

臺中市 2009 年免費公車政策對 搭乘人數之影響

汪志忠*、鄭雅云**

摘 要

本研究的主要目的是評估臺中市免費公車政策對於公車搭乘人數的影響，主要使用 2004 年 3 月至 2009 年 10 月之臺中市公車搭乘人數之月資料，針對 2009 年 5-10 月所實施的免費公車政策，使用單根檢定與時間數列模式，建立沒有實施免費公車政策的公車搭乘人數預測值，並藉由比較公車搭乘人數的預測值與實施免費公車政策期間的實際值，實證分析免費公車政策是否具有提高公車搭乘人數之總體效果。研究結果顯示：免費公車政策的實施確實具有增加搭乘人數的效果，臺中市 2009 年 5-10 月所實施的免費公車政策，平均每月增加約 14 萬人次的公車搭乘人數，每月公車搭乘人數平均約提升 6.9%。

關鍵詞：免費公車、搭乘人數、時間數列模式

* 東海大學行政管理暨政策學系副教授，電子郵件：wcc2008@thu.edu.tw。

** 修平科技大學應用財務金融系助理教授。

壹、前言

都市運輸能否邁向永續發展，建立健全的都市大眾運輸系統是相當重要的關鍵治理因素，而對於部分財源不足而尚未能提供大眾捷運系統服務的都市而言，都市大眾運輸的發展則有賴於公車系統的推動與革新，這樣除了可以先培養出民眾搭乘大眾運輸的習慣，更重要的是要建立足夠的大眾運輸搭乘量，以作為後續發展大眾捷運系統的運量基礎。在這樣的脈絡下，臺中市政府在 2000 年時為了改善公車搭乘人數逐年下降的困境，啟動了公車再發展的計畫，而經過十幾年的努力後，目前臺中市應該可以算是已經成功擺脫公車服務輸送的治理困境。

基本而言，臺中市政府為強化公車系統之持續發展，自 2002 年推出「高潛力公車路網計畫」(High Bus) 至今，期間陸續使用免費公車政策、持續改善公車路網、強化營運模式、甚至於 2014 年 8 月試營運的公車捷運系統 (Bus Rapid Transit, 簡稱 BRT)，目的都是期望能夠吸引更多的民眾搭乘公車。但是，在這樣的發展過程中，比較受到關注的政策學習焦點是免費公車政策的使用。根據過去的公車發展經驗，政府部門為強化大眾運輸使用，免費公車政策雖然不是常見的政策工具，但是近幾年已出現在美國、加拿大、德國與比利時等地的大眾運輸發展策略中 (Bamberg and Schmidt, 2001; Heath and Gifford, 2002; Brown et al., 2003; Witte et al., 2006; Vobora, 2008)。免費公車政策的主要政策目標是期望透過免費的誘因，促使民眾改變使用私人運具的習慣 (Fujii and Kitamura, 2003: 82)，提升大眾運輸的使用率，因此免費公車政策是否能實質提高大眾運輸使用，應該是評估可否支持此一政策工具之重要參考基準 (陳敦基, 2001: 122)。再者，政策的成本效益分析應該是政策行動的重要關鍵之一 (汪明生、蘇明敏, 2002: 135)，且對於大眾運輸的政策評估，理應追求更具成本效果的分析方法 (Leland and Smirnova, 2009: 856)，並應避免淪為甘霖普降的政策錢坑 (湯京平、廖坤榮, 2004: 17)，而這些都在在顯

示評估免費公車政策成效的必要性。

基此，本研究的主要研究問題，就是在臺中市的公車發展過程中，免費公車政策是否對於大眾運輸使用（公車搭乘人數）具有實質正向影響。事實上，僅有的個體實證研究對於免費公車政策的看法是不一致的，例如 Fujii 與 Kitamura（2003）支持免費搭乘與大眾運輸使用的理論預期關係，但是 Witte 等人（2006）與 Vobora（2008）就認為免費公車並不是吸引潛在或是既有的公車搭乘者的主要影響因素，甚至不建議實施免費公車。

本研究比較特別的是：過去關於免費公車政策的研究多以簡單的事後比較分析（Bamberg and Schmidt, 2001; Heath and Gifford, 2002; Brown et al., 2003）或是個體實證研究（Fujii and Kitamura, 2003; Witte et al., 2006; Vobora, 2008）為主，但是對於免費公車政策的總體性時間效果的實證評估成果，至今仍付之闕如，關鍵原因即在於缺乏可用的總體分析資料，所以過去多以個體調查進行探討。但是很難得的是在臺中市的免費公車政策實施過程中，卻出現適合總體分析方法的資料區間，也因此才有機會從總體性的分析觀點，檢驗免費公車政策是否具有增加公車搭乘人數的政策總體效果。

基於上述，本研究將針對臺中市，進行免費公車政策對於公車搭乘人數影響的實證分析，主要使用時間數列分析方法進行分析與評估，從總體分析的途徑，嚴謹地檢驗免費公車政策，以作為未來各地方政府實施免費公車政策的參考。

貳、文獻探討

在當前的都市交通治理上，免費公車政策的實施是否能有效留住既有的公車乘客與吸引更多的非大眾運輸旅次，以創造更多的民眾成為公車族，相信無論在理論或是實務上，都是值得研究的問題。有鑑於此，為有助於讀者掌握本文的整體研究脈絡，本節首先說明臺中市公車再發展之重要過程，以使讀者了解臺中市實施免費公車政策的具體時點與方式；接著

說明免費公車政策文獻的探討成果，以作為後續分析上的論據。

一、臺中市公車再發展之重要歷程

2000 年時，臺中市政府為了改善公車搭乘人數逐年下降的困境，透過政策的重新定焦，重新規劃營運路線與經營方式，於 2002 年 8 月正式推出嶄新的「高潛力公車路網計劃」營運路線，試圖逐漸增加臺中市公車搭乘人數。2002 年 8 月推出的「高潛力公車路網計劃」初期並試辦實施 6 個月的免費乘車計畫，是臺中市第一次使用免費公車這項政策工具，免費政策實施後也確實出現暫時性的政策效果（汪志忠、鄭雅云，2011：166）。

2004 年 3 月，臺中市政府再推出「高潛力公車路網計劃二期」，大幅強化公車服務路線與班次；2005 年起更是針對市區客運業者，每年進行市區公車營運與服務評鑑，評鑑結果除提供業者改善參考之外，並作為業者獎懲、路線接續許可申請與營運虧損補貼之依據，使得公車服務品質得以日益提升；除此之外，臺中市政府也逐步推動 LED 智慧型站牌、公車動態手機查詢系統、車內站名播報與路網轉乘查詢系統，廣泛地提供公車動態資訊以供車內、外乘客使用，同時也引進低底盤公車，提供更為優質的乘車環境與服務品質，以持續吸引更多民眾與潛在公車旅客搭乘公車，因此自 2004 年 3 月起，公車的搭乘人數也開始呈現穩定的波動成長。

經過 5 年，直到 2009 年 5 月，臺中市政府推出「TTJ 捷運公車」的營運概念，也再次運用「免費公車」這項政策工具¹，提供為期 6 個月的免費搭乘措施，投入成本約 2.5 億元；2011 年 6 月至今，臺中市政府再推出「愛上巴士 i384 悠遊山海屯」之行銷策略²，民眾只要持有電子票證，

¹ 執行期間是 2009 年 5 月 18 日至 11 月 17 日，為期半年。免費方式分兩部分，第一種是每週一至週五，上午 7-9 時以及下午 5-7 時，民眾只要持臺灣通（臺中 e 卡通）於上、下車時刷卡，即可享受免費搭乘臺中市境內 45 條市區公車；第二種是針對 7 條快捷公車路線的全天候免費搭乘，民眾只要持臺灣通（e 卡通）及悠遊卡在上、下車刷卡，即可免費搭乘。

² 臺中縣市合併後，臺中市政府再加碼推出「愛上巴士 i384 悠遊山海屯」公車優惠措施，讓合併後的大臺中公車更便利，更省錢。「愛上巴士 i384 悠遊山海屯」的「i」代表智慧公車，可以用手機查詢公車動態，「3」代表 300 號以下的市區公車都同享 8 公里免費優惠，「8」代表優惠里程的 8 公里 20 元免費，「4」代表悠遊卡、臺灣通、高捷卡、ETC 卡四卡皆通用，這也是全國首創市區公車全面接受 4 種電子票證多卡通。

即可以享有搭乘市區公車 8 公里以內免費的服務，而隨著公車搭乘人數的增加，雖然臺中市政府目前每年約需花費 20 億元補貼，但是此政策也為臺中市帶來「8 公里的幸福」的城市幸福感³，並成為各地方政府仿效與學習的對象⁴。

二、免費公車政策的理論探討

國內學者陳敦基（2001：122）在「都市優先發展大眾運輸的經濟性策略」文中指出，低價政策雖然具有照顧社會中低收入族群之福利意涵，然而低廉票價之主要目的在於提升大眾運輸的使用率，故其是否能發揮提高大眾運輸比率之效果，將是評估可否支持此一策略之重要參考基準。其次，提高大眾運輸市場佔有率是改善都市交通問題之正確方向，但在策略上，重點應在尋找如何穩固既有大眾運輸之客源，以及如何吸引非大眾運輸旅次之轉移。

美國、加拿大、德國與比利時都曾經對學生提供免費運輸服務。美國大學根據每年學生搭乘大眾運輸的預期人數支付運輸公司費用，學生藉學生證免費搭乘大眾運輸，有超過 50 所大學實施與 80 萬名學生使用；1900 萬德國學生則是約有三分之一受益，加拿大則是有五所大學實施，而這樣的措施大致上增加了大眾運輸的使用（Bamberg and Schmidt, 2001; Heath and Gifford, 2002; Brown et al., 2003）。

「免費公車」的實證探討首見於 Fujii 與 Kitamura（2003）之研究，其以 43 位小客車駕駛者為目標樣本，提供 23 位駕駛者一個月的免費公車票證，另外 20 位則未提供免費公車票證，並分別在立即實施前、立即實施後與實施一個月後，分別記錄各位駕駛者使用機動車輛與公車的態度取向、習慣與使用頻率，分析這種短期改變的免費公車措施是否可能衍生持續增加駕駛者的大眾運輸使用。研究結果發現，當公車導向態度愈正面時，則大眾運輸使用的頻率增加愈多；同時，無論是免費公車票證試驗之

³ 八公里的幸福一文是由生態作家劉克襄所撰寫，發表於 2012 年 10 月 19 日的聯合報，全文詳見 <http://paper.udn.com/udnpaper/PID0030/225466/web/>。

⁴ 臺中市公車再發展之執行成效，獲得行政院「101 年度行政院與所屬中央及地方各機關建立參與及建議制度－地方治理與區域均衡」類組特等獎的肯定。

前或是實施一個月後，使用機動車輛的習慣降低了；再者，公車使用習慣性的增加對於公車使用的頻率的增加有極大的效果。這樣的結果表示這種針對特定標的對象，提供汽車駕駛者短期免費公車票證可以是一項將機動化旅運需求轉換成大眾運輸需求的交通治理工具。

另外，Witte 等人（2006）在比利時布魯塞爾（Brussels）Flemish 地區，分析 2003-2004 年間實施 26 歲以下的大學生免費大眾運輸的政策效果，驗證免費大眾運輸是否真有助於創造更為永續的移動性（mobility）。Witte 等人訪談與調查兩群使用大眾運輸的學生（其中一群可免費搭乘，另一群則不能免費搭乘），了解這兩群學生在免費大眾運輸實施前後，在旅次數、運具選擇等旅運行為的改變。研究結果指出：對於受益於免費大眾運輸的學生而言，大眾運輸的使用率確實增加了，但是對於並未受益於免費大眾運輸的學生而言，大眾運輸的使用率反而遠超過那些受益於免費大眾運輸的學生。

Vobora（2008）則提出一份有關於美國奧瑞崗州（Oregon）Lane Transit District（簡稱 LTD）免費公車服務運轉系統的回顧報告。報告首先指出 LTD 免費公車系統的建置動機不單只是為了增加搭乘人數，降低交通擁擠與減輕社區的碳足跡（carbon footprint）也是考慮的動機。研究報告首先指出由於 LTD 無法吸收費率收入上的損失（實施免費公車政策的成本為每年約 500 萬美元），因此基於成本考量，LTD 當局並不建議實施免費公車系統，且免費公車系統的實施應該被重新檢驗。其次，研究報告進一步根據澳洲 Capital Metro 免費公車的乘客調查結果，指出對於潛在或是既有的公車搭乘者而言，免費搭乘不是主要的影響因素，最重要的五項影響因素分別是安全、準時、路線便利性、車內清潔與服務頻率；同樣地，LTD 的調查資料也指出對於潛在的公車搭乘者而言，免費搭乘不是主要的影響因素。

綜合文獻探討可以發現：在政策原理上，雖然 Fujii 與 Kitamura（2003）對於汽車駕駛者的研究證實了免費搭乘的正向預期關係，但較新的研究如 Witte 等人（2006）與 Vobora（2008），則是認為對於潛在的公車搭乘者而言，免費搭乘並不是主要的影響因素，且免費搭乘並未發生預期效果，符合公共運輸的價格彈性偏低的經驗說法；Witte 等人（2006）更是認為

應該考慮營運成本，不建議實施免費公車；而在研究途徑上，Fujii 與 Kitamura (2003)、Witte 等人 (2006) 與 Vobora (2008) 無論是事前與事後比較、群體比較或是乘客調查等研究途徑，都是屬於個體層次的分析研究，著重在個體使用行為，基本上多屬於橫斷面的分析研究，而這樣的政策影響研究事實上對於掌握政策實施的總體效果與總體變遷是較為不足的（張學孔、陳信雄，1997；Lleras-Nuney, 2003；莊奕琦、賴韓文，2008），而本研究則可以彌補免費公車政策分析在總體效果分析上的不足。

參、方法、分析方式與資料

一、方法

本研究將以時間數列分析方法進行免費公車政策的影響分析，而時間數列分析方法基本上就是一種優異的研究方法，尤其在政策效果的評估上，時間數列分析方法可以有效區別政策總體效果（張學孔、陳信雄，1997；黃昱瞳等人，2002；Herwartz and Theilen, 2003；楊銘欽等人，2004）。其次，時間數列分析是屬於動態系統，是一種隨時間連續觀察所產生有順序的觀察值之集合，可以藉由合適的機率模式說明這些觀測值間的相依性，預測該數列未來的趨勢，檢視某特定事件介入對該數列的影響。而在時間數列模式的選擇方面，最常被使用的就是 ARIMA (Autoregression Integrated Moving Average) 模式 (Box and Jenkins, 1976)，或稱自我迴歸整合性移動平均模式。實務運用時，基本上會根據數列本身的型態加上適合度檢定，以決定最合適的模式型態。

但是在進行時間數列模式的估計之前，通常必須先確認時間數列資料為穩定 (stationary)。傳統的計量模型在做統計推論時皆假設變數為穩定，因此在進行時間數列分析時，必須先使用單根檢定 (unit root test) 判斷原始數列之穩定性，若原始數列不穩定，則必須使用變數轉換以產生穩定

的數列，之後方可進行模式估計，以避免模式估計結果因為變數的穩定性問題而導致估計偏誤，出現虛假迴歸（spurious regression）之情形，也就是過度拒絕虛無假設，致使估計結果不具意義（Granger and Newbold, 1974）。

以下，摘要說明單根檢定與時間數列模式 ARIMA 的操作內涵。

（一）單根檢定

單根檢定是進行時間數列分析之實證研究時的首要工作，該檢定可檢視時間數列是否為穩定數列，而其中最常被使用的單根檢定法是 ADF（Augmented Dickey-Fuller）檢定法（Said and Dickey, 1984），但是在 ADF 檢定方法中，由於虛無假設均設定為數列有單根，對立假設為數列沒有單根，因此除非有很強的證據拒絕單根假設，否則將接受數列有單根。此外，即使拒絕有單根的虛無假設，得到的證據只是該數列沒有單根，但實際上並無法證明數列是穩定，於是 Kwiatkowski 等人（1992）提出 KPSS 檢定法，以數列穩定為虛無假設，數列有單根為對立假設。

有鑑於此，為強化分析的嚴謹性，本研究將同時使用虛無假設為數列有單根的 ADF 檢定方法與虛無假設為數列穩定的 KPSS 檢定方法，以具體呈現各數列之穩定性質。

（二）時間數列模式 ARIMA

Box 與 Jenkins（1976）的總體效果 ARIMA 包括自我迴歸、整合與移動平均，分別以 p 代表自我迴歸級數， d 代表整合級數， q 代表移動平均級數，以 ARIMA (p, d, q) 表示。基本上，ARIMA (p, d, q) 模式是一種單變數時間數列的資料產生過程，由資料的過去實際值和隨機振動（random shock）來組成時間數列，主要係將自我迴歸程序與移動平均程序兩個不同的部份，整合至同一方程式之內（Bashier and Talal, 2007），目的是期望自時間數列中萃取出所有可能的資訊，使得誤差項的分配為白噪音干擾。

因此，當經 d 次差分後之時間數列為穩定時，我們可以根據 ACF（Autocorrelation Function）與 PACF（Partial Autocorrelation Function），

決定穩定數列之 AR 與 MA 模式的落後期數 p 、 q (Hannan, 1980)，接著使用普通最小平方法進行估計，找到一組自我迴歸參數和一組移動平均參數。最後則是進行模式診斷，而診斷時間數列模式的參數估計是否合適的基礎，主要是看模式的隨機誤差項是否為常態分配且彼此獨立，也就是隨機誤差項應該近似於白噪音 (white noise) 過程，而常用的檢定法為 Q 檢定 (Ljung and Box, 1978)，若 Q 值不顯著，則模式可被接受。

以上所述為時間數列模式 ARIMA 的基本理論，然若在研究過程中發現在某一固定的時間間隔上，時間數列重複出現某種特性，則表示資料可能具有季節循環。基本上，判斷月資料是否具有季節性的標準，可檢視期數 $s=12, 24, 36$ 時的自我相關係數是否與 0 有顯著差異。若自我相關係數與 0 無顯著差異，代表各年中同一月份不相關，時間數列不存在季節性；反之，若自我相關係數與 0 具顯著差異，則存在季節性，此時則模式可假設為季節相乘性模式，模式型態為 $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ ，其中 P 稱為季節性自我迴歸參數， Q 稱為季節性移動平均參數， D 稱為季節性差分， s 代表季節性的週期 (黃宗成，2008；林茂文，2006)。

二、分析方式

時間數列模式的重要特性，就是用自己過去的歷史資料當作解釋變數，且每一個觀察值之間皆有關聯性，而事實上每一個觀察值就是在不同環境變動因素下的綜合影響結果，因此時間數列分析能夠反映社會經濟現象的發展過程和規律性，有效根據過去的變化趨勢進行預測 (林茂文，2006)。本研究將以時間數列模式評估免費公車政策對於公車搭乘人數的影響，分析方式如圖 1，說明如下：

1. 如果沒有實施免費公車政策，則公車搭乘人數的可能發展趨勢應如圖 1 中之趨勢線 L1，而基本上 L1 可以藉由政策開始時間 (TS) 之前的歷史資料建立 ARIMA 模式後，再透過預測產生。因此，當估計出政策開始到政策結束之間各月之公車搭乘人數之預測值後， $\Delta q1$ 即是沒有實施免費公車政策所形成的自然改變量，基本上是因為人口、經濟成長、都市發展以及其它非免費公車政策等因素的整體變化所造成，屬於自然成長，而透過時間數列的自我迴歸方法，這些因素的訊息都會

充分反映在各時期的公車搭乘人數這項變數內。

- 實際上，免費公車政策的實施，使得公車搭乘人數的發展趨勢可能改變為圖 1 中之趨勢線 L2，因此若針對政策開始到政策結束這段期間，比較各月之公車搭乘人數之預測值與實際值，可以得到 Δq_2 ，而 Δq_2 即是免費公車政策對公車搭乘人數的影響值。

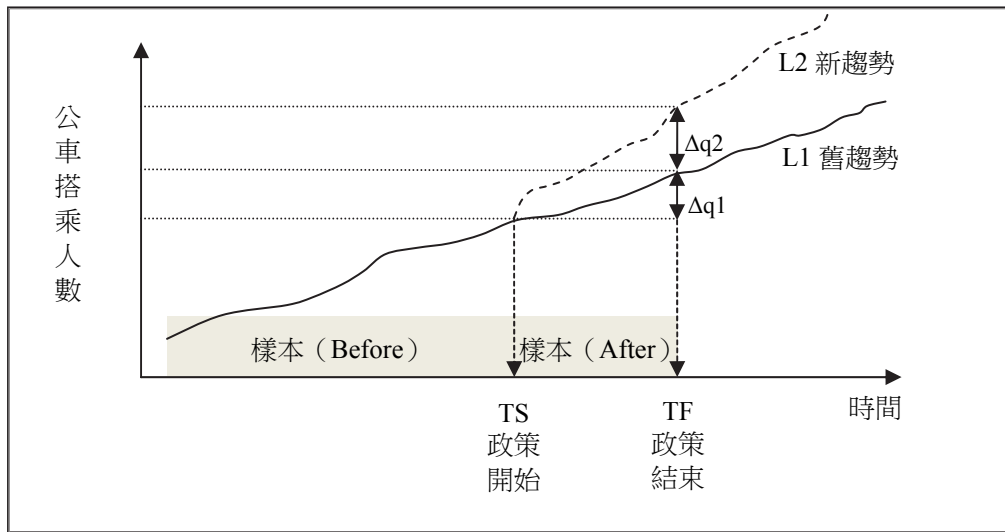


圖 1 分析方式

資料來源：作者自繪。

三、資料

免費公車政策是否確實增加了公車搭乘人數？事實上，對於這樣的實證問題，是否有足夠而且適當的總體資料作為分析基礎是相當關鍵的，因為若沒有足夠的歷史資料，我們將無法建立合理的預測模式，當然也就無法根據圖 1 的分析方式進行比較，而這也正是過去免費公車研究多以個體層面進行分析探討的原因。因此，本研究首先整理臺中縣市合併前的臺中市公車搭乘人數統計資料⁵，也就是 2002 年 1 月至 2010 年 10 月之臺中市公車之月搭乘人數資料(請參考附錄)，製作公車每月搭乘人數之趨勢圖，如圖 2。

⁵ 臺中縣市合併後即將原屬臺中縣的公車業者納入，因此產生了公車搭乘人數會出現結構性的改變，因此本研究一開始即暫時排除縣市合併後的公車搭乘人數統計資料。



圖 2 臺中市公車每月搭乘人數

資料來源：作者自繪。

基本上，臺中市公車搭乘人數的發展可以分成四個時期，第一時期可稱之為臺中市公車再發展之啟動期，觀察第一時期之運量變化可以發現，當在 2002 年 8 月，「高潛力公車路網計劃」搭配實施 6 個月的免費公車，臺中市每月公車搭乘人數從之前的約 40 萬人次立即驟增至 100 萬人次以上，並維持至 2003 年 1 月，而這種結構性的公車搭乘人數驟增，也明顯指出整體方案的有效性，但實際上並無法判斷效果的來源；第二時期，也就是 2003 年 2 月，此時因為免費公車已結束，可以發現每月公車搭乘人數立即驟降至約 80 萬人次左右，之後則是在 70-80 萬人次之間上下波動，且呈現微弱下滑趨勢；第三時期，也就是 2004 年 3 月，此時臺中市推出「高潛力公車路網計劃二期」，且直至 2009 年 5 月免費公車政策再度介入之前，每月公車搭乘人數的整體變化趨勢呈現波動成長型態，可稱之為波動成長期；第四時期，也就是 2009 年 5 月，免費公車政策再度實施，可以發現每月公車搭乘人數並未出現立即驟增的現象，但整體而言仍有向上波動成長的現象（汪志忠、鄭雅云，2011：168）。

根據圖 2 可以發現：很難得的是在臺中市的公車再發展過程中，在第四時期的第二次免費公車政策實施前，也就是 2004 年 3 月至 2009 年 10 月，有長達 5 年的自然成長期，而這 62 筆的觀察值，基本上符合時間數列的建模需求，更重要的是此期間並無其它政策因素的介入，可以說是相當有價值且寶貴的實證資料。

因此，本研究將使用臺中市政府交通處提供之 2004 年 3 月至 2009 年 10 月之公車每月搭乘人數資料，其中免費公車政策實施之前的歷史資料（2004 年 3 月至 2009 年 4 月）將作為建模資料；模式建立後，若這段期間沒有實施免費公車政策，則可以產生公車每月搭乘人數的預測值 F_m ；而政策實施後，2009 年 5 月至 2009 年 10 月的實際公車每月搭乘人數為 A_m ，此時比較 F_m 與 A_m 兩數列，將可以具體檢驗免費公車政策對於公車搭乘人數的影響。

肆、分析結果

一、資料穩定性

在單根檢定方法上，本研究將分別以虛無假設為數列有單根的 ADF 檢定方法，以及虛無假設為數列穩定的 KPSS 檢定方法，檢定數列的穩定性質，以比較數列在不同的檢定方式下所呈現的穩定性質，檢定結果如表 1。

表 1 ADF 與 KPSS 檢定結果

變數	ADF 單根檢定 (t 值)	KPSS 單根檢定 (LM 值)
		H0：數列有單根 H1：數列穩定
Ridership	非穩定 (-2.6208)	非穩定 (0.9087***)
Δ Ridership	穩定 (-4.3292***)	穩定 (0.1816)

註：***表示顯著水準為 1%。

資料來源：作者自行整理。

根據表 1 可以發現：原始變數 Ridership (公車搭乘人數) 並不穩定，而一階差分轉換後變數 Δ Ridership 之 ADF 與 KPSS 兩種檢定結果均一致指出 Δ Ridership 為穩定數列，表示本研究所考慮的原始變數 Ridership 經過一階差分轉換後，數列已呈現穩定，故整合級數 d 值為 1。

二、模式估計

根據前述單根檢定結果，可以確定模式整合級數為 1。因此再根據 ACF 與 PACF 之模式估計原則，以及數列資料呈現的月循環現象，本研究最後得到每月公車搭乘人數之最佳時間數列模式為 $ARIMA(1,1,0)(1,0,0)_{12}$ ，係數估計結果如表 2，其中模式之調整後 R^2 值為 0.831，具有良好的解釋能力，且所有係數在 5% 的顯著水準下都呈現顯著，加上 Q 值不顯著，表示模式合理且可以被接受。其次，進一步計算模式之樣本內預測誤差 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)，結果顯示 MAPE 為 6.02%，低於 10%，屬於具有高預測能力之模式 (Lewis, 1982)。

表 2 每月公車搭乘人數之最佳時間數列模式

依變數 Δ Ridership	係數 (標準誤)
AR(1)	-0.361**(0.136)
SAR(1)	-0.399**(0.163)
Constant	197.896
Adj. $R^2=0.831$	
Q=7.777 (p=0.955)	
MAPE=6.02%	

註：**表示顯著水準為 5%。

資料來源：作者自行整理。

三、預測與影響分析

根據前一小節所建立的模式，可以進一步運算 2009 年 5-10 月的預測值 F_m 、以及預測值 F_m 之 95% 信賴區間上下限值，接著並計算免費公車政策對公車搭乘人數的影響值 Δq_2 ，結果整理如圖 3 與表 3。根據圖 3 與表 3，我們可以發現：2009 年 5-10 月的實際值幾乎都高於預測值，除了 2009 年 5 月的實際值低於預測值之外，之後各月的實際值都高於預測值，也就是影響值多數為正值，尤其是 2009 年 7 月與 10 月，影響值更超過 27 萬人次，當月公車搭乘人數的成長率超過 14%。

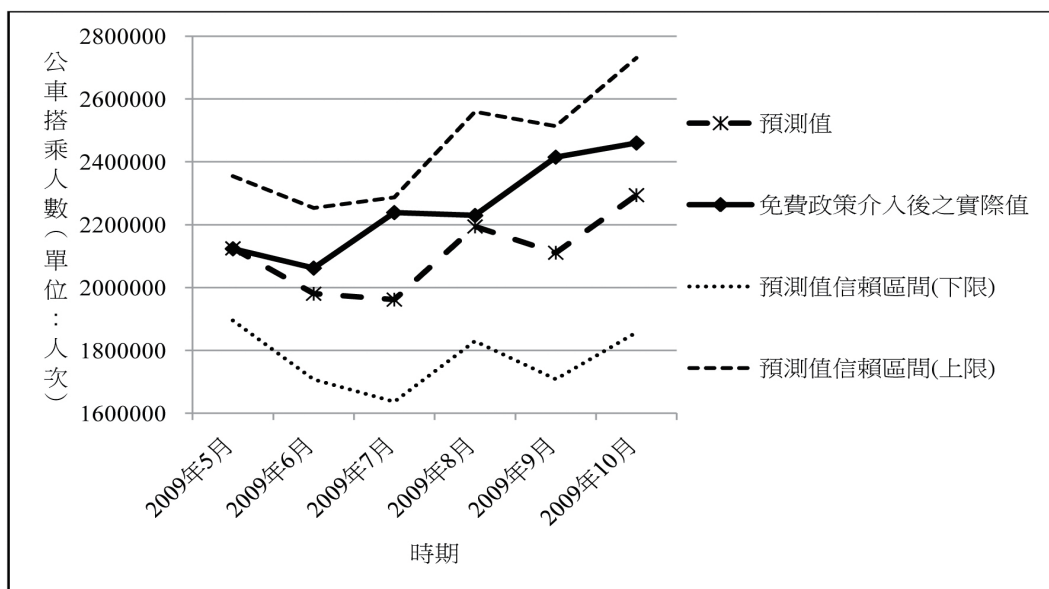


圖 3 公車搭乘人數之預測值與實際值之比較

資料來源：作者自繪。

表 3 免費公車政策對公車搭乘人數的影響分析

時期	預測值 F_m (自然成長)	信賴區間 (下限、上限)	實際值 A_m (政策介入後)	Δq_2 ($A_m - F_m$)	成長率 ($\Delta q_2 / F_m$)
2009年 5月	2,124,821	(1,894,917、 2,354,726)	2,123,462	-1,359	-0.06%
2009年 6月	1,980,586	(1,707,773、 2,253,400)	2,061,952	81,366	4.11%
2009年 7月	1,961,788	(1,636,663、 2,286,913)	2,238,693	276,905	14.11%
2009年 8月	2,194,570	(1,829,505、 2,559,634)	2,229,485	34,915	1.59%
2009年 9月	2,110,929	(1,708,248、 2,513,610)	2,415,006	304,077	14.40%
2009年 10月	2,294,102	(1,857,577、 2,730,626)	2,460,029	165,927	7.23%
平均值	2,111,132			143,639	6.90%

註：預測值、信賴區間、實際值、 Δq_2 的單位皆為人次。

資料來源：作者自行整理。

然而我們也發現，2009 年 6-10 月的實際值都未能超過預測值的信賴區間上限，但是基本上而言，針對 2009 年 5-10 月的 6 個比較樣本，事實上有 5 個月的公車搭乘人數實際值都明顯高於預測值，而這樣的證據也明確指出一個事實，就是在臺中市公車發展進入自然成長期時，免費公車政策的實施可能具有實際的效果，而根據表 3，在 2009 年 5-10 月所實施的免費公車政策，我們認為免費公車政策平均每月增加約 14 萬人次的公車搭乘人數，每月公車搭乘人數平均約提升了 6.9%。

除此之外，如果進一步觀察 2009 年免費公車政策結束後的搭乘人數，也就是圖 2 與附錄中的 2009 年 11 月至 2010 年 10 月的搭乘人數資料，我們可以發現當免費公車政策結束後，實際搭乘人數並沒有出現結構性的大幅衰退現象，反而各月的搭乘人數都比前一年同期的搭乘人數高，呈現的是一種持續波動成長的現象與趨勢，而這樣的現象，或許也某種程度的指出 2009 年免費公車政策可能具有後續性效果，也就是雖然取消了免費搭乘，但搭乘人數卻依然成長。

伍、結論與建議

由於過去一直受限於總體資料的限制，基本上很難客觀地評斷免費公車政策的總體效果，加上個體研究所呈現的政策建議也不一致（Fujii and Kitamura, 2003; Witte et al., 2006; Vobora, 2008），因此對於免費公車政策是否有效，在缺乏具體的證據之前，免費公車這種雨露均霑式的政策方案通常可行性極高，也不太容易遭受到民眾的反對，但是在地方財政資源的分配上，卻也不免屢屢造成浪費的爭議。基此，本研究針對免費公車政策，使用 2004 年 3 月至 2009 年 10 月之公車每月搭乘人數資料，運用時間數列分析方法，嘗試從總體分析的研究途徑，實證分析免費公車政策是否具有提高大眾運輸搭乘人數之效果，而研究結果顯示：在臺中市公車發展進入自然成長期時，免費公車政策的實施確實具有增加搭乘人數的效果，分析結果指出臺中市 2009 年 5-10 月所實施的免費公車政策，平均每月增加

約 14 萬人次的公車搭乘人數，每月公車搭乘人數平均約提升了 6.9%。

整體而言，本研究已對免費公車政策的總體效果提供了相對客觀的證據，這樣的研究發現除了有助於臺中市政府具體理解這項政策的實質效果，更重要的是也為國內的都市公車發展與免費公車政策的連結，提供了具體的政策實施參考依據，也讓都市交通治理有更符合成本效果的治理論據。

另外，本研究建議在實證成果的運用方面，應該注意實證內容的有限性，第一是受限於免費公車政策之實施期間只有 6 個月，因此本研究之實證比較樣本也僅有 6 個，基本上難以透過統計檢定方法，檢驗政策影響值的平均值的顯著性，此為實質資料所產生的研究限制；第二，本次實證的標的是臺中市於 2009 年 5 月至 11 月所實施的免費公車政策，提供的免費方式僅有尖峰時段免費與特定路線的全天候免費，因此未來在應用免費公車政策時，必須考慮免費公車政策的實質內容差異，也就是雖然同樣是免費公車政策，但是各地方政府考慮財政因素，所提供的免費內容可能就會有所不同，譬如全里程免費或是 8 公里內免費、全天候免費或是尖峰時段免費、所有路線免費或是部分特定路線免費等，而作者要提醒的就是，當免費公車政策的內容不同時，事實上可能會造成政策吸引力的差異，進而導致免費公車政策的效果產生差異。

最後，在臺中縣市合併後，臺中市又於 2011 年 6 月實施「愛上巴士 i384」免費公車政策，這個政策方案與 2009 年實施的 6 個月免費公車政策有很大的不同，除了全天候免費，還有免費路線的持續增加，更特別的是轉變為非短期政策。在這樣的情況下，臺中市公車的每月搭乘人數，也從 2011 年 1 月的約 308 萬人次，大幅提升至 2013 年 12 月的約 1003 萬人次，3 年間增加約 700 萬的搭乘人數，成長約 2.25 倍，而這樣大幅成長的主要原因，作者認為除了因為縣市合併後，為了擴大服務而持續增加營運路線所造成的搭乘人數成長，另外就是「愛上巴士 i384」免費公車政策，可能真的對於 2011-2013 年間的搭乘人數成長產生了可觀的助力。但是作者也要特別指出，類似「愛上巴士 i384」這樣非短期的免費公車政策，事實上更應該要注意政策的成本效益，而究竟「愛上巴士 i384」這種非短期的免費公車政策的實際效果為何，相信是未來值得探討的研究議題。

參考文獻

一、中文部分

- 汪志忠、鄭雅云，2011，〈都市交通治理與永續發展：台中市免費公車個案探討〉，張世賢（編），《地方治理與永續發展：慶祝中華民國建國 100 年學術研討會論文集》，臺北：文化大學華岡出版部，頁 163-172。
- 汪明生、蘇明敏，2002，〈空氣污染防治政策分析－環保政策之成本效益分析〉，《中國行政評論》，11（4）：127-144。
- 林茂文，2006，《時間數列分析與預測》，臺北：華泰。
- 莊奕琦、賴韓文，2008，〈影響教育成究的因素及九年國民義務教育政策效果評析：台灣實證〉，《人文及社會科學期刊》，20（1）：25-65。
- 張學孔、陳信雄，1997，〈An Assessment of the Effect of Contraflow Bus Lane on Ridership〉，《運輸計畫季刊》，26（3）：577-591。
- 陳敦基，2001，〈都市優先發展大眾運輸的經濟性策略〉，《經濟前瞻》，75：121-124。
- 黃宗成，2008，〈台南市歷史文化財遊客人數時間序列分析－ARIMA 之建構與實證〉，《公共事務評論》，9（2）：115-139。
- 黃昱瞳、楊長興、薛亞聖，2002，〈全民健保實施牙醫總額預算制度對醫療資源分布的影響評估〉，《臺灣公共衛生雜誌》，21（6）：403-410。
- 湯京平、廖坤榮，2004，〈科技政策與民主化：台灣發展電動機車經驗的政治經濟分析〉，《公共行政學報》，11：1-34。
- 楊銘欽、李姣姿、邱尚志，2004，〈供需成本節制對健保醫療費用影響之時間序列分析〉，《臺灣公共衛生雜誌》，23（5）：377-387。

二、英文部分

- Bamberg, S., and P. Schmidt. 2001. "Theory-Driven Subgroup-Specific Evaluation of an Intervention to Reduce Private Car Use." *Journal of Applied Social Psychology*, 31(6): 1300-1329.
- Bashier, A. A., and B. Talal. 2007. "Forecasting Foreign Direct Investment Inflow in Jordan: Univariate ARIMA Model." *Journal of Social Sciences*, 3(1): 1-6.
- Box, G. E. P., and G. M. Jenkins. 1976. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.

- Brown, B. B., C. M. Werner, and N. Kim. 2003. "Personal and Contextual Factors Supporting the Switch to Transit Use: Evaluating a Natural Transit Intervention." *Analysis of Social Issue and Public Policy*, 3(1): 139-160.
- Fujii, S., and R. Kitamura. 2003. "What Does a One-Month Free Bus Ticket do to Habitual Drivers? An Experimental Analysis of Habit and Attitude Change." *Transportation*, 30(1): 81-95.
- Granger, C. W. J., and P. Newbold. 1974. "Spurious Regressions in Econometrics." *Journal of Econometrics*, 2: 111-120.
- Hannan, E. J. 1980. "The Estimation of The Order of an ARMA Process." *The Annals of Statistics*, 8(5): 1071-1081.
- Heath, Y., and R. Gifford. 2002. "Extending the Theory of Planned Behavior: Predicting the Use of Public Transportation." *Journal of Applied Social Psychology*, 32(10): 2154-2189.
- Herwartz, H., and B. Theilen. 2003. "The Determinants of Health Care Expenditure: Testing Pooling Restrictions in Small Samples." *Health Economic*, 12: 113-24.
- Kwiatkowski, D., P. C. B. Phillips, P. Schmidt, and Y. Shin. 1992. "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have a Unit Root?" *Journal of Econometrics*, 54: 159-178.
- Leland, S., and O. Smirnova. 2009. "Reassessing Privatization Strategies 25 Years Later: Revisiting Perry and Babitsky's Comparative Performance Study of Urban Bus Transit Service." *Public Administration Review*, 69(5): 855-867.
- Lewis, C. D. 1982. *Industrial and Business Forecasting Methods: A Radical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*. London, Boston: Butterworth Scientific.
- Ljung, G. M., and G. E. P. Box. 1978. "On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models." *Biometrika*, 65(2): 297-303.
- Lleras-Nuney, A. 2003. "Were Compulsory and Child Labor Laws Effective? An Analysis from 1915 to 1939." *Journal of Law and Economics*, 45(2): 401-435.
- Said, S., and D. Dickey. 1984. "Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Model of Unknown Order." *Biometrika*, 71(3): 599-607.
- Vobora, A. 2008. *Fare-Free Service at Lane Transit District: An Overview of Financial and Operational Impacts, Lane Transit District of Oregon*. from <http://www.ltd.org/reportsandpubs.html>. Retrieved November 20, 2009.
- Witte, A. D., C. Macharis, P. Lannoy, C. Polian, T. Steenberghen, and S. V. Walle. 2006. "The Impact of "Free" Public Policy Transport: The Case of Brussels." *Transportation Research*, Part A, 40: 671-689.

附錄：臺中市公車每月搭乘人數

月\年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	40.08	123.33	69.80	137.34	112.40	148.31	163.64	185.49	254.89
2	36.29	83.16	75.93	121.19	111.86	120.29	139.41	195.26	216.85
3	42.29	91.77	90.84	141.18	138.56	163.04	173.36	217.03	290.67
4	39.46	87.80	117.70	145.35	134.68	148.17	168.18	199.20	290.56
5	42.66	71.79	122.32	148.24	141.23	156.04	179.85	212.35	301.46
6	40.14	76.81	116.80	131.32	133.41	145.57	164.74	206.20	277.99
7	40.68	85.55	117.75	104.40	131.93	135.45	167.70	223.87	292.31
8	103.66	75.15	116.64	110.76	141.66	153.09	195.02	222.95	299.39
9	116.35	84.88	131.59	123.25	152.38	152.98	181.12	241.50	291.08
10	131.28	82.63	147.01	133.42	156.51	157.21	208.89	246.00	324.24
11	126.70	75.13	139.55	129.06	153.63	165.29	205.05	238.26	
12	131.33	77.67	152.76	137.10	168.12	181.94	219.13	262.79	

單位：萬人次

資料來源：作者自行整理。

An Assessment of Taichung Free Bus Policy on Ridership in 2009

Chi-Chung Wang*

Ya-Yun Cheng**

Abstract

Free bus policy has been implemented in Taichung city since August 2002. This research presents new evidence of the effect of free bus policy on ridership in 2009. An appropriate time-series model is developed for this evaluation, using March 2004-October 2009 monthly ridership data. Unit root test and Box-Jenkins modeling techniques are used to forecast the ridership that would have resulted if the free bus policy is not implemented. Effects of free bus policy on ridership are identified by comparing the forecasted ridership with actual ridership. Results indicate that the ridership averagely increased about 6.9 percent after free bus policy had implemented.

Key Words: free bus, ridership, time-series model

* Associate Professor, Department of Public Management and Policy, Tunghai University. E-mail: wcc2008@thu.edu.tw.

** Assistant Professor, Department of Applying Financial Management, Hsiuping University of Science Technology.

