

偏遠地區公路客運補貼路線之 營運績效評估¹

ASSESSMENT ON OPERATION PERFORMANCE OF SUBSIDIZED REGIONAL BUS SERVICE IN RURAL AREA

胡凱傑 Kai-Chieh Hu²
馮正民 Cheng-Min Feng³
王鈞暉 Chun-Wei Wang⁴

(101 年 11 月 6 日收稿，102 年 2 月 1 日第一次修改，102 年 4 月 9 日第二次修改，
102 年 8 月 1 日第三次修改，102 年 9 月 20 日定稿)

摘 要

由於油價持續上漲，原物料成本增加與市場激烈競爭，公路客運業者面臨著相當大的衝擊。政府為改善大眾運輸績效與其經營環境，遂執行大眾運輸補貼作業。在資源有限的情況下，如何合理地將補貼額分配至相對具有效率的路線，儼然已成為政府當前亟待解決之課題。本研究之目的係以“偏遠路線”之概念，將現有公路客運受補貼路線進行分群，並分析各集群路線間之一營運績效差異，以探討現有虧損補貼之適切性。本研究以 99 年度之營運資料為基礎，以空間資訊科學與集群分析進行偏遠路線之分類，並運用資料包絡分析法計算各集群路線營運績效。最後，本研究利用所建構之路線轉型策略矩陣探究各集群管理政策意涵，並提出後續研究之建議。

-
1. 作者感謝兩位評審委員於審查期間所提供之寶貴建議，使本文得以更臻完善。
 2. 東吳大學企業管理學系副教授兼副主任。
 3. 交通大學交通運輸研究所教授（聯絡地址：10012 臺北市中正區忠孝西路一段 114 號 4 樓交通大學交通運輸研究所；聯絡電話：02-23494956；E-mail: cmfeng@mail.nctu.edu.tw）。
 4. 交通大學交通運輸研究所碩士。

關鍵詞：公路客運；偏遠地區；營運績效；空間資訊科學；集群分析；資料包絡分析

ABSTRACT

With the increased oil price, high costs of raw materials and strong competition in the market, unparalleled challenge faced the regional bus services. In order to improve the operation performance and environment of public transit, government has conducted the subsidization of public transportation. Under the constraint of limited resources, it is an important issue that how to allocate the subsidy to the relative efficiency routes rationally. The purpose of this study is to categorize the subsidy routes based on the concept of "rural route", and evaluate the operation performance for each group in order to discuss the appropriateness of existing subsidy. This study uses the real data of subsidized regional bus service in 2010. Geospatial information science and cluster analysis were applied to categorize the subsidy routes. And DEA is utilized to evaluate the operation performance of all the routes in each group. Finally, this study addresses the managerial implications based on a matrix of route transformation proposed by this study, and offers suggestions to the future research.

Key Words: Regional bus service; Rural area; Operation performance; Geospatial information science; Cluster analysis; Data envelopment analysis

一、緒 論

1.1 研究背景與動機

偏遠地區之大眾運輸一直是政府進行運輸管理時所面臨之難題。以固定路線及班次之公路客運或市區公車提供偏遠地區服務，常因需求不高且班次有限，致使服務水準無法滿足民眾需求，並造成業者虧損^[1]。揆諸偏遠地區客運經營困難、供需失調，除年輕族群及高齡者為主要客群外，其餘民眾多採機動車輛代步，加上油價持續上漲，相關原物料成本增加，故長期以來營運狀況不佳，業者持續陷入營運困境^[2]，部分公路客運業者更提出路線停駛或屆期不再續營之申請，形成「需求減少→營收降低→服務水準低落→需求減少」之惡性循環。

據此，我國自民國 84 年起通過「促進大眾運輸發展方案」，並開始執行偏遠服務性路線營運虧損補貼制度。雖然補貼政策已發揮維持大部分偏遠地區路線繼續營運之成效，但仍有少部分路線面臨停駛之困境，對當地基本公共運輸服務造成相當大之衝擊。這些路線之停駛，與補貼經費之不足與不穩定息息相關^[3]。國內近年來有關研究主要係對政府發

展大眾運輸策略、公路客運補貼審議制度以及實施成效進行概述性的介紹^[4,5]，亦有部分研究探討大眾運輸績效評估與補貼效益^[6-11]。國外則是主要著重於補貼效率及效率的衡量方法，如資料包絡分析 (data envelopment analysis, DEA)、隨機性邊界法 (SFA) 及總要素生產力法 (TFP)，並且關切的議題主要環繞在偏遠地區之社會福利分配。總體而言，少有探討偏遠地區大眾運輸的補貼效益^[12-14]。

另一方面，如何定義偏遠地區一直以來為補貼制度上的一個關鍵要素。目前偏遠地區的定義並無法明確界定，而且各國也因地理環境及民風迥異而有不同的定義方式。由於偏遠地區的定義攸關補貼金額的分配，因此如何做出正確的定義並配合補貼亦為大眾運輸上的一大課題。邱裕鈞等人^[15]曾將臺灣鄉鎮劃分不同地區，探討各區之公共運輸供給與需求及虧損補貼在空間分配之合理性結果發現，我國高偏遠地區之公共運輸基本需求最高，但公共運輸供給密度卻偏低，且部分地區虧損補貼分配不足，顯示國內公共運輸供給資源及虧損補貼分配仍有檢討之空間。在政府的補貼金額有限的情況下，如何重新檢視目前偏遠地區之運輸服務特性與社會責任，探討公路客運路線合理之路網營運規模、服務水準等，應是現階段偏遠地區公路客運發展之重要課題^[3]。過去國內外相關研究多僅著重在應用 DEA 及相關統計方法上，針對路線營運績效進行衡量與探討，但加入偏遠路線概念以考量補貼的效益之研究仍不多見^[5,16]，也鮮有研究應用空間資訊科學 (Geospatial Information Science, GISc) 協助進行補貼績效之評估作業^[17-19]。因此，如何確認偏遠定義並探討補貼是否有助於改善營運績效，是政府目前於公路客運發展中需要思考的課題。

鑒於國內過去少有對於公路客運偏遠地區路線進行分群且針對其營運績效進行後續分析，本研究之目的在以地區性公路客運之觀點，探討行駛偏遠地區之客運路線在接受政府補貼後之營運績效如何，以瞭解政府補貼金額是否能分配至最有效率的路線上。特別的是，本研究之研究範圍僅以考量偏遠特性來進行效率評估之比較，並不考慮部分補助路線在「政策面」或「服務面」之特性，因政策性或服務性之概念並不易被明確定義與評量。而本研究所定義之「偏遠類型」，則考慮到路線經過之地區特性、區域社經特性等，希冀能擴張補貼資源運用的可能性，讓補貼的資源能更符合實際的民眾需要。換言之，本研究主要強調在藉由對「偏遠路線」的定義，瞭解不同偏遠程度之路線在補貼後之營運效率是否有所差異。

1.2 研究目的

根據前述背景與動機，本研究之研究目的為以下 3 項：

以地理空間分佈之概念，將現有公路客運受補貼路線以偏遠特性進行分群。

應用資料包絡分析法分析各群路線之營運績效。

根據研究結果提出相關政府政策與管理意涵。

本研究使用 GISc 與集群分析 (cluster analysis, CA)，並利用現有臺灣地區各鄉鎮市之社經資料將所有申請補貼路線進行群體劃分與分群之動作，並進一步運用 DEA 分析路線

進行營運績效之分析，並針對偏遠路線之改善提出建議。

二、文獻探討

2.1 公路客運業營運與補貼現況

根據「汽車運輸業管理規則」第 2 條，其對公路客運業之定義為「在核定路線內，以公共汽車運輸旅客為營運者」。而公路客運業所經營之路線，若行經國道高速公路者，實務上以國道客運稱之，其餘則為地區客運路線，本研究所著重之範圍即為後者。隨著公路客運業逐步開放及順應公營事業民營化，民國 90 年 6 月臺灣汽車客運股份有限公司（簡稱臺汽）完成民營化，改成立國光汽車客運股份有限公司（簡稱國光客運公司）繼續經營，帶動民營公司投入公路客運業的潮流。至今國內共有 39 家公路汽車業者，經營地區客運路線共 1221 條，如表 1 所示。

表 1 公路客運業者家數及路線數統計表（民國 99 年）

主管機關	經營業者家數	地區客運路線 (條)
臺北區監理所	13	188
新竹區監理所	4	304
臺中區監理所	11	322
嘉義區監理所	6	203
高雄區監理所	3	201
臺北市政府	1	2
高雄市政府	1	1
合計	39 家	1,221 條

資料來源：1.本研究整理自各區監理所；2.交通部統計處網站。

近 5 年公路客運受補貼路線之預算編列及執行方式整理於表 2。就補貼核撥比率來看，則有逐年上升之趨勢，顯示業者對於落實補貼計畫執行配合度提高，至於各年度補貼核定款被扣款的主要原因大致上包括各區監理所對違規業者掣開「舉發違反大眾運輸營運補貼計畫通知單」、業者擅自縮短里程與減班、車齡逾規定及追扣溢領款項等不符規定者。

2.2 公路客運營運績效評估

績效包含了效能 (effectiveness) 與效率 (efficiency) 兩種。效能在於衡量目標的達成情形，產出與服務量愈大則表現愈理想，但不在乎必須投入多少人力、財力與物力；相對於效能，效率一方面探討產出的數量，一方面也衡量投入的使用量，希望以最少的投入獲

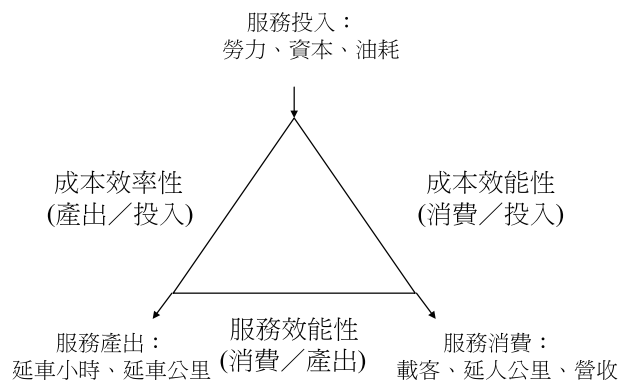
表 2 近五年偏遠客運服務路線營運虧損補貼情形表

年 度	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年
業者數	25	25	25	26	25
路線數	563	570	588	568	554
申請金額 (千元)	807,658	892,048	867,242	822,848	985,422
核定金額 (千元)	549,976	649,641	867,242	822,848	895,000
核撥比率	68.10%	72.83%	100.00%	100.00%	90.82%

資料來源：1.99 年為本研究自行整理自交通部統計處網站；2.餘各年資料參考自杜善良等人^[5]。

得最大的產出，或以既定的投入獲得最大的產出^[20]。綜觀國內外相關研究可發現，大眾運輸績效評估指標一般可區分為「營運績效指標」及「服務績效指標」兩大類，而本研究主要探討的範圍將以公路運輸的「營運績效指標」為主。由於用以評估營運績效之指標類型眾多，利用這些指標衡量公路運輸績效常會有不同的結論，Karlaftis 等人^[21]亦建議評估補貼效果時，應慎選合適之績效指標。

目前國內外對於營運績效的評估，均會選取多種具代表性的指標進行評比，而指標分類架構則大多採用 Fielding^[22]所提出的績效分類圖做為基礎。其績效評估指標係建立在投入與產出間資源運用效率與利用率下，並可同時檢視提供服務所需的成本以及利用程度。Fielding^[22]將營運績效指標分為成本效率性 (cost efficiency)、成本效能性 (cost effectiveness) 及服務效能性 (service effectiveness) 3 類，詳細架構如圖 1 所示。若將 Fielding^[22]所提出之理念套用至運輸業，則詳細內容如下：

圖 1 營運績效指標分類圖^[22]

1. 成本效率性：指經營者為提供運輸服務所投入的各種資源，與實際產出量之間的關係，以反映人員、車輛的生產力及後勤支援部門的管理效率等。此類指標可由產出量對投入量的比值加以衡量。

2. 成本效能性：指經營者為提供運輸服務所投入的各種資源，與使用者實際消費狀況之間的關係，以反映人員、車輛的服務或營收力。此類指標可由乘客實際消費量對投入量的比值加以衡量。
3. 服務效能性：指經營者所提供運輸服務之產出量，與使用者實際消費狀況之間的關係，以反映單位產出之服務或營收力。此類指標可由乘客實際消費量對產出量的比值加以衡量。

曾有學者分析 Fielding^[22] 3 種績效指標應用於補貼制度時之優缺點與應注意事項^[5,16,21]，主要認為採用成本效率指標可以獎勵控制成本的系統，促進低成本之營運服務，但會處罰高成本營運環境的系統；採用服務效能指標會獎勵滿載 (full bus) 之系統，但會間接促使營運者減少乘客數較少之服務，如夜間或星期假日之服務，對於高密度發展地區之營運者較有利；若是採用成本效能指標則是獎勵吸引付費乘客的系統，並鼓勵吸引其他財源的系統，可以同時兼顧吸引付費乘客與吸引其他財源之考量。Falcocchio^[23] 與 Sheth^[24] 等人則認為，為協助小規模之大眾運輸系統健全發展，應以成本效率指標為補貼時主要考量；而大規模之大眾運輸系統應已具某種程度之成本效率，故補貼應強調服務效能指標。

而在評估方法方面，綜觀國內外相關實證研究，評估運輸業營運績效之生產力及經濟效率的方法大都採用計量經濟方法，常被使用的方法包括總要素生產力 (Total Factor Productivity, TFP) 衡量、DEA、成本或生產函數以及效率前緣線評估 (frontier estimates) 等等。由於 DEA 具有適合用來評估相同資源投入與相同產出之 DMU、無須預設權重，以及較不受人為主觀意識影響之特性，故適合作為評估受補貼路線營運績效之方法。Tsamboulas^[25] 亦認為資料包絡分析法被認為是最適當且最容易用來評估相對效率，尤其是針對非營利性質與同時具有多項投入與產出環境的機構。本研究整理近年公路運輸業國內外採用 DEA 進行營運績效評估之相關文獻如表 3 及表 4 所示。過去相關研究所採用的投入項常見的有員工數、駕駛員數、車輛數、耗油量等；產出項有營運收入、延車公里、延人公里以及載客人數等。特別的是陳敦基、李明彥^[8] 將補貼金額視為公車路線之投入項進行效率分析。據此，本研究後續亦參考此一作法，將各公路客運路線之補貼金額視為投入項。

三、研究方法

3.1 研究概念

本研究之研究步驟首先為針對原始資料進行瞭解，透過處理及篩選過程留下後續需要之資料及變數。其次透過空間資訊科學取得所有路線的地理空間資料，並利用集群分析對現有受補貼路線進行分群。接著依據上述分群結果，利用資料包絡分析法進行績效上的評估。最後根據分析所得之結果，研擬政府針對提供受補貼路線服務之公路客運業者改善之建議。以下為本研究概念之三大階段：

表 3 國內外公路運輸業營運績效 DEA 方法改良之文獻

作 者	研究對象	研究方法	投入項	產出項
林嘉信 ^[26]	國道客運 38 家業者	SFA 模式、Malmquist 指數	車輛數、營業路線、延車公里、行駛次數、耗油量、駕駛員數	營運收入、行車公里、載客人數、延人公里
陳志成等人 ^[27]	臺汽民營化後之國道客運業者	CCR 模式、BCC 模式、Malmquist 指數、Tobit、追蹤資料模型	車輛數、行駛次數、耗油量、駕駛員數	營收公里、延人公里
廖勝裕 ^[28]	臺中市 5 家客運業者共 38 條路線	SBM-DEA、Malmquist 指數	車輛數、營業路線、延車公里、耗油量	行駛次數、二氧化碳排放量
Karlaftis ^[21]	美國公車業者共 259 家	分群法、DEA 乘法模式、邊界生產函數	駕駛員數、員工數、車輛數	延車公里
Boame ^[29]	加拿大公車業者共 30 家	bootstrap 演算法、二階段 DEA	駕駛員數、員工數、車輛數	延車公里
Lao 與 Liu ^[20]	美國加州公車業者旗下共 24 條路線	K-mean 分群法、二階段 DEA	營運時間、延車公里、站牌數量、通勤者數、高齡族群、弱勢族群	載客人數

表 4 國內外公路運輸業營運績效 DEA 方法應用實例文獻

作者	研究對象	研究方法	投入項	產出項
陳敦基、李明彥 ^[8]	臺北市聯營公車業者	Translog 成本函數、TFP	勞務成本、資本成本、中間要素成本共 18 項成本、核定補貼金額	延車公里
陳敦基、蕭智文 ^[9]	國內 32 家公路客運業者 (民國 76 至 80 年資料)	DEA 二階段模式 (相對效率、相對效果)、CCR 模式、BCC 模式	相對效率：員工數、車輛數及耗油量 相對效果：以車公里數、班次數	相對效率：車公里數及班次數 相對效果：延人公里、載客人數
李文彬 ^[30]	國內 14 家同時經營國道客運、一般公路客運以及市區公車之客運公司	CCR 模式、BCC 模式、Malmquist 指數	耗油量	營運收入、行車公里、載客人數、
De Borger 等人 ^[31]	美國中型規模且僅經營公車業務的公司共 14 家	CCR 模式、BCC 模式、Malmquist 指數	員工數、尖峰班次數、延車公里	載客人數
Karlaftis ^[21]	美國公車業者共 256 家	CCR 模式、BCC 模式	駕駛員數、員工數、車輛數	延車公里、載客人數
Sampaio 等人 ^[32]	12 個歐洲及 7 個巴西城市的運輸系統	BCC 模式	營運成本、車輛數、員工數	載客人數
Hirschhausen 與 Cullmann ^[14]	德國公共汽車客運公司共 179 間	CCR 模式、BCC 模式	員工數、車輛數、服務範疇	延車公里、載客人數

1. 資料處理

首先根據研究範圍之設定，收集現有營運公路客運受補貼路線之相關資料，如總行駛里程、延人／車公里、營運收入及成本…等營運資料，以及路線行經鄉鎮市之人口組成、平均所得以及密度…等人口分佈情形。由於原始資料過於繁雜，故於此階段將資料進行處理，以求能取得後續研究需要的變數進行分析，最後篩選出資料完整且持續營運之 548 條受補貼路線進行下一階段作業。特殊的是，由於當前虧損補貼制度係採「實質虧損審查認定核撥」為原則，此部分所處理之資料在現今電子票證系統尚未全面導入的情況下，各業者之收入與核定成本等營運資料並無精確數據，故本研究僅能就業者提供之會計資料進行分析。

2. 現有路線分群

本研究之核心部分為納入地理空間分佈之概念，對公路客運受補貼路線進行分群。故此階段本研究將先利用 GISc 取得各路線行經本研究所定義之偏遠地區距離及比例等數據，再加入上述路線整理後之平均人口密度、平均所得、路線加權人口密度及路線加權所得等資料，以經營環境為分群背景下使用集群分析。最後並根據分群結果將所有路線根據其群間不同特性對其命名。

3. 分群路線績效評估及策略探討

透過分群後之結果，此階段將利用資料包絡分析法分別對各群之營運績效進行驗證。透過上述文獻回顧對本研究現有資料選擇適合衡量之投入及產出項，以瞭解此分群方式是否能確實將所有路線根據其營運績效歸為同類，並作為後續分析之依據。最後並參考 BCG 矩陣之概念，發展一「路線轉型策略矩陣」架構，並探討公路客運受補貼路線之營運策略與轉型建議。

3.2 分析方法

3.2.1 空間資訊科學

空間資訊科學 (GISc) 近年來被大量運用於大眾運輸之分析。依據 Sutton^[18] 之研究發現 GIS 在大眾運輸之分析以規劃領域最多 (約 46%)，其次依序為資訊技術、營運、管理及顧客服務。目前 GISc 應用在國內公路運輸的項目有運輸規劃、運輸系統管理、交通工程、站牌設置分析、停車場評選、車輛路線規劃以及車輛衛星定位導航等。目前臺灣公路客運路線資料內容可分為兩類，第一類為與空間資料無直接關係者，如公司基本資料、班次資料、車輛車籍資料以及相關營運資料 (如營運收入、搭載人次、延人／車公里以及每車公里收入等)，由於此類資料公路總局已建置資料庫存放相關資料，故不需另外以 GISc 軟體進行分析整理；第二類則為空間資料，例如各營運路線資料、站牌資訊、以及行經距離等。綜上所述，本研究將以第二類路線資料為主，並加入第一類中相關營運績效資料做為後續績效評估之依據。

由於過去對偏遠路線的定義上僅以虧損有無為劃分，並未實際考慮其實際行駛地區之差異性。因此，本研究將以社經背景的觀點，根據行政院內政部及促進產業升級條例中以人口密度及平均所得之概念選取臺灣本島共 64 個偏遠地區，並以 GISc 收集相關空間資料（如各營運路線資料、站牌資訊、以及行經距離等），藉由各路線行駛偏遠地區程度之不同進行路線分群，以利後續績效評估分析。本研究利用相關 GISc 軟體，將收集之空間地理資料整理成「路線行經各鄉鎮距離」及「路線行經偏遠地區距離及比例」兩部分。前者將藉由資料庫中各個站間距離之加總來計算某路線行駛各鄉鎮之距離；後者則是從中取得該路線行駛本研究所定義之偏遠地區之鄉鎮市距離，並求出其占總距離之比例，以利後續分群作業之進行。

3.2.2 集群分析

集群分析是將資料中的觀測值或變數加以歸類在各個集群內，也就是把沒有分群的個體按相似程度歸於同一群。一般進行分群的方法有階層法（Hierarchical）與非階層法（Nonhierarchical）兩種，前者可以透過凝聚法和分離法以樹狀圖（Dendrogram）表示，後者則以 K 平均值法（K-Means）為代表。由於階層法與非階層法均個有其優缺點^[33]，故本研究以部分學者^[34-37]所使用之改良式二階段集群分析（two-step clustering）進行分析：第一階段先以階層式集群分析法之凝聚法進行，並採用華德最小變異數法（Ward's Method）將相似的樣本歸為同一群，且依據華德法中之集群分析樹狀圖來判定最佳之集群數目，並且以各群合併時的凝聚係數增量變化率作為驗證，明確地確定分群。第二階段再以 K-Means 法找出最終的群數。在分群結果的驗證上，本研究除了利用判別分析進行外，也將另外計算各集群在各分群變數上的平均值，對其進行比較分析。

本研究將先前整理之受補貼路線平均人口及平均所得等基本資料，再加入經由 GISc 軟體計算出之行經偏遠地區實際距離及比例等路線資料，對其進行標準化後再進行分析，期望能從公路客運業客觀經營環境的觀點來進行分群，分群變數及其定義如表 5 所示。利用集群分析可使現有公路客運受補貼路線被歸屬於不同群體，爾後並對各分群之特色進行探討及命名，進一步對其營運績效進行評估。

表 5 集群分析變數及定義

變數名稱	變數定義
行駛偏遠地區距離	受補貼路線行駛於本研究定義之偏遠地區實際距離
行駛偏遠地區比例	上述距離與總行駛距離之比例
平均人口密度	受補貼路線行經該路線內全部鄉鎮之人口密度平均
平均所得水準	受補貼路線行經該路線內全部鄉鎮之所得水準平均
路線加權人口密度	受補貼路線根據實際行經鄉鎮距離比例多寡來計算總人口密度
路線加權所得水準	受補貼路線根據實際行經鄉鎮距離比例多寡來計算總所得水準

3.2.3 資料包絡分析法

由於本研究的評估對象為臺灣本島公路客運所有受補貼路線，其路線資料分析指標之項目屬不同計量單位的多項投入與產出間的關係，符合資料包絡分析法的特性。故本研究藉由 DEA 評估各路線之營運績效，提供政府相關單位於經費分配決策時一客觀的參考依據。

DEA 衡量模式可概分成 Charnes 等人^[38]於 1978 年所提出之 CCR 模式，以及 Banker 等人^[39]於 1984 年提出之 BCC 模式兩類。CCR 模式主要假設於規模報酬固定的情況下，去評估衡量整體之效率。其假設內容項目有 n 個決策單位 (Decision Making Unit, DMU)，每一個 DMU 稱為 DMU_j ($j = 1, 2, \dots, n$)，且每一個 DMU 使用 m 種投入 x_i ($i = 1, 2, \dots, m$)，生產 s 種產出 y_r ($r = 1, 2, \dots, s$)，則第 j 個 DMU 的效率衡量模式如式 (1) 至式 (5) 所示。

$$\text{Max} \quad h_j = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$u_r \geq \varepsilon \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad (4)$$

$$v_i \geq \varepsilon \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

其中， h_j ：第 j 個 DMU 之相對效率值

y_{rj} ：第 j 個 DMU 之第 r 項產出值

x_{ij} ：第 j 個 DMU 之第 i 項投入值

u_r ：第 r 個產出項之虛擬乘數

v_i ：第 i 個投入項之虛擬乘數

由式 (1) 至式 (5) 可得知，此模式主要求得投入與產出的比值關係。根據目標函數式與限制式的關係，可得知每個 DMU 都有可能成為另一個目標函數式，因此可相互比較。根據所求得的相對效率值，即為代表整體效率的綜合效率值，若比值為 1，可得知此 DMU 為相對有效率。

CCR 模式假設生產過程為固定規模報酬，即當投入量以等比例增加時，產出亦等比增加。然而在生產過程中亦可能會產生規模報酬遞增或遞減的情形，因此若為一個無效率的 DMU，其無效率的原因可能源於不同規模報酬的態勢，藉由了解個別 DMU 的規模報酬狀態，則可提供管理者更多改善效率的資訊，而 BCC 模式便在這樣的背景需求下被發展出

來。其效率衡量模式如式 (6) 至式 (9) 所示。

$$\text{Max} \quad h_j = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0 \quad (6)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m \quad (9)$$

其中， h_j ：第 j 個 DMU 之相對效率值

y_{rj} ：第 j 個 DMU 之第 r 項產出值

x_{ij} ：第 j 個 DMU 之第 i 項投入值

u_r ：第 r 個產出項之虛擬乘數

v_i ：第 i 個投入項之虛擬乘數

u_0 ：無正負限制，當 $u_0 = 0$ 時，為固定規模報酬

當 $u_0 > 0$ 時，為固定規模遞減

當 $u_0 < 0$ 時，為固定規模遞增

承上所述，本研究以 BCC 模式進行，和 CCR 模式之不同在於前者所得的效率值為個別技術效率值，而後者所得出的是整體的生產效率，且 BCC 模式得到之結果較貼近現實情況。技術效率為決策單位其實際產出與其位於效率前緣上理想產出之比值；或在同等產出情況下，其合理投入量與其現有投入量之比值^[40]。此外，由於本研究所探討範圍屬公路客運業中非營利事業之部分，其市場需求波動較小，且投入程度受法令約束大，無法自由調整，因此本研究亦採用 BCC 產出導向模型 (output-oriented BCC model)，以利評估個別路線之相對營運績效。

BCC 產出導向模型假設有 n 個被評估的單位或決策單位，將 m 種投入轉換成 s 種產出，而每個 DMU 之效率值等於產出之線性組合除以投入線性組合。當評估第 j 個 DMU 的效率值時，首先要找出結合各項投入及產出的虛擬乘數 (virtual multiplier) λ_j ，且 λ_j 可看作是一組用來計算產出與投入的比值時的權數，藉此求得各單位的績效值。此外，另增加一限制條件為其評估後的效率值於 0 與 1 之間，且組合係數為正值，如此一來求得的權數 λ_j 也會使其他 DMU 的效率值介於 0 與 1 之間。如式 (10) 至式 (14) 所示。

$$\text{Max} \quad \mu \quad (10)$$

$$\text{s.t.} \quad x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad i = 1, \dots, m \quad (11)$$

$$y_{i0}\mu \geq \sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j \quad r=1,\dots,s \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (13)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j=1,\dots,n \quad (14)$$

其中， x_{ij} ：第 j 個 DMU 之第 i 項投入值

y_{rj} ：第 j 個 DMU 之第 r 項產出值

λ_j ：第 j 個 DMU 之虛擬非負乘數，即權數

μ ：產出最大化程度

式 (10) 為本研究進行 DEA 之目標式，目的為使決策單位 DMU 的產出最大化；式 (11) 為對投入項所設置之限制式，使觀察的投入量受到管制；而產出部分亦同，式 (12) 為對產出項的限制，即產出程度至少要和 DMU₀ 一樣。然而並非所有路線特性皆處在最適規模之階段；技術效率可能受到純技術無效率（因資源浪費而造成之無效率）或規模無效率（非規模最適所造成之無效率）之影響。因此須在求解時加入 BCC 模型所對應之變動規模報酬假設（variable returns to scale, VRS），並且對其加入非負限制，亦即式 (13) 及式 (14) 之意涵。

此外，吾人還可以針對不同規模報酬情況下，進行效率值的比較分析。一般而言會有 3 種情況：規模報酬遞減（decreasing return to scale, DRS）、規模報酬遞增（increasing return to scale, IRS）及固定規模報酬（constant return to scale, CRS）。規模報酬型態的決定，係由 DEA 分析結果中之規模效率（scale efficiency）計算而得，而 SE 可由技術效率（technical efficiency, TE）除以純粹技術效率（pure technical efficiency, PTE）得到，而 PTE 則可由 BCC 模式計算得出。若 SE=1 時，則為 CRS。若 SE<1 時，則須檢視 CCR 模式中之限制式 $\sum \lambda$ 之值：若 $\sum \lambda < 1$ ，則為 DRS；若 CCR 模式中之限制式 $\sum \lambda > 1$ ，則為 IRS。因此，研究者可依據規模報酬的情形分群，然後計算各種情況下之平均效率值，以更深入瞭解營運效率的差異，並找出改善的方向。

本研究主要採成本法選取投入項，除了以各路線當年度之營運虧損需補貼數額之支出項目（以下稱路線受補貼額）作為資源投入變數外，本研究另參考 Lao 與 Liu^[20]、林嘉信^[26]、廖勝裕^[28]及 De Borger 等人^[31]等人之研究，以延車公里作為資源投入變數；在產出項選擇部分，由於本研究所選取的績效指標是以 Fielding^[22]所提出的績效分類圖為依據，其中服務效能主要探討運能產出被乘客利用的有效程度，屬於消費面的績效評估，亦代表產出的獲利力。本研究將另參考 Falcocchio^[23]、Sheth 等人^[24]以及 Chen^[41]等人之研究，選擇載客人數及營運收入兩項服務效能指標為產出項。投入與產出項之相關係數矩陣見表 6 所示，由於投入與產出變數之係數皆為正值，代表其彼此間之相關性高，表示變數

挑選可視為正確，符合 DEA 操作變數同向性之要求。

表 6 投入項與產出項之相關係數

		投入項		產出項	
		路線受補貼額	延車公里	載客人數	營運收入
投入項	路線受補貼額	1	—	—	—
	延車公里	0.730*	1	—	—
產出項	載客人數	0.720*	0.714*	1	—
	營運收入	0.793*	0.690*	0.705*	1

註：*表在顯著水準為 0.01 時（雙尾），為相關顯著。

此外，所有變數在顯著水準為 0.01 時皆達顯著水準，故後續分析乃採用固有 4 項指標進行。最後，本研究將經由 DEAP 程式所運算的結果可得知各路線之各項效率值，若其總效率為 1 者，代表相對有效率；反之，則代表相對無效率。

3.2.4 路線轉型策略矩陣

本研究藉由前述地理資訊系統及集群分析，對現有受補貼路線進行分群。由於不同類別之路線其營運效率可能有所差異，故對於不同分群路線該採取何種策略，進而達到協助其轉型為一般營運路線、維持既有狀況持續經營，抑或是建議終止持續補貼改以其他措施取代，必須建立一策略性之思維架構。據此，本研究依據波士頓顧問群模型（Boston Consulting Group model, BCG model）之概念，建構一路線轉型之策略矩陣。

BCG 矩陣是由著名的波士頓顧問群管理顧問公司，於 1970 年代初期由 Hedley^[42]所提出並推廣發展的方法。其在 BCG 矩陣中將策略性事業單位區分為四個象限，縱軸為整體市場成長率，用來衡量該產業的市場吸引力；橫軸為相對競爭地位（亦稱為「市場占有率」），是用來表示某企業在市場內之競爭強度。其縱軸與橫軸交叉所構成的四個象限代表不同事業類型。明星事業（stars）係指具有高度成長率與高度市場占有率之事業單位，可視外在環境的需要，提供更多資源以供維持或成長。問題事業（question marks）則指具有高度成長率與但市場占有率低的事業單位，此類事業單位宜謹慎地用心考慮，選擇有潛力者加以發展，而無此潛力者加以縮減或淘汰。其特徵為需要大量資金，以維持市場成長增加廠房、設備與人事。老狗事業（dogs）則是市場成長率低及市場占有率皆低的事業單位，此類事業單位常是處於產品生命週期中的衰退期，擴張市場占有率或產生大量現金流入的可能性相當小。而金牛事業（cash cows）則指市場成長率低但市場占有率高的事業單位，此類事業利潤較高，現金流入，可以支持其他事業單位之活動。

本研究發展之路線轉型策略矩陣，係將上述 BCG 矩陣的邏輯應用至公路客運受補貼路線之營運策略的衡量，如圖 2 所示。首先將先前經由 DEA 所計算出之各集群路線之

效率值為橫軸座標，值越大代表該路線相較其他路線越具有經營上的相對利益。而為區分相對效率高低，本研究取中間值 0.5 為分界，將效率值介於 0.5~1 之間者定義為經營績效相對良好的路線，而效率值介於 0~0.5 之間者定義為經營績效相對不良的路線；至於縱軸座標則是選擇集群內各路線的行駛偏遠地區比例，比例越高代表其行經現今社經環境較弱勢之地區越多，一樣係採二分法區分為高比例群 (0.5~1) 與低比例群 (0~0.5)。其各象限定義分別說明如下。

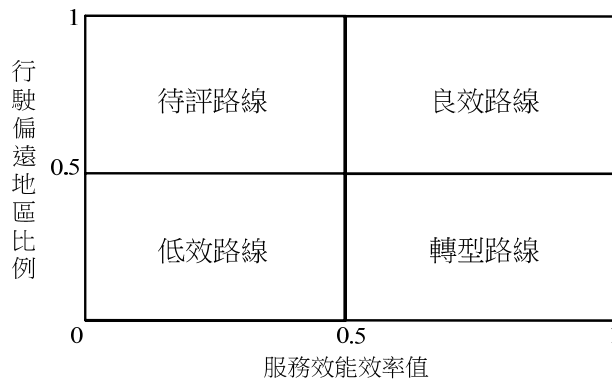


圖 2 本研究之路線轉型策略矩陣

1. 良效路線

指行駛高度偏遠地區與高效率值之路線，代表政府的補貼可以確實反應偏遠地區的特性，而不取名為高效僅稱良效的原因在於此類路線並非效率真的很高，只是相對於其他受補貼路線來說較高而已。其特性與 BCG 中之明星事業一樣，無須太大修正，維持現狀即可。此類路線目前宜採用穩定策略，即繼續維持此營運方式經營。若後續幾年行駛地區之社經環境水準提升，則可進一步轉型為自營路線。

2. 待評路線

此類路線係指行駛高度偏遠地區但低效率值的路線，代表目前此類路線無市場需求但卻需要進行後續評估之路線，並視其後續表現決定其存續與否，故意含與 BCG 之問題事業相同。由於其行駛高度偏遠地區，因此現階段宜先觀察此類路線所行經地區之社經背景是否一直那麼低，或者僅僅是這幾年的特例而已。若數年來表現皆無太大起色，則政府可以考慮不繼續給予補貼；若是有成長的趨勢，則代表此路線仍有其有潛在市場，只是沒被引出來，因此政府需另行提供措施，並令其以成長為優良路線為目標，繼續給予補貼。

3. 低效路線

指行駛低度偏遠地區且效率值也低的路線，代表此類路線目前的補貼結果並未達到政府當初的期望，應考慮往後經營上不予以補貼，並改由政府提供其他替代性措施以易之。和老狗事業不同的是，政府對低效路線除了不繼續給予補貼外也要另思考其他替代措施。

4. 轉型路線

指行駛低度偏遠地區不過具有高效率值的路線，故性質類似於 BCG 中的金牛事業。雖然此類型路線在效率表現上不錯，不過其行駛偏遠地區不足，與一般社會觀感及政府當初給予補貼所期望的結果上有些落差。原則上建議政府應予以輔導轉型為一般路線，而不需要進行虧損補貼，但轉型過程中政府可採以獎勵措施或績效補貼方式以鼓勵業者獨力經營，減少不必要之偏遠路線補助。另外，轉型路線在當初設計可能有經過高所得區域，若轉為一般路線業者就不會再行駛到偏遠地區。故政府在轉型過程中，可採以獎勵措施或績效補貼方式以鼓勵業者獨力經營，減少不必要之偏遠路線補助。

本研究建立上述路線轉型策略矩陣之目的在於探討現有補貼制度是否能反應偏遠地區路線的特性，以及瞭解既有虧損補貼有無適得其所的問題，並期望爾後能提供政府做為決策之憑藉。

3.3 資料來源與變數定義

由於公務調查資訊及基本資料仍為目前相關統計中最為完整的來源，故本研究實證資料皆援用於此。本研究使用之變數可分為三部分，第一部分為「臺灣省公共汽車客運商業同業公會聯合會」所提供之臺灣地區民國 99 年公路客運業年度統計資料；第二部分為交通部公路總局提供民國 96 年至 99 年各公路客運公司每年申請與獲得補貼款資料；第三部分則為民國 99 年公路客運受補貼路線之地理空間資料，此項資料則是由中華電信提供原始圖層檔案，再由本研究以相關 GISc 軟體進行篩選及整理而成。以下茲就各部分評估指標之定義與內涵說明如后。

1. 公路客運營運資料

- (1) 延人公里 (passenger-kilometers) 為各班次客運人數與其行駛公里相乘積之總和。
- (2) 行車次數 (vehicle run) 係指客運或貨運業各路線之車輛，在特定期間內，從出發站至終點站之行駛次數 (班次，去程與回程各算 1 班次)。
- (3) 延車公里 (bus-kilometer) 係指客運業在特定期間內，所有班次客車行駛里程之總和。
- (4) 行車里程 (operating-kilometer) 係指營業路線起訖站間之公里數。本研究將分別收集原路線里程及實際補貼路線里程之資料。
- (5) 每車公里載客數 (average passenger per bus-kilometer) 指客運業在特定期間內，平均每車行駛 1 公里之載客人數。公式為每車公里載客數 = 該期間載客數 / 總客車公里
- (6) 每車公里收入 (average revenue per bus-kilometer) 指客運業在特定期間內，平均每車行駛 1 公里之客運收入。公式為每車公里收入 = 該期間客運收入 / 總客車公里
- (7) 每車公里虧損 (average loss per bus-kilometer) 指客運業在特定期間內，平均每車行駛 1 公里所造成之虧損。公式為每車公里收入 - 每車公里合理營運成本。每車公里合理營運成本係由政府訂定，如 99 年第三期營運成本即為 39.716 元 / 車公里。

2. 公路客運公司申請與獲得補貼款資料

- (1) 營運虧損需補貼數額：中央依財政收支劃分法第 30 第 2 項及地方制度法第 69 條第 3 項規定，每年度將編列經費酌予補助大眾運輸偏遠路線營運虧損補貼。
- (2) 本期申請補貼數額：公路客運提報當期營運虧損需補貼數額後，中央機關憑藉其違規基數和計畫變更核減金額，扣除後即為當期申請補貼數額。

3. 地理空間資料

- (1) 路線行經各鄉鎮距離：經由 GISc 將進行篩選後之剩餘 548 條公路客運受補貼路線描繪至相對應之圖層，並利用內建工具計算出該路線行經鄉鎮市名稱及行經範圍等資料，最後算出各鄉鎮市所占距離。
- (2) 路線行經偏遠地區距離及比例：本研究將透過先前針對偏遠地區之文獻回顧所定義之偏遠地區，配合上述 GISc 所得到鄉鎮距離資料，進一步算出行經偏遠地區之距離及比例，供後續研究使用。

4. 其他資料

- (1) 各鄉鎮市人口數及土地面積：本研究將藉由各鄉鎮市民國 99 年政府統計之人口數及土地面積計算出該地之人口密度，作為社經變數之一。並結合上述地理空間資料以集群分析法進行路線分群。
- (2) 各鄉鎮市所得平均數：同上所述，以民國 99 年間各鄉鎮平均所得平均為社經變數，其數據結果為分群依據之一。
- (3) 路線加權人口密度：受補貼路線根據上述地理空間資料所取得之實際行經鄉鎮距離比例多寡，來計算最終的人口密度；其數據結果為分群依據之一。
- (4) 路線加權所得水準：受補貼路線根據上述地理空間資料所取得之實際行經鄉鎮距離比例多寡，來計算最終所得水準；其數據結果亦為分群依據之一。

此外，本研究利用相關 GISc 軟體，從中篩選出有行經本研究所定義之偏遠地區的路線（以下稱為偏遠路線）。表 7 為現有各縣市所有受補貼路線依據其行駛偏遠地區有無進行整理之結果。其中，由於高雄客運的「六龜－新開村（不老溫泉）」以及花蓮客運的「富里－望通嶺」路線因故未能繼續行駛，故刪除此兩條路線，最後為 165 條偏遠路線。

表 7 各縣市受補貼路線及行駛偏遠地區情形

分 區	經營業者數	受補貼路線	行駛偏遠地區
臺北區監理所	6	58	32
新竹區監理所	5	119	19
臺中區監理所	9	126	29
嘉義區監理所	6	160	42
高雄區監理所	5	96	45
排除路線數		11	2
合 計		548	165

在上述路線中，本研究分別就其行駛偏遠地區距離以及比例進行分析，結果列於表 8。在行駛偏遠地區距離部分，一半以上集中在 20 公里以內（約 65.5%），而隨著距離增加而遞減，最高距離為花蓮客運的「花蓮火車站－成功－臺東站」路線，為 118.1259 公里；至於行駛比例部分，各區間之路線數皆相差不遠。

表 8 受補貼路線行駛偏遠地區分布情形

項 目	數值區間	路線數
行駛偏遠地區距離	0 ~ 10 公里	67
	10 ~ 20 公里	41
	20 ~ 30 公里	21
	30 ~ 40 公里	15
	40 ~ 50 公里	11
	50 ~ 60 公里	4
	60 公里以上	6
行駛偏遠地區比例	0% ~ 20%	32
	20% ~ 40%	27
	40% ~ 60%	36
	60% ~ 80%	39
	80%以上	31

四、結果分析

4.1 補貼路線集群分析

本研究採二階段集群方式，先利用階層法之凝聚法以獲取最佳分群之集群數目，再利用非階層法之 K-Means 法進行重新分群。分析結果發現，以凝聚法中的 Ward's 法觀察各群合併時凝聚係數增量，發現當分群數由 3 群減為 2 群時凝聚係數增量開始劇增，因此判斷最佳分群數為 3 群；再以非階層法中之 K-Means 法將 548 條受補貼路線實際分出 3 群，各集群路線數分別為 94 條(17.15%)、341 條 (62.23%) 以及 113 條 (20.62%)。為鑑定各分群的區隔效果，茲利用判別分析中之區隔分類表 (classification matrix) 來檢定本研究欲探討之 548 條受補貼路線進行分群後之準確度。在依據上述二條判別函數進行交叉驗證後，可知驗證後整個集群之總正確判別率為 95.3%，顯示此集群分析之分類結果頗為正確且穩定，具有相當之區別效度。本研究將各集群在各分群構面下之資料進行整理，彙整如表 9 所示。各集群命名與特性說明如後。

集群 1：偏遠型 (94 條)

由於該群受補貼路線主要行駛於本研究所定義之偏遠地區，且該路線行經之地區人口密度及所得水準皆低。由以上資訊，本研究定義集群 1 為「偏遠型」路線。

表 9 各集群在各分群構面下之資料平均值

	集群 1		集群 2		集群 3	
行駛偏遠地區距離	29.404	公里	0.637	公里	0.232	公里
行駛偏遠地區比例	69.63	%	2.19	%	0.96	%
平均人口密度	895.79	人／km ²	1,303.97	人／km ²	6,424.10	人／km ²
平均所得水準	640.56	元	673.43	元	821.16	元
路線加權人口密度	391.99	人／km ²	1,052.20	人／km ²	4,552.84	人／km ²
路線加權所得水準	616.89	元	665.46	元	795.33	元

集群 2：潛力型 (341 條)

此群受補貼路線的特色為其平均行駛偏遠地區距離和比例不及集群 1，而密度和所得之平均值也不若集群 3 高；雖然有客源但不大，屬於中間族群。由以上資訊，本研究定義集群 2 為「潛力型」路線。

集群 3：一般型 (113 條)

此集群除了行駛偏遠地區距離及比例的平均值為最低外，其他四項皆為最高，據推測為該群受補貼路線除了行駛一般鄉鎮市外，也會經過市中心及都會區。由以上資訊，本研究定義集群 3 為「一般型」路線。

由於目前受補貼路線主要連結偏遠地區及鄰近核心都市區之型態，由上述分群可知集群 1 (偏遠型) 代表著真正行駛在經濟發展較落後地區之路線。此外，集群 2 (潛力型) 和集群 3 (一般型) 雖然皆為較接近都市區之路線，不過其行經區域之社會經濟背景亦有所不同，也導致其在載客數、虧損程度上的差異。

茲將各集群路線之營運概況與受補貼額整理於表 10 所示。由表可看出，集群 1 (偏遠型) 的路線數與行駛班次均為最低者，但平均每路線受補貼額是最高的，顯示偏遠地區之路線確實有獲得較多的支援。惟其平均每路線總行駛里程與每班次行駛里程均為最高者，故平均每延車公里受補貼額相較而言並非最高者。另一方面，集群 3 (一般型) 為接近核心都市區域之路線，其平均每班次行駛里程為最低者，故儘管其每路線受補貼額度為最低者，其每延車公里受補貼額卻是最高的集群。據此，集群 3 內受補貼路線所行經之鄉鎮市其人口密度與所得水準皆較其他兩群高，但每延車公里獲得的補貼額卻比其他兩群多，顯示現存補貼制度在偏遠區域的分配上是有值得改進的空間。

表 10 各集群之營運概況與受補貼額

	集群 1 (偏遠型)	集群 2 (潛力型)	集群 3 (一般型)
路線數 (條)	94	341	113
平均每路線行駛班次 (班次)	2,548	3,816	3,847
平均每路線總行駛里程 (公里)	90,184	81,658	58,264
平均每路線每班次行駛里程 (公里／班次)	35.39	21.40	15.15
平均每路線受補貼額	204 萬元	164 萬元	134 萬元
平均每路線延車公里受補貼額	22.58 元	20.07 元	22.93 元

此外，本研究從公路客運經營環境集群中選出「行駛偏遠地區比例」構面，並對不同集群內所有受補貼路線之受補貼金額進行單因子變異數分析，以求兩者間是否存在差異關係。分析結果 F 值為 1.466，且未達統計 0.05 之顯著水準，表示行駛於偏遠地區的多寡與其實際獲得之路線受補貼額沒有顯著差異存在。這有可能是因為行駛偏遠地區的班次、搭載乘客都少，所以政府本來就比較沒有投入過多的資源在這些路線，也不會因為某路線行駛偏遠地區比例比較多就給予較多的補助。此外，並非所有補貼路線均以偏遠為主要考量，有些路線係有其政策性之服務目標。因此，部分受補貼路線偏遠性較低，並非代表政府補貼方向有誤。

儘管政府補貼有不同之緣由，但由上述差異分析之結果，可瞭解到現有公路客運補貼制度在實施上的確有其可討論改進的空間，不但存在著與社會觀感偏差的矛盾，並且進一步造成政府補貼無效率。因此，本研究以下將以營運績效之觀點進行，藉由上述分群之結果來探討各集群內之營運績效，並針對各群績效特徵進行分析。

4.2 營運績效探討：DEA 分析

4.2.1 不同規模報酬之效率分析

為瞭解不同規模報酬情況下之集群效率值，本研究分別針對各集群路線在 DRS、IRS 及 CRS 三種規模報酬情況下之平均效率值進行分析，結果如表 11 所示。由表可看出各集群中 CRS 情況的效率值均表現最好，而在規模報酬變動（不論遞減或遞增）下，效率值均相對較低。這顯示在固定規模報酬下，公路客運路線的營運效率會比較好。基於本研究僅採用一年期之資料，經營環境可假設為固定不便，故後續分析均以固定規模報酬下之 CRS 為主要服務效能效率值。

其次，本研究亦深入分析 548 條路線在各集群之路線效率，發現有部分路線之規模效率很低，但其純技術效率值及整體技術效率值卻有較好的效率值。因此，這類路線只要對投入指標項目與產出指標項目的比例方面稍加調整，便能達到有效率的情況。

表 11 各集群效率值整理

	純技術效率				整體技術效率				規模效率			
	DRS	IRS	CRS	平均	DRS	IRS	CRS	平均	DRS	IRS	CRS	平均
集群 1	0.398	0.421	0.862	0.437	0.457	0.444	0.862	0.477	0.883	0.950	1.000	0.92
集群 2	0.103	0.145	0.153	0.125	0.181	0.155	0.153	0.167	0.626	0.958	0.997	0.801
集群 3	0.178	0.244	0.356	0.231	0.295	0.301	0.356	0.302	0.698	0.875	0.999	0.832

而效率值越低的路線，在投入指標項目與產出指標項目的比例方面，應當進行一定程度上的調整，以進一步改善規模無效率的情形。由於造成整體技術無效率的原因包含投入資源未能節省的純技術無效率，以及營運規模未達最適的規模無效率等因素。因此在不考慮規模因素，僅探討純粹技術效率的經濟意涵的情況下，代表相對無效率路線比有效率者在既定的產出水準下多了無謂或不經濟的投入成本，亦即各集群路線在投入資源運用效率上仍有改善的空間。

4.2.2 敏感度分析與差額分析

經由上述針對各集群之營運績效之分析，可瞭解現有補貼路線相對效率低的成因。本研究進一步針對 DEA 投入產出項進行敏感度分析，結果如表 12 所示。其中，差異值代表原始效率值與刪除投入項或產出項後的效率值間的差異程度。若兩者之間存在顯著的差異時，代表其影響程度大。而從表中可以看出延車公里的刪除對整體效率值變動幅度最大，代表其對該決策單位而言是屬於較優勢的評估項目。

由於敏感度分析僅能瞭解影響效率值的因素為何，為了瞭解各效率較差之路線其應行改善的方向及幅度之大小，則必須再對各投入與產出項進行差額分析。儘管 Lu 等人^[43]曾指出，由於差額分析係根據數學模式所計算而產生，因此無法一一針對各路線之投入及產出項特性與限制進行考量，僅能就現有資料找出最有利之改善途徑，故在實務上尚未將差額分析列為優先評估準則。然此一方法仍對評估各投入、產出指標的改善方向有其貢獻

表 12 敏感度分析結果

原始效率值 (平均規模效率)	集群 1		集群 2		集群 3	
	0.92		0.801		0.832	
刪除項目	效率值	差異值	效率值	差異值	效率值	差異值
路線受補貼額	0.777	0.143	0.785	0.016	0.866	-0.034
延車公里	0.526	0.394	0.614	0.187	0.678	0.154
乘客數	0.802	0.118	0.796	0.005	0.867	-0.035
營運收入	0.754	0.166	0.755	0.046	0.843	-0.011

性。故本研究仍利用差額分析以計算應減少的投入資源與應增加的產出量，進而探討可能的改善方向，結果如表 13 所示。

表 13 差額分析結果

	應減少投入量		應增加產出量	
	路線受補貼額	延車公里	乘客數	營運收入
集群 1	96,889 元	630 公里	25,192 人	12,697 元
集群 2	1,091,958 元	7,434 公里	306,491 人	22,657 元
集群 3	526,636 元	526 公里	106,204 人	64,541 元

由表 13 可知，集群 1 整體來講表現大多良好，需要改善的幅度小，與其他兩群相比無須改善太多，現階段只需維持現況即可；集群 2 則是大部分項目皆需要調整，當務之急為減少受補貼額，並減少其延車公里，此外載客數應增加，對照其集群行駛偏遠地區比例並不高 (2.19%)，故本研究建議其應轉型；最後，集群 3 雖然其延車公里在改善上沒有急迫性，不過由於其行駛偏遠地區比例為三個集群中最低 (僅 0.96%)，故可能的話減少受補貼額為可以進行改善的方向。

由於差額值為原始與目標的差距，且有效率的路線已位於效率前緣上，所以其投入或產出項之差額變數皆為 0；至於無效率路線方面，因其投入資源普遍有過多的現象，需要將投入項目進行縮減或運用管理策略將其產出之收入或載客數提升，才能使其營運效率達到效率前緣。對此結果本研究建議可藉由安排離峰時間部分車班改行駛區間車來減少營運支出；若考慮到政策性行駛，則應考慮調整票價或政府補充方式，以減少虧損，進一步減少補貼額的申請，以期達到最佳化的投入。此外，在產出項部分，各集群路線在乘客數的部分大致上都需要增加一定的幅度，不過此部分囿於現實上之限制 (目前受補貼路線就是缺乏乘客，所以才需要政府的補貼)，在調整上有其難度，因此於實務面而言並不可行。

4.3 營運策略分析：路線轉型策略矩陣

以下本節將以前述所發展之路線轉型策略矩陣為基礎，應用至公路客運受補貼路線之營運策略分析，在橫軸座標為服務效能效率值、縱軸為行駛偏遠地區比例的情況下，觀察各集群受補貼路線之情形，矩陣結果如圖 3 所示，集群內各路線依據模型分類之結果列於表 14。

1. 良效路線

此類路線為行駛偏遠地區高比率與高服務效能並存。表示此類路線其經營績效良好、前景樂觀。由結果顯示，集群 1 擁有最多的良效路線共 82 條，顯示屬於偏遠型的集群 1 路線目前虧損補貼之執行情況上符合實際需要，且服務了相對較高比例的偏遠地區。

表 14 各集群於路線轉型策略矩陣之象限路線數

	良效路線	待評路線	低效路線	轉型路線	路線數
集群 1	82 (87.2%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (12.8%)	94
集群 2	0 (0%)	0 (0%)	42 (12.3%)	299 (87.7%)	341
集群 3	1 (0.1%)	0 (0%)	10 (8.8%)	102 (90.1%)	113

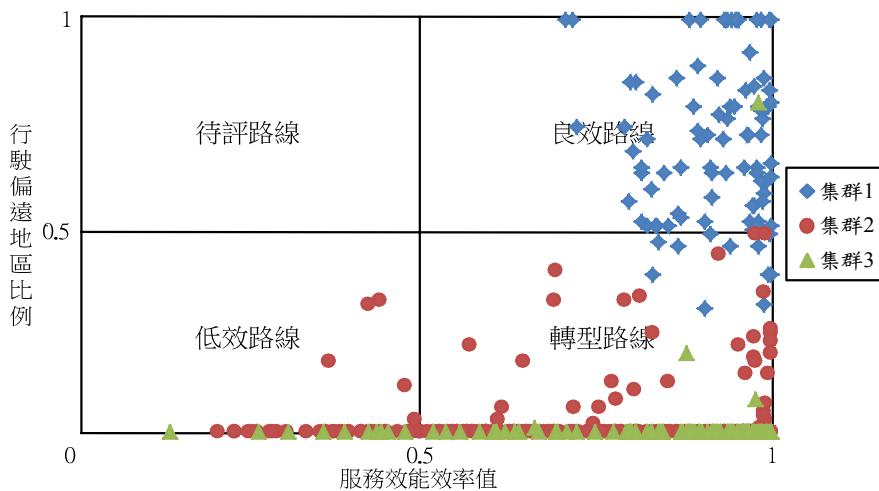


圖 3 各集群受補貼路線之路線轉型策略矩陣

2. 待評路線

依本研究結果可得知現有受補貼路線中並無存在此類型路線，由於此類為行駛偏遠地區高比率與低服務效能並存之區，雖然經營績效不佳，但所經營之路線仍可能有其存在之必要，建議主管機關應重新規劃路線與班次之分配，把握機會努力改善經營效率。

3. 低效路線

此區代表行駛偏遠地區低比率與低服務效能並存，故應採取縮減策略，將資源放置在有於適當的位置中。依本研究結果，可知目前集群 1 並無路線、集群 2 有 42 條路線、集群 3 有 10 條路線，共計 52 條路線。整體而言，低效路線占群體路線之 9.49%，顯示目前仍存在約一成的路線之行駛偏遠地區比率較低，且營運績效相對較低。此可能係市場經營效果不佳，或為能符合市場需求，故可檢討是否有存續之價值，已避免不必要之資源投入。

4. 轉型路線

此類路線為行駛偏遠地區低比率與高服務效能並存。由於此地區並未行駛較多偏遠地區，且自身經營效率也高，或許爾後只要給能維持基本營運的補貼就好，若效率提高可以

視其經營效率給予額外補貼。依本研究結果可看出目前集群 1 有 12 條路線、集群 2 有 299 條路線、集群 3 有 102 條路線，共計 413 條路線。整體而言，轉型路線的數目占了相當高的比例，約為 75.36%。由此可看出目前大多數受補貼路線雖然自身服務效能不錯，但實際服務到偏遠地區的程度並不高。此路線之偏遠型態並非經營者能改變，但有可能具備轉虧為盈的機會，故應積極輔導此類路線業者往自負盈虧方向努力。

另外就各集群觀點而言，集群 1 之路線中有較高的比例為良效路線（占 87.2%），部分為轉型路線，且沒有待評路線或低效路線。由於該集群大部分路線其服務效能高且服務偏遠地區程度大，顯示政府現有虧損補貼之執行上符合市場需要。集群 2 的路線皆集中在轉型路線及低效路線，大多數為轉型路線（占 87.7%），也對應先前差額分析中集群 2 現階段應轉型的建議。儘管集群 2 之服務效能效率值均為平均以上水準，但其純技術效率值平均值僅為 0.125，顯示其整體路線成本效果略低，亦即投入資源無法獲得有效率的產出。最後，集群 3 的路線組成分佈大致上和集群 2 相似，多集中在轉型路線及低效路線（分別占 90.1%及 8.8%），只有 1 條路線為良效路線。有關此一路線轉型策略矩陣之結果，對於政府政策與建議之意涵將於 5.2 節另行討論。

五、結論與建議

5.1 研究結論

本研究主要目的為了解現有公路客運補貼制度在實施上是否有其可討論改善之空間，並藉此提出以偏遠地區為概念之分群方法，利用集群分析將現有受補貼路線依不同經營環境分成數群，並針對各集群及其路線受補貼額之關係進行差異分析。爾後以各集群內之路線為決策單位，使用資料包絡分析法評估各集群共 548 條路線之服務效能評估；除了評比效率之外，本研究另將從管理構面對受補貼路線加以歸納分析，並據此構建相關營運策略，以政府的角度來建議各集群不同類型路線往後發展之模式。

本研究主要之學術貢獻為：

1. 以偏遠地區概念探討補貼制度適當性

本研究以地理資訊系統選取地理空間資料，並整理國內相關機構文獻彙整出「偏遠地區」之定義及現有鄉鎮市分布情形，並對各受補貼路線行駛該地區之比例與其當年度所申請補貼額進行驗證。由單因子變異數分析結果可知兩者間無顯著關係，本研究認為其可能原因為行駛偏遠地區路線其班次數、載客數都少，所以政府沒有投入過多的資源在這些路線；此外，政府也不會因為某路線行駛偏遠地區比例比較多就給予較多的補助。爰此，本研究認為現有公路客運補貼制度在實施上是有其討論改進的空間。

2. 以經營環境構面對受補貼路線進行分群

本研究以公路客運業客觀經營環境的觀點對現有受補貼路線進行區隔及定位，應用二

階段集群分析，同時處理變數及標準化，將路線分群。後續針對各集群的因素分數及資料平均值，根據其特徵將受補貼路線分別為行駛地區偏遠程度高的「偏遠型」、行駛地區人口密度高的「潛力型」，以及行駛地區所得高的「一般型」。分群的原因在於不同路線有不同的需求，若給予每條路線同樣類型或等級的補貼，極可能造成某些路線的效率低落。藉由路線分群可使政府針對不同類型擬定配適的策略，使資源做更有效率的投入。在驗證部分，本研究將三個集群與集群變數進行判別分析，結果顯示在統計上 $p < 0.05$ 的顯著水準下，此三群在「行駛偏遠地區距離」、「行駛偏遠地區比例」、「平均人口密度」、「平均所得水準」、「路線加權人口密度」以及「路線加權所得水準」等六項分群變數皆存在顯著差異，且區隔分類表的結果也顯示正確判別率大於 95%，代表區別效果良好。最後，為了瞭解各集群間是否有顯著差異，本研究透過單因子多變量變異數分析，結果顯示在統計上 $p < 0.05$ 的顯著水準下有明顯差異存在。

3. 以服務效能觀點評估營運績效

本研究以資料包絡分析法對現有 548 條受補貼路線之營運績效進行衡量，投入項選擇延車公里及路線受補貼額，產出項則從 Fielding^[22]之營運績效指標分類圖中的服務效能構面選擇，最後採用載客人數及營運收入兩項。據實證結果指出，大部分路線在整體營運上仍相對缺乏效率，且缺乏的程度亦相當大；規模效率的結果也顯示出各集群路線幾乎都沒達到最適營運規模；此外，由差額分析結果得知，集群 1 整體來講表現良好，集群 3 大致上只有受補貼額需改善。只有集群 2 目前亟需進行調整與轉型。

4. 以路線轉型策略矩陣分析營運策略

本研究期以 Hedley^[42]所提出之 BCG 矩陣為概念，建構一「路線轉型策略矩陣」，將橫軸定義為各路線之效率值、縱軸為行駛偏遠地區比例後，根據各象限定義及其意涵命名為高效率且高比例的「良效路線」、高效率且低比例的「轉型路線」、低效率且高比例的「待評路線」，以及低效率且低比例的「低效路線」，政府可以依據不同類型路線針對各集群擬定相關營運策略。

5.2 管理意涵

由上述結論可知，本研究主要目的為探究現有政府針對公路客運業的虧損補貼定義是否值得檢討，並提出以偏遠地區定義為概念的分群方式，建議政府不該一視同仁，應根據不同績效表現給予補貼。有鑒於各集群其路線組成有所差異，且營運績效亦有所不同，因此本研究將從政府觀點來探討各不同類型路線應如何改善及後續補貼與否，並提出相關之具體建議。

相較於公路客運業者或乘客注重在服務品質的改善，政府則是著眼於現有公路客運虧損補貼的確實性，亦指補貼是否能夠真正達到服務民眾的目的，否則補貼效果就會大打折扣。換句話說，在現有受補貼路線皆為虧損的情況下，政府不希望情勢持續擴大，並且效率不彰。爰此，即使在虧損下政府也要補相對而言效率較好路線，故本研究同時納入偏遠

地區與營運績效值，討論不同經營環境組合下後續政府應面對之策略方針。

對於行駛高偏遠地區且績效高的良效路線，代表政府目前的補貼是有其效果的，因此政府可以繼續維持補貼下去。目前有集群 1 (計 82 條) 及集群 3 (計 1 條) 共 83 條路線，表示本研究之分群結果能確實反映政府之補貼意義。此類路線若從管理策略角度而言，現今宜採用穩定策略，即維持現有營運，另可考慮加強改善服務品質，建立更舒適及便捷的搭乘環境，增加民眾使用公路客運的意願，提高更多鄉里潛在使用人口。

對於行駛高偏遠地區不過績效差的待評路線，政府可持續觀察此路線近年來的經營情形是否一直低迷，抑或是有市場潛力只是尚未開發。如果行經地區人口數下降或其他社經條件變差，則政府可考慮停駛；更有甚者，政府也可以藉此督促業者提升其營運績效。由於目前並未有待評路線於現有受補貼路線中，也代表政府目前即可依照各路線現有經營狀況決定後續補貼與否。

至於行駛低偏遠地區且績效也差的低效路線，基本上代表該地區真的無此需求，那麼政府也就不需要補貼，甚至也可以廢除此路線。目前有集群 2 (計 42 條) 及集群 3 (計 10 條) 共 52 條路線落於此區間，建議主管機關在針對其補貼政策應考量其當初補貼之目的，並討論持續補貼是否值得，或改以提供稅費減免等其他政策性措施來取代之。

對於行駛低偏遠地區不過績效高的轉型路線，相較於良效路線而言補貼回饋程度就沒那麼高 (不是指總載客數或營收低，而是就虧損補貼的意義而言沒那麼確實)。因此，政府可以考慮以輔助業者轉型為正常路線為主，進而減少政府的補貼；如果轉型失敗，由於其基本營運績效依然優良，故政府仍可持續補貼。目前有集群 1 (計 12 條)、集群 2 (計 299 條) 及集群 3 (計 102 條) 共 413 條路線，也就是說目前絕大多數路線在現有補貼下營運情況還算良好，只是偏遠地區服務程度上略顯缺乏。政府對於此類路線現階段應採取機會策略，即採取隨時觀察內外環境變化情況、機動配合市場的需求，待時機成熟後培養成為一般營運路線。

由於現有受補貼路線的經營模式並不完全符合偏遠地區之定義與需求，尤其偏遠地區路線之營運攸關相關地區居民之交通基本權，故政府應給予必要之尊重與維持。不過由於偏遠路線營運虧損現階段缺乏法制化、合理化之補貼政策，造成業者無所適從，且因業者經營成本不夠透明公開，導致分配補貼額與業者申請間有明顯差距。以上問題政府應當檢討並另思改善方案。

呈上所述，若一般偏遠地區路線需求旅次確實不高 (如本研究所定義之「潛力型路線」) 且效率值低落，則不一定要採取傳統的公路客運，反而可嘗試改用計程車共乘 (carpooling) 或撥召公車 (dial-a-Ride) 的型態來提供服務，以轉乘之方式將居民送至班次較多之路線或轉運站，而將資源挹注在接駁班次及轉運設施上。此外，對於投入资源配置不佳的路線，本研究建議其改善方式為安排離峰時間部分車班改行駛區間車及調整票價等措施。因此，偏遠地區大眾運輸服務之改善，除目前之營運虧損補貼外，應研擬各項可行方式，除本研究所探討之行駛地區社經與營運環境外，針對居民旅次需求特性、可用資源等皆可以納入討論，務求以最適當之分配方式，將政府有限之預算做有效度的支出，以修正現有公路客

運業經營上的惡性循環。

5.3 研究限制與後續研究建議

囿於時間、人力的限制，本研究僅就民國 99 年公路客運業年度統計資料進行資料包絡分析法，故一般常用於評估跨週期效率衡量的 Malmquist Index 生產力指數在本研究便無法進行，即無法得知既有受補貼路線近年來的營運趨勢及變化情形。若資料夠完整，建議可進行二階段 DEA 並採用 Tobit 迴歸模式，藉此找出造成各集群不同效率的成因。此外，由於本研究所取得之業者營運資料係以業者提供之會計資料進行分析，無法驗證資料的精確性，故未來在全面電子票證實施後，應可取得更精確完整之資料進行分析。

其次，本研究所使用的營運績效指標是從 Fielding^[22]之營運績效指標分類圖中的服務效能構面選取，並根據相關文獻選擇投入及產出項。至於另外兩項構面（成本效率及成本效能）於本研究並無探討及應用，但其對於業者評估經濟效率和調整行銷及服務方向策略等方面仍具有重要的意義，故建議後續研究可加以探討。

再者，投入與產出項的選擇對於資料包絡分析法評估的結果有很大的影響。本研究受限於資料不完整，且 DEA 本身並未具有變數適性檢測功能，僅能就同向性檢定了解投入及產出項間是否符合基本假設，故無法判定所選變數是否合適。本研究投入項除了受補貼額外僅另選擇延車公里為變數，其主要因為資料蒐集的不易，且大多數的文獻中大多使用延車公里為投入變數，故本研究選用此項變數，但這並非為唯一的指標。建議後續研究可多加入多項投入變數，例如員工數、車輛數...等變數納入討論。

此外，本研究之策略分析係以 BCG 矩陣之概念為基礎，發展出一路線轉型策略矩陣。然而，此一矩陣僅能就當年度之補貼結果進行探討。爾後若行駛偏遠地區路線比例有所調整或改變，則分析象限亦並非固定不變，需再重新評估分析。本研究僅能就此策略矩陣之結果提出改善政策建議，不能就分類過程進行驗證，因此建議後續相關研究可對策略矩陣之確切性進行探討。

另一方面，本研究目的為提出一偏遠地區之概念並進行分群，再討論各自營運績效，故主要聚焦於探討不同集群和類型之路線之效率值及相關策略分析。建議後續研究可以就補貼額的觀點進行，討論補貼額的多寡或有無對現有受補貼路線營運的影響。

最後，在實際進行路線補貼之時，對於補貼方式、評審作業以及補貼額度，是否能同時考量「虧損」與「績效」之平衡，則是主管機關應深入考慮的議題^[6]。尤其對於偏遠地區公路客運之補貼，是否給予較多補貼就能符合「公平正義」的原則？是否會造成資源的浪費？而對民眾是否真能獲得更便利的交通運輸？這將是後續研究值得深入探討的課題。此外，在政府資源有限的情況下，各項「政策性」補貼亦應有其既定目標，以使投入資源能發揮效用。若政策要求補貼一條承載率非常低之路線，那麼這種補貼就必須有更明確之目的。「服務性」或「政策性」的模糊定義，亦會使得政府補貼的策略定位不明確。未來研究應可探討是否有其他更有效率之資源投入方式，或者更明確的策略作為，突破現

有虧損補貼的法令制度，納入績效之獎勵機制，以激勵業者之自我上進心態。

參考文獻

1. Mulley, C. and Nelson, J. D., "Flexible Transport Services: A New Market Opportunity for Public Transport", *Research in Transportation Economics*, Vol. 25, No. 1, 2009, pp. 39-45.
2. Walker, J., "Purpose-Driven Public Transport: Creating a Clear Conversation about Public Transport Goals", *Journal of Transport Geography*, Vol. 16, No. 6, 2008, pp. 436-442.
3. 張有恆、李治綱、呂錦山、游俊雄、謝文真、曾曉瑜、余佩蓁、鄧雪吟、郭建辰、曾于娟、蘇瑞怡、翁嘉鴻、王穆衡、蔡欽同，**大眾運輸事業法定優待票價差額補貼作業執行方式之研究**，交通部運輸研究所，臺北，民國 96 年。
4. 林彥琪，「因應政府發展大眾運輸政策地區性公路客運經營策略之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 92 年。
5. 杜善良、洪德旋、楊美鈴、陳永祥，**偏遠地區客運停駛問題專案調查研究報告**，初版，監察院，臺北，民國 99 年。
6. 王穆衡、翁美娟、張贊育、黃立欽，**公路汽車客運業營運虧損補貼計畫之效益分析**，交通部運輸研究所，臺北，民國 92 年。
7. 王穆衡、張贊育、張世龍、黃立欽，「我國公路汽車（市區）客運偏遠或服務性路線市場之發展回顧與探討」，**運輸計劃季刊**，第 41 卷，第 2 期，民國 101 年，頁 165-192。
8. 陳敦基、李明彥，「臺北市公車受補貼路線 1996-1999 年度生產力變動之研究」，**運輸計劃季刊**，第 32 卷，第 1 期，民國 92 年，頁 1-30。
9. 陳敦基、蕭智文，「公路客運總體績效 DEA 評估模式建立之研究」，**運輸計劃季刊**，第 23 卷，第 1 期，民國 83 年，頁 11-40。
10. 游明敏，「促進大眾運輸發展方案對公路客運業經營績效及生產力之影響」，國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士論文，民國 93 年。
11. Yu, M. M., "Productivity Change and the Effects of Enhancement of Mass Transportation Program on the Bus Transit System in Taiwan", *Transport Reviews*, Vol. 28, No. 5, 2008, pp. 573-592.
12. Yoshida, Y., "Endogenous-Weight TFP Measurement: Methodology and Its Application to Japanese-Airport Benchmarking", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 40, No. 2, 2004, pp. 151-182.
13. Odeck, J., "The Effect of Mergers on Efficiency and Productivity of Public Transport Services", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 42, No. 4, 2008, pp. 696-708.
14. Hirschhausen, C. and Cullmann, A., "A Nonparametric Efficiency Analysis of German Public Transport Companies", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 46, No. 3, 2010, pp. 436-445.

15. 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 2 期，民國 101 年，頁 399-434。
16. 王穆衡、黃立欽、張贊育、曾幸敏，**公共汽車客運業路線經營權取得、補貼、運價及評鑑制度整合之研究**，交通部運輸研究所，臺北，民國 92 年。
17. 蘇昭銘、王穆衡、薛雅方、曾幸敏、張志鴻，「公路汽車客運路線 GIS 空間資料建置方法之研究」，**運輸計劃季刊**，第 38 卷，第 2 期，民國 98 年，頁 151-172。
18. Sutton, J., "GIS Applications in Transit Planning and Operations: A Review of Current Practice, Effective Applications and Challenges in the USA", *Transportation Planning and Technology*, Vol. 28, No. 4, 2005, pp. 237-250.
19. Currie, G., "Quantifying Spatial Gaps in Public Transport Supply Based on Social Needs", *Journal of Transport Geography*, Vol. 18, No. 1, 2010, pp. 31-41.
20. Lao, Y. and Liu, L., "Performance Evaluation of Bus Lines with Data Envelopment Analysis and Geographic Information Systems", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 33, No. 4, 2009, pp. 247-255.
21. Karlaftis, M. G. and McCarthy, P., "Subsidy and Public Transit Performance a Factor Analytic Approach", *Transportation*, Vol. 24, No. 3, 1997, pp. 253-270.
22. Fielding, G. J., *Managing Public Transit Strategically: A Comprehensive Approach to Strengthening Service and Monitoring Performance*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1987.
23. Falcocchio, J. C., "Performance Measures for Evaluating Transportation Systems: Stakeholder Perspective", *Transportation Research Record*, No.1895, 2004, pp. 220-227.
24. Sheth, C., Triantis, K., and Teodorovic, D., "Performance Evaluation of Bus Routes: A Provider and Passenger Perspective", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 43, No. 4, 2007, pp. 453-478.
25. Tsamboulas, D. A., "Assessing Performance under Regulatory Evolution: A European Transit System Perspective", *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 132, No. 4, 2006, pp. 226-234.
26. 林嘉信，「臺灣地區國道汽車客運業之績效評估－三階段資料包絡分析法之應用」，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文，民國 96 年。
27. 陳志成、周榮昌、寇世傑，「臺灣國道客運公司生產效率之分析」，中華民國運輸學會第 24 屆論文研討會，中華民國運輸學會，民國 98 年。
28. 廖勝裕，「應用 SBM-DEA 三階段模式於都市客運營運路線績效之研究－以臺中市為例」，國立中央大學土木工程學系碩士論文，民國 99 年。
29. Boame, A. K., "The Technical Efficiency of Canadian Urban Transit Systems", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 40, No. 5, 2004, pp. 401-416.
30. 李文彬，「以資料包絡分析探討臺灣客運公司之營運與環境績效研究」，國立成功大學環境工程學系碩士論文，民國 97 年。
31. De Borger, B., Kerstens, K., and Costa, A., "Public Transit Performance: What Does One Learn

- from Frontier Studies?”, *Transport Reviews*, Vol. 22, No. 1, 2002, pp. 1-38.
32. Sampaio, B. R., Neto, O. L., and Sampaio, Y., “Efficiency Analysis of Public Transport Systems: Lessons for Institutional Planning”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 42, No. 3, 2008, pp. 445-454.
33. Punj, G. and Stewart, D. W., “Cluster Analysis in Marketing Research: Review and Suggestion for Application”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 20, No. 2, 1983, pp. 134-148.
34. Okazaki, S., “What Do We Know about Mobile Internet Adopters? A Cluster Analysis”, *Information and Management*, Vol. 43, No. 2, 2006, pp. 127-141.
35. Brian, S. E., Landau S., and Leese, M., *Cluster Analysis*, Oxford University Press, New York, 2001.
36. Chakrapani, C., *Statistics in Marketing Research*, Oxford University Press, New York, 2004.
37. 陳順宇，**多變量分析**，第4版，華泰文化，臺北市，民國94年。
38. Charnes, A. W., Cooper, W., and Rhodes, E., “Measuring the Efficiency of Decision Making Unites”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, 1978, pp. 429-444.
39. Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W., “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Sciences*, Vol. 30, No. 9, 1984, pp. 1078-1092.
40. 馮正民、邱裕鈞，**研究分析方法**，初版，建都文化事業股份有限公司，新竹，民國93年。
41. Chen, C. M., “A Network-DEA Model with New Efficiency Measures to Incorporate the Dynamic Effect in Production Networks”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 194, No. 3, 2009, pp. 687-699.
42. Hedley, B., “Strategy and the Business Portfolio”, *Long Range Planning*, Vol. 10, No. 1, 1977, pp. 9-15.
43. Lu, W. M., Wang, W. K., Hung, S. W., and Lu, E. T., “The Effects of Corporate Governance on Airline Performance: Production and Marketing Efficiency Perspectives”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 48, No. 2, 2012, pp. 529-544.

