


東 海 大 學 經 濟 學 系  
碩 士 論 文

大眾運輸需求因素之探討  
—以台北捷運為例



指導教授：林佳慧 博士  
研究生：黃士鴻

中華民國九十九年六月

## 誌謝

首先，承蒙指導教授林佳慧老師於論文寫作期間的細心指導及諄諄教誨，不論是在專業領域的相關知識或是人生的經驗分享，皆令我受益良多。而老師的專注跟謹慎的態度也是值得我學習的地方，如今論文終於順利完成了，我要再次感謝老師全心全意的付出。另外，感謝口試委員姚名鴻老師及郭祐誠老師在百忙之中撥冗審閱論文原稿，匡正許多疏忽，並給予本論文寶貴意見及指教，使得本論文能更臻完善。

回首兩年在碩士班的日子，就好像是昨天才發生的事情一樣，時光匆匆，一轉眼，要跟這裡的一切告別了，在此我要由衷的感謝這兩年來陪伴在我身邊的人。首先，謝謝系辦的助教跟助理們，特別是雅嵐助教，這兩年多虧她辛苦為我們研究生的事務到處奔走，使得我們不會漏掉任何重要訊息讓事情可以順利的進行。再來是感謝這兩年與我并肩作戰的同學們，作什麼事情都要追求完美的秀娟，由於我們的領域相近，使得我常常麻煩到妳以及每當我有什麼不順心的時候，妳總會像個大姐一般鼓勵著我，讓問題迎刃而解；很有自己想法的靜芳，謝謝妳這兩年提供了這麼多好吃的東西，特別是 85 度 C 的乳酪土司，在我趕論文壓力大的時候，適時的抒發了我的情緒；總是默默為班上付出的文鍵，謝謝你這兩年的照顧，很懷念那時一起玩侏儸紀的日子喔；來去匆匆但總為大家帶來歡樂的書庭，這兩年發生了好多事，謝謝妳的諒解與認同，希望妳可以繼續為所有人帶來歡樂；情緒很放得開的依婷；個性溫柔婉約的婉汝；與我分享許多點點滴滴的東穎；老是在狀況外的金慶；作事堅守原則的俊成；講話快得亂七八糟的勁豪；老愛自以為幽默的明璋，謝謝你們與我共同經歷了這一切，而由於我愛唱歌，總是把你們大家拖到 KTV 陪我歡唱，辛苦你們的耳朵了，東海的一切將會是我人生中最美好的回憶。

最後，感謝不管我在外面受到什麼委曲總是對我不離不棄的家人們，謝謝你們尊重我當初選擇東海的決定，如今我要跟你們說一聲：「這一切都是值得的！我沒有令你們失望。」感謝資三忠的麻吉們，在我焦頭爛耳失去信心之際，給予我無比的信心繼續向前；感謝復中 303 的老友們，雖然見面的時間不多，但總在關鍵時刻伸出手拉我一把；感謝四經濟四的夥伴們，你們對我的包容及體諒；感謝么三梯的學弟們以及東海工工的學弟，在這單調且乏味的論文寫作期間，帶給我歡笑。我是何德何能有你們這群人的一路相伴，只能說有你們真好。

謹以此論文獻給一路上關心及幫助過我的人 謝謝你們!!

黃士鴻 謹誌

於

東海大學經濟

研究所

2010.7

研究生姓名：黃士鴻（2010）

論文題目：大眾運輸需求因素之探討

—以台北捷運為例

研究所名稱：東海大學經濟研究所碩士班

論文摘要：

本研究透過最小平方之實證估計法，以線性模型及雙對數迴歸模型來驗證影響捷運旅運量的因素，研究資料採用民國 85 年 3 月至 98 年 6 月台北都會區之時間序列資料。在線性迴歸模型下的實證結果顯示，在控制不同路網擴張程度變數之考量下，其中以公車路線數及捷運站數為控制路網擴張程度的變數之考量下的整體解釋能力最佳；另外，在雙對數迴歸模型中亦控制不同的路網擴張程度的變數進行強韌性分析（robustness check）。結果顯示轉運站數、人口密度、平均每戶家庭支出、節慶活動因素及運輸相關政策皆為顯著影響捷運旅運量的因素。此外，本研究發現金融機構家數密度對於捷運旅運量有顯著正向影響，其結果顯示都會區商業發展為影響大眾運輸需求之關鍵因素。

關鍵字：旅運需求、捷運、商業發展

# 目次

第 1 章	緒論	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究動機與目的	5
1.3	研究架構及流程	7
第 2 章	文獻回顧	8
2.1	國外文獻回顧	8
2.2	國內文獻回顧	13
第 3 章	理論架構	16
3.1	運輸需求理論	16
3.2	運輸供給理論	17
3.3	大眾運輸系統供需分析架構	18
3.4	時間序列資料分析	20
第 4 章	實證分析	22
4.1	資料說明與限制	22
4.2	實證模型	24
第 5 章	實證結果	27
5.1	線性迴歸模型實證結果	27
5.2	雙對數迴歸模型實證結果	30
第 6 章	結論與建議	33
	參考文獻	35

## 圖 次

圖 1.1 台北捷運旅運統計量.....	5
圖 1.2 高雄捷運旅運統計量.....	6
圖 1.3 研究流程.....	7
圖 3.1 台北市及高雄市金融機構比例統計量.....	19

## 表 次

表 1.1 台北捷運系統各站通車概況.....	3
表 2.1 國外文獻整理－影響大眾運輸需求之因素.....	12
表 2.2 國內文獻整理－影響大眾運輸需求之因素.....	15
表 4.1 變數符號定義與說明.....	23
表 4.2 原始資料敘述統計表.....	24
表 5.1 捷運需求模型線型模式實證結果.....	29
表 5.2 捷運需求模型雙對數模式實證結果.....	31

# 第 1 章 緒論

台灣都會區在過去幾十年來經濟蓬勃發展，促使都會區人口及車輛快速成長，遂造成嚴重的都市交通問題，如交通擁塞、空氣及噪音污染，民眾的生活品質，都因交通問題受到負面的衝擊。因此，大眾捷運系統的重要性可以說是與日俱增。因為其擁有特定路權、班次密集度高、不受其他路面上交通工具影響其服務品質等特性有助於解決上述問題。都市大眾捷運系統自 1863 年始於英國倫敦，其後又有許多都市陸續引進大眾捷運系統，至 1987 年止全世界大眾捷運系統的興建數量已逾 90 個<sup>1</sup>。然此階段適逢私人運具的興起使得大眾捷運系統發展受到限制。後因私人運具所造成的社會成本過高，故使得大眾捷運系統再次受到重視，由此可知，無論是已開發國家或開發中國家皆以興建大眾捷運系統作為其改善都市交通問題的主要政策。

## 1.1 研究背景

我國大眾捷運系統發展始於 1975 年，初步規劃以台北都會區為主，為達到都會區運輸系統便捷化及低污染，朝向人口數達百萬的各都會區皆能享有大眾捷運服務的目標，加速推動高雄、桃園、新竹、台中、台南、及中正國際機場至台北捷運系統計畫。以下分別就台北都會區大眾捷運系統、高雄都會區大眾捷運系統、台中都會區捷運系統之發展過程大致說明如下：

### 台北都會區大眾捷運系統

1986 年行政院核定台北都會區大眾捷運系統初期路網；1987 年，台北市政府成立捷運工程局，將初期路網加以修正或延伸並於隔年開始動工；1994 年，成立台北大眾捷運股份有限公司；1996 年 3 月首條中運量—木柵線通車，為台

---

<sup>1</sup> 該網址為 <http://163.20.22.161/Science/content/1992/00050269/0005.htm>，最後登錄時間為 2010 年 6 月 24 日。

灣都會區大眾運輸系統寫下嶄新的一頁；1997年3月首條高運量—淡水線通車，服務範圍延伸至台北縣淡水鎮；1998年12月中和線及新店縣北段通車，有效解決長期以來，中永和地區一到尖峰時段交通擁塞問題；1999年11月新店線全線通車，捷運路網已貫穿南北向；1999年12月板橋線及南港線通車，建立捷運路網東西向交通；2000年8月板橋線延伸至新埔站暨小南門線通車，使得台北縣市路網緊密結合，並有效連接板橋線及新店線；2000年12月南港線全線通車，使得捷運路網大致成形；2006年5月板橋線第2階段及土城線通車，使得路網延伸服務至土城地區的民眾；2008年12月南港線東延段南港站通車；2009年7月內湖線通車，台北市12個行政區全部納入捷運路網版圖。台北捷運系統各站通車概況如表1.1所列：



表 1.1 台北捷運系統各站通車概況

棕線			紅線		
車站名稱	通車時間	類型	車站名稱	通車時間	類型
中山國中	1996.03	中運量	淡水	1997.03	高運量
南京東路	1996.03	中運量	紅樹林	1997.03	高運量
忠孝復興	1996.03	中運量	竹圍	1997.03	高運量
大安	1996.03	中運量	關渡	1997.03	高運量
科技大樓	1996.03	中運量	忠義	1997.03	高運量
六張犁	1996.03	中運量	復興崗	1997.03	高運量
麟光	1996.03	中運量	北投	1997.03	高運量
辛亥	1996.03	中運量	新北投	1997.03	高運量
萬芳醫院	1996.03	中運量	奇岩	1997.03	高運量
萬芳社區	1996.03	中運量	唶哩岸	1997.03	高運量
木柵	1996.03	中運量	石牌	1997.03	高運量
動物園	1996.03	中運量	明德	1997.03	高運量
南港展覽館	2009.07	中運量	芝山	1997.03	高運量
南港軟體園區	2009.07	中運量	士林	1997.03	高運量
東湖	2009.07	中運量	劍潭	1997.03	高運量
葫洲	2009.07	中運量	圓山	1997.03	高運量
大湖公園	2009.07	中運量	民權西路	1997.03	高運量
內湖	2009.07	中運量	雙連	1997.03	高運量
文德	2009.07	中運量	中山	1997.03	高運量
港墘	2009.07	中運量	台北車站	1997.12	高運量
西湖	2009.07	中運量	台大醫院	1997.12	高運量
劍南路	2009.07	中運量	中正紀念堂	1997.12	高運量
大直	2009.07	中運量	綠線		
松山機場	2009.07	中運量	車站名稱	通車時間	類型
橘線			台電大樓	1999.11	高運量
車站名稱	通車時間	類型	公館	1999.11	高運量
古亭	1998.12	高運量	萬隆	1999.11	高運量
頂溪	1998.12	高運量	景美	1999.11	高運量
永安市場	1998.12	高運量	大坪林	1999.11	高運量
景安	1998.12	高運量	七張	1999.11	高運量
南勢角	1998.12	高運量	新店市公所	1999.11	高運量
藍線			新店	1999.11	高運量
車站名稱	通車時間	類型	小南門	2000.08	高運量
西門	1999.12	高運量	小碧潭	2004.09	高運量
龍山寺	1999.12	高運量			
善導寺	1999.12	高運量			
忠孝新生	1999.12	高運量			
忠孝敦化	1999.12	高運量			
國父紀念館	1999.12	高運量			
市政府	1999.12	高運量			
江子翠	2000.08	高運量			
新埔	2000.08	高運量			
永春	2000.12	高運量			
後山埤	2000.12	高運量			
昆陽	2000.12	高運量			
板橋	2006.05	高運量			
府中	2006.05	高運量			
亞東醫院	2006.05	高運量			
海山	2006.05	高運量			
土城	2006.05	高運量			
永寧	2006.05	高運量			
南港	2008.12	高運量			

資料來源：台北捷運公司。

## 高雄都會區大眾捷運系統

由詹盛元 (2009) 於台灣經濟研究院所撰寫的大眾運輸系統基本資料可知，在高雄都會區捷運系統方面，1980 年 4 月成立高雄市政府捷運工程局籌備處，1994 年 5 月正式成立高雄市政府捷運工程局，初步規劃路網為由橋頭至臨海工業區之紅線工程，及中山大學至大寮之橘線工程，皆屬高運量捷運系統。2000 年 5 月高雄捷運股份有限公司獲評為最優良的申請公司，因而取得公司執照後，於 2001 年 1 月與高雄市政府進行簽約動工，高雄捷運系統正式啟動，整體系統依路線建造型式，分為高架、地下、平面三種路段，高架段約占所有捷運路線之 24%，地下段占 75%，平面路段約占 1%，皆為高運量鋼軌系統，2008 年 3 月 9 日紅線(小港—三多商圈站)正式通車營運，橘線則延後至 2008 年 8 月通車，初期紅橘線將形成十字型路網，交會於美麗島站，由於高雄捷運系統通車時間距今尚不久遠因而資料期數不足，因此僅作為本研究參考用。

## 1.2 研究動機與目的

汽車佔都市運輸比例愈來愈高，幾乎是世界上所有國家的趨勢，也因為如此衍生出交通擁擠、空氣污染甚至直接威脅到大自然與環境的永續發展。很多國家已極積興建大眾運輸系統來鼓勵通勤者捨棄自己開車而改搭大眾運輸工具 (Spencer and Lin 1985)。然而，這些政策幾乎不如預期，目前民眾普遍的認知是只要市區不會塞車、市中心有更多的停車位，要將民眾導向搭乘大眾運輸工具似乎很困難。而台灣不像歐美各國有著遼闊的領土，土地面積僅 3.6 萬平方公里，目前已經享有大眾捷運系統的都會區僅有台北及高雄兩大都會區，其他縣市皆紛紛提出興建大眾捷運系統的計畫，交通部長毛治國提出「若連公車運量都不夠，更不用提大眾捷運系統，完工後也只是日後的災難」<sup>2</sup>的言論，引發眾多學者的注意，因此本研究主要動機為探究影響大眾捷運系統的需求因素。由圖 1.1 可知，台北都會區捷運系統由 1996 年第一條木柵線完工通車之後，唯在 2004 年受 SARS 影響運量有微幅減少，運量逐年提高，顯示台北都會區的民眾明顯相當依賴大眾捷運系統的使用。

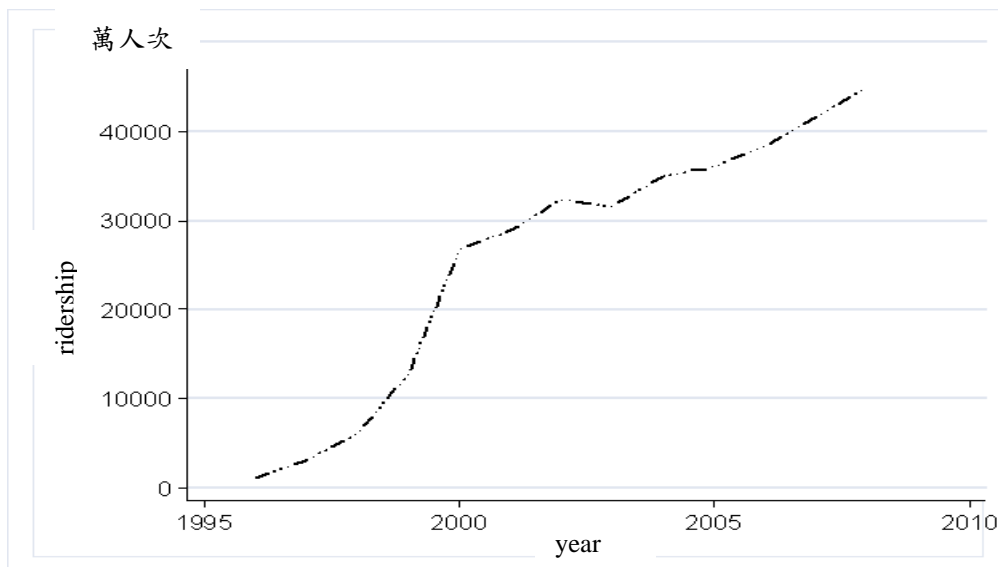


圖 1.1 台北捷運旅運統計量

資料來源：台北捷運公司。

<sup>2</sup> 該網址為 <http://n.yam.com/chinatimes/life/200904/20090423423097.html>，最後登錄時間為 2010 年 6 月 26 日。

另外，由圖 1.2 可知，高雄捷運的運量呈現極不穩定的狀況，顯示高雄都會區民眾對於大眾捷運系統的依賴程度較低。

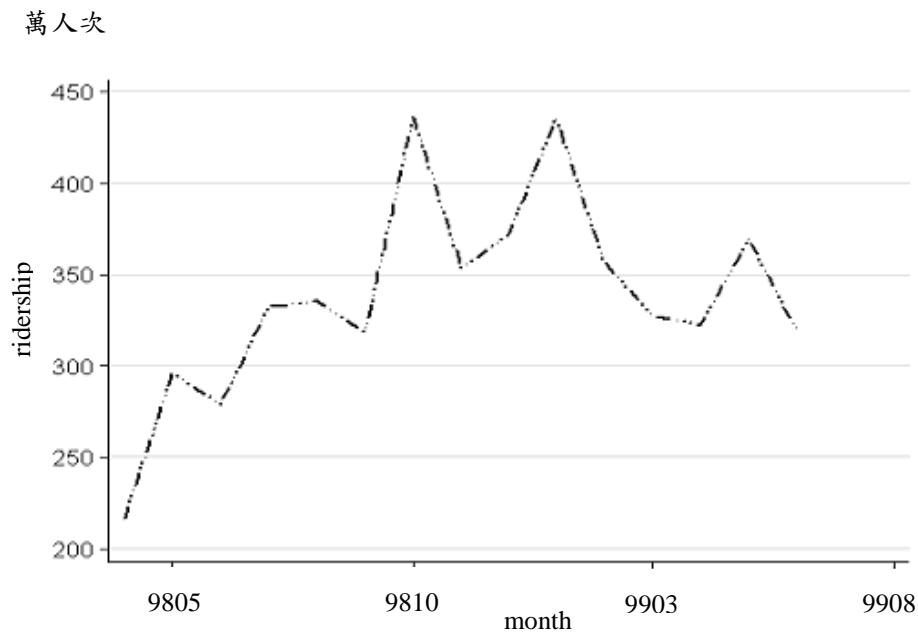


圖 1.2 高雄捷運旅運統計量

資料來源：高雄市政府捷運工程局

由上述台北及高雄捷運系統的旅運量趨勢可知，雖然台北及高雄皆屬人口密集的高度發展都市，但對於大眾捷運系統的需求卻截然不同，因此，歸納出可能影響捷運需求的因素，相信是各縣市政府極欲迫切了解的。本研究最主要的目的，在以最小平方之實證估計法來估計都會區影響大眾捷運系統需求的因素。在資料方面，透過相關文獻歸納出可能影響捷運需求的變數，其中包括票價、人口密度、汽車持有數量、政策效果等。Hendrickson (1986) 指出商業中心的工作集中與否可能影響搭乘大眾運輸工具的意願，但若沒有大眾運輸系統，則工作自然不會集中於商業密集的区域，故公司的集中程度亦可能影響大眾運輸的搭乘率，本文因資料上取得限制，因此試圖以金融機構家數密度的高低來驗證此關聯性。

### 1.3 研究架構及流程

本研究共分為 6 章，第 1 章為緒論，說明本研究的研究背景、研究動機與目的。第 2 章為相關文獻。第 3 章為捷運需求的理論架構介紹。第 4 章為實證資料分析及實證模型。第 5 章為實證結果。最後，在第 6 章中，提出本研究主要的結論與建議。圖 1.3 為本研究流程。

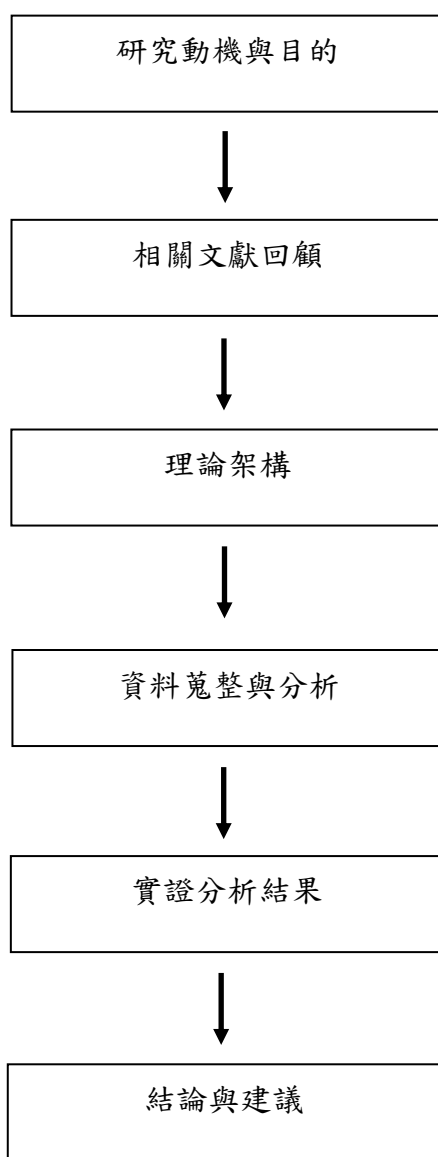


圖 1.3 研究流程

## 第 2 章 文獻回顧

大眾運輸系統自 1863 年由英國倫敦所興建的地下鐵之後，便受到外界高度的重視，但之後因私人運具的崛起，使得大眾運輸的市場流失了部分人口到私人運具中，以美國的資料顯示，在過去十年間大眾運輸系統的使用率遠遠低於私人運具。而大眾運輸系統的使用絕大多數是在發展較久遠及規模較大的都會區會有比較高的使用率，而在許多較新且規模較小的都會區似乎沒有上述的現象，本章節擬就國內外學者針對影響大眾運輸系統需求因素之研究，加以回顧探討。

### 2.1 國外文獻回顧

Gaudry (1974) 使用加拿大蒙特婁的時間序列的月資料來解釋都會區的大眾運輸需求，其中以大眾運輸系統及私人運具價格、非運輸財貨價格、其他運輸系統的服務特性、舒適性、所得及社經背景等為主要衡量大眾運輸需求的因素。研究期間為 1956 年 12 月至 1971 年 12 月。估計所使用的方法為線性迴歸模型加入 Box-Jenkins 來敘述隨機干擾項的 R 階自我迴歸過程。Gaudry 指出，都會區絕大多數可以被用來解釋運量的變數是屬大眾運輸系統控制之外的變數分別為：(1) 區域的地理特性；(2) 都會區的經濟狀況；(3) 人口特性；(4) 高速公路的系統特性。並發現運輸政策（此研究以服務頻率及票價水準來衡量）對運量有顯著影響，因此政策制定者和運輸系統的管理者必須了解如何制定有效的政策來使得運量提升。Doi and Allen (1986) 使用兩種時間序列模型分別為線性模式及對數模式來估計單一都會區大眾運輸系統的每月旅運量，所使用的資料期間為 1978~1984 年的每月旅運量資料，並以往來於費城及紐澤西的 Port Authority Transit Corporation (PATCO) 為研究標的。Doi and Allen 發現季節性的變化、車站關閉、大眾運輸價格、汽油價格、過橋收費等因素可能為影響大眾運輸需求的因素，並逐一比較了線性及對數模式之彈性值。結論指出可進一步結合各城市間的特有變數，可有效建構估計運量的時間序列模型、彈性分析法的結果若應用在不同城市

或不同運輸系統間，將有助於各地方政府以自身特有的模式來建構運輸系統、此研究的結果可適用於票價變動策略規劃、預算編製及其他 PATCO 議題等用途上之應用。

以下就亞洲國家對於大眾運輸系統需求影響的因素之相關研究作出回顧，Bhattacharjee et al. (1997) 使用序列機率模型來推估大眾運輸使用者對於不同的旅運需求管理 (TDM) 策略的偏好程度及協助運輸規劃者了解在不同的社經背景下對於這些偏好程度的影響。Bhattacharjee et al. 使用來自於 1210 筆曼谷每日通勤者在固定一段時間之內的偏好情況。而在四種旅運需求管理策略<sup>3</sup>中，大眾運輸改善是最被廣泛使用；最不可行的方法為減少對於大眾運輸的補貼。另外，在四種旅運需求管理策略下細分十種可能轉化為旅運需求方式<sup>4</sup>的調查中，引進快捷輕軌運輸是被評選為最可行的方法；增加公營停車費是最不受歡迎的方法。結論發現序列機率模型的使用能確定旅運需求管理 (TDM) 策略偏好以及曼谷的個別偏好等級和社經背景之間的關係。此方法也可以用在其他都會區以決定大眾運輸使用者所能接受的運輸策略並可幫助交通運輸機構，確定社會上某些特定族群面對已實施的策略可能會有的負面反應。以這類大眾運輸使用者的反應為基礎的研究將對於交通運輸規劃者和政策制定者在評估長期且持續性的運輸解決方案會有所助益。Ibrahim (2003) 說明新加坡政府採取了一些政策用以改善及提高大眾運輸系統之品質，這些政策不僅僅只改善大眾運輸系統，也加強了所有中間財貨和終端設備，例如：linkways<sup>5</sup>、客戶服務及服務相關資料。而大眾運輸需求與日俱增，尤其是在人口稠密地區，如新加坡，要在環境保護、服務個別運輸使用者和保護公共利益之間取得平衡，將成為愈來愈重要的課題。Ibrahim 另指出，在管理及控制汽車持有和使用的政策雖然能使得交通順暢，但實行的成本相當高，對於新加坡這種城市型國家來說似乎是必要的。另外，政策制定者必須朝

---

<sup>3</sup> 四種 TDM 策略分別為大眾運輸的改善、實施共乘、分散尖峰期、減少大眾運輸補貼。

<sup>4</sup> 引進快捷輕軌運輸、設置公車專用道、採用學校及公司專車、CBD 擁塞地區實施共乘、錯開工作及上課尖峰時段、高額道路稅、增加私人及公營停車費。

<sup>5</sup> 為結合綠化環境及針對小孩及老年人所設立之完善的步行路線，其不僅連接社區內的住宅，而且一直延伸至附近的公車候車亭，因此即使是下雨天也可暢行無阻。

向所有系統整合為一的方向，以追求無縫接駁的大眾運輸。

Bekő (2003) 選擇了六條需求函數並個別解釋以作為斯洛維尼亞<sup>6</sup>的乘客的大眾運輸服務需求函數之估計。Bekő 將資料分成兩類，第一類變數為社會經濟變數，分別為價格、所得、季節要素、其他社會經濟要素。第二類變數為需求要素的質性結構，分別為抵達及出發的頻率、相對於其他模式所節省之旅行時間、質優的服務。結論為此需求函數是取決於價格以及所得，提供了斯洛文尼亞大眾運輸機構制定了相關的價格政策。Tang and Lo (2008) 研究擁有高品質水準的大眾運輸系統的香港，顯示大眾運輸系統的可行性與可持續性的發展完全取決於運輸政策和土地發展政策。在過去的四分之一個世紀中，香港在優先考量大眾運輸及控制汽車使用成長方面奠定了高度的基礎。然而，近期運輸政策的轉變，從著重一體成型的大眾運輸系統至放寬法令開始開放其他模式系統的競爭，已導致擴張過度及巴士和鐵路服務過剩等問題。這些問題除了使得運輸業者面臨了一個艱困的經營環境、道路擁塞以及為了解決交通擁擠和其他負面影響而過度擴張公共建設的財政負擔。因此，一個大眾運輸系統的成功，有很大的部分需歸功於有效的交通運輸政策，以確保在經營及發展上有一個健全的環境，而決定一個城市以何種運具作為主要的大眾運輸工具，應該考慮當地經濟及社會條件狀況並顧慮各個國家的需要而定。

除上述單一城市對於大眾運輸系統需求的相關研究外，另外也有學者針對跨城市的大眾運輸需求作相關的研究。Fitzroy and Smith (1995) 使用14個國家在客運及貨運的資料來解釋國與國之間在客運及貨運需求的變數。在實證分析中使用了13個變數，分別為共同使用於客運及貨運需求方程式的3個變數（人口數、里程數、實質GNP）；使用於客運需求的5個變數（票價、平均每車延人公里、服務頻率、汽油價格、站距）；使用於貨運需求的5個變數（運費、平均每車延噸公里、服務頻率、柴油價格、站距）。FitzRoy and Smith 並描述運輸需求的對數線性的最小平方法估計，包括非以貨幣來衡量成本的替代變數：服務頻率；路線需求及

---

<sup>6</sup> 位於中歐南部，比鄰阿爾卑斯山的小國。全稱為斯洛維尼亞共和國。



人口密度等變數。而這些變數用來解釋橫斷面的運輸需求資料上扮演非常重要的角色。結論發現在客運方面，瑞士、荷蘭和愛爾蘭在1980年代在運輸市場上是維持運量最成功的3個國家，可能原因為瑞士及荷蘭有非常密集的列車班次。在貨運需求水準及變化方面，瑞士和奧地利的表現最為突出，再次顯示高服務頻率的結果。Bresson et al. (2003) 分析英國和法國都會區在改變票價、服務供給、所得和其他對於大眾運輸需求相關因素的影響。此研究分析以動態經濟模型為基礎，並包含長短期的彈性估計。資料方面，英國在公車服務部分是來自於環境、交通和地區事務部 (the Department of Environment, Transport & Regions, 簡稱 DETR)，人口和所得資料是來自於國家統計局 (Office of National Statistics, 簡稱 ONS)。法國資料來自於運輸研究中心 (Centre d'études sur les réseaux de transport et l'urbanisme, 簡稱 CERTU) 及經濟統計局 (Institut National de la Statistique et des Études Économiques, 簡稱 INSEE)。2國在資料上的差異分別為：(1) 所涵蓋的範圍，在英國包含了46個郡，並包括了都會區及非都會區。在法國資料範圍為62個有大眾運輸的地區。另外，法國資料期數較長為20年，而英國只有9年，為了資料一致所以法國只取了後9年資料；(2) 英國資料只著重於公車服務的部分，而法國還包括了其他大眾運輸模式。透過兩國使用相同的變數、研究期間和方法。結果顯示，在每個國家之間的價格及服務彈性是有很大的差異。主要的結論為大眾運輸需求對於票價的變化較為敏感，故以降低票價作為政策以鼓勵使用大眾運輸工具，從而減少使用私人運具是可以發揮極大的作用。最後，Taylor et al. (2009) 整合了過往的研究指出以往的文獻對於運量的討論是相當分歧的，絕大多數關於運輸的整合分析只是用1個或數個系統去進行估計，並沒有包含許多外生的控制變數去影響運量，也沒有指出當運輸服務供給面和需求面同時存在的關係。Taylor et al 發現運量在都市化地區絕大多數的變異是可以被大眾運輸系統控制之外的因素所解釋：(1) 區域地理特性；(2) 大都會區經濟狀況；(3) 人口特性；(4) 高速公路系統特性。這些外部因素對於大眾運輸運量有顯著影響。其觀察的範圍涵蓋票價和服務品質，並說明在特定的都會區中至少可以解釋一倍左右的運

量水準。而為了控制大眾運輸使用和都會區大小有很強的關聯性的這個事實，約有26%的美國各都會區間平均每車運量的觀察變異在模型中是被服務品質和票價水準所解釋的，而這二個要素也和先前文獻的結果一致。本研究茲整理過去學者對於影響大眾運輸需求之因素如表2.1：

表 2.1 國外文獻整理－影響大眾運輸需求之因素

學者	衡量影響大眾運輸需求之因素
Gaudry (1974)	以大眾運輸系統及私人運具價格、非運輸財貨價格、其他運輸系統的服務特性、舒適性、所得及社經背景等為主要衡量大眾運輸需求的因素。
Doi and Allen (1986)	以季節性變化、車站關閉、大眾運輸系統價格、汽油價格、公路過橋收費為主要衡量大眾運輸需求的因素。
FitzRoy and Smith (1995)	在實證分析中使用了 13 個變數，分別為共同使用於客運及貨運需求方程式的 3 個變數 (人口數、里程數、實質 GNP); 使用於客運需求的 5 個變數 (票價、平均每車延人公里、服務頻率、汽油價格、站距); 使用於貨運需求的 5 個變數 (運費、平均每車延噸公里、服務頻率、柴油價格、站距)。
Bhattacharjee et al (1997)	使用序列機率模型來推估大眾運輸使用者對於不同的旅運需求管理 (TDM) 策略的偏好程度及協助運輸規劃者了解不同的社經背景下對於這些偏好程度的影響。
Ibrahim (2003)	新加坡政府採取二種政策來鼓勵乘客使用大眾運輸工具：(1) 增加對公路和鐵路上的投資以提高可及性和連接性；(2) 整合各種大眾運輸系統，以實現無縫接駁。
Bekő (2003)	將資料分成二類，第一類變數為社會經濟變數，分別為價格、所得、季節要素、其他社會經濟要素。第二類變數為需求要素的質性結構，分別為抵達及出發的頻率、相對於其他模式所節省之旅行時

	間、質優的服務。
Bresson et al. (2003)	英國和法國都會區在改變票價、服務供給、所得和其他對於大眾運輸需求有關之因素的影響。
Tang and Lo (2008)	香港對於巴士進行一些優惠政策：(1) 免費使用公路設施；(2) 免課徵燃料稅。提高其相較於鐵路在接駁上及舒適性上的優勢。
Taylor et al (2009)	(1) 區域地理特性；(2) 大都會區經濟狀況；(3) 人口特性；(4) 高速公路系統特性。

資料來源：本研究整理而得。

## 2.2 國內文獻回顧

國內對於大眾運輸需求因素的研究大多是著重於運輸管理方面的分析。黃國平、廖章鈞 (2005) 分析一個城市不管發展大眾捷運系統與否，應確切了解影響需求的要素。此研究利用系統性的分析、文獻資料歸納、及系統動態學建立捷運需求評估指標、捷運供給評估指標，並建立需求與供給之間長短期互動的關係。資料方面，蒐集了台北捷運系統興建與營運資料，建立需求及供給指標之參考數值，並將高雄捷運系統規劃中的資料和台北捷運系統作比較。結論指出影響捷運需求的靜態因素在短期不易改變，而當捷運系統在一開始營運時，會有營運成本、折舊、維修等固定成本及變動成本的產生，因而大眾運輸系統營運初期通常會有虧損的現象，此時政府若一味進行補貼或調整班次等政策，易使得虧損擴大。另外，影響大眾捷運需求的因素為「人」，只要有愈多人選搭大眾捷運系統，則汽車的使用勢必減少，有助於降低對於環境的污染且促進都市發展。林楨家、楊恩捷 (2006) 認為可能影響旅運需求的因素為都市型態，過去對此議題的探究太過片斷，無法全面性的處理其中複雜的關係。因此其利用結構方程式模型作實證分析，並以台北市為研究對象，考慮「都市型態」、「旅運需求」及「發展特性」等三個面向去分析對於旅運需求的影響。結果發現都市型態中的發展密度與均衡

的土地混合使用對旅次發生有顯著影響；而發展密度、均衡的土地混合使用及建成環境設計都會對私人運具的選擇有顯著影響。另外，在都市發展特性方面，發展密度對於大眾運輸服務以及經濟特性對旅次發生有顯著的影響。最後，根據實證結果，進一步分析都市型態對於旅運需求形成不良影響時的改善策略：(1) 在都市規劃上應配合總量管制與納入成長管理的概念；(2) 旅運需求分析時之旅次發生率參數應依照發展強度而作分級；(3) 促進多目的旅次的產生；(4) 強調高密度發展地區之基礎生活機能型設施的配置；(5) 消除商業與就業使用對住宅使用的負面影響；(6) 對於就業活動密集地區提供質與量兼具的居住空間；(7) 配合均衡的土地混合使用而規劃良好的行人、自行車與大眾運輸系統。

Boyer (2006) 在運輸經濟學一書指出，在紐約、芝加哥、華盛頓、費城和洛杉磯等大城市，搭乘大眾運輸系統的比例高達 14%，而另一個極端則出現在俄克拉荷馬市僅僅只有不到 2% 的人使用大眾運輸系統。會有如此大的落差，是因為在商業中心裡，工作集中程度有關。若工作是分散在各處，大眾運輸可能不會有很高的使用比例。但若沒有大眾運輸系統，則工作自然不會集中於商業密集的區域。因此，商業密集地區工作的集中程度與大眾運輸系統的使用有著共存的關係。林楨家與施亭仔 (2007) 探討「大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, TOD)」建成環境特性與捷運運量及運量時間分散程度之間的關係。資料方面，以民國 93 年台北市 46 個捷運站區為樣本，使用線性迴歸模型與 t 檢定作為資料分析之方法。結果發現，發展密度愈高可增加捷運全時段運量及非尖峰時段的運量，此發現與林楨家與楊恩捷 (2006) 所研究的結果一致。而在發展密度與都市發展的導向會因為平日或假日對於運量及運量的時間分佈有不一樣的影響。而這些實證結果顯示，國外的 TDM 發展內容不見得完全適用於台灣的狀況。馮正民與黃台生 (2007) 執行一份有關於捷運與公車轉乘優惠政策對於捷運、公車及交叉轉乘運量影響的技術報告指出，其轉乘優惠的額度對於公車運量有顯著影響高於捷運以及交叉轉乘運量之影響、捷運的路網擴張對於捷運及交叉轉乘運量之影響顯著高於公車運量之影響。最後詹盛元 (2009) 於台灣經濟研究

院產經資料庫中將所有對於決定捷運需求的因子作出整理分別為：(1) 交通擁擠程度；(2) 轉乘的便捷性；(3) 舉辦活動的次數；(4) 運輸路網擴張；(5) 捷運車站週遭商圈或區域的發展程度；(6) 通勤及就業人口；(7) 衛星城市興起。另外，亦區分出主要的敏感因子分別為：(1) 其他運輸方式所需時間之長短；(2) 其他運輸工具之替代性；(3) 政府政策的推動；(4) 消費者抵達之目的地；(5) 氣候；(6) 公共環境及安全。本研究另整理國內學者對於影響大眾運輸需求之因素如表 2.2：

表 2.2 國內文獻整理－影響大眾運輸需求之因素

學者	衡量影響大眾運輸需求之因素
黃國平、廖章鈞 (2005)	建立捷運需求評估指標、捷運供給評估指標，並建立需求與供給之間長短期互動的關係。
林楨家、楊恩捷 (2006)	考慮「都市型態」、「旅運需求」及「發展特性」等三個面向去分析對於旅運需求的影響。
Boyer (2006)	說明商業密集區域工作集中程度與大眾運輸使用有著共存的關係。
林楨家、施亭仔 (2007)	探討「大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, TOD)」建成環境特性與捷運運量及運量時間分散程度之間的關係。
馮正民等 (2007)	探究轉乘優惠對於公車、捷運及交叉轉乘運量之影響。
詹盛元 (2009)	影響捷運需求的因子： 1. 交通擁擠程度。 2. 轉乘的便捷性。 3. 舉辦活動的次數。 4. 運輸路網擴張。 5. 捷運站週遭商圈或區域發展程度。 6. 通勤及就業人口。 7. 衛星城市興起。

資料來源：本研究整理而得。

## 第 3 章 理論架構

本章介紹運輸供需理論及時間序列資料的問題，第 1 節探討影響運輸需求理論的因素；第 2 節介紹運輸成本類型及影響運輸供給因素；第 3 節為討論大眾運輸供需模型架構並分析影響大眾運輸需求之決定因素有那些；第 4 節將介紹時間序列資料中自我相關時的問題及其檢定方法。

### 3.1 運輸需求理論

運輸需求面包括了貨物運輸以及旅客運輸，本節主要針對旅客運輸，一般來說，泛指我們對於運具的一些移動上的需求，可分為私人運具及大眾運輸兩部分。私人運具的需求仍著重於汽車方面的需求，而影響汽車需求的因素為所得及汽油價格，而其他影響汽車需求因素如道路品質、城市的結構改變等，在實證問題研究上較難得到量化資料，故本研究不加以討論。本文仍著重於大眾運輸部分，對於影響大眾運輸需求的因素，主要是以通勤者（搭乘者）的角度來探討，其包括下列幾項：

#### (1) 票價

依照需求理論我們可以了解，自身價格的改變，會使得需求量跟著改變，因此，大眾運輸票價改變，同樣會造成運輸需求量的改變。

#### (2) 汽油價格

私人運具為大眾運輸工具的替代性運輸工具，由於私人運具主要的行駛成本來自於汽油價格，因此汽油價格改變將使得使用私人運具的成本發生改變，進而影響大眾運輸工具的搭乘，我們利用汽油價格來分析替代品價格改變對大眾運輸需求之影響。

#### (3) 旅行時間

旅行時間的長短也是影響通勤者搭乘大眾運輸工具意願一項重要因素，所需耗費的時間愈短的大眾運輸工具，會使得通勤者的搭乘意願愈高。

#### (4) 轉乘便捷性

通勤者經由其他交通運輸工具轉乘至其他地方的方便性也會影響通勤者的搭乘意願，轉乘的便捷性愈高會使得通勤者的搭乘意願愈高。

#### (5) 運輸路網的擴張

運輸路網的擴張將提高各目的地之可及性並且能有效整合不同的大眾運輸工具，促使通勤者更有意願搭乘大眾運輸工具。

### 3.2 運輸供給理論

相較於運輸需求是站在一個通勤者的角度去看整個運輸需求的觀念，而運輸供給則是以運輸規劃者的角度來探討運輸供給，並分析可能影響運輸供給的因素，而在完全競爭市場的前提之下，運輸供給即為運輸成本的概念。有關運輸成本主要可分為三種類型，分別為固定設施成本、運輸工具成本、運輸工具的營運成本。固定設施成本通常是以機會成本的概念去衡量其被使用於某個運輸用途而不能運用於其他運輸功能上的價值；運輸工具成本與固定設施成本最大的差異為其支出並非為沉沒且固定不變的；運輸工具的營運成本主要可分為兩種，分別為勞動時間以及燃料，兩者皆會受到運輸工具的使用量變化而受到影響，因此，當交通呈現擁擠時，將同時增加兩者的成本。

運輸供給的影響因素，以運輸規劃者的角度出發，歸納出影響運輸供給的因素包括下列幾項：

#### (1) 運輸機構的財政狀況

運輸機構的財政狀況對於運輸的永續經營有著很大的影響，倘若運輸機構在營運上面臨虧損，勢必影響供給上的效率及效能。

#### (2) 所提供的各種運輸服務特性

運輸服務特性，例如營運班次、營運時間、營運路網等，皆會影響運輸規劃者的運輸成本，為了提供優質的服務品質勢必使得成本上升。

#### (3) 運輸政策的施行

運輸規劃者所實施的運輸政策，例如票價優惠、其他運輸工具轉乘優惠等，將使得運輸規劃者的營運成本上升。

影響運輸供需量的票價可以透過二種成本訂價法得到，分別為邊際成本訂價法 (Marginal Cost Pricing Method) 及平均成本訂價法 (Average Cost Pricing)。邊際成本訂價法一般又可稱之為最佳訂價法 (First-Best Pricing)，此訂價法是以平均收益線 (AR) 和邊際成本線 (MC) 兩線交會點作為最適的價格和數量組合；平均成本訂價法為一種不負擔政府財政義務為前提下，追求收支平衡的一種訂價模式，雖然此種訂價方法較符合公平性的原則，因為其可避免政府因財源籌措困難產生的一些不良影響，但此訂價法最大缺點為無法同時兼顧社會福利極大化的原則。本文因供給面資料難以取得的資料限制下，故僅著重於探討影響運輸需求面之分析，而在實證研究上將票價視為外生決定因素。

### 3.3 大眾運輸系統供需分析架構

本節主要透過 Ruiter (1973) 的理論模型，解釋單一都市對於大眾運輸需求與供給之間的關係，並說明影響大眾運輸需求的決定因素。而依據 Gaudry (1975) 的假設，我們將大眾運輸需求函數  $X^d$  表示為：

$$X^d = D(\bar{P}, T, POP, F, U, A, G), \quad (3.1)$$

(3.1) 式中  $\bar{P}$  為平均票價，並假設其為外生給定； $T$  為衡量運輸路網擴張的控制變數； $POP$  為衡量都市規模的控制變數； $F$  為衡量都市發展型態的控制變數； $U$  為總體經濟控制變數； $A$  為汽車持有數量； $G$  為汽油價格。

本研究由先前的文獻中整理出各種可能影響大眾運輸需求的變數。Doi and Allen (1986) 文中指出，大眾運輸工具的票價及汽車價格皆對大眾運輸的運量水準有顯著影響，前者與運量間呈現負相關，後者與運量間呈現正相關。詹盛元 (2009) 指出，捷運路網的擴張為主要影響捷運需求的主要因子之一。Taylor et al.



(2009) 指出，人口密度的確會對於大眾運輸運量產生影響，兩者之間呈現正相關。

最後，Hendrickson (1986) 指出，商業密集區域工作集中程度與大眾運輸的使用有著相互影響的關係。世界上較知名的大都市如紐約、東京、倫敦、巴黎等皆將大眾運輸系統興建於人口稠密及商業區聚集的地方，而由圖 1.1 及圖 1.2 台北捷運及高雄捷運在旅運量的趨勢及圖 3.1 台北及高雄兩大都會區中金融機構密度來看，這二個都會區金融機構家數的資料可進一步顯示出台北捷運的運量需求逐年增加而高雄捷運的運量未有預期效果的可能的影響因素為金融機構家數比率的多寡。

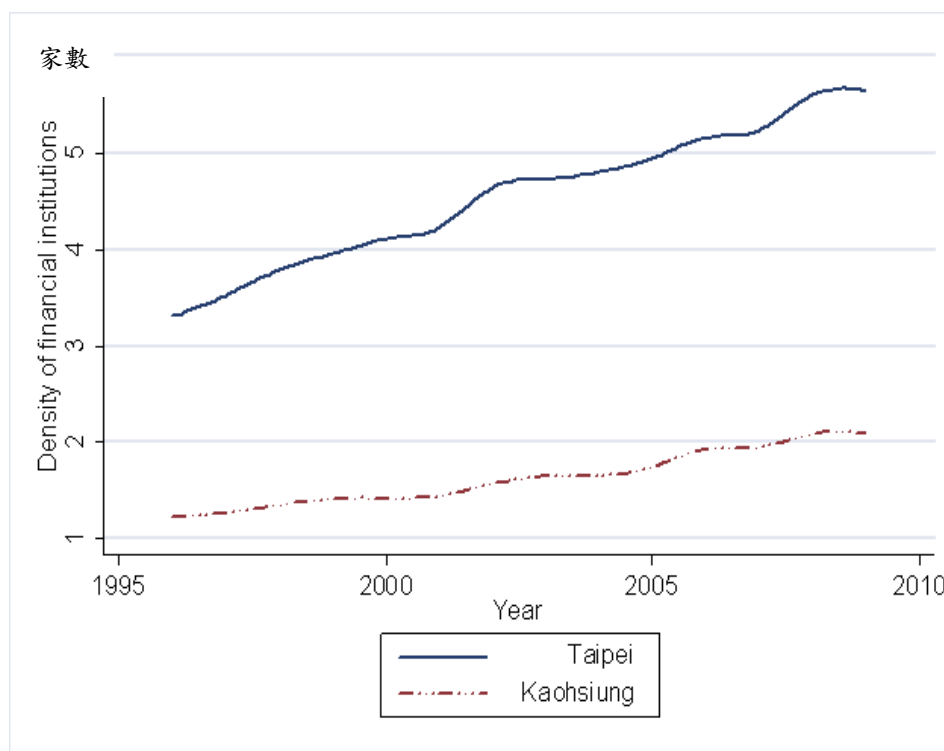


圖 3.1 台北市及高雄市金融機構密度統計量

資料來源：金管會銀行局

而由前述的都市觀察引發本文進一步探討商業區集中在市中心是否為影響捷運需求之重要決定因素。另外，大眾運輸供給函數  $X^s$  表示為：

$$X^s = S(C, E), \quad (3.2)$$

(3.2) 式中  $C$  為運輸成本； $E$  為其他可能影響大眾運輸供給的外生變數。

在上一節運輸供需模型的基本架構下，由供需模型可求解出最適的價格水準，但運輸供給面資料取得不易本研究假設捷運票價外生而只著重於運輸需求面的探討。

### 3.4 時間序列資料分析

根據過去文獻指出，在分析時間序列資料時，常會受到一些問題所影響，例如隨機干擾項是否具有自我相關、模型是否具穩定性等問題，進而影響時間序列模型之解釋結果。Durbin and Watson (1950) 指出若隨機干擾項出現自我相關，則以最小平方方法所估計出來的結果會使得變異數產生偏誤。在本研究中以杜賓-瓦特生檢定法(Durbin-Watson test) 來檢定實證資料是否具自我相關的問題。而由一般迴歸模型的古典假設我們可以清楚知道任兩個不同隨機干擾項的共變數為零，亦即  $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \forall i \neq j$ 。倘若在時間序列分析中，不符合上述兩隨機干擾項的共變數為零的假設，則稱此干擾項具自我相關 (autocorrelation)。依據 Durbin and Watson (1950) 一文的定義，其檢定統計量定義如下：

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (z_t - z_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n z_t^2} = 2(1 - \rho) - \frac{z_1^2 + z_n^2}{\sum_{t=1}^n z_t^2}, \quad (3.3)$$

(3.3) 式中  $z_t$  為最小平方方法的干擾項，當樣本數非常大時，則等式右方的最後一項會趨近於 0，故  $d \approx 2(1 - \rho)$ 。另外  $\rho$  為一階自我相關係數如 (2.4) 所示：

$$\rho = \frac{\sum_{t=2}^n z_t z_{t-1}}{\sum_{t=1}^n z_t^2}, \quad (3.4)$$

由 (3.4) 所求得的  $d$  值，倘若虛無假設為  $H_0: \rho = 0$  而對立假設為  $H_1: \rho > 0$  時，檢定統計量的判定為  $d$  值與  $d_L$  及  $d_U$  相比較，若  $d < d_L$ ，則拒絕虛無假設；若  $d > d_U$ ，則無法拒絕虛無假設；若  $d$  值介於  $d_L$  及  $d_U$  之間，則無法判別。倘若

虛無假設為  $H_0: \rho = 0$  而對立假設為  $H_1: \rho < 0$  時，則  $d > 2$ ，以  $d' = 4 - d$  作轉換之後，若  $d' < d_L$ ，則拒絕虛無假設；若  $d' > d_U$ ，則無法拒絕虛無假設；若  $d'$  值介於  $d_L$  及  $d_U$  之間，則無法判別。最後，倘若虛無假設為  $H_0: \rho = 0$  而對立假設為  $H_1: \rho \neq 0$  時，若  $d < d_L$  或  $d > 4 - d_L$ ，則拒絕虛無假設；若  $d_U < d < 4 - d_U$ ，則無法拒絕虛無假設；若  $d_L \leq d \leq d_U$  或  $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$ ，則無法判別。

## 第 4 章 實證分析

本章第 1 節為資料來源、模型中變數的定義、敘述統計量以及資料上的限制情況；第 2 節為實證模型的設定。

### 4.1 資料說明與限制

本研究以台北都會區捷運系統作為研究對象，以民國 85 年 3 月至民國 98 年 6 月，共計 160 筆之月資料為研究期間。本文所使用之資料來源分別為台北市政府主計處、台北市政府主計處經濟統計科、內政部、中油公司、台北捷運公司。<sup>7</sup> 所選取的變數裡「捷運旅運量」取自台北市政府主計處；「平均每戶家庭支出」取自台北市政府主計處經濟統計科，其為抽樣調查資料，所調查的家戶數從民國 94 年期從 640 減少為 570 戶；「人口密度」取自內政部；「汽油價格」取自中油公司，其中分別以 92 無鉛、95 無鉛、高柴價格取算術平均數而得；「平均每班次營運收入」取自台北市政府交通局；「金融業營業登記家數密度」取自金管會銀行局；「捷運轉運站數」、「捷運站數」、「公車路線數」為本研究根據台北捷運公司資料自行計算而來；另將節慶活動(跨年)、疾病(SARS)、運輸政策等變數設為虛擬變數，0 表示未發生，1 表示已發生。本研究所使用變數之定義及說明如表 4.1 所示。

---

<sup>7</sup> 台北市政府主計處資料來源：<http://w2.dbas.tapei.gov.tw/statchart/text.htm>，最後登錄時間 2010 年 2 月 10 日；台北市政府主計處經濟統計科資料來源：為台北市政府主計處經濟統計科李秉錡先生提供；內政部資料來源：<http://sowf.moi.gov.tw/stat/month/list.htm>，最後登錄時間 2010 年 3 月 1 日；行政院主計處資料來源：<http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=15412&CtNode=4599>，最後登錄時間 2010 年 3 月 7 日；中油公司資料來源：為中油公司油品行銷事業部客戶服務室提供；台北市政府交通局資料來源：為台北市政府主計處交通局高秀年小姐提供；台北捷運公司資料來源：<http://metronavi.trtc.com.tw/>，最後登錄時間 2009 年 12 月 19 日。

表 4.1 變數符號定義與說明

定義(單位)	變數	說明
總旅運量(萬人次)	<i>Rider</i>	捷運實際運送旅客總人次。
金融業營業登記家數密度(每平方公里家數)	<i>Finanden</i>	台北都會區金融業營業登記家數／土地面積。
平均每班次營運收入(千元)	<i>Arevenue</i>	捷運營運收入／捷運班次
汽油價格(元)	<i>Gasprice</i>	國內汽、柴油每公升平均批售價格。
轉運站數(站)	<i>Transfer_MRT</i>	台北捷運轉運中繼車站數。
公車路線數(條)	<i>Transfer_Bus</i>	指台北都會區大眾捷運系統各捷運營運路線設置之車站周邊公車路線數。
捷運站數(站)	<i>Stops</i>	指台北都會區大眾捷運系統各捷運營運路線設置之車站數。
人口密度(每平方公里人口)	<i>Popden</i>	人口數／土地面積。
平均每戶家庭支出(元)	<i>Expend</i>	指台北都會區平均每戶家庭支出的抽樣調查資料。
虛擬變數(節慶活動)	<i>Event</i>	十二月及隔年一月設為 1，其餘設為 0。
虛擬變數(疾病)	<i>Disease</i>	SARS、納利風災期間設為 1，其餘設為 0。
虛擬變數(運輸政策)	<i>Policy</i>	悠遊卡優惠時間設為 1，其餘設為 0。

資料來源：本研究整理而得。

依據表 4.2 顯示，台北捷運總旅運量平均為 2,257.14 萬人次，其中最大旅運量為 3995 萬人次，最小旅運量為 33 萬人次；金融業營業登記家數密度平均為每平方公里有 4.52 家，其中最高為每平方公里有 5.67 家，最少為每平方公里有 3.24 家；平均每班次營運收入平均為 11.73 千元，其中最高為 16.91 千元，最低為 0 元；汽油價格平均為 20.57 元，其中最高為 35.3 元，最低為 15.43 元；轉運站數平均為 5.3 站，其中最多時為 7 站，最少時為 1 站；公車路線數平均為 902.76 條，其中，最多時為 1,127 條，最少時為 157 條；捷運站數平均為 52.25 站，其中最多時為 68 站，最少時為 12 站；人口密度平均為每平方公里有 9,664.09 人，其中最高為每平方公里有 9,741 人，最少為每平方公里有 9,531 人；平均每戶家庭支出平均為 126,776.7 元，其中最高為 204,143 元，最少為 107,564 元；

表 4.2 原始資料敘述統計表

解釋變數之敘述統計量				
變數(單位)	平均值	標準差	極大值	極小值
總旅運量(萬人次)	2,257.14	1227.10	3,995	33
金融業營業登記家數密度(每平方公里家數)	4.52	0.68	5.67	3.24
平均每班次營運收入(千元)	11.73	4.07	16.91	0
汽油價格(元)	20.57	4.73	35.3	15.43
轉運站數(站)	5.3	1.96	7	1
公車路線數(條)	902.76	308.53	1127	157
捷運站數(站)	52.25	16.75	68	12
人口密度(每平方公里人口)	9,664.09	49.48	9741	9531
平均每戶家庭支出(元)	126,776.7	17,939.17	204,143	107,564.1
虛擬變數(節慶活動)	0.16	0.37	1	0
虛擬變數(疾病)	0.03	0.16	1	0
虛擬變數(運輸政策)	0.53	0.5	1	0
樣本數	160			

資料來源：本研究整理而得。

本文在研究過程中，為了研究上的需要，在研究過程中所需蒐集的資料過於龐雜，以及次級資料的不足因此有些許的限制，汽油價格因未能取得汽、柴油各別的銷售數量資料，故僅能以算術平均數求得平均汽油價格。另外，平均每戶家庭支出，由於其為抽樣調查資料，而非為普查資料，因此在放入模型中會有些許的偏誤產生，但若從模型中剔除，則又會產生遺漏變數的偏誤，使得估計不具不偏性以及一致性，因此本研究還是將平均每戶家庭支出納入模型中予以分析。

## 4.2 實證模型

為探討各種可能影響捷運旅運量變動的因素，本研究根據 Gaudry (1975) 所提出的大眾運輸需求模型為基礎，並在函數形式上分別以線性函數(Linear form)及雙對數函數(Log-Log form)來估計影響台北捷運需求的各種可能因素。另外依據 Hendrickson (1986) 提出商業中心的工作集中與否會影響大眾運輸的需求，但因為受限於資料取得上的限制，遂以金融機構家數密度的高低來探討其對於捷運運量的影響，因此本研究所設定的模型，迴歸式可表示為：

$$\begin{aligned}
Rider_t = & \beta_0 + \beta_1 Finanden_t + \beta_2 Arevenue_t + \beta_3 Gasprice_t + \beta_4 Transfer\_MRT_t \\
& + \beta_5 Transfer\_bus_t + \beta_6 Stops_t + \beta_7 Popden_t + \beta_8 Expend_t \\
& + \beta_9 Event + \beta_{10} Disease + \beta_{11} Policy + \varepsilon_t,
\end{aligned} \tag{4.1}$$

$$\begin{aligned}
\ln Rider_t = & \beta_0 + \beta_1 \ln Finanden_t + \beta_2 \ln Arevenue_t + \beta_3 \ln Gasprice_t \\
& + \beta_4 \ln Transfer\_MRT_t + \beta_5 \ln Transfer\_bus_t + \beta_6 \ln Stops_t \\
& + \beta_7 \ln Popden_t + \beta_8 \ln Expend_t + \beta_9 Event \\
& + \beta_{10} Disease + \beta_{11} Policy + \varepsilon_t,
\end{aligned} \tag{4.2}$$

其中，*Rider*表示台北捷運總旅運量，為本研究的被解釋變數，其單位為「萬人次」；*Finanden* 為衡量都市商業發展對於捷運旅運量之影響，若商業發展（金融業家數增加）愈興盛則捷運需求量會增加，故我們預測商業發展對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_1 > 0$ ）；*Arevenue*為衡量平均每班次營運收入對於捷運旅運量之影響，若平均每班次營運收入提高則捷運需求量會增加，故我們預測平均每班次營運收入對旅運量有正向影響（亦即  $\beta_2 > 0$ ）；*Gasprice*為衡量汽油價格對於捷運旅運量之影響，若汽油價格提高則捷運需求量會增加，故我們預測汽油價格對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_3 > 0$ ）；*Transfer\_MRT* 為衡量轉運站數對於捷運旅運量之影響，若捷運站數增加則捷運需求量會增加，故我們預測轉運站數對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_4 > 0$ ）；*Transfer\_Bus* 為衡量公車路線數對於捷運旅運量之影響，若公車路線數增加則捷運需求量會增加，故我們預測公車路線數對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_5 > 0$ ）；*Stops* 為衡量捷運站數對於捷運旅運量之影響，若捷運站數增加則捷運需求量會增加，故我們預測捷運站數對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_6 > 0$ ）；*Popden*為衡量人口密度對於捷運旅運量之影響，若人口密度提高則捷運需求量會增加，故我們預測人口密度對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_7 > 0$ ）；*Expend*為衡量平均每戶家庭支出對於捷運旅運量之影響，若平均每戶家庭支出提高則捷運需求量會減少，故我們預測平均每戶家庭支出對旅運量需求有負向影響（亦即  $\beta_8 < 0$ ）；*Event*為衡量節慶活動對於捷運旅運量之影響，若節慶活動頻率愈高則捷運需求量會增加，故我們預測節慶活動對旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_9 > 0$ ）；*Disease* 為衡量疾病對於捷運旅運量之影

響，若疾病發生頻率愈高則捷運需求量會減少，故我們預測疾病對於旅運量需求有負向影響（亦即  $\beta_{10} < 0$ ）；*Policy* 為衡量運輸政策對於捷運旅運量之影響，若運輸政策施行則捷運需求量會增加，故我們預測運輸政策對於旅運量需求有正向影響（亦即  $\beta_{11} > 0$ ）。

另外，本研究以最小平方法估計之，在考慮到變異數不齊一性 (Heteroskedasticity) 與自我相關 (Autocorrelation) 對於係數估計之正確性的影響，因而採用 Newey and West (1987) 的方法來計算誤差項的共變異數矩陣，此方法可以使得在大樣本的情況下，在出現未知形式下的變異數不齊一性及自我相關 (Heteroskedasticity and autocorrelation, HAC) 時，仍可使得所估計出來的參數具有一致性，故所得之 t 檢定量為 Heteroskedasticity-and- autocorrelation-consistent t 值。



## 第 5 章 實證結果

本章共分為 2 節，第 1 節為線性迴歸模型實證結果；第 2 節為雙對數迴歸模型實證結果。

### 5.1 線性迴歸模型實證結果

表 5.1 為線性迴歸模型實證結果，其中金融業營業登記家數密度在所有模型中其估計係數結果皆為正且顯著，表示金融業營業登記家數密度每平方公里增加 1 家，將使得捷運旅運量增加約 1,295、769 及 715 萬人次，顯示出金融營業登記家數密度與捷運旅運量之呈正向關係，此一結果與我們的預期相符；平均每班次營運收入在所有模型中其估計係數結果均為正且顯著，顯示出平均每班次營運收入與捷運旅運量之間呈正向關係，此一結果與我們的預期相符；汽油價格在所有模型中其估計係數結果均為正且顯著，表示汽油價格每增加 1 元，將使得捷運旅運量增加約 24、33 及 29 萬人次，顯示出汽油價格與捷運旅運量的正向關係，此一結果亦與我們的預期相符。

此外，分別控制不同的路網擴張程度的變數如轉運站數、公車路線數、捷運站數下，唯轉運站數對於捷運旅運量並無顯著影響外，公車路線數及捷運站數係數估計結果均為正且顯著，表示公車路線數及捷運站數每增加 1 站，將使得捷運旅運量增加約 1.4 及 28 萬人次，顯示出路網擴張與捷運旅運量的正向關係，此一結果與我們的預期相符。人口密度在所有模型中其估計係數結果均為正且顯著，表示人口密度每平方公里增加 1 人，將使得捷運旅運量皆增加約 2.3、1.2 及 1.3 萬人次，顯示出人口密度與捷運旅運量的正向關係，此一結果亦與我們的預期相符；平均每戶家庭支出在所有模型中其估計係數結果均為負且顯著，但因為其為抽樣調查資料，僅能解釋其影響方向，結果顯示出平均每戶家庭支出與捷運旅運量的負向關係，此一結果與我們的預期相符；虛擬變數部分，除了疾病因素與運輸政策在以轉運站數為路網擴張的控制變數時均顯著不影響捷運旅運量以外，在

其他模型下，無論是節慶、疾病、運輸政策等因素在所有模型中其估計係數結果均為顯著，代表節慶及運輸政策推行期間會使得捷運旅運量有明顯的增加，而在疾病因素方面，台灣在 2003 年 3 月至 6 月期間受 SARS 影響，民眾皆儘量避免外出至公共場所，因而使得捷運旅運量有減少的狀況。

表 5.1 捷運需求模型線型模式實證結果  
應變數為台北捷運旅運量 (Rider)

變數名稱	(1)	(2)	(3)
金融業營業登記家數密度 ( <i>Finanden</i> )	1295.488*** (13.18)	769.509*** (7.81)	715.442*** (6.50)
平均每班次營運收入 ( <i>Avenue</i> )	69.431*** (6.46)	31.406*** (3.36)	36.795*** (4.46)
汽油價格 ( <i>Gasprice</i> )	23.564*** (2.87)	33.031*** (4.39)	29.233*** (4.12)
轉運站數 ( <i>Transfer-MRT</i> )	5.911 (1.09)		
公車路線數 ( <i>Transfer-Bus</i> )		1.444*** (6.45)	
捷運站數 ( <i>Stops</i> )			27.954*** (5.72)
人口密度 ( <i>Popden</i> )	2.307*** (4.13)	1.237*** (2.61)	1.251** (2.45)
平均每戶家庭支出 ( <i>Expend</i> )	-0.003** (-2.28)	-0.003*** (-3.14)	-0.003*** (-2.93)
虛擬變數(節慶活動) ( <i>Event</i> )	124.045** (2.18)	141.559*** (2.94)	137.866*** (2.66)
虛擬變數(疾病) ( <i>Disease</i> )	-202.875 (-1.51)	-344.599** (-1.98)	-316.247* (-1.87)
虛擬變數(運輸政策) ( <i>Policy</i> )	-97.746 (-1.07)	29.130*** (5.91)	29.685*** (5.49)
常數項 ( <i>Constant</i> )	-26812.67 (-5.08)	-15039.69 (-3.33)	-15167.3 (-3.06)
Durbin-Watson d值	0.465	0.626	0.599
$R^2$	0.947	0.962	0.96
N	160	160	160

註：1.括號內為使用 Newey-West (1987) 方式調整後的 t 統計值。

2.\*\*\*表示達 1% 以下的顯著水準；

\*\*表示達 5% 以下的顯著水準；

\*表示達 10% 以下的顯著水準。

## 5.2 雙對數迴歸模型實證結果

在第一節中我們以線型迴歸模型來探究影響大眾捷運系統之因素，由線性迴歸模型實證結果我們可以清楚了解在以轉運站數為路網擴張的控制變數時，轉運站數、疾病因素及運輸政策等影響均不顯著影響捷運旅運量，因此，我們可以另一種雙對數迴歸模型的形式來比較其與線性迴歸模型之差異。

表 5.2 分別為針對不同的路網擴張的控制變數做出模型的強韌性分析 (robustness check)，再控制相同的變數並加以分析比較，而在雙對數迴歸模型的實證結果，金融業營業登記家數密度在所有模型下，其係數估計結果均為正且顯著，表示金融業營業登記家數密度每增加 1%，會使得捷運旅運量增加約 0.74%、2.20% 及 1.69%；平均每班次營運收入在所有模型下均不顯著影響捷運旅運量，此結果則與過去文獻結果相左。

汽油價格其係數估計係數結果皆為負但不顯著，此方向與線性迴歸模型的結果相反，但由於在雙對數模型中皆不顯著，因此不探討其方向的變動；而在分別控制不同的運輸路網擴張程度的變數如轉運站數、公車路線數、捷運站數下其係數估計結果皆為正且顯著，表示當轉運站數、公車路線數及捷運站數每增加 1%，會使得捷運旅運量各別增加約 1.85%、1.22% 及 1.56%，其可能的原因為路網擴張程度愈高，將使得通勤者抵達各目的地的可及性大幅提升，進而更有意願搭乘大眾捷運系統。

人口密度在所有模型下其係數估計結果皆為正且顯著，表示當人口密度每平方公里增加 1%，會使得捷運旅運量各別增加約 8.16%、8.15% 及 10.18%；平均每戶家庭支出僅在模型 (1) 中其係數估計結果為負且顯著，但礙於其為抽樣調查資料，本研究僅對能解釋其影響方向作出解釋，故表示平均每戶家庭支出增加，會使得捷運旅運量減少，其可能原因為家計單位支出增加背後隱含所得水準提高，因此不會選擇機動性不高的大眾捷運系統為其主要交通工具，使得捷運旅運量下降；最後在虛擬變數部分，本研究分別衡量節慶活動、疾病及運輸政策等

因素，僅節慶活動在模型 (1) 顯著影響捷運旅運量外，其餘模型均不顯著影響捷運旅運量，其他虛擬變數結果則與線性迴歸模型下的結果一致。

表 5.2 捷運需求模型雙對數模式實證結果  
應變數為取自然對數之台北捷運旅運量 ( $\ln \text{Rider}$ )

變數名稱	(1)	(2)	(3)
金融業營業登記家數密度 ( $\ln \text{Finanden}$ )	0.739* (1.78)	2.204*** (5.67)	1.694*** (3.41)
平均每班次營運收入 ( $\ln \text{Arevenue}$ )	-0.262 (-1.00)	0.100 (0.30)	0.083 (0.25)
汽油價格 ( $\ln \text{Gasprice}$ )	-0.303 (-1.58)	-0.299 (-1.46)	-0.377 (-1.33)
轉運站數 ( $\ln \text{Transfer-MRT}$ )	1.848*** (6.00)		
公車路線數 ( $\ln \text{Transfer-Bus}$ )		1.223*** (3.63)	
捷運站數 ( $\ln \text{Stops}$ )			1.564*** (3.67)
人口密度 ( $\ln \text{Popden}$ )	8.157*** (4.52)	8.153*** (3.29)	10.175*** (3.55)
平均每戶家庭支出 ( $\ln \text{Expend}$ )	-0.270* (-1.89)	-0.089 (-0.71)	-0.097 (-0.79)
虛擬變數(節慶活動) ( $\text{Event}$ )	0.066* (1.87)	0.055 (1.49)	0.053 (1.46)
虛擬變數(疾病) ( $\text{Disease}$ )	-0.201 (-1.54)	-0.209* (-1.74)	-0.217* (-1.79)
虛擬變數(運輸政策) ( $\text{Policy}$ )	0.132** (2.38)	0.153** (2.22)	0.193** (2.55)
常數項 ( $\text{Constant}$ )	-66.765 (-4.26)	-77.323 (-3.31)	-92.630 (-3.52)
Durbin-Watson d值	0.811	0.679	0.726
$R^2$	0.977	0.967	0.968
N	160	160	160

註：1.括號內為使用 Newey-West (1987) 方式調整後的 t 統計值。

2.\*\*\*表示達 1% 以下的顯著水準；

\*\*表示達 5% 以下的顯著水準；

\*表示達 10% 以下的顯著水準。

因本文採用時間序列資料，我們進一步確認隨機干擾項間是否存在自我相關的問題，本研究以 Durbin and Watson (1950) 所發展出來的杜賓-瓦特生檢定法 (Durbin-Watson test) 來檢定隨機干擾項自我相關的問題，其以 5% 的信賴水準做為檢驗的基準，其檢定結果均列於表 5.1 及表 5.2。其中，在線性迴歸模型下 Durbin Watson d 值分別為 0.452、0.603 及 0.577，而在雙對數迴歸模型下 Durbin Watson d 值分別為 0.776、0.671 及 0.718，由上述可知，2 種迴歸模型之檢定結果均顯示出隨機干擾項彼此間具有自我相關之特性。<sup>8</sup>故本文採用 Newey-West (1987) 在同時考量模型中隨機干擾項具異質性及自我相關時來修正估計式的標準誤，在大樣本的情況下使得所估計出的 Heteroskedasticity-and- autocorrelation-consistent t 值是具有一致性且其另一好處為即使存在 HAC，也不需要再在估計模型內考慮 HAC 的形式，而使得共變異數矩陣仍然是一致的。

---

<sup>8</sup> Durbin-Watson 檢定，在 5% 的顯著水準下，根據 Durbin and Watson (1950) 的臨界值及公式，當樣本數為 150 及解釋變數個數為 15 時，其臨界值為 (1.535,1.940)。

## 第 6 章 結論與建議

都會區經濟發展迅速，使得人口及私人運具快速成長，如同其他國際大都會一般，皆面臨交通擁塞、空氣及噪音汙染等問題亟待解決，台北捷運的興建使得民眾享有前所未有的交通便利性，因此其他縣市皆紛紛提出興建大眾捷運系統的計畫，於是乎探究影響大眾運輸系統需求的因素為各縣市政府非常重視的議題。

本研究透過最小平方之實證估計法，進行民國 85 年 3 月至 98 年 6 月台北都會區影響捷運需求因素之探討。在線性迴歸模型下的實證結果顯示在個別加入不同的路網擴張程度的控制變數之考量下，其中又以公車路線數及捷運站數為控制路網擴張程度的變數之整體解釋能力最佳。其中在 1% 的顯著水準下，金融營業登記家數密度、平均每班次營運收入、汽油價格、公車路線數、捷運站數、平均每戶家庭支出、疾病因素及運輸政策的施行皆顯著影響捷運旅運量，惟在以轉運站數為路網擴張變數的情況下，疾病因素及運輸政策均不顯著影響捷運旅運量。

因此，本研究另以雙對數迴歸模型來驗證影響捷運旅運量的因素，實證結果顯示在個別加入不同的路網擴張程度的控制變數之考量下，則是以捷運轉運站數為控制路網擴張程度的變數之整體解釋能力最佳，其中在 10% 的顯著水準下，金融營業登記家數密度、捷運轉運站數、人口密度、平均每戶家庭支出、節慶活動因素及運輸政策的施行皆為顯著影響捷運旅運量的因素。根據以上實證結果，本研究得出以下重要的結論：

金融業營業登記家數密度對於捷運旅運量呈顯著正相關，代表金融業登記家數密度愈高，則捷運需求就愈高。其主要原因為金融業通常都座落於人口密集的商業中心，而商業中心裡的停車位幾乎是一位難求，因此使得上下班的通勤者捨棄私人運具而搭乘沒有停車困擾的大眾捷運系統，此結果與 Hendrickson (1986) 所提出的觀點一致；捷運的轉運站數對於捷運旅運量呈顯著正相關，代表轉運站數愈多，對於捷運需求愈高。其主要原因為捷運的轉運站為捷運各線間主要的交通樞紐，在上下班的尖峰時段，扮演紓解人潮重要的角色；人口密度對於捷運旅

運量呈顯著正相關，代表人口密度愈高，對於捷運需求愈高，其主要原因為人口密度高的地區，大眾運輸的旅次需求多，自然會促使捷運旅運量提高；平均每戶家庭支出對於捷運旅運量呈顯著負相關，代表平均每戶家庭支出提高，對於捷運需求會降低，其主因為家計單位支出增加背後隱含所得水準提高，因此不會選擇機動性不高的大眾捷運系統為其主要交通工具，使得捷運旅運量下降。

節慶活動因素對於捷運旅運量呈顯著正相關，代表節慶活動期間，使得民眾對於捷運需求大為提高。其主要的原因為節慶活動期間交通擁塞，因此民眾會減少私人運具的使用，因而提高捷運旅運量；運輸政策的施行對於捷運旅運量呈顯著正相關，代表運輸政策的施行，使得民眾對於捷運需求提高。其主要原因為運輸政策施行期間，有許多轉乘及票價上的優惠，使得民眾有搭乘大眾運輸系統之誘因。

本文建議除了培養民眾搭乘大眾運輸系統習慣的運輸政策之外，由於本研究顯示商業發展對於捷運旅運量的影響極為顯著，應可推知都市商業發展對於大眾運輸需求之重要性。另外，亦可透過運輸路網規畫、停車費調漲等抑制私人運具的政策以進一步有效提高大眾運輸系統的使用率。



## 參考文獻

### 中文部分

- 黃國平與廖章鈞 (2005), 「都市捷運供給與需求之系統關係及績效評估指標」, 《2005 年全國土地開發與管理研討會》, B2-10-B2-17, 台南: 長榮大學土地管理與開發學系暨研究所。
- 林楨家與楊恩捷 (2006), 「都市型態對旅運需求影響之結構化分析」, 《運輸學刊》, 18, 391-416。
- 馮正民與黃台生 (2006), 「捷運與公車雙向轉乘優惠效益分析研究」, 國科會委託計畫, 國立交通大學交通運輸研究所。
- 林楨家與施亭仔 (2007), 「大眾運輸導向發展之建成環境對捷運運量之影響—台北捷運系統之實證研究」, 《運輸計劃季刊》, 36, 451-476。
- 詹盛元 (2009), 「大眾捷運系統運輸業基本資料」, 《台灣經濟研究院產經資料庫》。

### 英文部分

- Bekő, J. (2003), "Demand Functions for Services of Public Railway Passenger Transportation: An Empirical Analysis for Slovenia," *Managing Global Transitions*, 1, 135-152.
- Berechman, J. (1993), *Public Transit Economics and Deregulation Policy*, Amsterdam: North-Holland.
- Bhattacharjee, D., S. W. Haider, Y. Tanaboriboon, and K. C. Sinha (1997), "Commuters' Attitudes Towards Travel Demand Management in Bangkok," *Transport Policy*, 4, 161-170.
- Boyer, K. D. (1998), *Principles of Transportation Economics*, New York: Addison-Wesley.

- Bresson, G., J. Dargay, J. L. Madre, and A. Pirotte (2003), "The Main Determinants of the Demand for Public Transport : A Comparative Analysis of England and France Using Shrinkage Estimators," *Transportation Research Part A*, 37, 605-627.
- Doi, M. and W. B. Allen (1986), "A Time Series Analysis of Monthly Ridership for an Urban Rail Rapid Transit Line," *Transportation* , 13, 257-269.
- Durbin, J. and G. S. Watson (1950), "Testing For Serial Correlation in Least Squares Regression," *Biometrika* , 37, 409-428.
- Fitzroy F. and I. Smith (1995), "The Demand for Rail Transport in European Countries," *Transport Policy*, 2, 153-158.
- Gaudry, M. (1975), "An Aggregate Time-Series Analysis of Urban Transit Demand : The Montreal Case," *Transportation Research* , 9, 249-258.
- Hendrickson, Chris (1986), "A note on Trends in Transit Commuting in the United States Relating to Employment in the Central Business District," *Transportation Research Part A*, 20A, 33-37.
- Ibrahim, M. F. (2003), "Improvements and Integration of a Public Transport System : The Case of Singapore," *Cities*, 20, 205-216.
- Newey, W. and K. West (1987), "A simple Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix," *Econometrica*, 55, 703-708.
- Spencer, A. H. and L. S. Chia (1985), "National Policy Toward Cards: Singapore," *Transport Review*, 5, 301-323.
- Tang, S. and H. K. Lo (2008), "The Impact of Public Transport Policy on the Viability and Sustainability of Mass Railway Transit – The Hong Kong Experience," *Transportation Research Part A*, 42, 563-576.
- Taylor, B. D., D. Miller, H. Iseki, and C. Fink (2009), "Nature and/or Nuture? Analyzing the Determinants of Transit Ridership Across US Urbanized Areas," *Transportation Research Part A*, 43, 60-77.