運輸計劃季刊
第四十三卷 第四期
民國一〇三年十二月
頁 343～頁 366

Transportation Planning Journal
Vo1. 43 No. 4
December 2014
PP. 343 ～ 366

汽車客運路線特性與班次對運量之影響—以分量迴歸分析

THE IMPACT OF BUS ROUTES ON PASSENGER VOLUME IN TAIWAN: EVIDENCE FROM QUANTILE REGRESSION

林淑敏 Shu-Min Lin [1]
張景福 Ching-Fu Chang [2]
饒志堅 Chih-Chien Jao [3]

(101 年 9 月 14 日收稿，102 年 2 月 27 日第 1 次修改，102 年 12 月 27 日第 2 次修改，103 年 4 月 11 日第 3 次修改，103 年 6 月 3 日第 4 次修改，103 年 11 月 10 日定稿)

摘 要

節能減碳不僅為世界各國的經濟願景，更是社會責任，因此，公部門致力於提升公共運輸整體能量與品質，並朝著低碳減污之永續綠運輸系統的方向邁進，如何有效推動公共運輸之使用遂成為各國相關政策發展主軸。有鑑於此，本文運用「分量迴歸法」(quantile regression)，透析汽車客運路線特性與班次對高、中、低運量路線的邊際影響，藉以提供擬訂促進公共運輸運量政策之參考。實證結果顯示，班次與路線特性為影響運量高低之重要因素，班次對高運量路線提升客運量之效果較低運量路線高，且兩者呈非線性關聯。在路線特性方面，捷運與臺鐵之旅客人次增加，將有助提升汽車客運之搭乘人數。

關鍵詞：分量迴歸；路線特性；班次；汽車客運；公共運輸

1. 交通部統計處專員。
2. 國立臺灣海洋大學應用經濟研究所助理教授 (聯絡地址：20224 基隆市北寧路 2 號 國立臺灣海洋大學應用經濟研究所；聯絡電話：02-2462-2192 轉 5405；E-mail：cfchang@ntou.edu.tw)。
3. 交通部統計處副處長。

ABSTRACT

Energy conservation and carbon reduction are not only important international economic issues but also important social issues. The policies of the public sector aim to improve both the capacity and quality of public transportation services and build a sustainable green transportation system. We use quantile regression analysis to investigate the impact of low-, medium-, and high-capacity routes on passenger volume in this paper. The research shows a nonlinear relationship between the number of bus runs and passenger volume. Furthermore, the effect of bus runs on the number of passengers is stronger in high-capacity routes than it is in low-capacity routes. Additionally, an increase in railway or MRT passengers is also expected to increase the number of bus passengers.

Key Words: *Quantile regression; Bus carrier; Passenger volume; Public transportation*

一、前　言

隨著環保意識的抬頭，自然資源耗竭與全球暖化之衝擊已成為世界各國專注的議題，而國內亦致力於推動許多相關的節能減碳政策，其中，提升公共運具使用量係為本國政府努力之一大方向，透過公共運具的輸運與共乘，我們將可有效減少能源的使用與二氧化碳氣體之排放。而在一般公共運具中，又以汽車客運的路線分布最為廣泛，且與其他公共運具相比，其平均每日之載客量相對較高[4]，故在增加公共運具使用效率的前提之下，汽車客運使用量的提升將扮演著重要角色。交通部於民國 99 年頒布「公路公共運輸發展計畫」，並以「築底固本」[5]、「拔尖創新」[6] 為政策主軸 (交通部運輸研究所 [1])，其目的旨在促使低運量之汽車客運路線能有所改善，而高運量之汽車客運路線能夠持續成長，藉以提升汽車客運整體的效率與品質。因此，本研究企圖藉由量化的路線特性以及政府政策、油價與私人機動運具數量等特性變數，探討各項特性對高、中與低運量之汽車客運路線的運量是否產生不同影響，而所得之結果將可提供政府在公共運輸政策制定時予以參考。

有關探討國內公共運輸使用量之文獻，大多係針對軌道運輸工具進行討論，如：王小娥、姜渝生、廖偉成 [2] 分析臺鐵運量的影響要素；林楨家、施亭[3] 探討區域與環境等特性對於臺北捷運運量的影響；石豐宇、謝正宏 [4] 與郭奕妏 [5] 針對臺灣高鐵的票價、替代運具與其運量的關聯性進行研析。至於公路運輸方面，則有部分文獻聚焦在探討公路客運

4. 100 年汽車客運平均每日運量 319 萬人次，約占公共運具 (臺鐵、捷運、高鐵及汽車客運) 每日運量 556 萬人次之六成。
5. 為公共運輸發展環境尚未見健全之區域或縣市，其運量較低，須先改善體質、培養元氣。
6. 為公共運輸發展環境已具雛型之區域或縣市，其運量較高，須掌握發展重點，設定成長目標。

的資源分配與營運效率，例如：邱裕鈞、王銘德、黃彥斐 [6] 分析各縣市公路客運的供給及補貼是否與該區域的預估需求 (以人口密度衡量) 相互匹配；胡凱傑、馮正民、王鈞暐 [7]利用資料包絡分析法探究受補貼之偏遠地區公路客運的營運績效，但鮮少有文獻針對汽車客運路線別運量的影響因素進行研究。除此之外，在運用迴歸分析探討各項特性對公共運輸使用量的影響時，多數文獻會在普通最小平方法 (ordinary least squares) 的架構下進行，然而，值得注意的是，普通最小平方法係利用條件均數 (conditional mean) 來描述被解釋變數與解釋變數的關係，亦即當利用此方法分析路線特性對運量的影響時，其估計係數僅代表各項路線特性之變動對運量的「平均」影響，倘若各項特性對運量的影響在高、中、低運量之路線有所不同時，最小平方法的分析將無法探究其全貌。有鑑於此，本研究利用民國 100 年 1 月至 12 月的「汽車客運業路線別營運概況」之公務統計資料，並以分量迴歸法 (quantile regression) 來探討汽車客運路線特性與其運量之關聯。而本文與其他文獻不同之處有以下兩點，第一，本研究係同時針對全臺灣公路客運與市區客運的運量進行分析，並非僅針對特定種類的汽車客運進行研究，再者，本研究所使用的路線運量資料係實際的運量資訊，並非以區域人口數所做的推估載客量。因此，本文針對汽車客運運量的研究面向相當完整，且所得到的結果也將具有明確的政策意涵。第二，本文採用分量迴歸法，此方法的好處在於不僅可探究被解釋變數之條件分配中央分量 (如運量中位數) 如何受解釋變數影響，亦可觀察各項特性變數對條件分配尾端分量 (如高、低運量) 的效果，換言之，當利用此方法進行分析時，將可洞悉汽車客運路線的特性對於高、中、低運量的影響是否有所差異，同時，所得到的結果亦能與「築底固本」、「拔尖創新」的政策主軸相呼應。

經過實證分析後，可以發現各解釋變數隨運量高低呈異質影響，如班次對高運量路線提升客運量之效果較低運量路線高，顯示高運量路線若以平均影響之估計方法，將低估班次對運量的影響；其為低運量路線時，平均影響的估計方法則會高估班次對運量的影響。故本研究應用分量迴歸估計，將可彌補平均影響之估計方法的不足。

本文章的架構安排如下：第二節為相關文獻之回顧；第三節描述資料來源與變數定義；第四節介紹實證模型；第五節討論實證分析結果；最後一節為本文之結論與建議。

二、文獻回顧

有關探討公共運輸運量的影響因素之文獻，早在 1980 年代，Webster 與 Bly [8,9] 即曾針對世界共 9 個國家[7]的公共運輸體系 (汽車、火車及地鐵) 進行研究。他們認為區域的所得與私人運具的取得皆為重要的影響因素之一，當所得越高或汽車的取得越容易時，公共運輸的使用量將會有所減少；除此之外，公共運輸的便利性、政府的補助政策、各區域的

7. 這 9 個國家分別為澳洲、紐西蘭、西德、美國、英國、荷蘭、瑞典、加拿大與法國。

生活品質 (如噪音或空氣汙染程度) 與公共設施 (如學校、停車場等設施) 以及區域都市化程度等特性，皆可能會對公共運輸的運量產生影響，然而，票價變化對運量影響效果的顯著性則並不一致。

FitzRoy 與 Smith [10] 則針對單一國家進行相關研究，利用德國佛萊堡市 (Freiburg) 於 1969 年至 1995 年巴士與電車運輸資料並以最小平方法進行分析。他們發現，除了班次與路線長度對運量有顯著的影響以外，個人平均所得越高及整合型交通卡 (travel card) 的推行，都有助於運量的提升。而 Abrate 等人 [11] 的研究係專注於探討「公共運輸整合系統 (integrated tariff system, ITS) [8]」的政策有效性。作者們運用義大利 1991 年至 2002 年共 69 家公共運輸公司的縱橫資料並以一般動差法 (generalized method of moments, GMM) 進行分析，經過估計後發現公共運輸整合系統的推行，將會使公共運輸使用量在短期間提升 2%，且長期的效果將會提升至 12%。

至於其他針對公共運輸運量的要因進行探討之文獻，則仍大多皆從公共運輸的運輸品質、替代運輸工具的多寡與運輸補助政策等相關面向切入，所得之結論亦與上述文獻相似 (例如：Dargay 與 Hanly [12] 探討英國區域巴士的涵蓋里程對運量的影響，Foote [13] 探討芝加哥捷運的運輸品質對運量的影響等)。Redman 等人 [14] 則在其 2013 年的文章中，針對近 80 篇探討影響公共運輸運量要素的相關文獻進行回顧。該文將影響要素區分為實體 (physical) 要素與認知 (perceived) 要素，其中，實體要素包括公共運輸的票價 (price)、運行速度 (speed)、班次 (frequency)、信賴度 (reliability)、可近性 (accessibility)、乘坐資訊 (information provision) 與是否易於轉乘 (ease of transfers) 等因素；而認知要素則涵蓋運輸工具的安全性 (safety)、舒適性 (comfort) 及便利性 (convenience)。經過歸納後，作者們認為實體要素中的信賴度與班次，皆為影響運量的重要因子，而認知要素由於不易衡量，故較容易在研究中予以忽略，日後應加強此面向的探討。

另外，針對國內公共運輸運量進行研究的相關文獻中，賴文泰 [15] 應用 MOA (motivation-opportunity-ability) 理論比較公共運輸供給較佳與較差地區旅運者之公共運具使用行為差異，以臺北市與高雄市之旅運者作為實證分析對象，結果顯示提升公共運輸服務水準為提升民眾使用公共運具之有效途徑，惟旅運者運具選擇行為之改變，並非僅依賴公共運具服務水準之提升，必須輔以私人運具管理之配套性措施，方為提升公共運具使用量之治本之道。

林禎家、施亭 [3] 則是以臺北捷運系統為實證對象，探討「大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, TOD)」特性對捷運運量與運量時間分散程度之影響，實證結果發現，捷運全日運量受總樓地板面積的正向影響以及十字路口比例的負向影響，混合使用變數的影響則不顯著。賴宗裕、張軒瑄、陳芊灼 [16] 則係探討影響外籍旅客選擇搭乘臺北捷運的考量因素，依據羅吉斯迴歸模式推論，外籍旅客對於「形象性」及「區位性」因

8. 該系統旨在整合不同屬性的公共運輸工具，亦即運用一種票券即可搭乘不同系統或不同屬性的大眾運輸工具。

素的重視程度、搭乘滿意度與旅客的國籍等 4 項因素，會影響選擇以臺北捷運作為其在臺北旅遊最主要的交通工具機率。

至於高鐵營運方面之分析，多以對其他運具之關聯影響進行評估，石豐宇、謝正宏 [4] 為了解高速鐵路對西部國道客運業者與其他競爭運具之衝擊，應用非合作賽局，求解各競爭運具之市場均衡票價，選定「臺北－臺中路線」進行實證分析，結果顯示高鐵通車初期國道客運票價所受的衝擊並不大，但載客人數卻可能下滑一成以上，造成營收約減少 10%，惟隨高鐵不斷增班，未來可能將有更多體質較差之國道客運業者陷入困境。而郭奕妏 [5] 運用尖點劇變模型 (cusp catastrophe model) 來探討城際旅運者在油價與高鐵票價折扣的變動下，對小汽車與高鐵搭乘的選擇行為影響，運用 614 份有效問卷進行分析後，結果指出當旅運者的認知移轉障礙較低時，油價的些微調漲搭配高鐵的折扣策略，將會使小汽車駕駛人轉搭高鐵的意願明顯提升。至於林楨家、馮正民、黃麟淇 [17] 則在預測高鐵系統對地方層級的發展所可能帶來的影響，建立聯立方程式模擬人口、產業、運輸與土地等部門間的相互影響關係，使用「二階段最小平方法 (two-stage least squares，2SLS)」進行樣本校估模型。實證結果發現，改善交通可及性與增加都市發展土地對地區人口與產業產生正向影響，且後者之影響幅度大於前者；改善車站聯外運輸系統以及促進車站特定區的開發，可以增加享受高鐵系統服務的鄉鎮市，並且增加高鐵系統對人口與產業正向影響的幅度。

臺鐵部分，王小娥、姜渝生、廖偉成 [2] 運用臺鐵高級列車 (自強號、莒光號與復興號) 的資料探討座位容量限制在旅運需求上所扮演的角色。他們發現，除了班次、區域小汽車數與旅行時間等特性對臺鐵的需求具有顯著影響之外，運具容量的限制亦會對其需求產生負向效果，換言之，當車廂擁擠程度越高，搭乘的人數將會明顯下降。鄭永祥 [18] 則依據產出之邊際成本與實際成本與實際運價相比，建議應進一步調整臺鐵中長途客運的票價，並改採彈性定價方式；而在短途通勤的邊際成本中，則發現有價格偏低的情形，故無法有效增加收入；至於與臺灣高鐵之競合關係，應進而發展可能的合作方式。

關於汽車客運資訊系統之研究，蘇昭銘、王穆衡、薛雅方、曾幸敏、張志鴻 [19] 鑒於地理資訊系統 (GIS) 強大空間分析功能，可有效提升公共運輸資訊品質及提高規劃、營運管理效益等，維持資料即時性與準確性，故以目前公路汽車客運路線資料，發展道路名稱產製、站牌名稱產製及站牌座標產製等 3 種演算法，測試評估結果發現 3 種演算法均可將以往 2.5 小時之路線建置時間縮短至 5 分鐘以內，且各演算法自動產製路線資料正確率均可高達 96%以上，大幅提升公路汽車客運路線資料之建置效率。陳敦基 [20] 亦透過衡量消費者剩餘，結合運具選擇模式建立使用者效益估計式，結果顯示建置公車動態資訊系統後，確實降低使用者等車之不確定性與焦慮感，總計每年約可為使用者帶來 971 萬元之經濟效益。

另有關國道客運業營運服務品質部分，胡凱傑、賈凱傑、劉欣怡 [21] 以臺北新竹線為例，整合 Kano 模式、改善效果指標、以及失效模式與效應分析之國道客運業品質風險評估模式，結果發現駕駛員注意乘客上下車時的安全、駕駛員態度、駕駛員駕駛技術、事故

發生時客運公司的處理、客運公司對抱怨或意見的處理與候車時間，是當前國道客運業者最需要且值得改善的品質風險。陳志成 [22] 則針對國光客運民營化後，評估整體國道客運產業技術與生產效率之影響，估計結果顯示民營化後整體國道客運業在技術效率上並未有明顯提升，惟該期間之生產力指數高於 100，顯示生產力有所提升，其中影響生產力變動之因素，行駛班次與行駛總距離的增加可顯著提升客運生產力，而駕駛員工數的增加則會降低生產力的提升。

林良泰、陳建元、葉昭甫、李詩晨 [23] 則是分析臺中市高潛力公車整體計畫成功的關鍵策略與因素，研究發現原臺中市公車業者為依靠補貼、缺乏競爭之惡性循環市場，而臺中市政府主要透過開放營運路線、調整票價與建置電子票證與相關促銷方案等關鍵策略，突破原有制度均衡，引導市場結構重新演化、取得新制度之均衡。

綜整上述關於公共運輸方面之研究主題與理論方法，尚未有研究針對國內汽車客運使用量之影響要素進行整體分析；除此之外，汽車客運不同路線間具有高度異質性，然而，文獻上卻未有研究將路線拆分為高、中、低運量進行影響因素之探討，因此，本文運用近年來廣泛採用之分量迴歸方法，估計在不同運量的汽車客運路線中，各項特性對運量之影響程度；值得一提的是，分量迴歸目前廣泛應用於各學術領域，包括工資函數 (陳建良、管中閔 [24])、不動產價格影響因素 (張怡文、江穎慧、張金鶚 [25])、新生兒體重影響因素 (王心妙、管中閔、羅紀[26]) 等，故本文的分析將可補足國內探討公共運輸運量相關文獻的不足之處。

三、研究資料與解釋變數

3.1 研究資料

本研究資料來源為交通部統計處「汽車客運業路線別營運概況」之公務統計資料，資料期間自民國 100 年 1 月至 12 月，範圍則係公路總局與各縣市政府核定之臺灣地區路線別資料 (不含包車出租與自有車輛營運之運量)，路線數計有 1,987 條，屬不平衡的縱橫資料 (unbalanced panel data)。

資料期間 (100 年) 1 ~ 4 月適逢臺北國際花卉博覽會營運期間，臺北市政府在園區內開闢 2 條市區公車路線，雖然該路線占市區整體客運全年運量之 1.8%，但由於此路線係非長期營運之路線，故本研究將其予以排除，避免估計數受大量非常態運量影響產生偏誤。另刪除每日運量低於 5 人及高於 40,000 人次、每日班次低於 2 班次及高於 700 班次的樣本，總計排除 948 筆資料，取得 21,847 筆 (計 1,920 條路線) 分析樣本，樣本之基本統計情形列於表 1。

本研究將以平均每日汽車客運運量 (人次) 進行分量研究，為對運量資料狀況進一步

掌握，故將樣本資料中平均每日運量的各分量分配[9]、偏態 (skewness) 與峰度 (Kurtosis) 情形列於表 2。

表 1　汽車客運平均每日運量之基本統計

變數 (單位)	平均數	標準差	最小值	最大值
平均每日運量 (人次)	1,647.29	3,460.00	5.00	39,212.83

表 2　汽車客運平均每日運量之樣本偏態、峰度係數與各分量值

偏態與峰度係數		各分量值 (人次)				
偏態	峰度	0.1 分量	0.25 分量	0.5 分量	0.75 分量	0.9 分量
4.14	26.82	32.60	84.03	284.35	1,394.48	5,082.37

由樣本的基本統計 (表 1) 與偏態、峰度與各分量值 (表 2) 可看出平均每日運量為 1,647 人次，標準差為 3,460 人次；每日運量介於 5 人次及 39,213 人次之間，其偏態係數與峰度係數[10]分別為 4.14 與 26.82，可以看出資料型態為右偏、高狹峰分配 (如圖 1，呈不對稱分配)。

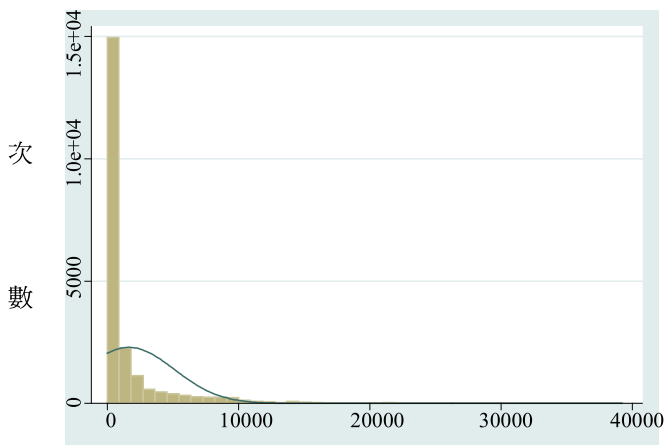

圖 1　汽車客運平均每日運量之次數分配圖

9. 將樣本依平均每日運量高低排列，依序從最低排到最高，分量介於 0 至 1 間，樣本中位數即 0.5 分量之分量值；一般多選取四分位對應的三個分量 (0.25、0.5 和 0.75) 以及左右尾分量 (0.1 和 0.9)。

10. 偏態係數大於 0 代表資料呈右偏趨勢，若小於 0 則為左偏趨勢，等於 0 表示資料為對稱分布；峰態係數等於 3 為常態峰，大於 3 則呈高狹峰 (愈大代表離群值愈多)，小於 3 為低闊峰。

3.2 解釋變數

本研究解釋變數包含班次、路線特性、經濟與時間因素、私人運具[11]、免費政策與路權移轉等五大類，共選取 20 個解釋變數，分別為每日行車次數 (X_1)、每日行車次數平方項 (X_2) 、低效益路線×每日行車次數 (X_3)、低效益路線×每日行車次數平方項 (X_4)、捷運進出站人數 (X_5)、臺鐵進出站人數 (X_6)、高鐵進出站人數 (X_7)、國道客運 (X_8)、一般公路客運 (X_9)、路線里程數 (X_{10})、醫院設有停靠站 (X_{11})、學校設有停靠站 (X_{12})、百貨公司設有停靠站 (X_{13})、失業率 (X_{14})、油價 (X_{15})、寒暑假 (X_{16})、平均每人私人運具輛數 (X_{17})、平均每輛自小客可使用之停車位個數 (X_{18})、免費措施 (X_{19}) 及公路移撥市區 (X_{20})，詳細設定內容列示於「附表 1 解釋變數說明」，其進一步之基本統計量列於「附表 2 解釋變數基本統計量」。

四、實證模型

從圖 1 的資訊我們可得知，運量的分配呈現不對稱的形式，而由於最小平方法僅專注在估計條件均數的結果，若被解釋變數呈現不對稱的分配時，利用 OLS 所得到的結果可能會忽略了各項特性對高運量或低運量是否產生不同效果的情形，故 Koenker 與 Bassett [27] 開創分量迴歸方法進行估算，其特點在於不需要對母體分配做任何的假設，且此方法能夠針對不同分位點的運量之下，探討各項特性對運量的影響效果。值得一提的是，雖然上述結果可運用樣本切割的方式 (例如將樣本切割成高運量與低運量分別進行分析) 達到類似的效果，但是，Koenker 與 Hallock [28] 在其研究中即指出，若直接以被解釋變數的高低分配進行樣本切割所得到的估計結果，將可能產生樣本選擇性偏誤問題 (sample selection bias)。同時，相較於最小平方法，分量迴歸法較不易受到樣本極端值的影響。以下將針對分量迴歸法進行說明。

假設 Y 為一個隨機變數，θ 為特定的分量機率值 ($0<\theta<1$)，因此，我們可將 Y 的第 θ 條件分量 (conditional on X) 設定如下式：

$$Y_i = X_i'\beta_\theta + u_{\theta i} \qquad i = 1....n \tag{1}$$

其中，β_θ 為參數向量，$u_{\theta i}$ 為誤差項。假設 $\hat{\beta}_\theta$ 為 β_θ 的估計式，則 $X'\hat{\beta}_\theta$ 即為 Y 在 θ 條件分量下的近似值。至於 β_θ 的求解方法，則可利用下式進行估計：

$$\min_\beta \theta \sum_{i:Y_i - X_i'\beta \geq 0} |Y_i - X_i'\beta| + (1-\theta) \sum_{i:Y_i - X_i'\beta < 0} |Y_i - X_i'\beta| \tag{2}$$

11. 私人運具 (本文係指私人機動運具) 包括臺灣地區機車實際使用數 (交通統計月報「附錄 6」) 與自用小客車登記數 (交通統計月報「表 3-5」)。

其中 Y_i 為被解釋變數第 i 個觀察值，X_i 為一解釋變數向量 (X_i' 為 X_i 的轉置向量)，β 為參數向量，而分量迴歸的估計法即是搜尋 $\hat{\beta}_\theta$ 使 (2) 式的加權誤差絕對值總和最小的解，並根據此模型之估計結果 $X_i'\hat{\beta}_\theta$，即可描述被解釋變數 (運量) 的各條件分量。換言之，假設我們要探討各解釋變數 (X) 對運量條件分配在 10% (θ=0.1) 分量下 (本研究 0.1 分量值為平均每日運量 32.6 人次) 之影響效果，即可透過分量迴歸 q0.1 之估計參數 ($\hat{\beta}$) 描述對該運量路線的邊際影響。值得注意的是，由於分量機率值 θ 可在 0 與 1 之間任意選取，端看研究者所需而定，故運用此方法將可完全透析各項特性對不同分位點的運量之影響效果，而不僅侷限於分析平均的影響效果，詳細分量設定我們將在實證分析的章節描述。

至於估計軟體的使用，本研究以 STATA10.1 統計軟體進行分析，並採用 Armstrong 等人 [29] 的演算法，以「自體重複抽樣」(re-sampling) 中的拔靴法 (bootstrapping) 做估計，而重複抽樣與估計次數則設定為 100 次。

五、實證分析

實證分析以汽車客運平均每日運量為被解釋變數 (Y)，為深入探討分量模型的估計係數與最小平方法 (OLS) 估計結果的差異，本文分別以最小平方法與分量迴歸進行估計；在分量迴歸中，選擇 5 個特定條件分量，包含四分位數對應的 3 個分量 (0.25, 0.5 和 0.75)，以及左右尾分量 (0.1 和 0.9)，是分配中較具代表性的分量，主要係以 θ=0.1, 0.25, 0.5, 0.75 及 0.9 等 5 個條件分量進行迴歸分析，各條件分量之估計結果 (β)，本篇定義為特性 (X) 變數分別對低運量 (q0.1、q0.25)、中運量 (q0.5)、高運量 (q0.75、q0.9) 路線之邊際影響，又 q0.1 及 q0.9 本文稱築底運量 (q0.1) 及拔尖運量 (q0.9) 路線。

附表 3 為最小平方迴歸模型與分量迴歸模型之估計結果，對每一個特性變數而言，這些估計係數的經濟意義是在其他條件不變下，一單位的特性變化對於不同汽車客運量的影響。我們也進行跨分量 (inter-quantile) 的估計係數檢定，分析變數在特定分量之間是否有顯著不同，結果列於附表 4。附表 4 由左至右依序是運量分配兩尾 (第 0.9 個分量比第 0.1 個分量)、右尾與中位數 (第 0.9 個分量比第 0.5 個分量)、中位數與左尾 (第 0.5 個分量比第 0.1 個分量) 及兩個四分位數 (第 0.75 個分量比第 0.25 個分量) 之間影響力異同的檢定結果。我們採用高低分量的估計係數相減，所以正負結果反映特性變數在兩個條件分量之間是遞增或遞減關係。

就附表 3 分量迴歸之實證結果顯示，解釋變數 (X_i) 在高、中、低運量路線之邊際影響呈不同趨勢，以下就各項解釋變數估計作深入比較。

5.1 班次 ($X_1 \sim X_4$)

5.1.1 整體路線 (X_1、X_2)

各模型班次對運量之邊際影響力的估計係數 (β_1) 均達 0.1%的顯著水準，顯示班次是影響運量高低重要的關鍵因素。我們將附表 3 之最小平方與分量迴歸所估計的係數 ($\hat{\beta}$) 以圖 2 表示，其中橫軸由左至右為分量機率 (θ)，縱軸標示估計係數水準，最小平方迴歸的估計係數以粗虛線 (水平線) 表示，上下虛線標示 95%信賴區間，分量迴歸估計係數則以實線連線標示，顯示最小平方法班次對運量之影響力估計值 (β_1)，接近右尾 (θ=0.9) 的班次影響力，而高估運量分配 0.1、0.25、0.5 與 0.75 分量的班次影響力，反映在不同運量之路線，班次對運量之影響具顯著異質性 (附表 4 X_1 跨分量的估計係數檢定均達顯著不同)，在圖 2 之班次平方項估計係數 (β_2) 亦呈異質狀況，說明最小平方迴歸係數不具代表性，故本篇採分量迴歸之估計結果，作為班次數對運量之邊際效果評估。

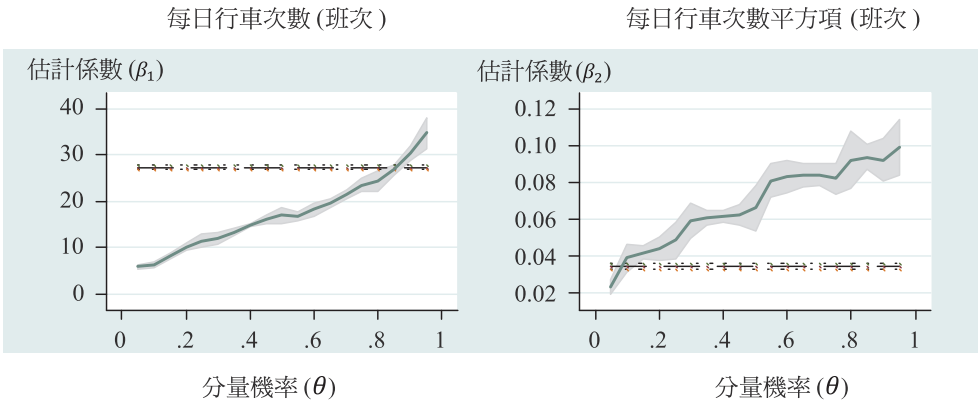

圖2　汽車客運分量迴歸與最小平方迴歸的班次對運量之邊際影響力估計值及95%信賴區間

每日行車次數平方項之估計係數 (β_2) 符號為正，並達 0.1%的顯著水準，顯示兩者為非線性關聯，班次對運量之邊際影響效果呈遞增情形。綜合以上實證結果顯示，整體路線之班次對運量的邊際影響力呈現正向且遞增情況，並隨分量增加 (隨分量提高，β_1亦隨增加)，因此我們進一步以平均每日 5 班次到 500 班次，描繪整體路線的班次 (run) 與運量 ($\tilde{Y}$)[12] 輪廓，表示為 (3) 式，β_1及β_2是班次一次項及平方項的估計係數 (圖 3)。

$$\tilde{Y} = \beta_1 \times \text{run} + \beta_2 \times \text{run}^2 \tag{3}$$

依附表 3 實證結果，拔尖運量 (0.9 分量) 之路線，增加 1 班次對運量提升之效果，較築底運量 (0.1 分量) 路線高 24.1 人次 (附表 3 q0.9-q0.1：X_1 係數差異)，即要達到相同幅度的運量成長，在築底路線所需增加的班次，需較拔尖路線增加幅度高 (5 倍以上)；如圖 4，在其他條件不變下，每日運量只有 33 人次之築底運量路線，若希望提升每日運量 105 人次，達 138 人次，則每日班次需增加 14 個班次，而在每日運量達 5,083 人次之拔尖運量

12. $\tilde{Y}$為平均每日運量。

路線，僅需增加 2 個班次，即可讓每日運量推升 105 人次，達 5,188 人次；以本例推算，築底路線與拔尖路線若需達相同幅度的運量成長，在築底路線所需增加班次，需較拔尖路線增加幅度高 7 倍。

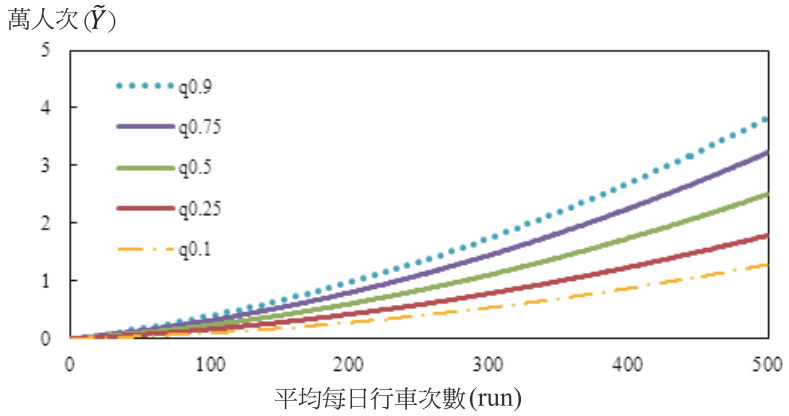

圖 3　以分量迴歸估計結果刻劃整體路線之班次與運量輪廓

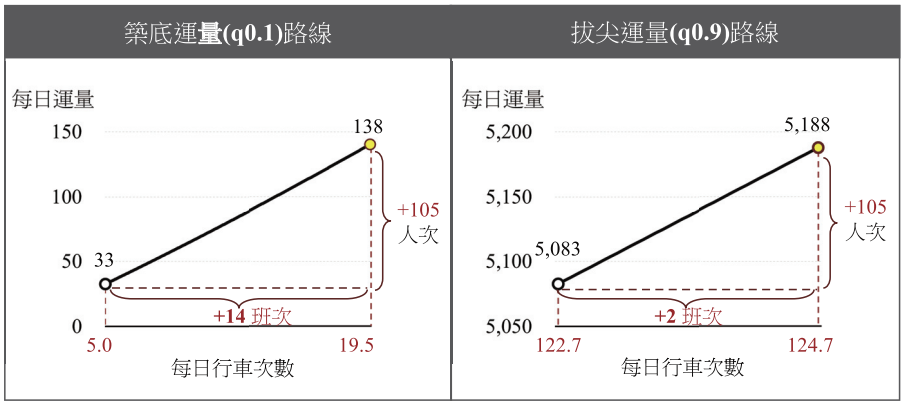

圖 4　以分量迴歸估計推算「築底拔尖」運量路線預期提升運量所需增加之班次

5.1.2 低效益路線 (X_3、X_4)

在各模型下均顯示低效益之路線[13]，班次對運量之影響力相較整體路線低，在最小平方迴歸中低效益路線與班次相乘項之係數 (β_3) 為－3.05，代表平均影響力下降 3 個人次，即低效益路線每增 1 班次運量將提升 24 人次 ($\beta_1+\beta_3$)。此外，低效益路線與班次平方項之相乘項係數所帶來的負向效果，大於班次平方項所帶來之正向效果，顯示低效益路線對運

13. 係指平均每班次低於 5 人次之路線。

量影響力呈遞減 ($(\beta_2+\beta_4)<0$) 情形。惟各分量點之遞減效果均低於最小平方迴歸結果，顯示本變數在最小平方法估計結果，高估低效益路線其班次對運量之遞減效果。

因此進一步以平均每日 5 班次到 500 班次，描繪低效益路線的班次與運量 ($\tilde{Y}$) [14] 輪廓，表示為 (4) 式，β_1及β_2是班次一次項及平方項的估計係數，β_3與β_4則是低效益路線與班次一次項及平方項相乘項之估計係數，請見圖 5。

$$\tilde{Y}=(\beta_1+\beta_3)\cdot run+(\beta_2+\beta_4)\cdot run^2 \tag{4}$$

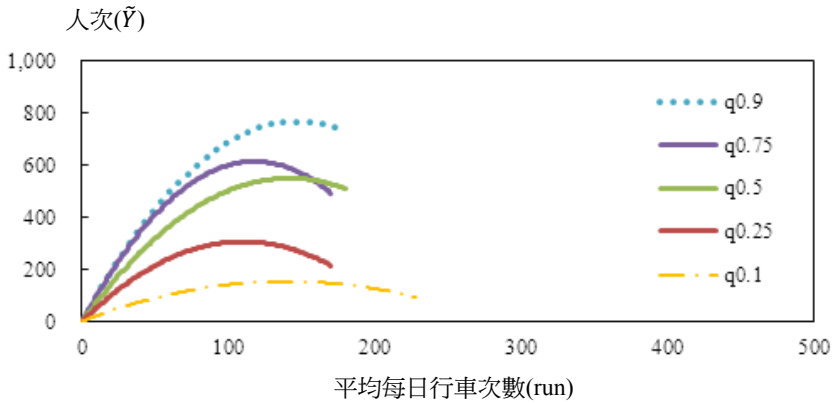

圖 5　以分量迴歸估計結果刻劃低效益路線之班次與運量輪廓

以附表 3 之分量迴歸估計係數代入 (4) 式計算，低效益路線每日增加 1 班次，平均可提高 2 ~ 10 人次；另低效益路線之班次與運量輪廓圖 (圖 5) 在各分量則呈非線性關聯，顯示低效益路線之班次對運量均呈遞減影響。

5.2 路線特性 (X_5 ~ X_{13})

5.2.1 軌道客運人數 (X_5、X_6、X_7)

軌道運輸之捷運 (X_5) 與臺鐵 (X_6) 運量，與汽車客運人數呈同向 ($\beta_5>0$、$\beta_6>0$) 變動，顯示汽車客運與捷運及臺鐵間呈相輔相成之關聯性，若捷運與臺鐵每日客運人數各增加 1 萬人次，平均該路線每日運量可增加 4 人次至 92 人次 (β_5達顯著影響之係數介於 0.0004 ~ 0.0092 間) 及 3 人次至 19 人次 (β_6達顯著影響之係數介於 0.0003 ~ 0.0019 間)；其次，高速鐵路之運量則與汽車客運人數呈反向 ($\beta_7<0$) 變動，反映公路客運之長程輸運角色，與高鐵輸運呈替代關聯，此結果與石豐宇、謝正宏 [4] 預期高鐵對國道客運運量產生之衝擊效果一致。

14. $\tilde{Y}$為平均每日運量。

在不同運量之路線，捷運與臺鐵客運人數對運量之影響具顯著差異 (附表 4 之β_5、β_6檢定達顯著水準)，邊際影響隨分量遞增 (愈高分量邊際影響愈大)。

5.2.2 路線型態 (X_8 ~X_9) 及路線里程數 (X_{10})

汽車客運營運路線型態分為公路客運及市區客運，其中公路客運係在核定路線內以公共汽車運輸旅客為營業者，又分為一般公路客運及國道客運兩種；市區客運則係在核定區域內以公共汽車運輸旅客為營業者。公路客運行駛路線多為跨縣市營運，且路線起訖站間里程長度較市區客運路線為長，各路線計費方式均採乘客上下車間之里程長度收費；市區客運路線則多在同一縣市區域內行駛，其路線起訖站間里程長度則較公路客運路線為低，其票價則多採段次收費，各縣市之市區客運路線每段次票價則有所不同。

實證結果顯示，若路線型態為國道客運者，其每日運量較一般公路及市區客運路線為低 (β_8<0)，可能與國道客運停靠站數較少及不發售無座位票有關，致潛在乘客人數相對為低，且受一般民眾在跨縣市旅程之運具選擇中，如高鐵及臺鐵等，其軌道運具之行車速度固定，旅程時間較易掌握，致民眾搭乘國道客運之意願受到影響。本研究結果顯示，國道客運運量較一般公路及市區客運路線平均每日運量少 39 至 391 人次 (β_8達顯著影響之係數介於–39.26 ~ –390.62 間)；另一般公路客運路線，其每日運量則較國道客運及市區客運路線為高 (β_9>0)，因規劃一般公路客運之行駛路線，多闢為特定行駛路線，如接駁醫學中心及各車站路線、觀光旅遊路線等，亦較不與市區客運及其他軌道運具路線重覆之獨特性，致一般公路客運路線載客量較不易受其他運具影響，其運量相對國道及市區客運每日高 23 至 53 人次 (β_9達顯著影響之係數介於 23.10 ~ 52.95 間)。

汽車客運路線里程愈長其停靠站數亦較多，致潛在客運量較高，實證結果顯示除 0.75 分量外之路線，單程里程數與每日運量均呈正向關聯 (β_{10}>0)，與 1998 年 FitzRoy 與 Smith [10] 之研究結果相呼應，即路線里程為影響客運量之重要因素。

5.2.3 路線是否設有重要停靠站 (X_{11} ~X_{13})

若在醫院 (X_{11}) 與百貨公司 (X_{13}) 設有停靠站之路線，均對中、低運量路線有加分效果 (β_{11}>0、β_{13}>0)，在各分量迴歸估計係數顯示，每日汽車運量約可提升 6 ~ 17 人次 (β_{11}及β_{13}達顯著影響之係數介於 5.80 ~ 16.58 間)。另學校設有停靠站之路線，則對中、高運量路線 (q0.5、q0.75 及 q0.9) 有反向 (β_{12}<*0*) 效果，當中可能反映許多學校向客運業者承租車輛，或學校之自有車輛於上下學時間提供學生通學服務 (平均每日學生專車搭乘人數達 1 萬 8,000 人次)，與核定路線產生競爭之情形。

5.3 經濟與時間因素 (X_{14} ~X_{16})

失業率 (X_{14}) 僅對低運量 (q0.25) 路線有顯著負向 (β_{14}<0) 影響，失業率增加 1 個百分點，約使低運量路線每日運量減少 16 個人次 (q0.25：β_{14}= –16.33)。

油價變動 (X_{15}) 對運量之影響，以最小平方法估計之結果均產生高估情形，可能因「離群值」或「與平均數差異較大」之樣本，導致估計結果產生偏誤情形，以分量迴歸估計結果分析，油價在運量 0.25 分量與 0.5 分量才有影響效果，並且以 100 年資料實證顯示，油價每上升 1 元，僅分別提升 4 人次 ($q0.25：\beta_{15}=4.37$) 與 8 人次 ($q0.5：\beta_{15}=7.89$)，反映 100 年國內油價走勢相對平穩 (臺北市全年油價波動 4.6% [15])，此現象與 97 年油價 (臺北市全年油價波動 68.5%) 對運量之關聯變化迥異。又可能受 97 年 6 月 5 日頒布之「市區、公路汽車及計程車客運業油價補貼作業執行要點」中：「一、因應油價上漲，為降低市區汽車客運業、公路汽車客運業、計程車客運業營運成本，紓解運價上漲壓力，俾免造成社會大眾生活不便及負擔，爰辦理油價價差補貼作業」政策影響，為對汽車客運業進行油價直接補貼，其油價波動未能反映在票價上所致。

寒暑假因素 (X_{16}) 對路線運量呈負向 ($\beta_{16}=<0$) 影響，亦可說明汽車客運為學生通學之主要公共運具之一；另控制時間變數，其他解釋變數之估計結果才更具穩健性。

5.4 私人運具 (X_{17}、X_{18})

平均每人私人運具輛數 (X_{17}) 及平均每輛自小客車可使用之停車位個數 (X_{18})，均與運量呈負向 ($\beta_{17}<0$、$\beta_{18}<0$) 關聯，代表抑制每人私人運具輛數與降低停車位之供給，確實對民眾改乘汽車客運有提升之效益；觀察各分量迴歸結果，運量分配右尾部分，在抑制私人運具持有比例上均不顯著，代表私人運具在高運量 (q0.75 與 q0.9) 路線中，並非重要之關鍵因素。

5.5 免費政策與路權移轉 (X_{19}、X_{20})

臺中市於 100 年 6 月起實施 8 公里以下免費措施 (X_{19})，對運量確實有正向 ($\beta_{19}>0$) 影響，且人次隨分量增加，依分量迴歸結果顯示，實施免費政策之路線，較沒有免費路線每日約高出 25 ~ 260 人次 (β_{19}介於 25.04 ~ 259.74 間)；若以 5 個分量之成長率 (β_{19}除以分量值) 來看，分別為 76.8%、87.5%、48.6%、14.9%及 5.1%，免費措施在低運量路線之成效較高運量路線顯著。

原跨新直轄市之路線，自 100 年起路權由公路總局移撥直轄市政府管理 (X_{20})，100 年計有 101 條公路客運移為市區客運，經路線整併與規劃，轉入市區客運有新北市 2 條、臺中市 49 條路線、臺南市 48 條路線。原公路客運按里程收費，移撥為市區客運後改按段次收費，以「大甲－臺中」全票為例 [16]，公路客運票價為 114 元，移撥為市公車後，投現金為 90 元，刷卡僅付 60 元 (超過 60 元以上部分由臺中市府補貼)，預估該價格效果將提升

15. 以本研究「附表 1 解釋變數說明」計算各月縣市別油價，100 年臺北市最高與最低油價分別在 4 月及 12 月的每公升 32.06 元及 30.63 元 (波動率 4.6%)，97 年為 7 月 35.91 元及 21.31 元 (波動率 68.5%)。

16. 臺中市政府網頁：http://www.traffic.taichung.gov.tw/news/index-1.asp?Parser=9,4,20,,,,25,,,,14。

民眾搭乘移撥路線，實證結果亦顯示，在 0.1、0.25、05 及 0.9 分量均有顯著提升效果，分別較非移撥路線運量高出 32 人次、35 人次、90 人次及 82 人次 (q0.1：β_{20}=32.34、q0.25：β_{20}=35.86、q0.5：β_{20}=90.34、q0.9：β_{20}=82.24)。

六、結論與建議

6.1 研究結論

本文不同於其他相關文獻，第一，本研究同時針對國道客運、一般公路客運與市區客運運量進行分析，而非針對特定型態路線進行研究，另路線運量為實際載客人次，非以推估運量進行分析，故本篇係屬汽車客運運量按路線別區分的全面性實證分析，第二，本研究採用分量迴歸估計汽車客運路線特性與班次對運量之邊際影響，藉此呈現不同運量結構下，各特性變數隨著路線運量高低 (在不同分量間) 呈不同的關聯趨勢，彌補過去估計平均影響結果之不足。各變數所獲致 4 點結論如下：

1. 分量迴歸的估計結果指出，當高、低運量路線要達到相同幅度的運量成長時，在低運量路線所需增加的班次，需較高運量路線增加幅度高，且運量與班次間呈非線性關聯；另低效益路線在整個運量結構下，將大幅降低班次對運量提升之效果。從本文的實證結果顯示，每日增加 1 班次，整體路線平均每日可提升 6 ~ 30 人次，而低效益路線僅增加 2 ~ 10 人次，邊際效益隨分量增加。
2. 在路線特性對運量之影響方面，研究結果發現臺鐵與捷運客運人數增加，對汽車客運運量有顯著之正向影響，可能係反應市區汽車客運發揮該二運具之短程接駁功能，當捷運與臺鐵每日客運人數各增加 1 萬人次，平均該路線每日運量可增加 4 ~ 92 人次及 3 ~ 19 人次。高鐵進出站人數則與汽車客運人數呈反向變動，則隱含國道客運與高鐵之長程輸運功能產生替代效應。其次，路線型態之差異亦對運量產生不同之關聯，如為國道客運路線，可能受停靠站數較少、無發售站票與旅行時間較不易掌握影響，其運量將明顯較低，每日約較其他型態路線少 39 ~ 391 人次。另路線里程愈長，代表停靠站數可能較多，致該路線每日運量亦相對較高，而汽車客運沿線在醫院或百貨公司設有停靠站亦對汽車客運運量有提升作用，平均沿線增加 1 站，該路線每日約提高 6 ~ 17 人次。
3. 其他經濟與時間因素、私人運具、免費措施與路權移轉等控制變數，對汽車客運運量影響之實證結果亦符合預期，如失業率增加將顯著降低運量路線之汽車客運搭乘人數，油價增加將提高汽車客運中低運量路線之載客量，惟因本文資料研究期間 (民國 100 年) 可能油價波動相對平穩及對業者進行油價直接補貼政策因素，致油價對運量影響未能完全呈現。其次抑制每人私人運具輛數與降低停車位之供給，確實對民眾改乘汽車運輸有提升之效益，而實施免費政策之汽車客運路線亦較沒有免費路線之運量為高，每日約高出 25 ~ 260 人次，且免費措施在低運量路線之成長率較高運量路線顯著。

4. 實證結果顯示提升汽車客運使用量，除應提高供給 (班次) 與結合其他軌道運輸之相輔相成效益，亦須管理私人運具使用等配套措施，或提供免費政策方能有效提高民眾使用汽車客運；惟各路線在班次規劃仍應考量尖離峰時段或民眾搭乘需求等因素，才能有效讓班次對運量提升效益增加。

6.2 研究限制與後續研究建議

本研究受資料限制影響，無法獲取旅次之起訖長度，及不含補貼金額之客運收入資料，致無法準確計算平均票價 (每公里之票價) 資料；另在分析路線特性對運量之影響，每路線特性為汽車客運業者填報數值，非以地理資訊系統 (GIS) 計算，故僅以每路線沿線停靠該「縣市」之人口數、私人運具數、軌道運輸平均每日上下車運量等變數替代，未來若建構汽車客運路線別之停靠站點位置，以地理資訊系統擷取相對應之變數，則可提供更為細緻之研究結果。

另 Redman 等人 [14] 則在 2013 年的文章中提到，信賴度 [17]、乘坐資訊、運行速度、安全性及舒適性亦為影響民眾是否搭乘公共運具之重要因素，建議未來可加入其他相關解釋變數，如準點率、智慧型候車亭個數、平均車速、車齡、低地板車輛之班次數及座位數等，將可更深入探討汽車客運運量之要因分析，以作為後續推動交通政策的參考。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，「101 年公路公共運輸發展計畫重點及未來發展規劃」，公路公共運輸發展計畫研討會，交通部、交通部公路總局、交通部運輸研究所主辦，民國 100 年，頁 6。
2. 王小娥、姜渝生、廖偉成，「座位容量限制對運輸需求影響之實證分析－以臺鐵客運高級列車為例」，**運輸計劃季刊**，第 22 卷，第 4 期，民國 82 年，頁 405-428。
3. 林禎家、施亭伃，「大眾運輸導向發展之建成環境對捷運運量之影響－臺北捷運系統之實證研究」，**運輸計劃季刊**，第 36 卷，第 4 期，民國 96 年，頁 451-476。
4. 石豐宇、謝正宏，「應用賽局理論研擬高速鐵路通車後之國道客運競爭策略」，**運輸計劃季刊**，第 38 卷，第 1 期，民國 98 年，頁 69-83。
5. 郭奕妏，「以尖點劇變模型探討油價與高鐵折扣票價對城際運具選擇行為之影響」，**運輸計劃季刊**，第 41 卷，第 3 期，民國 101 年，頁 253-278。
6. 邱裕鈞、王銘德、黃彥斐，「臺灣地區公路客運供給與補貼之區域資源分配差異分析」，**運輸計劃季刊**，第 41 卷，第 1 期，民國 101 年，頁 81-112。
7. 胡凱傑、馮正民、王鈞暐，「偏遠地區公路客運補貼路線之營運績效評估」，**運輸計劃季刊**，第 42 卷，第 3 期，民國 102 年，頁 275-304。
8. Webster, F. V. and Bly, P. H., “The Demand for Public Transport Part I: The Changing

17. 作者以路線時刻表與實際到達時刻之差距作為信賴度指標，惟國內汽車客運僅部分路線設有固定時刻表，且目前無相關統計資料可應用。

Environment in Which Public Transport Operate", *Transport Review*, Vol. 1, No. 4, 1981, pp. 323-351.

9. Webster, F. V. and Bly, P. H., "The Demand for Public Transport Part II: Supply and Demand Factor of Public Transport", *Transport Review*, Vol. 2, No. 1, 1982, pp. 23-46.
10. FitzRoy, F. and Smith, I., "Public Transport Demand in Freiburg: Why did Patronage Double in a Decade?", *Transport Policy*, Vol. 5, No. 3, 1998, pp. 163-173.
11. Abrate, G., Piacenza, M., and Vannoni, D., "The Impact of Integrated Tariff Systems on Public Transport Demand: Evidence from Italy", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 39, No. 2, 2009, pp. 120-127.
12. Dargay, J. M. and Hanly, M., "The Demand for Local Bus Service in England", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 36, Part 1, 2002, pp. 73-91.
13. Foote, P. J., "Making Buses Better in Chicago: Strategic Implementation of Customer-Derived Performance Measures from 1995-2001", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1884, 2004, pp. 18-26.
14. Redman, L., Friman, M., Garling, T., and Hartig, T., "Quality Attributes of Public Transport that Attract Car Users: A Research Review", *Transport Policy*, Vol. 25, 2013, pp. 119-127.
15. 賴文泰，「不同大眾運輸供給地區旅運者之大眾運具使用行為分析」，**運輸計劃季刊**，第 40 卷，第 3 期，民國 100 年，頁 287-308。
16. 賴宗裕、張軒瑄、陳芊灼，「外籍旅客使用臺北捷運之影響因素分析」，**臺灣土地研究**，第 12 卷，第 1 期，民國 98 年，頁 153-186。
17. 林楨家、馮正民、黃麟淇，「臺灣高速鐵路系統對地方發展之影響預測」，**運輸計劃季刊**，第 34 卷，第 3 期，民國 94 年，頁 39-412。
18. 鄭永祥，「鐵路企業規模經濟與範疇經濟之研究－以臺鐵為例」，行政院國家科學委員會專題研究計畫，民國 94 年。
19. 蘇昭銘、王穆衡、薛雅方、曾幸敏、張志鴻，「公路汽車客運路線 GIS 空間資料建置方之研究」，**運輸計劃季刊**，第 38 卷，第 2 期，民國 98 年，頁 151-172。
20. 陳敦基，「先進大眾運輸系統使用者效益之衡量－公車動態資訊之應用」，行政院國家科學委員會專題研究計畫，民國 90 年。
21. 胡凱傑、賈凱傑、劉欣怡，「國道客運業服務品質風險評估之研究：以臺北新竹線為例」，**運輸計劃季刊**，第 41 卷，第 1 期，民國 101 年，頁 81-112。
22. 陳志成，「國光客運民營化後國道客運業之生產效率分析」，**人文及社會科學集刊**，第 23 卷，第 4 期，民國 100 年，頁 447-498。
23. 林良泰、陳建元、葉昭甫、李詩晨，「臺中市高潛力公車關鍵政策變遷分析」，**運輸計劃季刊**，第 40 卷，第 4 期，民國 100 年，頁 423-442。
24. 陳建良、管中閔，「臺灣工資函數與工資性別歧視的分量迴歸分析」，**經濟論文**，第 34 卷，第 4 期，民國 95 年，頁 435-468。
25. 張怡文、江穎慧、張金鶚，「分量迴歸在大量估價模型之應用－非典型住宅估價之改進」，**都市與計劃**，第 36 卷，第 3 期，民國 98 年，第 281-304 頁。
26. 王心妙、管中閔、羅紀琼，「產婦個人特質與妊娠狀況對新生兒體重的影響」，**臺灣公共衛生雜誌**，第 25 卷，第 6 期，民國 95 年，第 474-481 頁。

27. Koenker, R. and Bassett, G. W., “Regression Quantiles”, *Econometrica*, Vol. 46, No. 1, 1978, pp. 211-244.

28. Koenker, R. and Hallock, K. F., “Quantile Regression”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, No. 4, 2001, pp. 143-156.

29. Armstrong, R. D., Frome E. L., and Kung D. S., “A Revised Simplex Algorithm for the Absolute Deviation Curve Fitting Problem”, *Communications in Statistics: Simulation and Computation*, Vol. 8, No. 2, 1979, pp.175-190.

附表 1　解釋變數說明

變數名稱(X_i)	單位	預期$\hat{\boldsymbol{\beta}}$符號	變數說明
班次			
每日行車次數	班次	(+)	每月行車次數除當月天數，計算平均每日行車次數。
每日行車次數平方項	班次	(+) (−)	由於班次可能存在報酬遞增或遞減現象，故加入平方項變數。
低效益路線×每日行車次數	班次	(−)	將平均每班次運量低於 5 人次之路線設定為低效益路線(虛擬變數為 1)，並乘以每日行車次數，做為每日行車次數係數之減項。
低效益路線×每日行車次數平方項	班次	(−)	將平均每班次運量低於 5 人次之路線設定為低效益路線(虛擬變數為 1)，並乘以每日行車次數平方項，做為每日行車次數平方項係數之減項。
路線特性			
捷運進出站人數	人次	(+) (−)	$\frac{\sum_j \textit{捷運進出站人數}}{\sum_j \textit{車站數}} \times M \div$ 天數
臺鐵進出站人數	人次	(+) (−)	$\frac{\sum_j \textit{臺鐵進出站人數}}{\sum_j \textit{車站數}} \times T \div$ 天數
高鐵進出站人數	人次	(+) (−)	$\frac{\sum_j \textit{高鐵進出站人數}}{\sum_j \textit{車站數}} \times H \div$ 天數
國道客運	虛擬變數	(+) (−)	路線型態為國道客運者=1，餘為 0。
一般公路客運	虛擬變數	(+) (−)	路線型態為一般公路客運者=1，餘為 0。
路線里程數	公里	(+) (−)	起站至訖站單程之里程數。
醫院設有停靠站	虛擬變數	(+) (−)	公車停靠站名與醫院相同者，或站牌距離醫院方圓 200 公尺以內者=1，餘為 0。
學校設有停靠站	虛擬變數	(+) (−)	公車停靠站名與學校相同者，或站牌距離學校方圓 200 公尺以內者=1，餘為 0。
百貨公司設有停靠站	虛擬變數	(+) (−)	公車停靠站名與百貨公司相同者，或站牌距離百貨公司方圓 200 公尺以內者=1，餘為 0。

附表 1　解釋變數說明(續)

變數名稱(X_i)	單位	預期$\hat{\boldsymbol{\beta}}$符號	變數說明
經濟與時間因素			
失業率	%	(－)	用以衡量失業者對汽車客運搭乘量之影響數。
油價	元	(＋)	油價[18]變數影響民眾使用私人運具之意願，將間接影響汽車客運使用量。$\frac{\sum_j \text{油價} \times \text{使用權重}}{n}$
寒暑假	虛擬變數	(－) (＋)	1、2、7 及 8 月=1，餘為 0。寒暑假時間將影響通勤與通學人口使用汽車客運，亦會影響旅遊路線之運量。
私人運具			
平均每人私人運具輛數	輛	(－)	$\frac{\sum_j (\textit{機車數} + \textit{自用小客車數})}{\sum_j \textit{現住人口數}}$
平均每輛自小客可使用之停車位個數	個	(－)	$\frac{\sum_j \textit{小型車停車位個數}}{\sum_j \textit{自用小客車登記數}}$
免費政策與路權移轉			
免費措施	虛擬變數	(＋)	臺中市市區公車 100 年 6 月起實施 8 公里免費措施之路線=1，餘為 0，用以衡量免費政策對運量之影響數。
公路移撥市區	虛擬變數	(＋)	100 年因縣市合併，計有 101 條公路客運移撥市區之路線，移撥後均設為 1，用以衡量公路客運移撥市區，里程收費改為段次收費之價格效果對運量之影響數。

註：j 為停靠縣市，M、T 及 H 分別代表沿線設有停靠捷運站總數、沿線設有停靠臺鐵站總數及沿線設有停靠高鐵站總數，n 為沿線停靠之縣市別總個數。

[18] 以 99 年「自用小客運車使用狀況調查報告」之「表 11 自用小客車使用燃料」資料，設定縣市別使用油價 (92 無鉛、95 無鉛及 98 無鉛汽油) 之權重。

附表 2　解釋變數之基本統計量

解釋變數 (單位)	平均數	標準差	最小值	最大值
每日行車次數 (班次)	56.01	76.32	2.00	681.61
每日行車次數平方項 (班次)	8,960.93	26,946.42	4.00	464,596.20
低效益路線×每日行車次數 (班次)	2.24	10.93	0.00	199.68
低效益路線×每日行車次數平方項 (班次)	124.39	1,165.46	0.00	39,871.07
捷運進出站人數 (人次)	37,557.90	69,409.45	0.00	459,786.60
臺鐵進出站人數 (人次)	9,991.78	19,685.34	0.00	231,514.30
高鐵進出站人數 (人次)	5,192.17	16,589.69	0.00	140,986.60
國道客運 (虛擬)	0.09	0.29	0.00	1.00
一般公路客運 (虛擬)	0.45	0.50	0.00	1.00
路線里程數 (公里)	32.58	48.87	1.75	385.70
醫院設有停靠站 (虛擬)	0.67	0.47	0.00	1.00
學校設有停靠站 (虛擬)	0.95	0.22	0.00	1.00
百貨公司設有停靠站 (虛擬)	0.39	0.49	0.00	1.00
失業率 (%)	4.38	0.15	4.18	4.69
油價 (元)	30.94	0.60	29.08	33.07
寒暑假 (虛擬)	0.33	0.47	0.00	1.00
平均每人私人運具輛數 (輛)	0.78	0.12	0.57	0.93
平均每輛自小客可使用之停車位個數 (個)	0.75	0.30	0.24	1.23
免費措施 (虛擬)	0.03	0.18	0.00	1.00
公路移撥市區 (虛擬)	0.02	0.14	0.00	1.00

附表 3　最小平方迴歸模型與分量迴歸模型之估計結果

解釋變數(X_i)	$\hat{\beta}_i$	最小平方法		分量迴歸 q(θ)									
				低運量				中運量		高運量			
				q0.1 (築底)		q0.25		q0.5		q0.75		q0.9 (拔尖)	
		係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)
每日行車次數(X_1)	β_1	27.3829***	(91.00)	6.2991***	(17.72)	11.5539***	(19.66)	17.0187***	(23.83)	23.5606***	(2.69)	30.3840***	(23.19)
每日行車次數平方項(X_2)	β_2	0.0341***	(43.90)	0.0389***	(12.12)	0.0485***	(10.41)	0.0662***	(12.40)	0.0820***	(4.02)	0.0922***	(13.73)
低效益路線×每日行車次數(X_3)	β_3	-3.0499	(-1.51)	-4.1152***	(-18.67)	-5.9973***	(-16.90)	-9.2638***	(-23.77)	-13.1530	(-1.55)	-19.9640***	(-17.57)
低效益路線×每日行車次數平方項(X_4)	β_4	-0.1442***	(-7.63)	-0.0467***	(-15.27)	-0.0738***	(-14.88)	-0.0936***	(-17.92)	-0.1262***	(-3.34)	-0.1276***	(-13.43)
捷運進出站人數(X_5)	β_5	0.0086***	(43.27)	0.0004***	(9.37)	0.0010***	(9.62)	0.0025***	(11.79)	0.0067	(0.84)	0.0092***	(17.37)
臺鐵進出站人數(X_6)	β_6	0.0036***	(6.49)	0.0003***	(3.57)	0.0011***	(6.99)	0.0019***	(11.51)	0.0025	(0.51)	0.0014	(1.47)
高鐵進出站人數(X_7)	β_7	-0.0075***	(-10.68)	-0.0001	(-1.14)	-0.0006***	(-3.05)	-0.0017***	(-5.23)	-0.0034	(-0.15)	-0.0048***	(-6.75)
國道客運(X_8)	β_8	-1,562.6737***	(-31.48)	-39.2642***	(-4.40)	-248.3305***	(-10.18)	-390.6184***	(-18.72)	-476.6409	(-1.15)	-385.1319***	(-10.69)
一般公路客運(X_9)	β_9	307.8571***	(10.91)	23.1026***	(5.48)	40.5614***	(5.69)	52.9458***	(7.06)	61.7927	(0.21)	50.0064***	(3.08)
路線里程數(X_{10})	β_{10}	4.3011***	(15.00)	0.1978***	(6.78)	0.9568***	(11.95)	1.2404***	(16.02)	1.1509	(0.50)	0.9675***	(3.55)
醫院設有停靠站(X_{11})	β_{11}	299.1636***	(13.43)	7.7157***	(5.41)	2.8096	(1.14)	12.8406***	(3.48)	8.1771	(0.04)	11.0855	(1.42)
學校設有停靠站(X_{12})	β_{12}	-29.9490	(-0.66)	14.4842***	(2.92)	22.2243***	(3.42)	-27.6113***	(-3.47)	-41.4185	(-0.23)	-44.8398***	(-6.17)
百貨公司設有停靠站(X_{13})	β_{13}	124.4665***	(5.77)	5.8014***	(5.33)	9.6722***	(3.74)	16.5772***	(5.65)	0.9689	(0.01)	1.3129	(0.24)
失業率(X_{14})	β_{14}	-163.7416	(-1.59)	-1.9585	(-0.39)	-16.3252*	(-1.75)	-15.6450	(-1.25)	-6.9771	(-0.01)	3.8190	(0.08)
油價(X_{15})	β_{15}	21.7636	(1.29)	0.6424	(0.72)	4.3655***	(2.94)	7.8860***	(3.61)	0.2389	(0.00)	-6.5681	(-0.37)
寒暑假(X_{16})	β_{16}	-69.6232**	(-2.06)	-4.2872**	(-2.43)	-4.0672	(-1.48)	-6.5278*	(-1.77)	-10.5105	(-0.08)	-18.0140*	(-1.77)
平均每人私人運具輛數(X_{17})	β_{17}	-1,908.2092***	(-10.49)	-202.5609***	(-8.93)	-195.9779***	(-6.58)	-191.2464***	(-5.56)	-43.8345	(-0.01)	-54.7516	(-1.20)
平均每輛自小客可使用之停車位個數(X_{18})	β_{18}	-563.1638***	(-7.34)	-60.8732***	(-12.26)	-82.2095***	(-8.44)	-109.0528***	(-11.93)	-61.2647	(-0.13)	-3.9886	(-0.12)
免費措施(X_{19})	β_{19}	561.3415***	(8.88)	25.0446***	(3.97)	73.5245***	(7.04)	138.2871***	(6.91)	208.4510*	(1.82)	259.7362***	(4.24)
公路移撥市區(X_{20})	β_{20}	517.8212***	(6.62)	32.3371***	(5.85)	35.8570***	(3.15)	90.3400***	(5.94)	95.0223	(0.10)	82.2368**	(1.98)
截距項(cons)	α	1,094.0638*	(1.68)	141.5897***	(4.48)	19.5932	(0.36)	-75.0106	(-0.84)	-2.5928	(-0.00)	183.7565	(0.22)
R^2 或 Pseudo-R^2		0.8368		0.3049		0.4261		0.5844		0.7276		0.8146	

註：1.***、**、*分別代表 0.1%、1%、5%之水準下顯著。最小平方迴歸模型之變異數膨脹因素 (Variance Inflation Factors, VIF) 為 2.89(<10)，顯示並無嚴重之多元共線性問題。

2.各模型樣本數均為 21,847 筆。

附表 4　汽車客運的分量迴歸係數差異之檢定結果

解釋變數(X_i)	$\hat{\beta}_i$	q0.9-q0.1		q0.9-q0.5		q0.5-q0.1		q0.75-q0.25	
		係數差異	t 值	係數差異	t 值	係數差異	t 值	係數差異	t 值
每日行車次數(X_1)	β_1	24.0849***	(3.26)	13.3653***	(14.86)	10.7196***	(13.18)	12.0067***	(14.89)
每日行車次數平方項(X_2)	β_2	0.0534***	(3.77)	0.0261***	(3.90)	0.0273***	(4.17)	0.0335***	(5.42)
低效益路線×每日行車次數(X_3)	β_3	-15.8488***	(-7.36)	-10.7002***	(-12.82)	-5.1486***	(-11.21)	-7.1557***	(-15.01)
低效益路線×每日行車次數平方項(X_4)	β_4	-0.0810	(-0.52)	-0.0340***	(-4.30)	-0.0470***	(-10.69)	-0.0524***	(-10.35)
捷運進出站人數(X_5)	β_5	0.0089	(0.93)	0.0067***	(16.38)	0.0022***	(10.60)	0.0057***	(12.16)
臺鐵進出站人數(X_6)	β_6	0.0011	(0.60)	-0.0005	(-0.85)	0.0015***	(10.50)	0.0015***	(3.21)
高鐵進出站人數(X_7)	β_7	-0.0047	(-0.40)	-0.0030***	(-4.43)	-0.0016***	(-3.86)	-0.0028***	(-4.62)
國道客運(X_8)	β_8	-345.8676***	(-5.78)	5.4866	(0.25)	-351.3542***	(-21.28)	-228.3104***	(-7.38)
一般公路客運(X_9)	β_9	26.9038	(0.53)	-2.9393	(-0.37)	29.8432***	(2.88)	21.2314***	(2.83)
路線里程數(X_{10})	β_{10}	0.7697	(1.02)	-0.2729	(-1.53)	1.0426***	(16.10)	0.1941	(1.57)
醫院設有停靠站(X_{11})	β_{11}	3.3697	(0.06)	-1.7552	(-0.68)	5.1249*	(1.72)	5.3675**	(1.96)
學校設有停靠站(X_{12})	β_{12}	-59.3240	(-0.14)	-17.2285*	(-1.90)	-42.0956***	(-5.73)	-63.6427***	(-7.01)
百貨公司設有停靠站(X_{13})	β_{13}	-4.4885	(-0.40)	-15.2643***	(-3.89)	10.7758***	(4.11)	-8.7032**	(-2.45)
失業率(X_{14})	β_{14}	5.7775	(0.00)	19.4641	(1.08)	-13.6866	(-1.35)	9.3481	(0.51)
油價(X_{15})	β_{15}	-7.2105	(-0.23)	-14.4541***	(-4.14)	7.2436***	(3.07)	-4.1266**	(-2.03)
寒暑假(X_{16})	β_{16}	-13.7268	(-0.04)	-11.4862*	(-1.90)	-2.2406	(-0.79)	-6.4433	(-1.47)
平均每人私人運具輛數(X_{18})	β_{17}	147.8093	(0.30)	136.4947***	(3.57)	11.3146	(0.38)	152.1434***	(3.28)
平均每輛自小客可使用之停車位個數(X_{18})	β_{18}	56.8845	(0.46)	105.0641***	(9.32)	-48.1796***	(-4.92)	20.9449**	(1.96)
免費措施(X_{19})	β_{19}	234.6916***	(3.42)	121.4492**	(2.04)	113.2424***	(7.63)	134.9265***	(4.56)
公路移撥市區(X_{20})	β_{20}	49.8997	(0.08)	-8.1032	(-0.21)	58.0029***	(3.10)	59.1653***	(3.52)
截距項(cons)	α	42.1667	(0.00)	258.7671**	(2.30)	-216.6004***	(-2.86)	-22.1860	(-0.24)

註：***、**、*分別代表 0.1%、1%、5%之水準下顯著；各係數差異檢定模型之樣本數均為 21,847 筆。

附表 5　最小平方迴歸模型與分量迴歸模型之估計結果─不刪除離群值樣本

解釋變數(X_i)	$\hat{\beta}_i$	最小平方法		分量迴歸 q(θ)									
				低運量				中運量		高運量			
				q0.1 (築底)		q0.25		q0.5		q0.75		q0.9 (拔尖)	
		係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)	係數	(t 值)
每日行車次數(X_1)	β_1	22.1139***	(78.33)	6.0649***	(19.20)	10.2785***	(10.52)	14.5831***	(20.37)	23.2327***	(46.70)	31.2928***	(28.23)
每日行車次數平方項(X_2)	β_2	0.0533***	(80.25)	0.0401***	(13.24)	0.0574***	(10.31)	0.0826***	(13.99)	0.0832***	(25.25)	0.0863***	(14.45)
低效益路線×每日行車次數(X_3)	β_3	-4.1220**	(-1.99)	-4.1662***	(-23.28)	-5.6144	(-1.58)	-8.5817***	(-21.21)	-14.3031***	(-30.61)	-22.8394***	(-23.23)
低效益路線×每日行車次數平方項(X_4)	β_4	-0.1268***	(-6.53)	-0.0467***	(-18.60)	-0.0782***	(-3.73)	-0.0990***	(-20.19)	-0.1162***	(-24.29)	-0.1107***	(-20.18)
捷運進出站人數(X_5)	β_5	0.0082***	(40.90)	0.0002***	(5.82)	0.0008	(1.55)	0.0024***	(16.22)	0.0063***	(10.63)	0.0091***	(19.39)
臺鐵進出站人數(X_6)	β_6	0.0042***	(7.33)	0.0004***	(3.65)	0.0011	(0.25)	0.0018***	(8.63)	0.0024***	(5.22)	0.0012**	(2.35)
高鐵進出站人數(X_7)	β_7	-0.0053***	(-7.41)	-0.0001*	(-1.76)	-0.0006	(-1.12)	-0.0015***	(-4.72)	-0.0034***	(-4.77)	-0.0051***	(-7.84)
國道客運(X_8)	β_8	-1,464.0844***	(-28.98)	-34.5441***	(-3.49)	-233.7497	(-1.17)	-329.5485***	(-16.13)	-431.1652***	(-14.27)	-313.9793***	(-9.81)
一般公路客運(X_9)	β_9	196.2250***	(6.89)	12.5237***	(4.18)	22.2314	(0.22)	31.4760***	(5.09)	48.0498***	(6.91)	42.7498***	(7.44)
路線里程數(X_{10})	β_{10}	3.6171***	(12.48)	0.1494***	(5.33)	0.8605	(1.14)	1.0193***	(14.52)	1.0001***	(10.11)	0.6940***	(4.94)
醫院設有停靠站(X_{11})	β_{11}	308.1889***	(13.75)	6.5004***	(6.06)	1.8216	(0.03)	8.4001***	(3.19)	5.7731**	(2.07)	3.4760	(1.63)
學校設有停靠站(X_{12})	β_{12}	-27.2915	(-0.61)	9.9442***	(2.69)	17.1903	(0.40)	-24.4883***	(-5.37)	-41.8605***	(-7.47)	-40.0186***	(-5.77)
百貨公司設有停靠站(X_{13})	β_{13}	98.8700***	(4.51)	3.7373***	(3.29)	4.1255	(0.21)	10.2042***	(4.22)	-1.5805	(-0.49)	0.2541	(0.08)
失業率(X_{14})	β_{14}	-148.8994	(-1.43)	-3.6276	(-0.68)	-10.7089	(-0.12)	-12.4654	(-1.34)	0.3113	(0.02)	-3.2985	(-0.38)
油價(X_{15})	β_{15}	24.3454	(1.43)	0.7094	(1.09)	4.1732	(0.13)	6.5374***	(4.03)	2.1774	(1.21)	-2.8603	(-1.17)
寒暑假(X_{16})	β_{16}	-61.6443*	(-1.81)	-3.4911**	(-2.08)	-4.7520	(-0.08)	-4.0813	(-1.19)	-7.2459*	(-1.73)	-6.7909**	(-1.99)
平均每人私人運具輛數(X_{17})	β_{17}	-1,745.9193***	(-9.47)	-164.9201***	(-8.04)	-153.1492	(-0.31)	-151.2021***	(-4.60)	-76.1923**	(-2.36)	-76.9431***	(-3.74)
平均每輛自小客可使用之停車位個數(X_{18})	β_{18}	-545.6606***	(-7.08)	-51.5725***	(-10.10)	-72.0052	(-0.33)	-96.4956***	(-11.24)	-84.4671***	(-10.36)	-25.0406***	(-3.70)
免費措施(X_{19})	β_{19}	548.1715***	(8.56)	16.9959***	(4.05)	58.9155	(0.60)	109.3869***	(4.85)	183.1767***	(7.29)	214.9575***	(3.34)
公路移撥市區(X_{20})	β_{20}	442.8225***	(5.66)	19.9513***	(4.58)	16.7317	(0.81)	59.2306***	(6.14)	84.5916***	(5.58)	56.4998	(1.54)
截距項(cons)	α	1,012.1755	(1.54)	129.2305***	(4.61)	0.8196	(0.01)	-35.8794	(-0.62)	-23.9547	(-0.32)	152.7024*	(1.76)
R^2 或 Pseudo-R^2		0.8496		0.3093		0.4315		0.5917		0.7355		0.8231	

註：1.***、**、*分別代表 0.1%、1%、5%之水準下顯著。

2.本表係以不刪除每日運量低於 5 人及高於 40,000 人次、每日班次低於 2 班次及高於 700 班次之路線下，分別以 OLS 及分量迴歸估計之實證結果；各模型樣本數均為 22,787 筆。