	維修保養模組	記錄車輛零件壽命、定期檢驗與維修歷史，並結合車機異常訊號進行「預防性維修」管理
路線	成本分析模組	彙整單一車輛之折舊、維修、燃料及保險等各項營運支出，分析車輛之生命週期成本與營運效益
路線	運價分析模組	基於路網成本與載客數據，進行票價彈性、營收結構與補貼政策之試算，作為調價或路線申請之依據
路線	票證分析模組	結合電子票證（悠遊卡、一卡通）與行動支付大數據，分析乘客起迄點（OD）、尖離峰流量，以優化排班與停靠站設計
客戶	票務模組	處理售票、訂位、退票及多元支付等票務交易流程
客戶	顧客服務模組	管理客戶投訴、意見回饋及會員獎勵計畫，提升服務滿意度
環境	應變處理模組	針對天候異常（如颱風）、道路施工或突發事故，提供車輛即時動態調整、自動公告及乘客資訊補償之處理程序

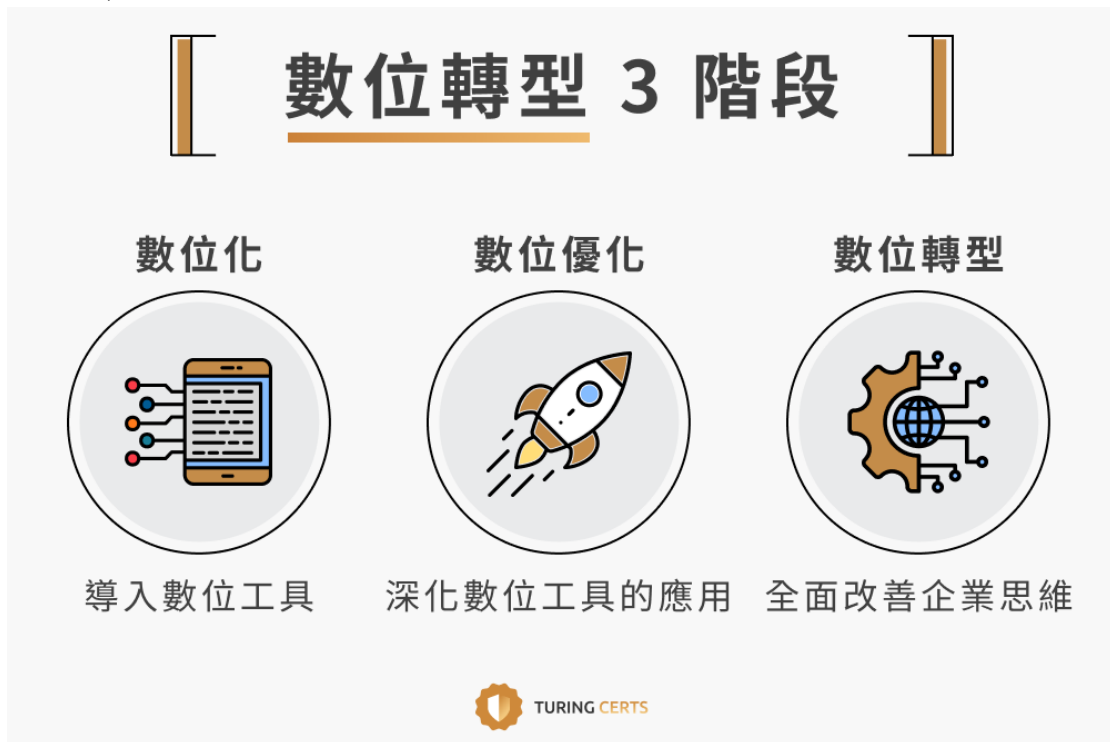
二、數位轉型文獻與案例分析

2.1 數位轉型文獻

數位轉型（Digital Transformation）是指企業透過數位化科技，從內部的組織結構、工作流程、企業文化到外部的營運模式，進行全面性的轉型。數位轉型是為了因應現代科技發展與市場需求而產生的，是一種能讓企業經營更有效率、更優化也更具競爭力的轉型方式。

數位化 (Digitization) 指的是「將數位科技工具導入企業內部工作流程」, 透過數位工具來降低企業在工作流程中所耗費的時間、人力與資源成本。如果只有初步完成數位工具的引進, 那只能說是內部工作流程的優化, 而尚未達到企業內、外整體營運模式的轉型。數位化僅是數位轉型中最基礎的一環, 也是數位轉型的第 1 階段。

若要完整的數位轉型, 所有的企業都必須要經過以下 3 階段, 如圖 2。



資料來源：<https://turingcerts.com/zh/digital-transformation/>

圖2 數位轉型3階段示意圖

1. 數位化 (Digitization)：導入數位工具

「數位化 (Digitization)」是數位轉型 3 階段中難易度最低的, 只做工具層面的導入, 簡化企業的工作流程, 降低營運成本。數位化例子有很多, 舉例來說, 將紙本資料/文件轉換為數位格式儲存在雲端系統, 以便電子化管理, 這是資訊數位化。或者是透過導入線上人力管理系統, 以方便留存、管理員工資訊, 這是一種企業數位化。

2. 數位優化 (Digital Optimization)：深化數位工具的應用

當我們達成初步的數位化 (Digitization) 之後, 可以進入下個階段的「數位

優化 (Digital Optimization)」進一步將數位工具應用在企業營運上，優化商業模式與商業策略。深化數位工具的應用有一定的技術門檻，因此「數位優化」比「數位化」難度更高。

舉例來說，將電商網站的客戶消費資料做數據化分析、優化網站體驗、調整銷售策略；使用數位工具統計、分析消費者需求並應用於產品研發等，都算是數位優化的一種。

3.數位轉型 (Digital Transformation)：全面改善企業思維

數位轉型 (Digital Transformation) 是 3 個階段中最費時、也最不易達成的，不只是運用數位工具在企業內部管理和外部經營策略，更要進行企業整體組織結構與文化的再造，改變企業思維。

以既有客戶與潛在客戶為數位轉型的核心與出發點，將企業營運策略、思維、模式與數位工具完全整合，這才是數位轉型最重要的地方。



圖3 數位轉型成功案例-臺北市政府

提及政府機構數位轉型，在臺灣的成功案例中，不可不提到臺北市政府。為了因應數位轉型趨勢，臺北市政府特別成立了「台北數位企業發展中心」，於 2023 年舉辦「臺北產業數位應用博覽會」，也發布「臺北市教育政策白皮書」，推廣教育產業數位化。

於此同時，臺北市政府引入圖靈證書系統，將 31 個所屬一級機關、12 個區公所、112 個所屬二級機關、236 所各級學校、14 所幼兒園的相關證書全面數位化管理，配合數位化政策，協助教育領域數位轉型，邁向「智慧城市 (Smart City)」的願景。

2.2 我國汽車客運業數位優化或轉型案例

由於數位轉型涉及企業思維之整體改造，目前僅有極少數汽車客運業朝此方向邁進，因此，以下僅就我國汽車客運業進行數位優化或轉型案例予以說明。

1.國光客運：導入 APP 訂票與行動支付整合

(1)數位優化重點：

- A.推出 App 提供車票預訂、付款、查詢等功能。
- B.支援多種行動支付（如 LINE Pay、街口支付、一卡通 Money）。

(2)預期成效：

- A.提升乘客自助購票率與 App 使用率。
- B.增加民眾便利，提升公共運輸服務。

2.統聯客運：智慧排班與數位派遣系統

(1)數位優化重點：

- A.建置車輛動態管理系統，整合 GPS、車機與排班系統。
- B.進行班表優化，調度系統自動分派司機與車輛。

(2)預期成效：

- A.降低空班率與油耗，提高營運效率。
- B.增強調度透明度與即時性。

3.和欣客運：無紙化與電子票證整合

(1) 數位優化重點：

- A.推出官方 App 整合車票預訂、付款、查詢等功能。
- B.實施電子票證與 QR Code 進站功能，減少紙本車票使用。
- C.整合 Ubus、iBon 等第三方通路銷售。

(2)預期成效：

- A.簡化售票流程、降低印製成本。
- B.提供更多元的購票選擇與行動友善體驗。

4.高雄客運：引入電動巴士藉由數據改善與即時資訊分析系統

(1)朝向數位轉型重點：

- A.與鴻海集團合作，引入電動巴士，並蒐集相關數據，改善營運問題。
- B.與高雄市政府合作建置交通大數據平台。

(2)預期成效：

- A.提升民眾等車資訊透明度與信賴感。
- B.利用數據協助調整班次與路線規劃。

5.基隆客運：電子簽到與駕駛行為監控

(1)數位優化重點：

- A.導入駕駛員電子簽到與排班系統。
- B.安裝車內攝影機與駕駛行為分析（疲勞偵測、急煞等）。

(2)預期成效：

- A.提高營運安全與人力管理效率。
- B.可依據駕駛行為數據進行培訓與獎懲。

表2 我國數位優化或轉型案例技術應用與預期成效彙整表

客運業者	數位優化或轉型內容	對應核心模組	已開發應用模組	預期成效
國光客運	行動支付整合App、訂票APP	顧客服務模組 票務模組	車輛派遣模組 安全監控模組	推動自助購票、減少現場排隊
統聯客運	智慧排班、GPS動態車輛管理、車輛派遣	車輛派遣模組 票務模組	安全監控模組	降低空班與油耗、優化車輛與人力分配
和欣客運	QR Code 電子票、無紙化、行動售票整合	票務模組	車輛派遣模組 安全監控模組	降低成本、提升乘客便捷性
高雄客運	與鴻海合作引入電巴、蒐集數據改善、大數據平台	票證分析模組 應變處理模組	車輛派遣模組 安全監控模組	提升乘客資訊透明度、優化路線與班次
基隆客運	電子簽到、駕駛行為監控、數據管理	駕駛履歷模組 安全監控模組	車輛派遣模組	提升行車安全、落實司機管理、提供績效依據

2.3 外國汽車運輸業數位優化或轉型案例

1. Greyhound (美國灰狗巴士)

Greyhound 是美國知名的長途巴士公司，在數位優化方面主要著重於提升乘客體驗和車載技術：

- (1)車載 Wi-Fi 和娛樂系統：Greyhound 與 Icomera 合作，在其車隊中部署了強大的無線網路連接平台。這不僅為乘客提供穩定的 Wi-Fi，還能將好萊塢電影、熱門電視節目、遊戲和電子書等娛樂內容直接串流到乘客的行動裝置上，無需額外的座位螢幕，大幅提升了旅途中的娛樂性。
- (2)網站與行動應用優化：Greyhound 改造其官方網站，以提供更流暢的電子商務體驗，減少購票步驟，並能針對新舊客戶提供個人化促銷。這項改變顯著提升了網站的轉換率、縮短了購票時間，並改善了搜尋引擎優化 (SEO)。

2.FlixBus(歐盟)

FlixBus 是一家歐洲領先的長途巴士公司，在數位轉型方面，以其創新商業模式和數位化程度而聞名：

- (1)平台型商業模式：FlixBus 自身並不擁有大量巴士，而是與眾多中小型巴士公司合作，透過其強大的數位平台整合並營運龐大的路線網路。其核心是應用程式和網站，提供簡單便捷的預訂系統、動態票價管理和路線規劃。
- (2)科技驅動的營運：他們利用技術實現智慧路線規劃、動態定價、線上售票、車載免費 Wi-Fi 和 GPS 定位等功能，大幅提升了營運效率和乘客便利性。FlixBus 將傳統交通運輸數位化，創造了歐洲最大的長途巴士網路。

3.Daimler Buses (Omniplus 服務品牌)

Daimler Buses 作為巴士製造商，也積極推動其客戶（客運業者）的數位轉型，透過其 Omniplus 服務品牌提供多樣化的數位服務：

- (1)遠端系統和軟體更新 (OTA)：Daimler Buses 為其巴士提供「無線」更新功能，使巴士業者無需將車輛送回維修廠，即可透過行動網路進行系統和軟體更新，大大提高了效率和便利性。

(2)Omniplus On 監控服務：這項服務包含車速相關的地理圍籬 (geofencing) 功能，允許業者設定限制車速的區域，當巴士進入這些區域時，車速限制器會自動啟動。此外，針對電動巴士，Omniplus On Battery Monitoring 提供高壓電池的狀態資訊和最佳使用建議，協助車隊營運商管理電動車輛。

4.JR Bus (日本 JR 巴士，隸屬於 JR 集團)

JR 集團雖然以鐵路營運為主，但旗下的 JR 巴士也積極參與數位轉型，尤其在智慧交通和自動駕駛領域：

- (1)智慧交通與數據整合：JR-EAST (東日本旅客鐵道) 的中長期技術創新願景旨在實現「移動革命」，透過物聯網 (IoT)、大數據和人工智慧 (AI) 等技術，整合大量的鐵路數據並連接其他交通方式及天氣資訊，創造新的服務價值。這也延伸應用到其巴士業務中，旨在提升整體交通網路的效率和乘客體驗。
- (2)自動駕駛和車隊技術試驗：JR-West (西日本旅客鐵道) 與 SoftBank 合作，在專用測試跑道上進行巴士自動駕駛和列隊行駛 (platooning) 技術的試驗。這項計畫旨在解決司機短缺問題、降低公共交通成本，並提供無縫、便利的交通服務，特別是對於老年人和身障人士。

5.Nishi-Nippon Railroad (西日本鐵道，Nishitetsu)

Nishitetsu 是一家綜合性的交通運輸公司，其在數位轉型方面也展示了對永續發展和新技术的應用：

- (1)柴油巴士電動化改造 (Retrofit EV Bus)：西日本鐵道與 Sumitomo Corporation 合作，推動將使用十年以上的柴油巴士改裝為電動巴士的專案。這項「Retrofit EV Bus」計畫不僅有助於減少碳排放，實現碳中和目標，還提供了一種成本較低的電動巴士解決方案，是循環經濟思維的體現。
- (2)推動電動車基礎設施發展：雖然此案例直接著重於巴士電動化，但也間接推動了相關的充電基礎設施和管理系統的發展。例如，Saga-Tenix 的 Tenix Charge 系統在日本市場的應用，正是為了優化電動巴士的充電排程和能源管理，這對於 Nishitetsu 這樣積極轉型電動車隊的業者至關重要。

2.4 小結

經由數位轉型文獻可知，就數位轉型三階段「數位化」、「數位優化」、「數位轉型」而言，目前我國汽車客運業主要都還處在「數位優化」階段，事實上要進入「數位轉型」階段亦不容易，除技術須隨著時代不斷進步精進外，公司組織結構及企業文化亦須進行調整及改革，然而本研究在進行文獻回顧及案例分析後，認為組織改革企業文化涉及個別公司之主體意識，非本研究可提供建議促其調整，因此，在不調整題目的情況下，本研究僅針對「數位優化」部分提供建議。

從國內汽車客運業數位優化或轉型案例來看，國內汽車客運業者主要多已應用車輛派遣及安全監控模組，目前以票務模組為我國汽車客運業主要發展重點，其他如駕駛履歷、顧客服務及應變處理模組等則僅部分公司應用，因此，未來汽車客運業數位轉型模組開發應著重在於業者尚未普及應用，且符合業者需要之方向，例如路線層面的成本、運價或票證分析模組等。因此，業者已經普遍應用之模組，將不納入未來開發之工作項目內。另外，國內之汽車客運業亦多處於「數位優化」階段，對於邁向「數位轉型」之目標仍有待努力。

從國外汽車客運業數位優化或轉型案例來看，國外汽車客運業者主要以顧客服務、平台或網站整合為主，車輛派遣及安全監控模組已是基本配備，至於引入電動巴士及相關技術部分，亦與國內趨勢類似，部分規模較大集團已朝向自駕進行試驗，因此，未來增加顧客服務模組之研發，亦符合國外主流趨勢。

另外，在蒐集之國外案例部分，多已朝向「數位轉型」目標深耕，值得我們參考學習。

表3 國內外數位優化或轉型案例彙整表

客運業者或案例	數位優化或數位轉型
國光客運	數位優化
統聯客運	數位優化
和欣客運	數位優化
高雄客運	數位轉型
基隆客運	數位優化

客運業者或案例	數位優化或數位轉型
Greyhound (美國灰狗巴士)	數位優化
FlixBus(歐盟)	數位轉型
Daimler Buses (Omniplus 服務品牌)	數位轉型
JR Bus (日本 JR 巴士，隸屬於 JR 集團)	數位轉型
Nishi-Nippon Railroad (西日本鐵道，Nishitetsu)	數位轉型

三、汽車客運業在數位轉型之相關議題分析

本研究實際訪談兩家汽車客運業者、中華民國公共汽車客運全國聯合會及主管機關交通部公路局，大致上可彙整出目前汽車客運業面臨之問題，以下將分別予以說明。

3.1 數據整合困境及法規限制

數據的取得、整合與應用，是汽車客運業提升營運效率與服務品質的核心驅動力。然而，業者在此過程中卻面臨來自技術與商業模式及法規限制的相關問題。本章節將說明業者在數據取得及法規限制的具體問題。

1. 電動巴士車載資訊限制

在推動車隊電動化的過程中，業者發現要取得電動巴士最核心的營運數據——特別是與電池健康度相關的底層資訊(SOC)，其主導權完全掌握在車廠(OEM)手中。這反映出市場上兩種截然不同的商業思維：傳統硬體銷售模式與新興體系整合模式。

總結而言，傳統車廠模式之關鍵車載數據的取得權利掌握在車廠手中，而非資產所有者的客運公司，這已成為客運業者推動精細化、智慧化管理的一大變數與挑戰。鴻海的整合模式正衝擊著傳統 OEM 的商業模式，預示著產業未來的合作趨勢。

表4 鴻海與傳統商業模式對於數據取得應用之比較表

商業模式	數據開放性	影響分析
鴻海模式 (整合方案商)	數據可控且完整提供	此模式販售的不僅是車輛，而是一套包含「硬體+軟體+增值服務」的完整體系。業者可獲取完整數據流，利於深度分析與營運優化，有效解決數據孤島問題。
傳統車廠 (硬體銷售商)	數據不願開放或需額外付費	仍停留在硬體銷售思維，將數據視為可額外收費的商品。業者無法取得電池組等關鍵零件的底層數據，導致維運管理、效能分析與故障預警上受到極大限制，形成「廠商鎖定」的困境。

2. 駕駛履歷數據與個資保護

業者在建構完整的駕駛員風險管理系統時，遭遇了關鍵的數據斷點。核心問題在於受「個人資料保護法」的規定，政府監理單位並未開放與三代公路監理系統 API 介接管道，導致業者無法即時、自動地獲取駕駛員的個人違規紀錄。

上述限制迫使業者必須採用手動查核方式（例如請駕駛簽署同意書後定期逐一查詢），更形成了潛在的安全風險，若未能及時發現駕駛因違規記點滿額而被吊扣駕照，將對公共安全構成重大威脅。此一政策雖立基於個資保護，實質上卻將安全風險與行政管理的重擔，外部化至客運業者身上，使其必須承擔系統性資訊缺口所帶來的後果。

3.2 核心營運議題

客運業不僅是勞力密集型產業，其營運更深受法規政策的直接影響。本章節將探討業者面臨政策目標與實際執行之問題，如何在脫離營運現實的狀況下，反覆引發資源錯置與效率耗損的惡性循環。

1. 車隊電動化進程與現實限制

根據訪談結果，某客運集團目前的電動巴士佔比約為 14.5%。儘管業界普遍朝向 2030 年市區公車全面電動化的政策目標邁進，但受訪者直言此目標「不可能達成」。其背後的主要原因並非意願不足，而是源於營運現實的客觀限制：

- (1)路線多元性：該集團同時經營市區公車、國道客運、偏遠山區路線及景點接駁，不同路線對車輛續航力、馬力與性能要求截然不同，因縣市合併後，六都原屬公路汽車客運路線多轉為市區汽車客運路線，因此，多數偏鄉路線確已劃歸為市區客運路線，因偏鄉路線包括山區及沿海地區等，如使用電動公車確有其問題存在。
- (2)合適車型缺乏：現有電動大客車市場主要滿足市區需求。對於偏鄉或顛簸的山區路線(仍為市區汽車客運路線部分)，市場上仍缺乏座位數足夠、性能可靠且通過驗證的電動車型。

因此，全國一致性的政策目標若未能充分考量區域地理與路線特性的根本差異，將難以在實務中有效落地。

2.營運成本結構與合理報酬率爭議

客運業的路線營運成本，長期依循本所制定的「18項成本公式」計算。然而，在「合理營運報酬率」此一核心項目上，卻存在著不同的認知落差。受訪的高雄地區汽車客運業者指出，在「合理營運報酬率」標準部分，公路總局與全聯會協商標準：3.73%；高雄市過往及現行標準：長期為0%，近年才提升至1.7%。此種遠低於全國標準、甚至趨近於零的低報酬率，在業者看來，無異於被要求從事「虧錢的生意」。這種成本結構，亦影響業者進行服務升級與新技術投資的意願，對產業的永續經營能力亦構成傷害。

3.3 小結

本次深度訪談，從數據整合的困境與法規的限制、駕駛履歷與個資保護，到核心營運的車輛電動化進程和合理報酬率爭議，完整呈現客運業者在轉型升級過程中所面臨的實際問題。經彙整後關鍵如下：

- 1.數據開放是數位轉型的核心瓶頸 不論是來自政府的駕駛數據，還是來自車廠的車輛數據，數據的無法順暢流通，已成為阻礙產業智慧化升級的最大障礙。缺乏數據，精細化管理與預防性維護便無從談起，整合性解決方案成為未來趨勢，未來應提供「硬體+軟體+服務」的模式，業者不應僅購買單一產品，而應與硬體及軟體服務供應者，從保障營運正常、確保數據透明度、共同提升效率的角度來建立「營運夥伴關係」。此模

式預示了產業的未來：從單純的設備採購，走向尋求能解決營運痛點的完整體系。

2. 未來應就個資保護與駕駛授權間取得平衡，以即時取得駕駛在從業過程中，與安全相關之即時資訊，避免產生查核空窗期。
3. 「合理報酬率」之標準確為多年來主管幾關與客運業者間難解之問題，因此，亦產生「政府補貼」是否真正落實到公共運輸使用者之相關討論。未來建議從運價分析及成本分析資訊模組構建中，藉由不同情境中參數之設定，例如物價水準，設定不同合理報酬率予以試算，應可反饋以檢討補貼政策之適切性。

四、問卷調查與分析

為了解汽車客運公司目前使用資訊管理系統運用於汽車運輸業經營之現況，以及因應未來公司數位優化、轉型並使用本所後續導入 AI 開發「數位轉型核心模組」之期望與意願，本所透過公共汽車客運公會全國聯合會發放問卷予業者填寫。

4.1 問卷調查

問卷內容其中包括基本資料、營業登記區域、車輛規模等問項，問卷重點包括汽車客運業之資訊管理系統中，已包括其中哪些功能、是否已導入 AI(人工智慧)如 CHATGPT 等生成式 AI、本所可優先開發哪些功能及是否有意願導入應用等，問卷設計如附件。

4.2 問卷分析

問卷計回收 20 份，因部分問卷說明其資訊系統開發後，集團內所有公司均共同納入使用，故以一份問卷代表。問卷包括北北基 10 份，佔 50%、桃竹苗 2 份，佔 10%、中彰投 2 份，佔 10%、雲嘉南 1 份，佔 5%、高屏澎 5 份，佔 25%、宜花東無回收問卷。回收之問卷中，車輛規模 400 輛以上(含)佔 45%，300-399 輛佔 5%，200-299 輛佔 25%，100-199 輛佔 10%，100 輛(不含)以下，佔 15%。

在經營汽車客運業之資訊管理系統中，已包括其中哪些功能部分，其中以駕駛(駕駛履歷、節能分析)及車輛(維修保養、車輛派遣)均為 95% 為最高，其次為路線(成本分析、運價分析、票證分析)85%，再其次為客戶(會

員積點、申訴陳情)65%，以環境(應變處理)15%為最低。

在是否已導入 AI 部分，佔 100%回答均為否，汽車客運業之資訊管理系統中，優先開發其中哪些功能部分，駕駛(駕駛履歷、節能分析)佔 65%、車輛(維修保養、車輛派遣)佔 70%、路線(成本分析、運價分析、票證分析)佔 70%、環境(應變處理)佔 35%、客戶(會員積點、申訴陳情)佔 30%、如本所未來開發上述模組，貴公司是否有意願導入應用部分，有意願導入應用佔 70%、無意願佔 30%。

進一步看駕駛部分，85%之業者具備駕駛履歷系統，40%的業者具備節能分析系統。事實上，本所在 112-113 年曾建置完成駕駛履歷系統模組，惟囿於涉及個資，以及駕駛缺工問題嚴重，因此，並未推廣給業者應用。後續值得進一步了解業者建置之駕駛履歷系統與本所開發系統之差異，並推廣予業者應用；在節能分析系統部分，本所亦曾針對「節油」部分開發相關系統，惟因在申請技術專利時未獲通過，因此，無法授權予客運業者應用。未來本所開發類似系統模組時，似應進一步先了解相關技術專利現況後，再進行模組開發較為適宜。

進一步看車輛部分，85%之業者具備維修保養系統，75%的業者具備車輛派遣系統。而進一步看沒有上述系統的業者，並無車輛規模大小之差異，也就是說即使是車輛規模大的業者，也有部分業者未具備上述系統。

在路線部分，60%之業者具備成本分析系統，45%的業者具備運價分析系統，55%的業者具備票證分析系統。由於本所曾開發路線別成本會計制度，並以推廣予業者使用，業者是否自行開發成本分析系統，或認為成本分析系統即為本所開發之路線別成本，仍需進一步確認。另運價分析及票證分析系統部分，基本上多是公路主管機關基於運價調整或乘客上、下車起訖點調查等需要，以另外委託學術單位或顧問公司研究方式取得，以目前業者 45%-55%將近一半之比例已具備而言，似乎比預期高，亦值得進一步了解其運作方式。

在環境部分，只有 35%之業者具備應變處理系統，在都會地區車輛班次多，容易進行車輛調度之區域或許需求較低，反而是偏遠地區，車輛班次較少的路線，亟需建立應變處理之系統及 SOP，以避免影響民眾搭乘權益。

在客戶部分，已有 60%之業者具備申訴陳情系統，因問卷並未詳細就

申訴陳情系統細分係由網路或電話、書面等方式提出申訴，其回應時間為何?是否建立 SOP 等，未來擬在訪談時進一步探究。而在會員積點部分，僅有 1 家業者提供，在提升旅客忠誠度，以增加客源回流部分之措施似乎較少

在希望優先開發的系統模組中。其中節能分析、維修保養、車輛派遣、成本分析、運價分析及票證分析等，均占 50%-55%之比例；其次是駕駛履歷、應變處理及申訴陳情，占 30%-35%之比例；只有會員積點最少，僅占 15%之比例。

在是否有意導入本所開發之系統模組部分，有 70%之業者有意願導入，30%之業者無意願導入，無意願導入業者以大車輛規模業者為主。

4.3 小結

經過上述分析，初步得知目前 75% 業者已有車輛派遣模組，但高達 70% 業者仍建議列為優先開發項目，顯示現有系統仍有進步空間。惟因此模組多係業者以客製化方式與資訊公司合作開發，建議業者未來應可導入 AI 演算法，優化調度效率以降低空車率。

另外，45%-60% 業者已具備路線(成本分析、運價分析、票證分析)初步功能，但仍有 70% 的業者希望進一步開發。而在與公路主管機關交通部公路局訪談後，運價分析及成本分析模組部分，係該局在業務需求上建議應優先開發之功能項目，因此，此兩功能模組應可列為未來本所優先開發之資訊模組。

在應變處理系統及顧客服務模組部分，目前普及率及重視程度均不高，則可納入未來第二階段開發之對象。

五、數位轉型核心模組初步架構

本研究針對駕駛、車輛、路線、客戶及環境等五大層面之資訊模組進行分析及評估，分析結果將模組分為「優先開發」、「導入 AI 優化」、「第二階段開發」、「檢討及盤點現況」及「不納入後續研發」等 5 種建議，分別說明如下：

其中，路線層面的成本分析模組及運價分析模組部分，在訪談主管機關、公會及業者過程中，受訪代表均表達應優先開發之高度興趣，且本所前已開發之路線別成本運算系統僅具蒐集成本資料功能，並未具分析功能；

另外，依相關法規規定，運價應每兩年檢討一次，而受限於業者提供成本等資料限制，因此，在公路汽車客運部分，公會多未定期檢送資料陳請主管機關檢討運價。爰有必要針對路線層面的成本分析模組及運價分析模組優先納入開發。而在車輛派遣模組部分，業者多以客製化方式與資訊公司合作開發，業者未來應可導入 AI 演算法，優化調度效率以降低空車率。

表4 各資訊模組後續研究或技術研發建議

層面	資訊模組名稱	後續研究或技術研發建議
駕駛	駕駛履歷模組	檢討駕駛個資法規與實際執行之落差，再予討論資訊模組之導入。
駕駛	節能分析模組	就節油及節電技術之專利先予盤點後，再研發相關技術
駕駛、車輛	安全監控模組	技術成熟，不納入後續研發範圍
車輛	車輛派遣模組	業者未來應可導入 AI 演算法，優化調度效率以降低空車率
車輛	維修保養模組	技術成熟，不納入後續研發範圍
路線	成本分析模組	優先納入第一階段開發對象
路線	運價分析模組	優先納入第一階段開發對象
路線	票證分析模組	視個案需求各自應用，未來視需求斟酌是否納入第二階段開發對象
客戶	票務模組	業者已各自重點研發，不納入後續研發範圍
客戶	顧客服務模組	納入第二階段開發對象
環境	應變處理模組	納入第二階段開發對象

策略優先：核心研發與創新

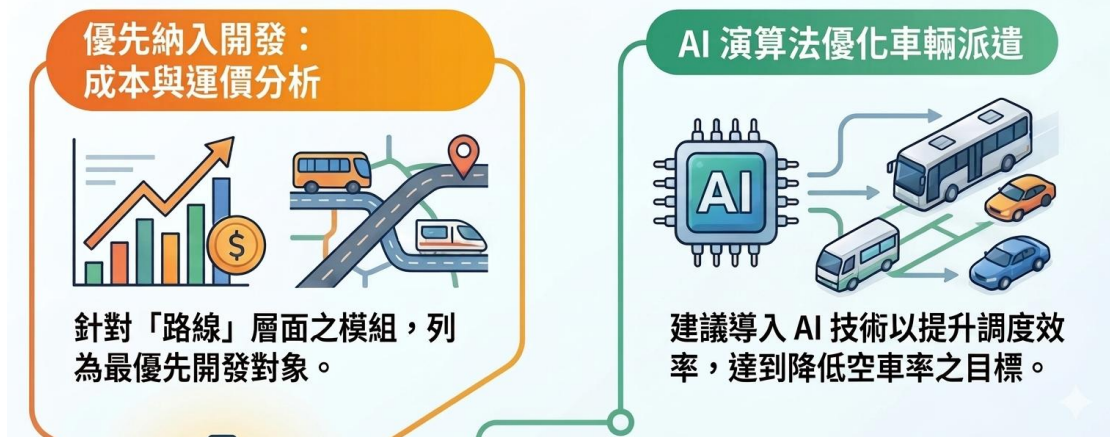


圖4 建議優先開發及建議導入AI優化模組

而在客戶層面的顧客服務模組、環境層面的應變處理模組部分，係在進行文獻案例分析及問卷分析後，除係現階段國外汽車客運業發展主流趨勢外，亦為我國汽車客運業較不重視部分，因此，未來可考量導入 AI 技術納入第二階段開發對象。至於票證分析模組，則可視個案需求及未來之應用狀況，斟酌是否納入第二階段開發範圍。在橫跨車輛及駕駛層面的安全監控模組、車輛層面的維修模組以及客戶層面的票務模組部分，因汽車客運業已普遍應用，技術均已趨成熟，爰不納入後續研發範圍。

階段規劃：成熟項目與法規討論



圖5 第二階段開發及已趨成熟不納入後續研發模組

而駕駛層面的駕駛履歷模組部分，因現況業者反映駕駛個資法規與實際執行有其落差，因此，建議應再進一步討論並有具體結論後，再將本所已開發之資訊模組予以導入；而在節能分析模組部分，後續研究應就節油及節電技術之專利先予盤點後，再研發相關技術，並申請專利，以避免產生開發之技術無法提供予汽車客運業者使用之情況發生。

六、結論與建議

6.1 結論

1. 文獻回顧案例中，業者已經普遍應用之模組，不納入未來開發範圍；增加顧客服務模組之研發，亦符合國外主流趨勢

國內汽車客運業者主要多已應用車輛派遣及安全監控模組，目前以票務模組為我國汽車客運業主要發展重點，未來汽車客運業數位轉型模組開發應著重在於業者尚未普及應用，且符合業者需要之方向，例如路線層面的成本、運價或票證分析模組等；國外汽車客運業者主要以顧客服務、平台或網站整合為主，車輛派遣及安全監控模組已是基本配備，至於引入電動巴士及相關技術部分，亦與國內趨勢類似，部分規模較大集團已朝向自駕進行試驗，因此，未來增加顧客服務模組之研發，亦符合國外主流趨勢。國內之汽車客運業多處於「數位優化」階段，對於邁向「數位轉型」之目標仍有待努力；在蒐集之國外案例部分，多已朝向「數位轉型」目標深耕，值得我們參考學習。

2. 在相關單位代表的深度訪談中，從數據整合的困境與法規的限制、駕駛履歷與個資保護，到核心營運的車輛電動化進程和合理報酬率爭議，完整呈現客運業者在轉型升級過程中所面臨的實際問題。包括：

- (1) 整合性解決方案係未來趨勢，未來應提供「硬體+軟體+服務」的模式，業者不應僅購買單一產品，而應與硬體及軟體服務供應者，從保障營運正常、確保數據透明度、共同提升效率的角度來建立「營運夥伴關係」。
- (2) 未來應就個資保護與駕駛授權間取得平衡，以即時取得駕駛在從業過程中，與安全相關之即時資訊，避免產生查核空窗期。
- (3) 「合理報酬率」之標準確為多年來主管幾關與客運業者間難解之問題，似可從運價分析及成本分析資訊模組構建中，藉由不同情境中參數之設定，例如物價水準，以進一步討論訂定之標準。

3.在問卷分析中，重點說明如下：

- (1)多數業者已有車輛派遣模組，但高達 70% 業者仍建議列為優先開發項目，顯示現有系統仍有進步空間。
- (2)運價分析及成本分析模組部分，係公路局在業務需求上建議應優先開發之功能項目，因此，此兩功能模組應可列為未來本所優先開發之資訊模組。
- (3)在應變處理系統及顧客服務模組部分，目前普及率及重視程度均不高，似可納入未來第二階段開發之對象。

6.2 建議

因 AI 已逐步導入各項技術研發，未來應可考慮在資訊模組的開發過程中逐步導入。建議模組開發順序如下：

1.模組開發優先順序

- (1)第一階段，短期（0-2 年）主管機關及產業接受度最高、落地最快
 - I.路線成本分析模組
 - II.運價分析模組原因：主管機關及業者需求最高，投資報酬率明確，不涉及法規限制。
- (2)第二階段，中期（2-4 年）開始導入智慧化營運
 - I.顧客服務模組
 - II.應變處理模組
 - III.票證分析模組原因：符合國際主流趨勢，且業者尚未普及應用。
- (3)長期（4-6 年）進入 AI 營運
 - I.AI 需求預測
 - II.即時營運決策 AI原因：因應未來 AI 導入之發展，除可增進營運效率外，亦可促進汽車客運產業升級。

參考文獻

1. 蘇昭銘，「公路客運服務數位轉型之基本認知與挑戰」，財團法人台北市交通文教基金會交通論壇，101年2月。
2. 「車載診斷系統(OBD)在運輸科技管理之應用研究」，交通部運輸研究所，109年8月。
3. 「智慧節能車機應用於公共運輸產業發展之研究：以公車為例」，交通部運輸研究所，109年10月。
4. 「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫(2/2)-整合車載設備之駕駛數位履歷管理系統研發」，交通部運輸研究所，113年5月。
5. Group Management Vision 2027 - "Move Up" JR 東日本企業戰略報告。
6. 「Retrofit EV Bus 實證實驗與綠色社會實現」新聞稿，西日本鐵道企業官網(2023)。
7. <https://turingcerts.com/zh/digital-transformation/>
8. <https://www.buscentreofexcellence.org.uk/>
9. <https://www.icomera.com/success-stories/greyhound/>
10. <https://global.flixbus.com/company/about-flixbus>

附件

您好!

為協助汽車客運業者降低經營成本及提升營運效率，本所擬調查貴公司目前使用資訊管理系統運用於汽車運輸業經營之現況，以及因應未來公司數位優化、轉型並使用本所後續導入 AI 開發「數位轉型核心模組」之期望與意願；另外，配合行政院/環境部對於汽車客運業進行碳盤查登錄之規定，為了解目前貴公司對於碳盤查登錄之現況，爰設計本問卷，敬請由貴公司資訊主管人員或由營運決策主管人員填寫，謝謝!

交通部運輸研究所

一、基本資料及碳盤查狀況(請勾選，單選題)

1.請問貴公司營業登記區域

- (1)北北基(含金門、連江)(2)桃竹苗(3)中彰投(4)雲嘉南(5)高屏澎(6)
宜花東

2..請問貴公司車輛規模(含公路客運、市區客運、遊覽車客運等)

- (1)400 輛以上(含)(2)300-399 輛(3)200-299 輛
(4)100-199 輛(5)100 輛(不含)以下

3.請問貴公司是否知道汽車客運(包括公路客運、市區客運、遊覽車)與貨運業者，若其營運車輛總數達到或超過 200 輛以上，就符合行政院/環境部擴大「碳盤查登錄」的門檻規定

- (1)知道(接下題) (2)不知道

4.請問貴公司是否已成立碳管理小組或指定負責部門，並制定碳盤查政策、目標與實施計畫。

- (1)已成立(2)不清楚何謂碳盤查，尚未成立 (3)其他_____ (請說明)

二、問卷內容(請勾選)

請問目前貴公司在經營汽車客運業之資訊管理系統中，已包括其中哪些功能?(可複選)

- (1)駕駛(駕駛履歷、節能分析)
(2)車輛(維修保養、車輛派遣)
(3)路線(成本分析、運價分析、票證分析)
(4)環境(應變處理)

(5) 客戶 (會員積點、 申訴陳情)

(6) 其他 _____ (請說明)

貴公司是否已導入 AI(人工智慧)如 CHATGPT 等生成式 AI 工具運用於上述資訊管理功能加以應用?

(1) 是(請續答下題) (2) 否(請跳答第 4 題)

請問貴公司將 AI(人工智慧)如 CHATGPT 等生成式 AI 工具運用於上述何種功能?

(1) 駕駛 (駕駛履歷、 節能分析)

(2) 車輛 (維修保養、 車輛派遣)

(3) 路線 (成本分析、 運價分析、 票證分析)

(4) 環境 (應變處理)

(5) 客戶 (會員積點、 申訴陳情)

(6) 其他 _____ (請說明)

為協助貴公司降低經營成本及提升營運效率，請問您認為本所可優先開發下列哪些功能，以因應貴公司經營汽車客運業之需求?(可複選)

(1) 駕駛 (駕駛履歷、 節能分析)

(2) 車輛 (維修保養、 車輛派遣)

(3) 路線 (成本分析、 運價分析、 票證分析)

(4) 環境 (應變處理)

(5) 客戶 (會員積點、 申訴陳情)

(6) 其他 _____ (請說明)

(7) 沒有必要開發(問卷結束)

如本所未來開發上述模組，貴公司是否有意願導入應用?

(1) 有意願導入應用 (2) 無意願

問卷結束!謝謝您!