

計程車最適費率與空車率之研究

OPTIMAL FARE AND UNOCCUPANCY RATE FOR TAXI MARKET

張學孔 Shyue-Koong Chang¹

黃世明 Shih-Ming Huang²

(90 年 12 月 12 日收稿，91 年 6 月 26 日修改，92 年 3 月 26 日定稿)

摘 要

本研究考量市場需求面與供給面特性，建立計程車市場之需求模式與成本模式，在損益兩平社會福利最大的目標下，求解計程車最適之費率與空車率。空車率為計程車的服務品質特性之一，會影響消費者的需求，對計程車業者的成本以及費率之核算均有顯著影響。研究結果發現，在 Cobb-Douglas 需求函數型態下，最適空車率僅和價格彈性、等車時間彈性以及空車里程對等車時間的敏感度有關，而和需求函數之常數項及單位營運成本無關；且價格彈性對最適空車率的影響較大。最適費率亦和價格彈性、等車時間彈性以及空車里程對等車時間的敏感度有關，且和單位營運成本有關，但和需求函數之常數項亦無關。在數值實例分析中發現，當合理的價格彈性、等車時間彈性以及空車里程對等車時間的敏感度時，最適空車率為 33%；而在給定每車每日營業里程後，即可透過每日最適總營業里程來求得最適的計程車數量。若每車每日以營業 8 小時計算，台北地區的最適計程車數量約為 52,142 輛，與 2001 年 2 月登記的 69,164 輛相較，超額供給達 1 萬 7 千餘輛，若以每日營業 9 小時分析，則此超額將達 2 萬 2 千餘輛，顯示台北地區計程車數量有過多之現象。由敏感度分析可得知，價格彈性對最適社會福利的影響很顯著；而當空車率在 30% ~ 40%

-
1. 國立台灣大學土木工程學系教授（聯絡地址：10617 台北市羅斯福路四段 1 號台灣大學土木工程學系；E-mail: skchang@ntu.edu.tw）。
 2. 國立台灣大學土木工程學研究所碩士，目前任職於台灣高速鐵路公司營業處。

時，社會福利的差距不大。本研究成果可做為相關主管單位制訂計程車費率與合理數量等相關交通政策之參考。

關鍵詞：計程車；費率；空車率；社會福利

ABSTRACT

This paper aims to develop demand and cost function in the consideration of demand and supply attributes in a taxi market. The optimal fare and unoccupancy rate are simultaneously determined for maximum social welfare objective with a break-even constraint. Unoccupancy rate is one of the service quality attributes for taxi. Which will affect the quantity of demand and has great influence on operator cost and fare. With the assumption that demand function is the form of Cobb-Douglas, it is found that the optimal unoccupancy rate is the function of price elasticity, waiting time elasticity, and the sensitivity of vacant mileage with respect to waiting time. It is also found that price elasticity is the most effective factor while the optimal fare is function of those elasticity parameters affecting unoccupancy rate plus operating cost. Results of numerical case indicate that the optimal unoccupancy rate is around 33%. In the situation that each vehicle operates 8 hours per day, the optimal number of taxi is 52,142, which is significantly lower than the registered number 69,164 in Taipei City by February 2001. Sensitivity analysis indicates that price elasticity has great influence on the optimal social welfare. As the unoccupancy rate is around 30% to 40%, the difference of social welfare is comparatively small. Results of this study can be used as guidelines for formulating taxi management policy.

Key Words: Taxi; Fare; Unoccupancy rate; Social welfare

一、前言

計程車在都市運輸市場中屬於「副大眾運輸工具」(paratransit)，相較於大眾運輸系統，其具有迅速、方便、私密、可及性高且營業時間長的服務特性；此外，計程車可免除使用小汽車必須自己駕駛與停車的問題，並可彌補大眾運輸之不足，在經濟活動頻繁且停車位不足的地區尤其受到歡迎。

截至 2001 年 2 月底，台北市計程車的登記數量為 36,700 餘輛，與 265 萬的人口數相較，平均每輛計程車約服務 72 人；道路上時常可看到成群的計程車隊，但卻有許多的車輛上未搭載乘客；根據周文生之調查顯示，台北地區計程車空車率高達 52%^[1]。過多車輛的空車巡迴攬客，不但造成交通壅塞與空氣污染，亦是一種資源的浪費；然而，在以巡迴攬客為主的計程車市場，空車的存在確有其必要；一般而言，空車率高，乘客在街道上遇到空計程車的機率變大，等車時間便得以減少，服務水準提高；較低的空車率，雖可減少空車巡迴攬客的情況，降低業者的燃油成本，但乘客因不易招攬到空計程車，使得等車時

間增加，服務水準因而下降。

就產業性質而言，計程車屬運輸業，其費率及數量皆受到政府的管制；政府在核定費率與運價時需同時考量業者收益與消費者權益，並符合社會公平原則；即必須從業者供給面與消費者需求面的觀點來考量，並同時思考計程車在都市運輸系統中扮演的角色與功能定位。

然而，以往關於計程車費率的探討，大都基於既有的費率結構或運價公式而侷限在本面的探討，並為了簡化分析而假設需求固定不變；然而，實際上費率或服務水準的改變會造成需求的變動，對業者的營收亦會有影響。現行之計程車運價訂定公式，雖已將代表服務水準之重要指標「空車率」納入，但其對運價的影響相當顯著，且往往因為「實際空車率」與「政策空車率」間的落差，在費率調整過程中，常造成業者、消費者以及政府主管部門間的爭議。因此，如何同時考量影響需求面的因素，以及業者的成本及收入，從整體社會的觀點出發，來衡量一適當的費率與空車率，是相當重要且值得深入探討的課題。

有鑑於此，本研究嘗試利用數學模式，同時考量計程車需求面與供給面的因素，分別建立需求函數與成本函數，以社會福利最大為目標，並考量業者損益兩平的限制，建立最佳化模式進行求解分析。本文之內容結構，除本節背景說明外，第二節為計程車相關之文獻回顧，並探討現行運價訂定方式的問題；第三節為模式構建與求解，分別就需求面與供給面，選取重要因子構建需求函數與成本函數，在損益兩平下社會福利最大的目標下，進行模式求解，並分析各項因子對決策變數的影響。第四節為數值實例分析，透過合理參數的設定，以了解決策變數的最適值及模式之可適用性；第五節則針對重要的參數進行敏感度分析；最後提出本研究的結論與建議。

二、文獻回顧與評析

羅永光、黃國平在對台北市計程車承載率及承載率變化分析中，認為計程車空車率除與尖峰、非尖峰有關外，亦與調查地點有關，其間之差異顯著；尖峰時刻空車率平均為 26.3%，非尖峰時段空車率平均為 46.6%^[2]。郭宗生以合理的乘客等車時間為基礎，並考量大眾運輸競爭情況與服務水準，利用羅吉特模式建立計程車需求函數，配合模擬計程車營運過程的狀況，訂出了以駕駛收入及消費者的等車時間是否合理做為該模擬過程結束與否的依據，以求得在一定費率水準下的計程車合理供給數量；而其分析結果顯示在合理供需平衡時的空車率為 41%^[3]。游文正以系統整體層面分析，同時考慮計程車費率結構與計程車供給數量間之互動關係；在社會總成本最小的目標下，建立計程車最佳數量分析模式，並設定合理的系統參數值，透過模擬方式以了解計程車供需數量、平均等車時間、以及空車率間的關係^[4]，但該研究假設整體之旅運需求為固定不變。

Ardekani 等人提出了以車輛燃油效率做為計程車費率計算公式之依據^[5]，將駕駛者薪資、車輛營運成本、業者的合理報酬、以及其他投入成本等有關的參數，分攤至行駛時間

或行駛距離以訂定計程車的費率。劉韻珠針對原先台灣地區計程車之收費方式主要以「計程收費」為主，但隨著都市化日漸提高，交通狀況惡化，低速行駛及停等的成本無法反映，造成業者尖峰時間出車意願不高、拒往擁擠地區等問題；因此根據其他國家實施計程計時收費的理論基礎，以台北都會區為研究範圍，檢討計費方式與費率結構，並分析業者供給面的行車成本做為研擬計程兼計時費率之基礎，並輔以實地測試與電腦模擬分析^[6]。張堂賢則認為計程車運輸市場近似於完全競爭市場，但由於屬副大眾運輸，因此以社會福利最大來定價最為合理；而經由實地調查和模式分析，發現需求彈性大於 1，平均成本函數遞減，故宜採「次佳定價法」，所得結果可使業者的空車率由當時的 54% 降為 32%。最後建議採有限彈性運價，將起程運價訂在 30 元至 50 元之間，方可達到市場內部及外部經濟功能^[7]，但該研究並未考量計程車服務水準。

張學孔針對計程車運價訂定原理加以說明，並探討運價組成因素的相互關係；並以台北市計程車費率調整方案為例，分析其平均調幅以及討論計程車費率調整的相關課題^[8]。張學孔、涂保民提出以「計時」為主的計程車費率結構，有別於目前以「計程」為主、「計時」為輔的費率結構。利用成本分配法 (Cost Allocation)，將計程車之成本項目依其與行駛距離和時間之相對關係分為固定成本、變動成本及混合成本三部分；其中亦將駕駛成本分攤於時間上，有別於目前的分攤於行駛距離上。研究結果顯示，單位時間之合理運價較當時實施之每三分鐘五元高出約三倍^[9]；對於交通狀況不佳的都市地區而言，依此研究之計費方式將有助於提高業者尖峰時段或往擁擠地方出車服務的意願。

張佳慧檢討現行費率存在尖離峰旅次間、長短程旅次間交叉補貼的不公平現象，以及成本分配不明確、空車成本分攤不公平的問題，乃建立旅次模擬模式產生旅次資料，做為業者收入、消費者剩餘及乘客公平性指標計算之基礎，據以得出評估費率方案的依據^[10]。該研究指出車資依據行駛里程及時程分別計算，空車里程由旅次平均分攤作為起跳運價，令起跳里程為零，可免除費率結構造成交叉補貼的不公平現象。何幸芝為使費率結構能反映營運成本，嘗試改良傳統之單一式續跳價格之計算方式，發展出多段續跳價格之費率計算方式，從時空角度探討計程車費率架構與服務旅次長度之關係，並以非線性最佳化的方式建立費率計算方式，最後利用蒙地卡羅模擬分析求解各費率參數^[11]。Morisugi 等人利用個體經濟學的方法，設定考量費率與載客率的準線性間接效用函數 (quasi-linear indirect utility function)，實例分析中推導出印尼雅加達的計程車需求函數，成本函數則由固定成本和變動成本組成，再透過線性迴歸方式來校估參數，並以社會福利最大為目標，求算最適的計程車費率及車隊規模^[12]。

現行計程車費率的訂定，參照 1995 年台北市政府公用事業費率審議委員會核定運價計算公式，係以每車公里成本為基礎，並考量合理報酬率及空車率，其計算公式如下：

$$P = \frac{u + I}{1 - R} \quad (1)$$

其中：

- P ：每車公里費率 (元／車－公里)；
 u ：每車公里平均成本 (元／車－公里)；
 I ：每車公里合理報酬 (元／車－公里)；
 R ：空車率。

此計算方式存在若干技術與政策公平等問題，例如：(1) 計價方式偏重成本面之考量、(2) 需求對於費率及服務品質的敏感度為零、(3) 空車率對於由成本轉換為費率的影響極為顯著，而其中合理的空車率應設為多少仍有許多爭議；上述課題即為本研究嘗試評估分析的重點之一。

三、模式構建與求解

3.1 基本假設

為合理分析以及能更清楚地觀察費率與空車率對計程車市場的影響，本研究對於計程車市場做如下的基本假設，以為模式構建的基礎：

1. 計程車均為巡迴繞行式營業且在營業區域內為均勻分布。
2. 系統以等車時間作為服務水準的指標，且等車時間決定於計程車市場上的總空車里程。
3. 不考慮尖峰、離峰的情況，以及夜間運價加成。
4. 所有計程車業者的成本皆相同。
5. 不論其是否載客，每車公里的營運成本固定。

3.2 計程車之需求函數

計程車的需求主要受到費率及服務水準的影響，而服務水準 (等車時間)，就某一時點而言，決定於市場上空計程車的總數量；若就單位時間內而言，如 1 小時或 1 天，此服務水準則決定於 1 小時或 1 天中計程車市場上的總空車里程或總空車時程。但由於本研究以探討巡迴計程車為主且目前費率結構以計程為主，所以分析中採用「總空車里程」做為影響等車時間的變數。而消費者所得亦會影響對計程車的需求，但因本研究所考慮的計程車費率為實質費率，係經過消費者物價指數 (CPI) 平減，而 CPI 和所得間有高度相關，因此實質費率中已考量到部分的所得變動因素。Schaller 針對紐約市的研究中發現，公車和捷運的費率對於計程車需求的影響很小^[13]；而台北地區的公車費率，除了 2001 年 3 月底將學生與軍警票投現的票價由 12 元提高為和全票相同的 15 元外，已有相當長的時間未調整票價；而政府亦有八年不調漲公車票價的承諾，所以公車的費率相當固定。在捷運費率方面，除了 2000 年小南門支線通車時因部分行車路線距離縮短而調降外，僅於 1998 年調降過一次，至今未曾改變票價，因此台北捷運的費率也是相當穩定的。綜合上述因素，可將

需求函數表為：

$$Q = f(\text{計程車費率, 等車時間, 公車/捷運費率, 所得, 其他服務水準, ...})$$

當費率和等車時間以外的因素設為固定不變時，可將計程車的需求函數進一步表為：

$$Q = f(p, w) \quad (2)$$

其中， P 為計程車費率、 w 為等車時間；且 $\frac{\partial f}{\partial P} < 0$ ， $\frac{\partial f}{\partial w} < 0$ 。

而影響等車時間的因素有計程車市場的總空車里程、計程車空迴時行駛速率等，本研究則主要考量總空車里程；以函數型態表示為：

$$w = h(V) \quad (3)$$

其中， V 為計程車市場上的每日總空車里程；且 $\frac{\partial w}{\partial V} < 0$ 。

目前關於計程車需求函數的型態，尚無一特定之形式；在張堂賢針對台北地區的研究中，分別以一次式及單邊取對數、雙邊取對數進行參數校估，以雙邊取對數的解釋能力較高^[14]。Schaller 在研究計程車費率與每車英里收入的關係時，亦採取相同形式的需求函數^[13]。基於上述研究，為了便於得知需求的價格彈性及等車時間彈性對於相關變數的影響，故本研究將計程車需求函數設定為經濟學上常使用的 Cobb-Douglas (亦即雙邊取對數) 形式，進行模式構建、求解及進一步的分析。

Cobb-Douglas 函數型態的特性為固定彈性，亦即需求曲線上各點的價格彈性及等車時間彈性固定。此函數另一特性是需求為價格及等車時間的 n 階齊次函數，當價格及等車時間都增加 λ 倍時，需求量會增加 λn 倍；其中， n 為價格彈性加上等車時間彈性之值。

在 Douglas、Orloff、Beesley 和 Glaister 的研究中皆指出，當計程車均勻分布在道路上時，每增加 1% 的空車里程，會使等車時間減少 1%^[15-17]；這意味著空車里程與等車時間是呈固定彈性的關係，且彈性值為 -1 。本研究採取其固定彈性的關係，但並不將其值直接訂為 -1 ，而是相當接近 -1 的一個參數，實際的數值必須透過實際調查資料校估而得。

因此，計程車的需求函數可表示為：

$$Q = A_1 P^{\alpha_1} w^{\beta_1}, \quad \alpha_1 < 0, \quad \beta_1 < 0 \quad (4)$$

$$w = A_2 V^{\alpha_2}, \quad \alpha_2 < 0 \quad (5)$$

其中，

Q ：計程車市場上每日總載客里程 (公里/日)

P ：計程車費率 (元/車-公里)

w ：等車時間 (分鐘)

V ：計程車市場上每日總空車里程 (公里／日)

$A_1, A_2, \alpha_1, \alpha_2, \beta_1$ ：參數

本研究模式中的需求量是以市場上所有計程車的每日總載客里程來表示，而非以平均每車每日載客里程，以消除因為計程車總數量變動而扭曲了計程車的總需求量。

在 Beesley 和 Glaister 的研究中指出，在計程車市場中，等車時間的彈性值必須介於 0 與 -1 之間，計程車市場才會達到穩定的均衡，並以數學式證明^[17]。因為當計程車數量增加 1% 時，空車里程會增加 1%，而等車時間則減少 1% (在 $\alpha_2 = -1$ 的假設下)；若等車時間彈性的絕對值大於 1，在價格不變的情況下，需求量增加的幅度會大於 1%，則業者總利潤的增加亦超過 1%，所以每輛計程車的平均利潤會提高，而再吸引更多的計程車業者加入。如此一來，計程車數量將會持續增加而無法達到穩定均衡。雖然，該分析乃基於計程車市場可自由進出的假設，但即使在台北地區數量受到管制的情況下，領有牌照的計程車業者仍可自由選擇營業與否；若等車時間彈性的絕對值大於 1，則所有領有牌照的計程車業者，在有利可圖的情況下，應該都會出車營業，則台北地區的計程車實際營業車輛數應相當接近管制下的最大車輛數，但事實並非如此；根據周文生的調查，有 22% 的計程車駕駛為兼職，而僅有 78% 的駕駛為專職^[1]。所以，台北地區等車時間的彈性值應介於 0 與 -1 之間。而當放寬 $\alpha_2 = -1$ 的假設後，要使計程車市場達到穩定均衡， $\alpha_2 \beta_1$ 的值應介於 0 與 1 之間。

3.3 計程車之供給函數

在供給函數部分，本研究係以成本的概念來表示。本研究參考 1993 年台北市政府交通事業費率審議委員會審議作業原則及汽車運輸業客貨運運價準則之規定，以十二項成本為基礎。其中，司機薪資、行車附支、管理費用、稅捐、保險費用、及雜項支出等六項成本均以年或月為計量單位，而與車輛行駛里程無直接關係，屬於「固定成本」；而燃油、附屬油料、車輛折舊、輪胎消耗、維修費用、及計費器等則與行駛里程有直接關係，為「變動成本」。而本研究將市場上的計程車視為同質，從整體計程車市場的觀點進行分析，因此採其平均值的概念，並不考慮個別業者因經營型態或營業里程不同而造成的成本差異；且基於成本計算單位的一致性，將固定成本透過每日行駛里程轉換為每車公里之成本。因此，總成本函數可表為：

$$\begin{aligned} TC &= FC + VC(Q + V) \\ TC &= c(Q + V) \end{aligned} \tag{6}$$

其中，

FC ：計程車市場每日總固定成本 (元／日)；

VC ：計程車市場變動成本 (元／公里)；

- TC ：計程車市場每日總成本 (元/日)；
 Q ：計程車市場每日總載客里程 (公里/日)；
 V ：計程車市場每日總空車里程 (公里/日)；
 c ：單位營運成本 (在本研究中尚包含合理報酬) (元/公里)。

3.4 目標函數

由於計程車屬運輸業的一種，其費率及數量皆受到政府管制，為顧及消費者的權益，不可能採用以利潤最大為目標的定價方式；而單純的以社會福利最大為目標則會造成業者虧損；因此本研究以社會福利最大為目標加上損益兩平的限制，來求解各項決策變數。

依據經濟學之定義，社會福利 (W) 為消費者剩餘 (CS) 加上生產者剩餘 (PS)，分別計算如后。

1. 消費者剩餘 (CS)

$$\begin{aligned}
 CS &= \int_0^Q \left(\frac{X}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} dX - PQ \\
 &= \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \int_0^Q X^{\frac{1}{\alpha_1}} dX - PQ \\
 &= \begin{cases} \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \left[\frac{X^{\frac{1}{\alpha_1} + 1}}{\frac{1}{\alpha_1} + 1} \right]_0^Q - PQ, & \text{if } \alpha_1 \neq -1 \\ \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \left[\ln x \right]_0^Q - PQ, & \text{if } \alpha_1 = -1 \end{cases} \\
 &= \begin{cases} \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \frac{Q^{\frac{1}{\alpha_1} + 1}}{\frac{1}{\alpha_1} + 1} - PQ, & \text{if } \alpha_1 < -1 \\ \text{積分發散}, & \text{if } 0 > \alpha_1 > -1 \\ \text{積分發散}, & \text{if } \alpha_1 = -1 \end{cases}
 \end{aligned}$$

在本研究需求函數型態的設定下，價格彈性的絕對值必須大於 1 才能得到消費者剩餘

的數值；雖然實際上價格彈性的絕對值不必然大於 1，然而，基於消費者剩餘導出過程的限制，本研究必須應用於價格彈性絕對值大於 1 的情況。而在本文的研究範圍台北地區，其價格彈性為何值得進一步討論分析。

在曹瑞和針對台北地區的計程車乘客進行問卷調查的研究中^[18]，得到需求的價格彈性為 -1.264 (調整後的 $R^2 = 0.92$, t 值 $= -32.65$)；張堂賢對台北地區的調查中^[11]，採用雙對數的需求函數型態，校估得到價格彈性為 -1.594 ($R^2 = 0.67$, t 值 $= -47.10$)。在藍武王針對台北地區的調查報告中^[22]，曾對乘客的價格調升忍受程度進行調查，結果發現乘客之「實際忍受程度」以 $0 \sim 20\%$ 最多，占 32% ；而約有 70% 的乘客其實際忍受程度低於 40% 。亦即，若價格提高近 40% ，可能會有 70% 左右的乘客無法忍受價格的調漲而改搭其他運具。而以「預期忍受程度」而言，亦有 70% 左右的乘客，其預期忍受程度低於 40% 。

周文生對台北地區進行調查^[1]，亦針對乘客對價格的敏感度進行分析，發現若該次車資在 200 元以下者，其可接受的調漲上限以 $11 \sim 20$ 元居多，顯示大多數乘客可以接受的漲幅並不大。若以該次調查平均旅次車資 123 元的組別來看，當旅次車資為 $101 \sim 150$ 元時，乘客可容忍漲幅 12% ($11 \sim 20$ 元) 的有 24.7% 、 20% ($21 \sim 30$ 元) 的有 20.9% 、 28% ($31 \sim 40$ 元) 的有 18.0% ；換言之，有 63.6% 的乘客，其可忍受的漲幅不超過 28% ；若價格上升近 28% ，可能會有 63% 左右的乘客無法忍受而改搭其他運具。此外，台北地區捷運系統的陸續通車，計程車的替代運具增加，理論上乘客對價格的敏感度會增加，所以就台北地區而言，價格彈性之絕對值大於 1 的情況實屬合理。因此，基於以上相關研究之實證分析結果以及替代運具之發展情況，本研究的模式仍可應用於台北地區。

2. 生產者剩餘 (PS)

生產者剩餘 (PS) 為總收入 (TR) 減去總成本 (TC)：

$$\begin{aligned} PS &= TR - TC \\ &= PQ - c(Q + V) \end{aligned} \quad (7)$$

3. 社會福利 (W)

社會福利 (W) 為消費者剩餘 (CS) 加上生產者剩餘 (PS)：

$$\begin{aligned} W &= CS + PS \\ &= \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \frac{Q^{\frac{1}{\alpha_1} + 1}}{\frac{1}{\alpha_1} + 1} - PQ + [PQ - c(Q + V)] \quad , \quad \text{if } \alpha_1 < -1 \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \frac{Q^{\frac{1}{\alpha_1}+1}}{\frac{1}{\alpha_1}+1} - c(Q+V) \quad , \quad \text{if } \alpha_1 < -1 \quad (8)$$

4. 損益兩平下之社會福利

$$\lambda = W + \lambda(TR - TC)$$

$$= \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \frac{Q^{\frac{1}{\alpha_1}+1}}{\frac{1}{\alpha_1}+1} - c(Q+V) + \lambda \left[\left(\frac{Q}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} Q - c(Q+V) \right] \quad (9)$$

欲使損益兩平下社會福利最大的一階條件 (first-order condition) 為：

$$\frac{\partial \lambda}{\partial Q} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\frac{Q}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} - c + \lambda \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + 1 \right) \left(\frac{Q}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} - c \right] = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial V} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \left(-\frac{\alpha_2 \beta_1}{\alpha_1} \right) V^{\left(-\frac{\alpha_2 \beta_1}{\alpha_1} - 1 \right)} \frac{Q^{\frac{1}{\alpha_1}+1}}{\frac{1}{\alpha_1}+1} - c + \lambda \left[\left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \left(-\frac{\alpha_2 \beta_1}{\alpha_1} \right) V^{\left(-\frac{\alpha_2 \beta_1}{\alpha_1} - 1 \right)} Q^{\frac{1}{\alpha_1}+1} - c \right] = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \lambda} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{A_1 A_2^{\beta_1} V^{\alpha_2 \beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} Q^{\frac{1}{\alpha_1}+1} - c(Q+V) = 0 \quad (12)$$

要保證在損益兩平限制下社會福利為最大需再滿足二階條件 (second-order condition)：

$$|H| = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 \lambda}{\partial Q^2} & \frac{\partial^2 \lambda}{\partial Q \partial V} & \frac{\partial g}{\partial Q} \\ \frac{\partial^2 \lambda}{\partial V \partial Q} & \frac{\partial^2 \lambda}{\partial V^2} & \frac{\partial g}{\partial V} \\ \frac{\partial g}{\partial Q} & \frac{\partial g}{\partial V} & 0 \end{vmatrix} > 0 \quad (13)$$

其中， $g(Q, V) = TR - TC$

解(10)、(11)、(12)之聯立方程式，驗證符合(13)的條件，

$$\begin{aligned} |\overline{H}| = & -\frac{1}{QV^2\alpha_1^3(1+\alpha_1)^2} \left\{ T^2 \left[-2c\alpha_1\alpha_2\beta_1Q(1+\alpha_1)(1+\lambda)(Q+V) + \alpha_2\beta_1Q^2(1+\alpha_1-\alpha_2\beta_1)T \right] \right. \\ & \left. + Tc^2\alpha_1(1+\alpha_1)(1+\lambda)^2 \left[V^2(1+\alpha_1) + 2\alpha_2\beta_1QV(1+\alpha_1) + \alpha_2\beta_1Q^2(\alpha_1+\alpha_2\beta_1) \right] \right\} > 0 \end{aligned}$$

其中， $T = \left[\left(\frac{Q}{A_1A_2^{\beta_1}V^{\alpha_2\beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} \alpha_1 + \lambda(1+\alpha_1) \right]$

即可求得每日總空車里程、每日總載客里程的最適解 V^* 、 Q^* ：

$$V^* = A_1^{\frac{1}{1-\alpha_2\beta_1}} A_2^{\frac{\beta_1}{1-\alpha_2\beta_1}} c^{\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1}} \left(1 - \frac{\alpha_2\beta_1}{1+\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1}} \left(-\frac{\alpha_2\beta_1}{1+\alpha_1} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_2\beta_1}} \quad (14)$$

$$Q^* = A_1^{\frac{1}{1-\alpha_2\beta_1}} A_2^{\frac{\beta_1}{1-\alpha_2\beta_1}} c^{\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1}} \left(1 - \frac{\alpha_2\beta_1}{1+\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1}} \left(-\frac{\alpha_2\beta_1}{1+\alpha_1} \right)^{\frac{\alpha_2\beta_1}{1-\alpha_2\beta_1}} \quad (15)$$

$$\lambda = \frac{\alpha_1\alpha_2\beta_1}{1-\alpha_1+\alpha_2\beta_1+\alpha_1\alpha_2\beta_1} \quad (16)$$

$$R^* = \frac{V^*}{V^*+Q^*} = \frac{\alpha_2\beta_1}{\alpha_2\beta_1-\alpha_1-1} \quad (17)$$

$$P^* = \left(\frac{Q^*}{A_1A_2^{\beta_1}(V^*)^{\alpha_2\beta_1}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1}} = c \left(1 - \frac{\alpha_2\beta_1}{1+\alpha_1} \right) = \frac{c}{1-R^*} \quad (18)$$

由(17)式可知，「最適空車里程」與「最適載客里程」和需求函數之常數項 (A_1) 成 $\frac{1}{1-\alpha_2\beta_1}$ 次方關係、和常數項 (A_2) 成 $\frac{\beta_1}{1-\alpha_2\beta_1}$ 次方關係、而與單位成本成 $\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1}$ 次方關係。如前所述，計程車市場達到穩定均衡的條件為 $0 < \alpha_2\beta_1 < 1$ ；在此條件成立下，可得知「最適空車里程」與「最適載客里程」和需求函數之常數項 (A_1) 成正向關係、而與等車時間函數之常數項 (A_2) 成反向關係、和單位成本亦成反向關係。但其與各彈性值間的關係則較複雜而無法由上述結果予以解析，將於第五節中以數值敏感度分析的方式說明。

四、數值實例分析

歷年來，台北市政府交通局曾委託相關研究單位進行台北地區計程車營運狀況的調查，交通部亦曾對全省進行普查；但由於跨年時序之樣本數不足，無法進行相關參數的校估，且僅有台北市政府其中三次的調查中有針對等車時間做調查，而交通部也未調查每日載客里程；因此，無法得出較準確的實際參數值。此外，本研究基於人力、時間及經費的考量，無法進行大規模的調查及應用羅吉特模式進行參數的校估；因此，數值應用分析中係直接參考現有的資料及先前研究的部分成果，透過模式中合理參數的設定，來求解各決策變數之最適值，並分析不同目標函數下最佳化的結果，同時於第五節進行相關參數的敏感度分析，以了解其對各決策變數和目標函數的影響。

4.1 系統參數探討

如前所述，在曹瑞和的問卷調查研究中^[18]，得到計程車需求的價格彈性為 -1.264 （調整後的 $R^2 = 0.92$ ， t 值 $= -32.65$ ）；張堂賢的調查分析中^[14]，校估得到價格彈性為 -1.594 （ $R^2 = 0.67$ ， t 值 $= -47.10$ ）。

在 3.2 節中已分析說明，「空車里程對等車時間之敏感度」和「等車時間彈性」的乘積（ $\alpha_2\beta_1$ ）必須介於 0 與 1 之間，計程車市場才會達到穩定的均衡。林佐鼎針對高雄市工作旅次所得之等車時間彈性值為 -0.185 ^[19]；張家祝針對台北地區的調查中，分別構建「家旅次」與「非家旅次」的選擇計程車機率函數，經計算後可得家旅次之等車時間彈性約為 $-0.28 \sim -0.16$ ，非家旅次之等車時間彈性約為 $-0.26 \sim -0.15$ ^[20]。

在 Douglas^[15]、Orloff^[16]、Beesley 和 Glaister^[17]的研究中皆假設，增加 1% 的計程車空車里程，將會降低 1% 的等車時間，亦即表示空車里程對等車時間的敏感度為 -1 ，因此本研究將空車里程對等車時間之敏感度的基準值設為 -1 ，並於第五節進行敏感度分析，以了解當其不為 -1 時對決策變數及目標函數的影響。

張家祝、劉韻珠、張堂賢、藍武王、陳武正、周文生等研究曾針對台北地區計程車市場進行調查^[1,14,20-23]，歷年調查分析所得之資料整理如表 1 所示。

然而，一般並無法確定在調查時計程車市場是否為均衡的狀態，因此所得之載客里程與價格和等車時間之間的關係未必為實際的需求函數；且僅有登記的計程車總數量，每天實際營運的計程車數量則不易得知；因此，難以估算市場上實際的需求量，僅能就可行的資料求算一合理的數值，再進行敏感度分析。

基於上述考量，本研究將價格彈性基準值設定為 -1.4 ，等車時間彈性為 -0.2 ，空車里程對等車時間之敏感度的基準值設為 -1 ；另外參考台北市交通局歷年委託相關研究單位進行之台北地區計程車營運狀況的調查資料，及台北地區歷年之計程車登記數量，將需求函數常數項 A_1 之基準值設為 7.2×10^8 ， A_2 設為 7.5×10^6 。

表 1 計程車市場各年度調查資料彙整

項 目 別	年 度					
	73	76	80	84	86	89
載客里程 (公里/天)	102.56	103.13	84.63	106.99	91.95	84.30
空車里程 (公里/天)	100.90	86.26	99.34	52.03	90.26	95.13
距離空車率	49.30%	45.00%	54.00%	32.06%	48.69%	52.48%
營業收入 (元/天)	1391	1498	1629	2218	2251	2017
等車時間 (分)	1	—	—	4.45	—	2.18
計程車數量	48,629	57,191	62,102	62,423 (註)	69,193	69,106

註：該次調查時間為 1994 年 12 月、1995 年 1 月，故採用 1994 年底的計程車數量。

資料來源：[1,14,20,21,22,23]。

在成本方面，台北地區計程車之營運成本審核，係參考 1993 年台北市政府交通事業費率審議委員會審議作業原則及汽車運輸業客貨運運價準則之規定，以十二項成本為基礎。根據周文生的調查^[1]，計算台北地區 2000 年度計程車之十二項成本，每車公里成本 19.29 元，再加上每車公里合理報酬 0.34 元，因而將單位營運成本基準值訂為 19.63 (元/車—公里)。

4.2 最佳化結果

將各參數基準值代入第三節所求得之最佳解，即可得到在損益兩平社會福利最大下的各個變數最適化數值，如表 2 所示。

表 2 損益兩平社會福利最大下之最適化數值

變 數	求 解 結 果
最適每日總載客里程 Q^* (公里/日)	5,091,815
最適每日總空車里程 V^* (公里/日)	2,545,907
最適每日總營業里程 S^* (公里/日)	7,637,722
最適空車率 R^*	33.33%
最適費率 P^* (元/車—公里)	29.45
最適等車時間 w^* (分鐘)	2.94
最適社會福利 W^* (元/日)	3.75×10^8

4.3 最適計程車數量

在求出每日最適營業里程後，即可推算最適的計程車數量。根據周文生的調查^[1]，計

程車平均行駛速率為 18.31 公里／小時。若以每日工作 8 小時計算，則每輛計程車的每日營業里程為 $(18.31 \times 8 =) 146.48$ 公里；而在損益兩平社會福利最大下的每日最適營業里程為 7,637,722 公里，因此最適的計程車數量為 52,142 輛 $(= 7,637,722 \div 146.48)$ 。與 2001 年 2 月底，台北地區的計程車登記數量 69,164 輛相較，差距為 17,022 輛；但實際營運的車輛可能不到登記的數量，因此並不表示台北地區的計程車數量必須減少 17,022 輛才能達到最適的狀況。如前所述，實際營運的車輛數為何難以得知，除非增加持有計程車牌照的機會成本，否則兼職的情況仍很普遍，計程車實際營運數量的波動難以避免，政府對於計程車數量的管制只能針對登記數量，而難以管制實際營運的數量。

在藍武王的調查報告中則指出^[22]，因為從事計程車駕駛行業通常不必再耗費通勤時間，其他行業除依勞基法規定 8 小時工作時間外，再加上上下班通勤時間，可能非常接近 9 小時或超過，所以有司機認為每天工作 9 小時應屬合理。因此，若改以每天工作 9 小時計算，則最適計程車數量為 46,348 輛 $(= 7,637,722 \div 164.79)$ 。與 2001 年 2 月底，台北地區的計程車登記數量 69,164 輛相較，差距則達 22,816 輛。

由於每車每日的營業里程應為多少尚無定論，因此表 3 即分別給定不同的每車每日營業里程，以估算在損益兩平社會福利最大的情況下，市場上的計程車數量。

表 3 不同每車每日營業里程的最適計程車數量

每車每日營業里程 (公里／日)	每日最適總營業里程 (公里／日)	最適計程車 數量	2001 年 2 月台北地區 計程車登記數量	登記數量與最適 數量之差距
100	7,637,722	76,377	69,164	少 7213 輛
110.429	7,637,722	69,164	69,164	—
135	7,637,722	56,576	69,164	多 12,588 輛
146.48 (8 小時)	7,637,722	52,142	69,164	多 17,022 輛
155	7,637,722	49,276	69,164	多 19,888 輛
164.79 (9 小時)	7,637,722	46,348	69,164	多 22,816 輛
179.43 (註)	7,637,722	42,567	69,164	多 26,597 輛
185	7,637,722	41,285	69,164	多 27,879 輛

註：179.43 公里為周文生^[1]調查之平均每車每日營業里程。

4.4 現行費率結構與最適費率之探討

計程車的「起程運價」、「續程運價」、及「計時運價」三部分，與每車公里運價之關係，可用下列公式表示^[8]：

$$P \times L = P_0 + P_1 \times \left[\frac{L - E}{K} \right] + T \times \left[\frac{D}{U} \right] \quad (19)$$

其中，

- P ：每車公里運價；
- P_0 ：起程運價；
- P_1 ：續程運價；
- L ：平均旅次長度；
- E ：起程長度；
- K ：續程里程單位；
- T ：平均計時收費運價；
- D ：平均每旅次載客停等時間；
- U ：計時單位。

在起程運價不為 0 的情況下，運價結構會形成長短程交叉補貼的現象；因此，每車公里運價會因旅次長度不同而異。本節中，將根據歷年調查之平均旅次里程，擬定不同的旅次里程組合，在目前費率結構下，計算平均每車公里運價，以和本研究的最適費率比較。

台北地區於 2000 年 12 月 1 日開始實施新運價：起程 1.5 公里以內 70 元，續程每 300 公尺 5 元，延滯計時運價每 2 分鐘 5 元。而各年度調查之平均旅次里程與延滯時間如表 4 所列。

表 4 各年度之平均旅次里程與延滯時間

年 度	平均旅次里程 (公里)	平均低速延滯時間 (分鐘)
80	4.30	5.71
84	4.83	5.52
86	5.07	5.05
89	4.61	4.36

資料來源：[1,14,22,23]。

由表 4 可得知，平均旅次里程介於 4.3 ~ 5.1 公里之間，而平均低速延滯介於 4 ~ 6 分鐘間。在新運價下，續程每 0.3 公里加收 5 元，因此在 0.3 公里的差距內，其旅次車資皆相同，但每車公里運價則不同。因此本研究以 0.3 公里為組距，將旅次車資相同的旅次里程歸於同一欄中，並計算每車公里運價。在低速延滯部分，於新運價下，介於 4 ~ 6 分鐘間的收費皆相同。不同平均旅次里程之每車公里運價如表 5 所示。

在表 5 中，當平均旅次里程介於 3.9 ~ 4.2 公里，且低速延滯為 4 ~ 6 分鐘時，旅次車資皆為 120 元，因此每車公里運價為 28.57 ~ 30.77 元；在旅次里程接近 4.2 公里時，乘客所負擔的每車公里運價最低；而在旅次里程為 3.9 公里時，所負擔的每車公里運價最高，和前者之差距為 2.2 (元／車—公里)。由表 5 可知，4.2 節計算之最適費率 29.45 (元／車—公里) 落在第 1 組和第 2 組中，但若實際之平均旅次里程大於 4.5 公里時，則每車公里運

價會低於最適費率。而由表 4 可知，平均旅次里程只有 80 年度時小於 4.5 公里，其餘各年度之調查皆大於 4.5 公里。今若將計時部分改為相關文獻所提之每分鐘 5 元^[8]，以反映低速延滯時的成本，如表 6 所示；則當平均旅次里程介於 4.8~5.1 公里時，每車公里運價較接近最適費率。但當平均旅次里程小於 4.8 公里時，則此種計費方式之每車公里運價會高於最適費率 29.45 (元/車—公里)。

表 5 不同平均旅次里程之每車公里運價

平均旅次里程 (公里)	平均低速延滯時間 (分鐘)	旅次車資 (元)	每車公里運價 (元/車—公里)
$3.9 \leq L < 4.2$	$4 \leq D < 6$	120	$30.77 \leq P < 28.57$
$4.2 \leq L < 4.5$	$4 \leq D < 6$	125	$29.76 \leq P < 27.78$
$4.5 \leq L < 4.8$	$4 \leq D < 6$	130	$28.89 \leq P < 27.08$
$4.8 \leq L < 5.1$	$4 \leq D < 6$	135	$28.13 \leq P < 26.47$

表 6 延滯收費每分鐘 5 元下不同平均旅次里程之每車公里運價

平均旅次里程 (公里)	平均低速延滯時間 (分鐘)	旅次車資 (元)	每車公里運價 (元/車—公里)
$4.2 \leq L < 4.5$	$4 \leq D < 5$	135	$32.14 \geq P > 30.00$
	$5 \leq D < 6$	140	$33.33 \geq P > 31.11$
$4.5 \leq L < 4.8$	$4 \leq D < 5$	140	$31.11 \geq P > 29.17$
	$5 \leq D < 6$	145	$32.22 \geq P > 30.21$
$4.8 \leq L < 5.1$	$4 \leq D < 5$	145	$30.21 \geq P > 28.43$
	$5 \leq D < 6$	150	$31.25 \geq P > 29.41$

若在調高計時收費的同時，亦調降計程收費的部分，改為每 350 公尺 5 元，每車公里運價如表 7 所示。除旅次里程介於 4.90~5.25 公里、且延滯時間為 4~5 分鐘的情況外，每車公里運價皆相當接近最適費率 29.45 (元/車—公里)。此費率結構可作為政府制定計程車費率及其相關政策參考。

表 7 不同平均旅次里程之每車公里運價 (5 元/分鐘，5 元/350 公尺)

平均旅次里程 (公里)	平均低速延滯時間 (分鐘)	旅次車資 (元)	每車公里運價 (元/車—公里)
$4.30 \leq L < 4.65$	$4 \leq D < 5$	130	$30.23 \geq P > 27.96$
	$5 \leq D < 6$	135	$31.40 \geq P > 29.03$
$4.65 \leq L < 4.90$	$4 \leq D < 5$	135	$29.03 \geq P > 27.55$
	$5 \leq D < 6$	140	$30.11 \geq P > 28.57$
$4.90 \leq L < 5.25$	$4 \leq D < 5$	140	$28.57 \geq P > 26.67$
	$5 \leq D < 6$	145	$29.59 \geq P > 27.62$

五、敏感度分析

雖然在第三節所求得的決策變數最佳解為一封閉解，但為了更清楚地了解模式中相關參數對決策變數和目標函數的影響，本章將採用敏感度分析的方式，變動模式中的重要參數，以得知決策變數和目標函數隨之變動的幅度大小。

5.1 需求之價格彈性

由式(17)可以得知，「最適空車率」僅受函數中各彈性值的影響。以下將分別針對各個彈性值分析比較其對最適空車率之影響。由於模式中之合理彈性值皆為負，為易於表示之故，將彈性值以絕對值的形式表示。

圖 1 顯示當價格彈性之絕對值變大時，最適空車率會下降，且隨著價格彈性的增加，下降幅度趨緩。價格彈性在 1.25 至 1.5 之間時，最適空車率介於 44% 和 29% 之間。當價格彈性上升 10% 時，最適空車率約下降 25%。

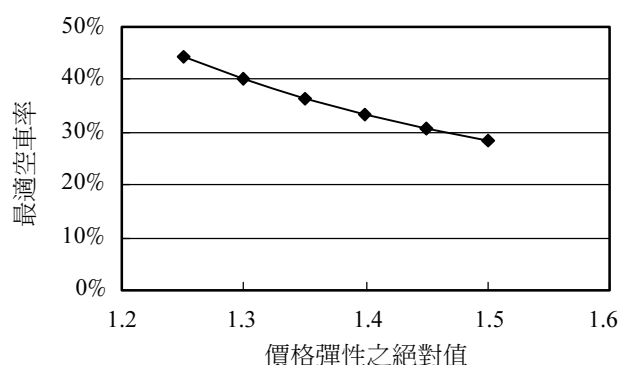


圖 1 價格彈性之絕對值對最適空車率之影響

圖 2 顯示價格彈性對於最適社會福利的影響相當顯著，當價格彈性增加 3% 時，最適社會福利卻減少將近 30%；但隨著價格彈性的增加，最適社會福利減少的幅度明顯變為較平坦。當價格彈性介於 1.1 至 1.3 時，對於最適社會福利的影響很大。

雖然，在各個不同價格彈性值下的最適社會福利差距很大，但即使政府沒有精確地掌握價格彈性的數值，而誤判了最適空車率以及最適費率的數值，使得社會福利無法達到最大，但和最適社會福利的差距並不會太大。如圖 3 所示，當價格彈性為 -1.4 時，最適空車率應為 33%，且最適社會福利為 3.75 億元／天；但若政府估計之價格彈性有所誤差，而誤以為社會上的價格彈性值為 -1.45，因此將空車率訂為在價格彈性 -1.45 時的最適空車率 31%，則此時社會福利無法達到最大，而略小於最適社會福利，如圖 3 中，價格彈性 -1.4

曲線上空車率 31% 所對應的社會福利。反之，若實際上的價格彈性為 -1.45 ，政府卻誤以為是 -1.4 而將空車率訂為 33%，則無法達到最適的社會福利，但差距並不大，如圖 3 中，價格彈性 -1.45 曲線上空車率 33% 所對應的社會福利，略小於最適空車率 31% 所帶來的最適社會福利。

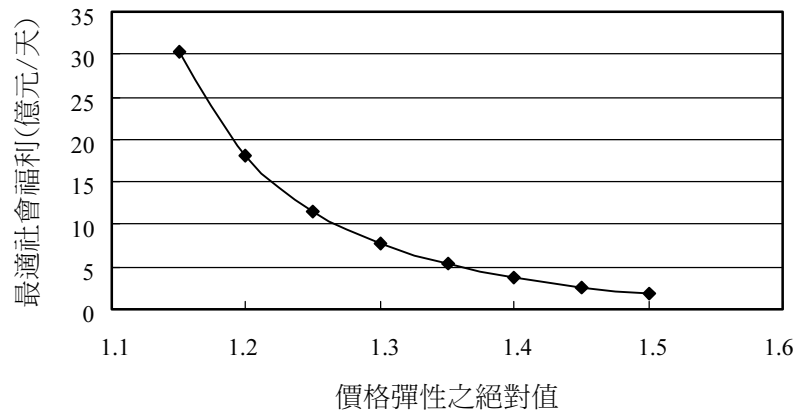


圖 2 價格彈性之絕對值對最適社會福利之影響

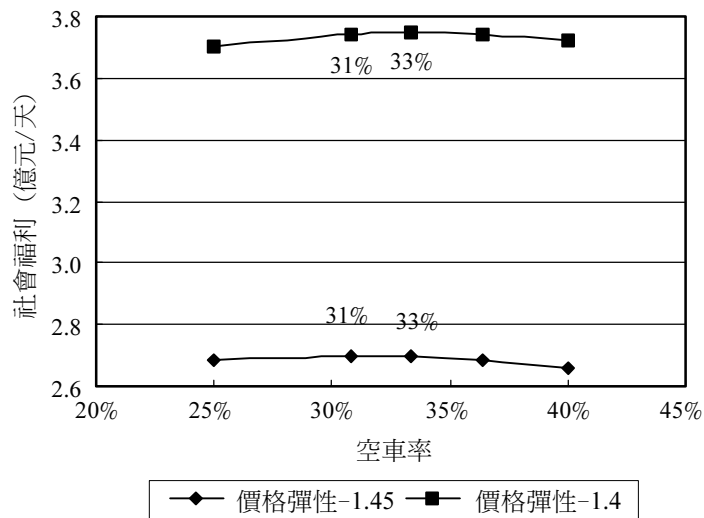


圖 3 不同價格彈性情況下 ($\alpha_1 = -1.4$ 與 -1.45) 時，空車率對社會福利之影響

5.2 需求之等車時間彈性

圖 4 顯示當等車時間彈性之絕對值變大時，最適空車率會提高。而等車時間彈性對最

適空車率之影響較價格彈性為小；當等車時間彈性增加 10% 時，最適空車率約增加 6%。等車時間彈性在基準值上下 50% 的變動，最適空車率介於 20% 和 42% 之間。

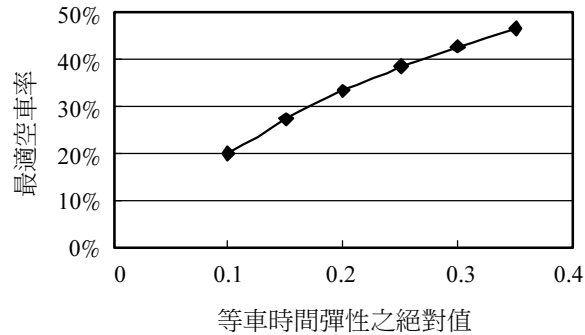


圖 4 等車時間彈性之絕對值對最適空車率之影響

圖 5 為等車時間彈性之絕對值對最適社會福利之影響，等車時間彈性對於最適社會福利的影響並不如價格彈性顯著，當等車時間彈性增加約 20% 時，最適社會福利只減少 6%，且隨著等車時間彈性的增加，減少的幅度相當一致。

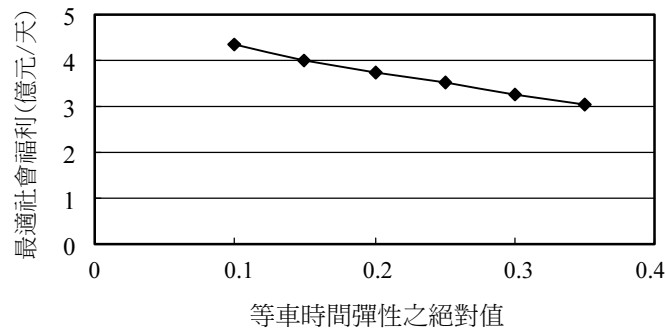


圖 5 等車時間彈性之絕對值對最適社會福利之影響

5.3 空車里程對等車時間之敏感度

由式 (17) 可知，空車里程對等車時間之敏感度亦會影響最適空車率，其對最適空車率之影響和等車時間彈性相同。雖然國外的許多研究皆將此敏感度設為 -1 ，但本節將變動其數值，以了解當其值不為 -1 時，對於相關變數的影響。由圖 6 可發現，當空車里程對等車時間之敏感度增加 1% 時，最適空車率增加的幅度小於 1%；空車里程對等車時間之敏感度從 0.8 至 1.2 時，最適空車率的變化小於 10%。

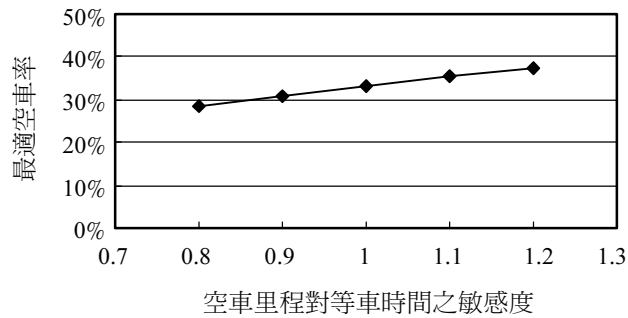


圖 6 空車里程對等車時間之敏感度對最適空車率之影響

雖然等車時間彈性對社會福利的影響很小，但空車里程對等車時間之敏感度對最適社會福利的影響卻很大，如圖 7 所示，當敏感度增加 10% 時，最適社會福利的增加約為 35%；但仍以價格彈性對最適社會福利的影響最大。

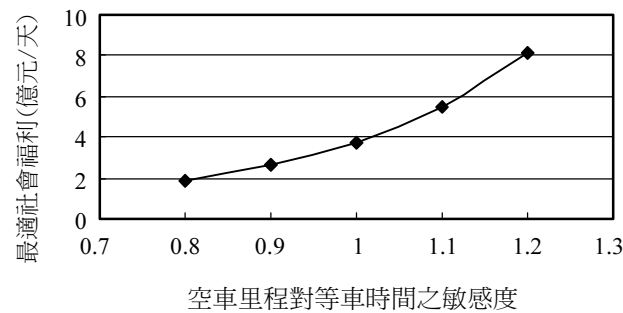


圖 7 空車里程對等車時間之敏感度對最適社會福利之影響

5.4 空車率與目標函數之關係

圖 8 為損益兩平下，空車率與社會福利、業者收入的關係圖。由圖中可知，當空車率在 5% 至 25% 時，社會福利的變動相當顯著，且隨著空車率的增加而提高，而當空車率為 33% 時，社會福利達到最大，且當空車率在 30% ~ 40% 時，社會福利的變動較和緩；而當空車率大於 33% 時，社會福利開始微幅下降，且幅度越來越大，但仍不及低空車率時的變化幅度。

業者每日收入的變化趨勢和社會福利類似，亦於空車率 33% 時達到最大，然而，業者收入與社會福利對於空車率之敏感度不同。此外，值得注意的是，業者收入並非業者之利潤，尚須扣除成本才是利潤，而在損益兩平的限制下，業者的「超額利潤」為 0，但仍有

「正常利潤」(在本研究中尚包含合理報酬)。

由圖 8 亦可看出，雖然空車率改變所造成的社會福利與業者收入的變動趨勢類似，但對於整體社會福利的影響卻遠大於業者的收入，這也間接證實政府必須管制空車率及數量的原因之一。

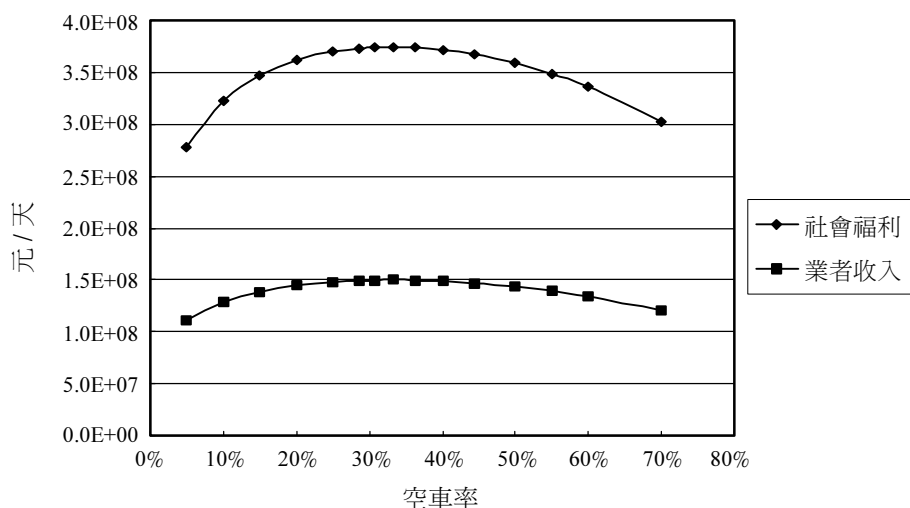


圖 8 損益兩平下空車率與社會福利及業者收入之關係

六、結論與建議

本研究考量計程車費率與乘客等車時間之因素，在損益兩平社會福利最大的目標下，分析以巡迴計程車為主的計程車市場，經過數學模式的構建與求解，獲得最適費率及空車率，並以台北地區計程車市場為例進行實例數值分析和敏感度分析，具體得到以下的結論與建議。

6.1 結論

1. 在 Cobb-Douglas 型態之需求函數下，最適空車率僅和函數中之各彈性值有關，而和常數項無關；而價格彈性對最適空車率的影響較等車時間及空車里程對等車時間之敏感度為大。
2. 最適費率和單位營運成本、各彈性值有關，但和常數項無關。經分析後可得，最適費率等於單位營運成本除以 $(1 - \text{最適空車率})$ 。本研究所求得之最適費率，雖然和現行運價訂定公式類似，但不同的是：式中的「空車率」，不再僅是一「合理」的空車率，而是「最適」的空車率。
3. 計程車相關主管單位，欲訂定最適空車率時，只要得知價格彈性值、等車時間彈性值以

及空車里程對等車時間的敏感度時，即可求得最適的空車率。

4. 在實例數值分析中，在價格彈性為 -1.4 、等車時間彈性為 -0.2 、空車里程對等車時間的敏感度為 -1 、以及單位營運成本為 19.63 元／車－公里之情況下，最適空車率為 33% 、最適費率為 29.45 元／車－公里。
5. 在合理參數的設定並假設計程車每日營業 8 小時之情況下，所求得之最適計程車數量為 $52,142$ 輛，與 2001 年 2 月底，台北地區的計程車登記數量 $69,164$ 輛相較，有超過 1 萬 7 千輛之顯著差距；若以每日營業 9 小時分析，則此超額將達 2 萬 2 千餘輛，此分析結果具體顯示計程車數量有過多、社會資源因而有誤用之現象。
6. 在敏感度分析中可發現，價格彈性對最適社會福利的影響很大，而等車時間彈性對最適社會福利的影響則較小。此外，當空車率在 $5\% \sim 25\%$ 時，社會福利的變動相當顯著，且隨著空車率的增加，社會福利增加；當空車率在 $30\% \sim 40\%$ 時，社會福利的變動相當和緩；但當空車率繼續上升時，社會福利變動的幅度會越來越大，且呈下降趨勢。亦即，當政府制訂的空車率在 $30\% \sim 40\%$ 時，對社會福利的差異不會太大。

6.2 建議

1. 本研究分析結果顯示台北地區之計程車已有顯著超額供給現象，此不僅降低社會福利並造成資源之誤用，並直接影響業者營運收入及該項產業之永續經營模式，主管機關應正視該項課題對於計程車產業之負面影響；然而，由於計程車具有跨區營業特性，而現行以「行政區」進行計程車管理之政策，並無法就整體社會資源進行最適數量之管理。因此，交通主管機關應重新檢討現有授權地方政府進行數量管制之做法，使計程車數量能透過營業全區整體規劃而趨於最適方向。
2. 就模式構建而言，本研究並未考量計程車外部性的問題，因此關於計程車對交通擁擠狀況及空氣污染所造成的成本並未包含，此一課題值得後續進一步探討。
3. 由於計程車成本過於複雜，本研究以單位營運成本乘上總營業里程來表示總成本，無法展現計程車規模經濟（或不經濟）的特性；建議後續研究可納入計程車的規模經濟及其相關成本，做進一步的研究分析。
4. 由於需求函數型態之故，本研究建立模式之價格彈性絕對值在大於 1 之情況下始有社會福利最佳解存在；雖然先前研究皆發現，在台北地區計程車的價格彈性之絕對值大於 1 ，研究成果在實務應用面仍能接受。然而，就模式一般化與應用而言，建議後續研究可改進此部分的限制。
5. 本研究主要探討及應用對象係以巡迴計程車為主的都會地區；然而，都市地區（如台北地區）已有業者逐步引進智慧型計程車派遣技術，且其系統車隊數量將達 1 萬輛以上^[24]，此一營運模式及其引發之需求與搭車行為模式，均將對未來整個計程車市場產生相當大的衝擊^[25]，後續研究可朝不同營運型態及不同技術應用程度的計程車市場進行相關研究。

參考文獻

1. 周文生，「八十九年度台北地區計程車營運情形調查」，台北市政府交通局委託中央警察大學交通學系辦理，民國八十九年十月。
2. 羅永光、黃國平，「都市計程車之功能與特性研究及現行管制策略之檢討與改善」，**運輸計劃季刊**，第十二卷，第一期，民國七十二年三月，頁 35-54。
3. 郭宗生，「計程車供需平衡之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十四年六月。
4. 游文正，「計程車數量與服務水準之研究」，台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國八十四年六月。
5. Ardekani, S. A., Jamei, B., and Herman, R., "A Taxicab Fare Policy Formula Based on Fuel Consumption Observations", *Transportation Research Record*, Vol. 1103, 1986, pp. 33-39.
6. 劉韻珠，「計程車計程計時收費之理論與應用」，**運輸計劃季刊**，第十八卷，第三期，民國七十八年九月，頁 369-402。
7. 張堂賢，「都會計程車運輸市場及其定價研究」，**運輸計劃季刊**，第二十一卷，第一期，民國八十一年三月，頁 63-94。
8. 張學孔，「計程車運價訂定原理與計費方案分析」，**都市交通**，第 70 期，民國八十二年六月，頁 23-28。
9. 張學孔、涂保民，「計程車計時收費之研究」，**運輸計劃季刊**，第二十三卷，第三期，民國八十三年九月，頁 273-288。
10. 張佳慧，「台北地區計程車費率結構合理性之評估研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十四年六月。
11. 何幸芝，「計程車時空計費方式之研究」，中央大學土木工程學研究所碩士論文，民國八十四年六月。
12. Morisugi, H., Arintono, S., and Parajuli, B. P., "Fare Level and Fleet Optimization of Taxi and Bus Operation in Yogyakarta, Indonesia", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 2, No. 5, 1997, pp. 1547-1553.
13. Schaller, B., "Elasticities for Taxicab Fares and Service Availability", *Transportation*, Vol. 26, 1999, pp. 283-297.
14. 張堂賢，「計程車、小船費率結構之研究」，台北市政府交通局委託淡江大學交通管理研究所辦理專題研究報告，民國八十年六月。
15. Douglas, G. W., "Price Regulation and Optimal Service Standards: The Taxicab Industry", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 20, 1972, pp. 116-127.
16. Orloff, C. S. and Ma, Y. Y., "Analytic Supply Models for Many-to-One Transportation System", *Transportation Program*, Princeton University, 1975.
17. Beesley, M. E. and Glaister, S., "Information for Regulation: The Case of Taxis", *The Economic*

Journal, Vol. 93, 1983, pp. 594-615.

18. 曹瑞和，「計程車計費方式之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國七十七年六月。
19. 林佐鼎，「都市內個體運具選擇模式之研究」，成功大學交通管理研究所碩士論文，民國七十三年六月。
20. 張家祝，「計程車合理供需數量之調查研究」，交通大學交通運輸研究所，民國七十三年十二月。
21. 劉韻珠，「計程車計程計時及夜間加成費率之研究」，交通部運輸研究所，民國七十七年。
22. 藍武王，「台北地區計程車營運情形調查」，台北市政府交通局委託交通大學交通運輸研究所辦理，民國八十四年六月。
23. 陳武正，「八十六年度台北地區計程車營運情形調查」，台北市政府交通局委託交通大學交通運輸研究所辦理，民國八十六年六月。
24. 洪軍燭，「新一代計程車管理系統」，商車營運管理計程車派遣系統研討會，交通部運輸研究所，民國八十九年二月。
25. 張學孔等人，「智慧計程車最適空車率之初步分析」，台灣大學土木研究所運輸經濟專題研究報告，F-TE-0301，民國九十二年一月。

附錄 參數定義表

本研究中理論模式及數值實例分析所引用之參數及其基準值，彙整如下：

參數	定 義	單 位	基準值
A_1	需求函數之常數項	—	7.2×10^8
A_2	等車時間函數之常數項	—	7.5×10^6
u	單位營運成本	元／車－公里	19.29
c	單位營運成本 (包含合理報酬)	元／車－公里	19.63
CS	消費者剩餘	元／日	—
P	計程車費率	元／車－公里	—
PS	生產者剩餘	元／日	—
Q	計程車市場上每日總載客里程	公里／日	—
R	距離空車率	—	—
TC	總成本	元／日	—
TR	總收入	元／日	—
V	計程車市場上每日總空車里程	公里／日	—
w	等車時間	分鐘	—
W	社會福利	元／日	—
α_1	需求之價格彈性	—	-1.4
α_2	空車里程對等車時間之敏感度	—	-0.2
β_1	需求之等車時間彈性	—	-1