

高速公路實施電子計程收費之駕駛人 願付通行費率分析¹

DRIVERS' WILLINGNESS TO PAY FOR ELECTRONIC DISTANCE-BASED CHARGING ON FREEWAYS

郭奕玟 Yi-Wen Kuo²

(98 年 2 月 18 日收稿，98 年 6 月 30 日第一次修改，98 年 10 月 20 日第二次修改，
98 年 12 月 25 日第三次修改，99 年 3 月 23 日第四次修改，99 年 6 月 19 日定稿)

摘 要

有鑑於高速公路電子計程收費政策即將實施，本研究利用假設市場評價法，探究小汽車駕駛人在模擬費率情境下之願付通行費率。實證研究係針對臺灣西部高速公路北、中及南區小汽車駕駛人進行問卷調查，共蒐集 1,361 份有效樣本。計程通行費率支付意願函數之推導，則採 Probit 和 Logit 模式進行校估，兩者分析結果差異不大，費率情境、現居地、年齡、教育程度、個人月所得、旅次目的、行駛頻率、行駛里程與移轉傾向等變數，均會影響駕駛人支付意願。本研究進一步推估駕駛人願付計程通行費率約為 0.995 ~ 0.996 元／公里，尚不及 1 元／公里；北區駕駛人願付費率較其他地區高，每公里願付通行費率達 1 元以上，為 1.002 ~ 1.003 元／公里；至於以高速公路作為每日通勤路線者，其願付費率最低，僅 0.881 元／公里；短程旅次者的支付費率亦相對較低，不及 1 元／公里。

-
1. 本研究感謝國家科學委員會專題研究計畫補助 (NSC97-2410-H-366-016-SSS)。
 2. 樹德科技大學運籌管理系助理教授 (聯絡地址：82445 高雄縣燕巢鄉橫山路 59 號樹德科技大學運籌管理系；電話：07-6158000 ext.4514；E-mail：shauai.tt91g@nctu.edu.tw)。

關鍵詞：電子計程收費；願付通行費率；假設市場評價法；普羅比模式；羅吉特模式

ABSTRACT

For the oncoming implementation of the electronic distance-based charging strategy on freeways, this paper attempted to use a contingent valuation method (CVM) to evaluate drivers' willingness to pay (WTP) under various toll scenarios. According to the empirical study, the questionnaire survey was conducted to collect 1,361 valid samples from freeway drivers traveling in northern, central, and southern Taiwan. This paper deduced drivers' WTP function via Probit and Logit models, and the estimated results in the two models revealed that the significant variables for explaining drivers' willingness included toll scenarios, resident area, age, educational background, personal monthly income, trip purpose, traveling frequency, traveling distance and switching intention, etc. The forecasted result of drivers' WTP for distance-based toll was approximately 0.995~0.996 NT dollars for each kilometer. The WTP of drivers' living in northern Taiwan is higher than other areas (1.002~1.003 NT dollars for each kilometer), and the WTP of work-trip purposes is unwilling to pay (only 0.881 NT dollars for each kilometer). Additionally, drivers having higher traveling frequency and shorter traveling distance also do not wish to pay the toll (less than 1 NT dollars for each kilometer).

Key Words: *Electronic distance-based charging; Willingness to pay (WTP); Contingent valuation method (CVM); Probit model; Logit model*

一、前言

電子收費系統 (electronic toll collection, ETC) 於民國 93 年起陸續取代高速公路各收費站區部分人工收費車道，至今其收費標準仍比照人工收費按車種計次收費方式；然根據交通部國道高速公路局（以下簡稱高公局）調查^[1]指出，高速公路未收費旅次大多屬於都會區的短程旅次，易造成尖峰時段部分區段過度擁擠，並衍生使用者未必付費的公平性問題。因此，高公局預計於民國 101 年底全面轉換實施電子計程收費政策，以實現用路人「走多少、付多少」之公平計程收費目標；意即於高速公路任兩交流道間設置收費鋼架 (gantry)，使車輛可在多車道自由流 (multi-lane free flow) 的行車狀態下完成繳交通行費，毋須停等收費，既可達成使用者公平付費原則，減少都會區路段過多借道短程旅次產生的壅塞問題，並能消除因車輛減速通過收費站區所造成的停等延滯與空氣污染，亦有助於節省不必要的能源消耗。

惟當高速公路全面實施電子計程收費後，首當其衝的將是原先許多免付費的短程旅次，需增加其旅運成本。因此，計程收費政策能否順利實施及高速公路旅次量的轉移成效，端視高速公路用路人對該政策之內在看法與支付意願。依過去相關研究顯示^[2-7]，當接受

度越高時，政策執行越易達成。將此概念運用於高速公路計程收費政策之實施上亦然，為有助於深究需求面，本研究試著討論駕駛人對計程收費的接受度，以及其他重要的潛在看法，了解潛在變數對計程通行費率支付意願的影響。至於日後高速公路所訂定計程通行費率的高低，將直接影響用路人的支付意願，甚至影響其改變旅運行為^[8]；但目前研究較少針對用路人之使用者觀點，探討其對計程通行費率的願付價格。

若從通行費總收入固定^[9]的觀點來看，通行費計算結果將與需付費的旅次量有極大關連性。因此，當原先未被收費的短程旅次均納入計程收費後，以用路人的觀感而言，即使部分旅次量因而轉移，但所收取通行費總額應會增加，相對於計次收費階段各車種通行費率（小型車 40 元、大型車 50 元），勢必有機會調降各車種之單位里程費率；如此一來，原先中長程旅次所需繳交的通行費可能因而調降，可減輕中長程用路人旅運成本負擔，達到公平付費原則，亦將有利於電子計程收費政策之推行。

不同於過去考量成本支出與車流量推導通行費率數學計算公式的研究^[9-13]，本研究將著重從使用者觀點探討對計程通行費率之願付價格。願付價格 (willingness to pay, WTP) 又稱假設市場評價法 (contingent valuation method, CVM)，係以問卷調查或實驗方式，藉由詢問受訪者若干假設性問題，並提供假設市場下某些商品資訊，讓受訪者評估這些商品價值，其對該市場性財貨所願意支付的最大金額，即為願付價格，可顯示該市場性財貨對於受訪者的價值。採用願付價格的優點，在於可讓受訪者決定自己的效用函數 (utility function)，但由於效用函數無法直接觀察出其效用大小，故可使用金錢的測量方法來評估效用改變情形^[14]；願付價格的理論基礎，係基於消費者本身是其偏好 (preference) 的最佳判斷者，以及消費者是理性的、並具足夠知識與能力排序其偏好之兩個假設。

當高速公路通行費計費方式由計次收費改為計程收費方式時，對原先毋須繳付通行費的多數短程旅次而言，相當於需面臨一假設性市場財貨之購買，判斷是否支付通行費以取得節省旅行成本的行駛捷徑之取捨決策，因此，適用於假設市場評價法分析駕駛人的願付通行費率；對既有已支付計次通行費的駕駛人而言，以實際行駛高速公路的里程數多寡，作為應付通行費用之計費方式的改變，也意味著駕駛人面臨市場財貨價格的重新調整，視同面臨新市場或新財貨價格，亦適合分析其願付計程通行費率，藉由願付價格之貨幣單位形式來衡量其效益。

時值電子計程收費政策即將付諸執行，確實有必要了解駕駛人對該政策之願付意願與價格，爰此，本研究目的著重於以駕駛人觀點分析其願付計程通行費率，利用敘述性偏好法設計通行費率模擬情境，調查駕駛人於各情境下之支付意願，以及考量駕駛人對電子計程收費政策之潛在認知與態度等看法（如政策接受度、移轉傾向），並探討影響願付價格之重要影響因素。本研究成果期能供後續交通管理單位研訂單位里程通行費率之參酌，協助以價格機制的設計達到高速公路需求管理，重新分派道路之旅運需求量，透過道路資源的有效利用，達到降低區域交通擁擠的效果。

二、研究架構與方法

2.1 文獻回顧

運輸定價策略能否成功實行，其重要前提在於社會大眾的接受度，Schade 與 Schlag^[2] 透過實證研究發現，此種定價策略的接受度相當的低，與定價策略的接受度有正向關係之影響因素，則包括社會標準、個人所得預期和認知效果等。Jakobsson 等人^[3]、Fujii 等人^[4] 及周榮昌、劉祐興等人^[5] 亦探討駕駛人對道路定價接受度之重要影響因素，並比較不同國家之差異，當使用者對道路定價政策的接受度越高，該政策越有機會成功地施行。溫傑華、藍武王等人^[6] 研究乘客對國道客運車輛下層設置座位或臥舖之接受度，收入、搭車時段、起迄點、旅次目的、使用運具種類、搭乘客運下層經驗、是否結伴同行、及巴士使用頻率等均會影響其接受度。Floyd 等人^[7] 針對美國兩大國家公園的觀光客進行環境衝擊接受度的調查，發現對環境考量程度越高者，對環境衝擊的接受度則越低。

國內過去有關計程通行費率的研究^[9-13]，始於藍武王^[10] (民 81) 之研究，相關研究主要是從政府成本負擔與車流量變化的角度去探討。交通部運輸研究所^[11] 研擬高速公路通行費率公式，求得匝道閉闔式計程收費費率，為小客(貨)車 1.10 ~ 1.16 元/公里，大貨車 1.22 ~ 1.30 元/公里，及聯結車 1.79 ~ 2.03 元/公里，以該公式計算所得各車種之費率水準，均較現行通行費略高，惟差異不大，另當車流量或其他收入變化時，通行費率亦將隨之調整。交通部運輸研究所林繼國、邱裕鈞等人^[9] 分析高速公路採匝道閉闔式計程收費方式時，在通行費總收入固定不變原則情境下，各車種通行費率均可降低約 13.30% ~ 13.46%，至於在償本原則情境下，各車種通行費則可降低約 15.60% ~ 21.01%。

褚志鵬^[12] 探討高速公路匝道收費政策下，不同收費政策對道路流量的影響及福利的變動；賴禎秀與吳志仁^[13] 則探討高速公路實施匝道電子收費下最佳費率與經濟效益。溫傑華、馮乃穎^[8] 運用敘述性偏好法模擬不同情境，探討高速公路採電子計程收費時對用路人旅運行為之影響，並援用交通部運輸研究所研究成果^[9]，以小客(貨)車、大貨車及聯結車的通行費分別為 1.32、1.51 及 2.81 元/公里作為通行費的中水準，並上下增減 10% 作為高、低水準，作為通行費設計情境。經二元羅吉特模式之校估結果發現，旅行時間、通行費差額、個人所得、及使用高速公路作為通勤路線的頻率等變數，均會顯著影響用路人旅運選擇行為；且當高速公路實施電子計程收費後，將會導致許多短程小客車用路人選擇替代道路，通行費收入對計程費率的改變相當敏感。

本研究擬從使用者角度評估其對計程通行費率之願付價格，有關願付價格的研究應用領域甚廣，近來運輸政策領域亦利用假設市場評價法，分析民眾對政策實施的願付價格。Feng 和 Wang^[15] 以坪林交流道開放議題為例，若對使用者課以使用費，則可減少 25% 使用人次，降低坪林地區環境負荷；該研究並進一步分析付費使用者的社經特性及其動機，較在乎交通建設會影響環境且損害自身健康者(如女性及高收入者)願付價格較高，至於

對政府執法無信心者（如私部門工作者、60 歲以上的長者及教育程度較高者）付費意願較低。周榮昌、黃桂朗^[16] 探討屬性處理策略對通勤者路線選擇行為的影響，以臺中市小客車通勤者為例，以多項羅吉特與混合羅吉特探討影響通勤者路線選擇之因素，並計算各種模式旅行時間節省之願付價格。葉寶文、傅祖壇^[17] 探討酒後駕車行為取締之願付風險價值，認為理性個人之酒後駕車行為，受其自身取締強度認知及發生意外事故風險認知影響；該研究利用假設市場評價法，引入理性認知，估計酒後駕車被取締之願付風險價值，約在 15,000 ~ 16,600 元之間。

Brownstone 等人^[18] 以聖地牙哥實施擁擠收費政策的資料，估計出駕駛人願付 30 美元以減少一小時的通勤時間。張學孔、朱純孝^[19] 以數學模式推導在最大社會福利目標並考慮預算限制及外部性下，臺北地區計程車市場之最適與次佳費率與空車率；當計程車空載時，將產生主觀評價約 1.2 元／延車公里之外部成本，當計程車載客時，將產生約 0.4 元／延車公里之外部效益；最佳化結果顯示，當需求價格彈性為-1.4 時，計程車最適空車率約為 18.07%；在不考慮損益兩平時之最適費率約為每車公里 20 元，但須補貼乘客 4.38 元／延車公里，以彌補計程車業者虧損；當考慮損益兩平時，計程車費率則約 24.9 元。周奕君^[20] 探討消費者對綠色汽車之偏好結構與願付價格，以相關汽車屬性將國內消費者分為三群：非常注重 CO₂ 排放量的環保第一群（20%）、注重燃料效率和售價的經濟至上群（22%），及注重馬力和維護成本的性能為重群（58%）；其對綠色汽車之最高願付價格分別為 170 萬元、140 萬元與 70 萬元。

依上述相關文獻研究可知，當公部門試圖以運輸定價策略影響用路人旅運決策時，關注議題多在於從使用者觀點探討對該定價策略的接受度、願付意願與願付價格等。惟國內有關高速公路通行費率的訂定，大多從通行費總收入固定或償本原則之公部門角度著眼，較少研究探討駕駛人對通行費率之願付價格。適逢國內即將全面推動高速公路計程收費政策，因此，本研究課題將基於了解駕駛人對此計程收費政策之接受度的前提下，嘗試以詢價的方式，探究駕駛人對各種計程通行費率的支付意願，以及願付的計程通行費率，有助於深入分析該計程收費政策實施後用路人的看法與意向。

2.2 研究架構與假設

本研究目的在於探討小汽車駕駛人對高速公路實施電子計程通行費率的願付價格，因此，將先建構評估駕駛人通行費支付意願的機率函數模式，判定駕駛人的支付意願，再據以推算願付計程費率；模式的建構過程將納入各種可能的解釋變數，以提高模式解釋能力。模式中解釋變數的選取，除了參酌相關文獻^[8] 研究成果，本研究擬採因素分析法，萃取駕駛人內在認知與態度等潛在變數，例如討論政策接受度^[3-5] 對駕駛人願付價格之影響，以及探究駕駛人內在移轉傾向對其支付意願的阻力效果。本研究所建構之計程通行費率支付意願模式及其解釋變數，如圖 1 中灰色區塊所示，白色箭頭係指納入模式中的解釋變數，包括潛在變數（如政策接受度、移轉傾向等）、社經條件（如個人月所得、教育程度、年齡等）、旅運特性（如旅次目的、行駛頻率、行駛里程等）及費率情境等重要影響變數。

圖 1 中除了說明研究模式之解釋變數外，並標明模式推導與資料蒐集過程中採用的研究方法。本研究擬以敘述性偏好法設計費率情境，並透過假設市場評價法，詢問未來駕駛人在各種假設性計程通行費率情境下之支付意願。經問卷調查所得的資料，並考量各重要解釋變數，將以 Probit 與 Logit 模式建構駕駛人對計程通行費率之支付意願模式，進而推估駕駛人之願付計程通行費率。

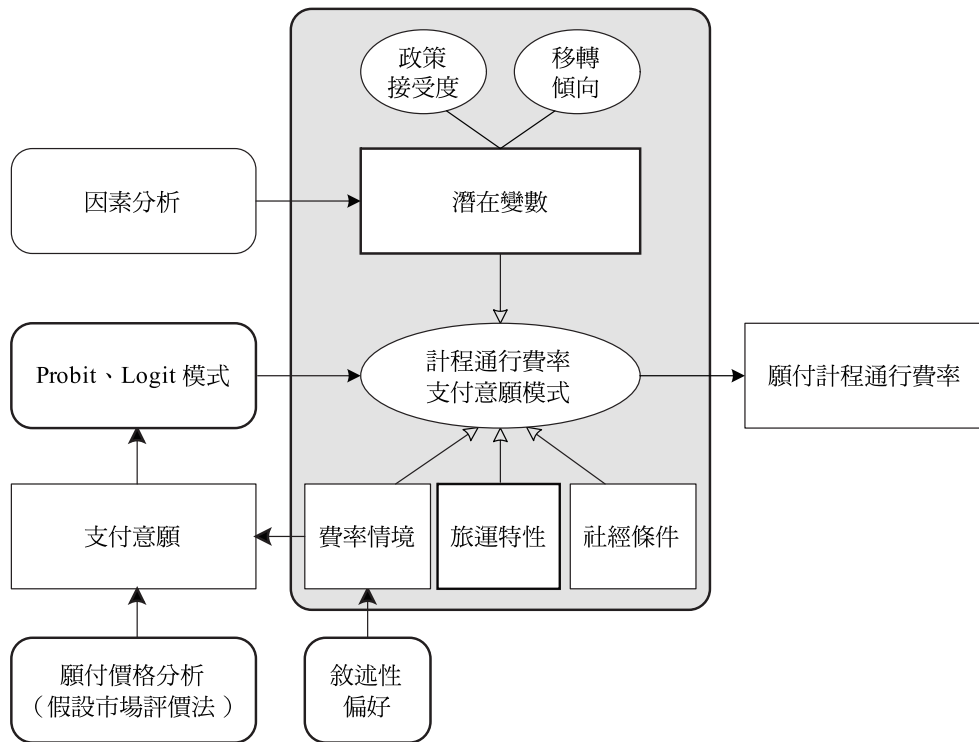


圖 1 研究架構與研究方法

2.3 資料分析方法

本研究係探討未來電子計程收費階段駕駛人之願付通行費率，故利用敘述性偏好法設計相關費率情境，並採願付價格的測定方法，以了解駕駛人在假設性情境下之支付意願與願付價格。至於駕駛人對費率支付意願之機率模式推導，則利用一般常用之 Probit 及 Logit 等模式建構，以預測駕駛人的支付意願，並進一步求算其願付計程通行費率；有關模式中所引用之潛在變數，則以因素分析方法萃取。茲將本研究所採用之主要資料分析方法（見圖 1）說明於后：

(一) 願付價格分析

假設市場評價法（即願付價格）在詢問受訪者之願付意願時，乃採用競標或出價 (bidding) 方式，意即受訪者面臨不同的假想情節 (scenario) 或不同的出價情況下，所能夠接受的出價價格^[21]。Stoll^[22] 將出價方法區分為反覆式出價 (interactive bidding) 與非反覆式出價 (non-interactive bidding)，反覆式出價又稱逐步競價法 (sequential bidding)，非反覆式出價法可分為開放式、列舉式及封閉式三種。其中列舉式出價法又稱為支付卡法 (payment card method)，封閉出價法又稱為二分選擇法 (dichotomous choice approach)，並分為單界二分選擇法 (single-bound choice) 與雙界二分選擇法 (double-bound choice) 兩種操作方式。

上述有關受訪者願付價格問卷設計之五種常見的價格詢問法，其中開放式出價法和逐步競價法已被證明其估計結果存在著偏誤，因此，現今有關價格詢問方法的研究，大多集中在支付卡法、單界二分選擇法和雙界二分選擇法上^[23]。有鑑於實際訪問時，開放式出價法、逐步競價法、支付卡法等三種方法之設計，並不易使受訪者有效回答其願付價格，使得許多受訪者無法具體回答而淪為無效問卷，造成訪問成功率過低，因此，Bishop 和 Heberlein^[24] 首度提出單界二分選擇法來增加訪問成功率，受訪者只需對某個詢問價格回答「願意」或「不願意」即可，惟此法較適用於郵寄或電話訪談。

至於雙界二分選擇法^[25] 與單界二分選擇法不同之處，在於雙界二分選擇法係根據受訪者第一次答覆詢問價格的意願答案後，需再進一步詢問比第一次更高或更低的特定價格，以求得較為接近受訪者心中的真實價位，使估算價值更符合實際情況，類似二回合以上的逐步競價法，此法結果會較單界二分選擇法精確^[21,26]。Hanemann^[27] 與 Carson^[28] 首先提出雙界的格式，意即當受訪者對第一個詢問價格回答「願意」時，需再追問是否願意給付下一個較高的金額；反之，若第一個詢問價格的答案為「不願意」，則追問較低的金額，因此，每一位受訪者的答案便有「願意、願意」、「願意、不願意」、「不願意、願意」和「不願意、不願意」四種可能選擇；但所謂的「雙界」並不表示一定能找出願付價值的上界和下界，因為若受訪者回答「願意、願意」或「不願意、不願意」時，則僅能獲知受訪者願付價值大於或小於第二個詢問價格。

經上述文獻比較分析結果，本研究所欲探討之駕駛人對計程通行費率之支付意願，適合以雙界二分選擇法進行願付費率之詢問，所得結果相較於其他方法將較精確，近來相關的社會研究亦多採此法。由於假設市場估價法係針對假想市場進行財貨價格估計，因此，無法完全避免偏誤 (bias)^[21,29]，可能產生策略性偏誤、資訊偏誤、起始點偏誤、假設性偏誤、支付工具偏誤、調查員偏誤及統計上偏誤等七種偏誤種類^[30]。其中，二分選擇法因出價方式較接近一般消費者的交易方式，較能真實引導反應受訪者心中的價值，可避免起始點偏誤，並可盡量將策略性偏誤降至最低^[21,29]。

(二) Probit 及 Logit 模式

有關願付價格函數的推導，以及封閉式出價法操作的統計模式，一般可採用 Probit 或 Logit 模式進行價值評估模式的建構^[30]。本研究擬採用雙界二分選擇法探討駕駛人對計程通行費率的支付意願，亦適合以 Probit 或 Logit 模式進行出價模式之校估。近年來相關研究領域亦多採用此類研究方法，葉寶文^[31]研究有關酒後開車之願付風險價值估計，以及心臟血管疾病預防之願付價值研究。兩項研究均採用 Probit 及 Logit 模式，分別推導出具有取締強度認知之評估風險價值函數，以估計酒後開車的風險價值；以及建立三組改善慢性疾病的病症—高血壓、高膽固醇症及糖尿病的評估價值函數，進行降低罹患心臟血管疾病可能性之願付健康價值估計。

Boyle 與 Bishop^[32]針對美國威斯康辛州河流划船與獨木舟旅遊遊客，計算平均每人須支付多少金額來維持其森林景觀，該研究以 Logit 模式進行願付價格的推估。楊欣薇^[21]從遊客及居民觀點探討歷史文化園區之經濟效益，在遊客部分利用 Probit 及 Logit 模式建立願付金額之評估模式，在居民部分則採用 Probit 及 OLS 模式，以願付勞動表示其願付金額，藉由迴歸分析方法進行模式校估與檢定，並依據評估結果來分析不同模式間的差異性，再將遊客及居民資料進行整合，求算受訪者之平均願付金額。劉錦添^[33]評估淡水河水質改善的經濟效益，採用 Probit 或 Logit 模式，針對三個假設性願付價格題項來分析消費者對於淡水河環境品質改善的決定模式。

陳信甫^[34]則以綠島為例比較不同的遊憩效益評估方法，並探討綠島遊憩發展現況與分析遊客的遊憩行為，以貨幣價值作為評估的指標加以計量、估算，透過迴歸分析、皮爾森相關分析與 Logit 模式進行其遊憩效益之評估與比較分析。林建信^[35]針對奧萬大森林遊樂區資源價值之估算，係以因素分析、Probit 模式及機率與迴歸樹 (CART) 等方法加以分析，並以最小平方方法 (OLS) 分別推估三個評價模式，分析結果得知該遊樂區之遊憩價值可能被低估，票價可適度調整，尤以淡季假日與旺季時段半票之調漲空間較大。

(三) 因素分析

除了一般模式建構常用的外顯變數外，本研究將納入潛在變數於支付意願模式中，以提高模式解釋能力，並反應駕駛人內在的重要看法。因此，本研究利用因素分析 (factor analysis, FA) 進行變數構面 (construct) 的縮減，建立這些構面及其所屬衡量問項的歸屬關係，以萃取駕駛人內在對電子計程收費之潛在評價因素，這些構面即為影響駕駛人支付意願之重要潛在變數。因素分析主要透過因素結構之簡單化過程，以萃取最少的共同因素，並能對總變異量作最大解釋；將研究量表中多個變項依其相關程度縮減成少數主要因素，簡化變項的複雜關係後，但仍保有對原變項最大解釋程度^[36,37]。萃取出主要因素構面後，需確認量表的信度 (reliability) 與效度 (validity)，使該量表具一致性與代表性。

三、問卷設計與調查樣本

3.1 問卷設計

本研究之調查問卷內容主要分為三個部分：第一部分的問項著重於了解受訪者目前行駛高速公路的現況，包括最常行駛高速公路的旅次目的、行駛頻率、行駛里程及通過的收費站數等；第二部分則調查受訪者對未來高速公路實施電子計程收費政策之接受度與移轉傾向等內在認知與態度等指標，以及利用雙界二分選擇法，讓受訪者以敘述性偏好方式，回答其在計程通行費情境下的支付意願；第三部分則是調查受訪者的社會經濟基本資料，俾利瞭解樣本結構，並作為模式解釋變數，其中受訪者現居地可供作樣本分群分析之用，以研究不同區域的受訪者對電子計程收費之願付價格是否存在差異。

本研究於問卷正式施測前，預先進行問卷的試調工作，並依受訪者意見修改問卷內容後，完成正式的調查問卷。問卷中所設計有關認知與態度等問項皆採正向敘述方式，以李克特 (Likert) 五點尺度衡量，分別為「非常不同意／非常不可能」、「不同意／不可能」、「普通」、「有點同意／有點可能」及「非常同意／非常可能」，主要詢問受訪者對實施電子計程收費政策之接受度，以及是否會考慮改為行駛替代道路或選擇其他大眾運輸之轉移傾向，此部分衡量問項彙整如表 1。

表 1 衡量問項

題號	衡量問項
V ₁	贊成政府推行高速公路電子計程收費政策
V ₂	認為電子計程收費可達到使用者付費之公平原則
V ₃	認為電子計程收費可減少高速公路部分路段壅塞
V ₄	會傾向不使用高速公路，改走替代道路
V ₅	會傾向轉搭國道客運或其他大眾運輸工具

至於支付意願的調查，會先於問卷中說明電子計程收費政策—「高速公路全面實施電子計程收費政策，是在主線上全面設置電子收費感應設備，車輛通過無需停等或減速即可完成電子繳費，計費方式是以實際行駛里程計算，走多少付多少，期能達到公平付費的原則。」，讓受訪者先了解計程收費政策實施的重點與效益。至於詢問各計程通行費率情境下的支付意願，則請受訪者依各情境假設的單位費率下，配合經常行駛距離的計算，以推算其需繳交的計程通行費用。

針對不同的計程通行費率情境，則從通行費率較低的情境開始問，若受訪者願意支付該通行費率，則繼續調高通行費率，再詢問受訪者的支付意願；本研究參考目前高速公路計次收費之平均里程通行費（約 0.7 ~ 1.5 元／公里），盡量避免起始點偏誤、資訊偏誤與假設性偏誤^[30]等問題，共訂定 0.8 元／公里、1.0 元／公里、1.2 元／公里、1.5 元／公里等四個電子計程通行費率情境，以了解受訪者願意支付的最高計程通行費率為何，各設計情境詢問示意如圖 2。

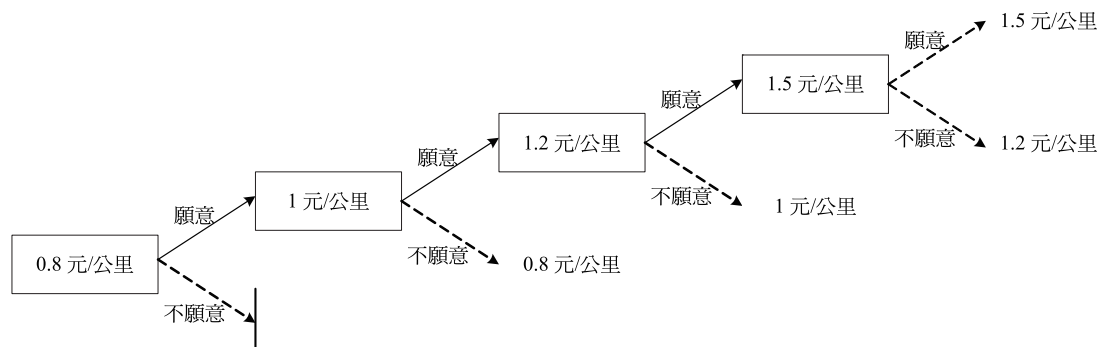


圖 2 計程通行費率情境詢問示意圖

3.2 資料調查

(一) 調查範圍

未來高速公路實施電子計程收費將採全面實施方式，且考量目前實施之計次收費在各路段平均里程通行費存在差異，因此，本研究參考國道高速公路局所劃分之國道分區路網範圍，分別針對居住且通勤於臺灣西部高速公路北區（基隆至新竹間）、中區（苗栗至雲林間）及南區（嘉義至屏東間）之小汽車駕駛人進行問卷調查，針對各樣本群調查對高速公路實施電子計程收費之看法與願付價格，並比較不同區域間小汽車駕駛人之差異。

(二) 問卷調查

本研究針對北、中及南區小汽車駕駛人進行問卷調查，調查時間為民國九十七年八月至十月間，利用網路電子問卷調查與在高速公路服務區面訪調查兩種調查方式，蒐集平日、假日及各種旅次目的之樣本。至於面訪調查的地點，係於臺灣西部兩條高速公路之北、中、南區各擇定一處服務區進行調查，國道一號選定湖口、西螺與仁德服務區，至於國道三號則選定關西、清水與關廟服務區。

考量研究範圍內母體資料未能確知的情況，本研究依當年度相關人口統計資料^[38,39]，推算研究範圍內社經特性（如區域人口、性別、年齡與教育程度等）之分配比例，並參考

國內有關高速公路研究調查之樣本結構^[40-43]。選擇常用的便利抽樣 (convenience sampling) 與配額抽樣 (quota sampling)^[44] 方法，根據所推斷母體的社經條件比例，依性別、教育程度或年齡等社會經濟條件之類別進行比例抽樣^[44]。由於採用網路便利抽樣易產生受訪樣本過於年輕化與高教育程度的偏誤問題，因此，為使抽樣結果能盡量符合推估的樣本社經分佈狀況，並同時輔以面訪調查方式，補足高齡者與低教育程度的樣本。

3.3 樣本初步分析

(一) 敘述性統計

本研究針對行駛於高速公路西部走廊的小汽車駕駛人進行抽樣調查，調查問卷數共 1,407 份，扣除無效問卷後，得到有效問卷 1,361 份，有效問卷回收率為 96.7%；其中採網路調查之有效問卷為 545 份，面訪調查之有效問卷則為 816 份，兩者所占比例約為四比六。此外，受訪者現居地之各分區樣本數均大於 200 個，以便於後續進行樣本分群分析使用，而各分區分配比例亦參酌人口分佈統計資料，分別為北區 44.7%、中區 25.6%及南區 29.7% (如表 2 所示)。

有關受訪者社會經濟特性分析，以男性駕駛人居多 (64.1%)，八成以上集中在年齡層 25 ~ 54 歲 (83.7%)，大學專科學歷者占一半比例 (50.0%)、其次為高中職以下 (28.5%)，近七成受訪者之個人月所得為 2 ~ 6 萬 (66.3%)。此外，依駕駛人最常行駛高速公路的旅次目的劃分，工作旅次有 250 份 (17.7%)、商務洽公旅次 271 份 (19.2%)、社交旅次 357 份 (25.3%) 及旅遊旅次 483 份 (34.3%)。以受訪者最常行駛高速公路的里程區分，短程旅次 (0 ~ 100 公里) 占一半以上 (58.7%)、中程旅次 (100 ~ 200 公里) 占 28.7%，長程旅次 (200 公里以上) 則為 12.6%。至於受訪者最常通過的收費站數，計次收費階段毋須繳交通行費者占 8.7%，三成受訪者通過 1 個收費站，六成左右受訪者為通過 2 個以上收費站。

由於本研究係採雙界二分選擇法，由較低通行費率情境往上調漲價格之詢問方式，以求得駕駛人願付之最高通行費率，對於最低的費率價格 0.8 元／公里並未往下詢價。據調查結果得悉 (如表 2)，「不願意」支付最低計程費率 0.8 元／公里的駕駛人，並不盡然均屬於計次階段毋須支付費用者 (即通過收費站數為 0)，計次階段須付費者 (即通過收費站數 1 個以上) 回答「不願意」仍占一定比例，因此考量願付意願與費率的分析應納入所有可能的高速公路使用者，本研究將所有回答「願意」及「不願意」的受訪者皆納入計算。因此，於表 2 計算願付計程費率平均值時，對於不願意支付 0.8 元／公里者之願付費率，本研究假設其願付費率呈常態分配，故以 0 ~ 0.8 元／公里之平均值 0.4 元／公里作為該樣本的計算數值，以求得較符合所有樣本的平均願付計程費率，並避免過於高估整體駕駛人之願付計程費率。

依調查所得受訪者願付計程費率的平均值來看 (如表 2)，整體駕駛人願付計程費率為 0.98 元／公里，尚不及 1 元。其中，又以北區駕駛人的願付計程費率相對較高；男、女在

願付計程費率上則無太大差異；45 歲以上駕駛人的願付通行費率較高，在 1.10 元以上；較高所得水準也呈現出較高的願付計程費率水準。就旅次特性而言，經常需行駛高速公路者（如工作旅次、通勤者）、短程駕駛者、及計次階段無須付費者，願付計程費率均相對較低。

（二）支付意願交叉分析

依本研究設計的各費率情境詢問方式（參見圖 2），初步綜整受訪者對費率情境的整體支付意願，以受訪者在最小計程費率情境（0.8 元／公里）時表達的支付意願作為分界點，分為「願意」及「不願意」兩種詢問結果，並依受訪者的社經及旅運特性進行交叉比對，分析結果如表 2 所示。回答「願意」支付計程費率（0.8 元／公里以上）的受訪者約占八成（79%），至於表達「不願意」支付者則占總樣本的 21.0%。至於四種費率情境下受訪者的支付意願，則以圖 3 示之，隨著費率的調高，願意支付的比例漸減，願付 0.8 元／公里者共 1,075 人（占 79.0%）、願付 1.0 元／公里者有 863 人（占 63.4%）、願付 1.2 元／公里有 489 人（占 35.9%）、願付 1.5 元／公里為 307 人（僅占 22.6%）。

針對「不願意」支付者的特性進一步分析，男性（21.9%）中「不願意」支付計程費率的受訪者比例較女性（19.5%）多；就區域特性來看，中區（25.5%）與南區（20.5%）「不願意」支付的受訪者比例均高於北區（18.8%），可能與北區對使用者付費觀念較能接受有關；25～44 歲的青壯年族群，其「不願意」支付的受訪者比例也普遍較其他年齡層高；至於具大學專科學歷的受訪者，「不願意」支付的比例最高，占 22.9%；較低所得者不願意支付的比例亦較高。

依旅次目的而言，因工作目的而需經常行駛高速公路的受訪者，「不願意」支付計程費率的受訪者高達三成以上，此亦反映在高行駛頻率的特性上（每天均需行駛者，「不願意」支付者的比例達 36.0%）；至於長程行駛的受訪者其「不願意」支付者的比例則明顯偏低，僅約 8.2%；至於目前毋須付通行費者，其「不願意」支付計程費率的比例明顯居高，占 26.9%。

（三）因素分析

本研究於探討小汽車駕駛人對電子計程通行費之願付通行費率，將同時考量駕駛人內在認知與態度等潛在變數，後續於模式探討時將納入這些潛在變數作為解釋變數，分析其對通行費支付意願之影響。本研究利用因素分析（factor analysis, FA）之主成分分析法（principal component analysis）進行構面萃取，選取特徵值大於 1 的共同因素，並利用最大變異法（varimax）之直交轉軸（orthogonal rotation）估計因素負荷量，結果如表 3 所示。依研究分析結果，每一問項因素負荷量皆大於 0.3，累積解釋變異量達 67.009%（符合 40%以上變異量的標準），故因素分析的結果相當可取^[45]。

因素分析結果與本研究假設架構一致，共萃取「政策接受度」及「移轉傾向」兩個潛

在變數，五個問項縮減成兩個構面。「政策接受度」包括 $V_1 \sim V_3$ 共三題問項，係為衡量駕駛人實施電子計程收費之接受度；「移轉傾向」則包括 V_4 、 V_5 兩題問項，指未來電子計程收費實施後，駕駛人是否會傾向改走替代道路或轉搭國道客運等大眾運輸工具。為了評估因素分析所獲得之各因素是否具可信度，本研究以 Cronbach 所創的 α 係數進行內部一致性分析，檢測測量結果是否具有一致性與穩定性。一般而言，各因素之 Cronbach's α 係數至少要超過 0.6^[33]；本研究分析之各構面信度係數分別為「政策接受度」0.763 及「移轉傾向」0.608，均符合大於 0.6 的標準^[46]，表示具有相當的穩定性與精確性^[47]。

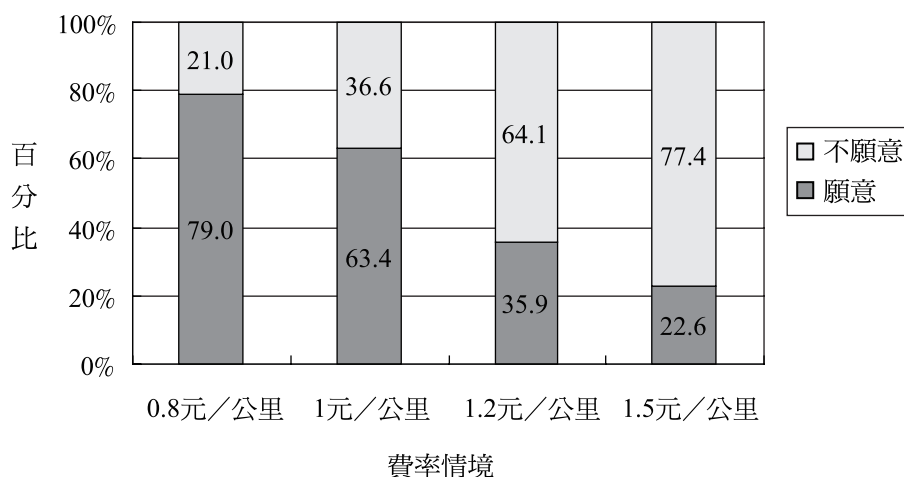


圖 3 各計程費率情境下支付意願

四、願付計程通行費率推估

4.1 支付意願模式建構

本研究探討駕駛人於不同計程通行費率情境下之支付意願，係以雙界二分選擇法詢問，受訪者僅需對標示費率表示贊成或反對意見，屬於間斷性選擇模式 (discrete choice model, DCM)，且考量一般隨機變數之函數型態常假設為常態分配或 Logistic 分配，因此，本研究利用計量上常用之 Probit 及 Logit 模式進行支付意願之機率模式的校估分析，並採用 LIMDEP 之應用軟體操作。

模式之應變數為駕駛人在不同計程通行費率假設情境下，對是否支付通行費率之敘述性意願，意即在 Probit 或 Logit 模式中，對於駕駛人支付意願只有兩種可能的結果 (即 0 或 1)，因此，可利用分配函數探討駕駛人支付意願的機率與影響因素間的關係。此外，在

表 2 敘述性統計

調查項目		樣本結構		願付計程費率 (元／公里)		支付意願	
		樣本數	百分比 (%)	平均值	標準差	不願意 (%)	願意 (%)
總計		1,361	100.0	0.98	0.38	21.0 (21.0)	79.0 (79.0)
現居地	北區	608	44.7	1.00	0.37	18.8 (8.4)	81.2 (36.3)
	中區	349	25.6	0.96	0.40	25.5 (6.5)	74.5 (19.1)
	南區	404	29.7	0.97	0.37	20.5 (6.1)	79.5 (23.6)
性別	女	488	35.9	0.99	0.38	19.5 (7.0)	80.5 (28.9)
	男	873	64.1	0.98	0.38	21.9 (14.0)	78.1 (50.1)
年齡	24 歲以下	109	8.0	1.01	0.36	17.4 (1.4)	82.6 (6.6)
	25~34 歲	391	28.7	0.88	0.37	28.1 (8.1)	71.9 (20.6)
	35~44 歲	461	33.9	0.95	0.37	21.9 (7.4)	78.1 (26.5)
	45~54 歲	287	21.1	1.10	0.38	15.0 (3.2)	85.0 (17.9)
	55 歲以上	113	8.3	1.12	0.35	11.5 (1.0)	88.5 (7.3)
教育程度	高中職以下	388	28.5	1.03	0.39	19.6 (5.6)	80.4 (22.9)
	大學專科	680	50.0	0.95	0.38	22.9 (11.5)	77.1 (38.5)
	研究所以上	293	21.5	0.99	0.35	18.4 (4.0)	81.6 (17.6)
個人月所得	2 萬元以下	165	12.1	0.92	0.35	23.0 (2.8)	77.0 (9.3)
	2~4 萬元	460	33.8	0.97	0.40	24.1 (8.2)	75.9 (25.6)
	4~6 萬元	442	32.5	0.98	0.39	21.9 (7.1)	78.1 (25.3)
	6~8 萬元	190	14.0	1.04	0.34	13.2 (1.8)	86.8 (12.1)
	8 萬元以上	104	7.6	1.02	0.33	14.4 (1.1)	85.6 (6.5)
旅次目的	工作	250	17.7	0.87	0.38	31.2 (5.7)	68.8 (12.6)
	商務洽公	271	19.2	1.01	0.40	21.4 (4.3)	78.6 (15.7)
	社交	357	25.3	1.01	0.38	18.8 (4.9)	81.2 (21.3)
	旅遊	483	34.3	1.00	0.36	17.2 (6.1)	82.8 (29.4)
行駛頻率	每天 1 次	186	13.7	0.85	0.39	36.0 (4.9)	64.0 (8.7)
	兩、三天 1 次	217	15.9	1.01	0.40	22.1 (3.5)	77.9 (12.4)
	一星期 1 次	279	20.5	0.99	0.37	19.0 (3.9)	81.0 (16.6)
	兩星期 1 次	184	13.5	1.07	0.38	15.8 (2.1)	84.2 (11.4)
	一個月 1 次	204	15.0	0.95	0.36	21.1 (3.2)	78.9 (11.8)
	很少	291	21.4	1.01	0.35	15.8 (3.4)	84.2 (18.0)
行駛里程	0~30 公里	152	11.2	0.98	0.35	18.4 (2.1)	81.6 (9.1)
	30~100 公里	646	47.5	0.97	0.39	23.2 (11.0)	76.8 (36.4)
	100~200 公里	391	28.7	0.99	0.37	19.4 (5.6)	80.6 (23.1)
	200~300 公里	123	9.0	0.98	0.39	22.8 (2.1)	77.2 (7.0)
	300 公里以上	49	3.6	1.11	0.32	8.2 (0.3)	91.8 (3.3)
通過收費站數	0 個	119	8.7	0.93	0.40	26.9 (2.4)	73.1 (6.4)
	1 個	410	30.1	0.96	0.38	23.4 (7.1)	76.6 (23.1)
	2 個以上	832	61.1	1.00	0.37	19.0 (11.6)	81.0 (49.5)

註：表格中「支付意願」係指受訪者在最小計程費率情境 (0.8 元／公里) 下的支付意願，括弧前的數字代表該意願占該分群樣本的百分比，括弧內的數字則代表該意願占總樣本的百分比。

表 3 因素負荷量

問 項	因素負荷量	
	政策接受度 (FA_1)	移轉傾向 (FA_2)
V ₁ 贊成政府推行高速公路電子計程收費政策	0.866	
V ₂ 認為電子計程收費可達到使用者付費之公平原則	0.848	
V ₃ 認為電子計程收費可減少高速公路部分路段壅塞	0.756	
V ₄ 會傾向不使用高速公路，改走替代道路		0.809
V ₅ 會傾向轉搭國道客運或其他大眾運輸工具		0.800

模式建構過程中，為探究影響駕駛人支付意願之重要變數，並提高模式的解釋能力，模式中盡量納入可能影響支付意願的因素作為解釋變數，初步建構模式之解釋變數包括費率情境、現居地、社經條件、旅運特性及潛在變數等。以下分述各模式及其解釋變數：

(一) Probit 模式

駕駛人 i 對高速公路實施計程通行費率 (WTP_i) 的支付意願，與其影響因素間關係，假設為一般連續型隨機變數的標準常態分配函數，建構如下式：

$$\text{Probit}(WTP_i) = f(DW_{ij}, DA_{ik}, Gender_i, Age_i, Edu_i, MI_i, DP_{il}, Freq_i, Dis_i, Tolls_i, FA_{1i}, FA_{2i}) \quad (1)$$

式 (1) 中影響駕駛人 i 願付通行費率 (WTP_i) 之可能因素，初步假設包括以下幾類的變數：

1. 費率情境 (DW_{ij})

採虛擬變數 (dummy variable) 方式納入模式討論，係以 $j=1,2,3$ 劃分 DW_1 、 DW_2 及 DW_3 三個虛擬變數的組合，分別代表四個不同計程通行費率等級的情境，如表 4 所示。

2. 現居地 (DA_{ik})

亦採虛擬變數方式納入模式討論，並以 $k=1,2$ 劃分 DA_1 與 DA_2 兩個虛擬變數代表北區、中區及南區等三個區域的駕駛人。

3. 社經條件

包括性別 ($Gender_i$)、年齡 (Age_i)、教育程度 (Edu_i) 及個人月所得 (MI_i) 等有關駕駛人之社會經濟條件，均以虛擬變數表示之。性別 ($Gender_i$) 變數中，女生為 0，男生為 1；年齡 (Age_i) 變數分為兩個年齡組，18~54 歲者為 0，55 歲以上者則為 1；教育程度 (Edu_i) 變數，高中學歷以下者為 0，大學專科學歷以上者為 1；個人月所得 (MI_i) 變數劃分為兩組所得水準，低於 6 萬元者為 0，高於 6 萬元者為 1。

4. 旅運特性

包括旅次目的 (DP_{il})、行駛頻率 ($Freq_i$)、行駛里程 (Dis_i) 及通過收費站數 ($Tolls_i$) 等有關駕駛人行駛高速公路之旅運特性，均以虛擬變數示之。其中旅次目的 (P_{il}) 以 DP_1 、 DP_2 及 DP_3 三個虛擬變數組合，代表四種行駛高速公路之旅次目的，如表 5 所示；行駛頻率 ($Freq_i$) 分為兩組，每天行駛 1 次者為 1，非每天行駛者為 0；行駛里程 (Dis_i) 以 100 公里劃分，屬於短程旅次者 (100 公里以下) 為 0，其他屬中、長程旅次者為 1；至於通過收費站數 ($Tolls_i$) 則分兩類，無須繳交通行費者為 0，至少通過 1 個以上收費站者為 1。

5. 潛在變數

包括政策接受度 (FA_{1i}) 與移轉傾向 (FA_{2i}) 兩個潛在變數，依因素分析結果計算各潛在變數之構面分數，納入模式中作為解釋變數。

表 4 費率情境虛擬變數

費率情境 \ 虛擬變數		DW_1	DW_2	DW_3
情境 1	0.8 (元/公里)	0	0	0
情境 2	1.0 (元/公里)	1	0	0
情境 3	1.2 (元/公里)	0	1	0
情境 4	1.5 (元/公里)	0	0	1

表 5 旅次目的虛擬變數

旅次目的 \ 虛擬變數	DP_1	DP_2	DP_3
工 作	0	0	0
商務洽公	1	0	0
社 交	0	1	0
旅 遊	0	0	1

對式 (1) 之影響駕駛人支付意願的因素進行線性迴歸，可得到本研究之 Probit 迴歸式，如式 (2)：

$$\text{Probit}(WTP_i) = \alpha_0 + \alpha_{1j}DW_{ij} + \alpha_{2k}DA_{ik} + \alpha_3Gender_i + \alpha_4Age_i + \alpha_5Edu_i + \alpha_6MI_i + \alpha_{7l}DP_{il} + \alpha_8Freq_i + \alpha_9Dis_i + \alpha_{10}Tolls_i + \alpha_{11}FA_{1i} + \alpha_{12}FA_{2i} \quad (2)$$

(二) Logit 模式

若駕駛人 i 對通行費率 (WTP_i) 之支付意願，其函數成長至一定飽和程度後，會呈現緩慢趨勢，則可假設為 Logistic 分配函數，採 Logit 轉換建構模式如下：

$$\text{Logit}(WTP_i) = f(DW_{ij}, DA_{ik}, Gender_i, Age_i, Edu_i, MI_i, DP_{il}, Freq_i, Dis_i, Tolls_i, FA_{1i}, FA_{2i}) \quad (3)$$

式 (3) 中初步假設影響駕駛人 i 願付通行費率 (WTP_i) 之因素，皆與 Probit 模式所建構之 (1) 式相同。本研究之 Logit 迴歸式則參見式 (4)：

$$\begin{aligned} \text{Logit}(WTP_i) = & \beta_0 + \beta_1 DW_{ij} + \beta_2 DA_{ik} + \beta_3 Gender_i + \beta_4 Age_i + \beta_5 Edu_i + \beta_6 MI_i + \beta_7 DP_{il} \\ & + \beta_8 Freq_i + \beta_9 Dis_i + \beta_{10} Tolls_i + \beta_{11} FA_{1i} + \beta_{12} FA_{2i} \end{aligned} \quad (4)$$

4.2 支付意願模式實證分析

本研究根據問卷調查所得樣本資料，依式 (2) 及式 (4) 建立之 Probit 及 Logit 迴歸式進行實證模式分析，結果分述於后：

(一) 模式解釋能力

Probit 與 Logit 模式檢定的虛無假說 (H_0) 為變數係數 $\beta=0$ (不包括常數項 β_0)，即所有解釋變數不顯著，並未配適假設的基礎模式； H_1 則為變數係數 $\beta \neq 0$ ，即所有解釋變數顯著，可配適假設的基礎模式。至於判定模式是否配適，則以卡方值 (chi-squared) 的顯著性進行檢定，若卡方值顯著 (以 $p < 0.01$ 作為顯著水準)，則表示拒絕 H_0 的假說，意即所有解釋變數的係數 $\beta \neq 0$ ，模式配適佳。依模式檢定結果 (如表 6)，Probit 及 Logit 模式之卡方值分別為 1287.91 及 1286.85，皆通過 99% 顯著水準之卡方檢定，P 值趨近於 0，顯示本研究所採用之 Probit 及 Logit 模式對實證資料具有良好的配適度 (goodness of fit)。而依 Probit 及 Logit 模式分析所得之 Log-likelihood 值相當接近，概似比指標 (ρ^2) 顯示兩模式均具解釋能力，且兩模式評估結果差異不大。此外，兩模式之正確預測率 (proportion of correct predictions) 均達 70% 以上，Probit 模式為 70.922%，Logit 模式為 71.069%，Logit 模式略高於 Probit。

(二) 顯著影響變數

整體而言，兩模式實證結果具顯著水準之影響變數均一致，而 Logit 模式校估所得之各變數係數值，均較 Probit 模式為高，如表 6 所示。為了解上述建構的 Probit 及 Logit 模式中，各假設影響變數對計程通行費支付意願模式解釋能力的貢獻，茲針對各類變數分述說明於下：

表 6 支付意願模式校估結果

解釋變數	Probit 模式		Logit 模式	
	係數值	t 值	係數值	t 值
常數項	0.793	9.112***	1.305	8.879***
費率情境				
DF_1 (情境 2=1, 其他=0)	-0.476	-9.094***	-0.798	-9.014***
DF_2 (情境 3=1, 其他=0)	-1.199	-22.835***	-1.966	-22.061***
DF_3 (情境 4=1, 其他=0)	-1.602	-29.304***	-2.641	-27.789***
現居地				
DA_1 (中區=1, 其他=0)	-0.081	-1.713*	-0.134	-1.690*
DA_2 (南區=1, 其他=0)	-0.077	-1.719*	-0.129	-1.721*
社經條件				
性別 (女生=0, 男生=1)	-	-	-	-
年齡 (18~54 歲=0, 55 歲以上=1)	0.299	4.144***	0.496	4.095***
教育程度 (高中以下=0, 大學專科以上=1)	-0.176	-3.996***	-0.293	-3.961***
個人月所得 (低於 6 萬元=0, 高於 6 萬元=1)	0.197	4.187***	0.326	4.166***
旅運特性				
旅次目的				
DP_1 (商務洽公旅次=1, 其他=0)	0.249	3.263**	0.417	3.258**
DP_2 (社交旅次=1, 其他=0)	0.257	3.326**	0.431	3.333**
DP_3 (旅遊旅次=1, 其他=0)	0.224	2.963**	0.375	2.965**
行駛頻率 (每天 1 次=1, 其他=0)	-0.238	-3.002**	-0.392	-2.951**
行駛里程 (100 公里以下=0, 100 公里以上=1)	0.065	-1.699*	0.105	-1.691*
通過收費站數 (0 個=0, 1 個以上=1)	-	-	-	-
潛在變數				
政策接受度 (PA)	-	-	-	-
移轉傾向 (SI)	-0.061	-3.265***	-0.103	-3.269***
Restricted log-likelihood	-3773.44		-3773.44	
Log-likelihood	-3129.49		-3130.02	
Chi-squared (DF)	1287.91 (14)		1286.85 (14)	
概似比指標 ρ^2	0.171		0.171	
修正概似比指標 $\bar{\rho}^2$	0.167		0.167	
正確預測率	70.922%		71.069%	
樣本數 (N)	1361		1361	

註：***表示 t 檢定顯著水準 $p < 0.001$ ；**表示 t 檢定顯著水準 $p < 0.01$ ；*表示 t 檢定顯著水準 $p < 0.1$ 。

1. 費率情境

當駕駛人面對不同費率情境時，其支付意願均具有顯著性差異。就費率情境各虛擬變數的係數值為負數來看，當駕駛人面臨較高的高速公路計程通行費率情境時，其支付意願則會隨之降低。當計程通行費率調高至情境 3 (即 1.2 元／公里) 時，無論是 Probit 或 Logit 模式，其係數值明顯降低許多，其值均達 -1 以上，尤以 Logit 模式中費率情境 4 的係數值甚至達 -2.641，顯示駕駛人極不願意支付該等級費率。

2. 現居地

居住且通勤於不同區域之駕駛人，其支付意願亦具顯著性差異。由於探究不同區域別的駕駛人支付意願的差別，本研究係以虛擬變數處理，若假設其他變數為控制變數，透過各區域別虛擬變數校估所得之參數值的比較，則可推估各區域駕駛人支付意願機率的大小關係。居住於北區駕駛人對計程通行費率的支付意願，相較中區及南區駕駛人略高，可能與北區駕駛人較能接受使用者付費觀念有關，南區又略高於中區，但兩者間差異甚微。不同區域駕駛人對高速公路計程通行費率的支付意願機率關係，若以 Probit 模式為例， $P(\text{北區}) = 0 > P(\text{南區}) = -0.077 > P(\text{中區}) = -0.081$ ，故以 $P(\text{北區}) > P(\text{南區}) > P(\text{中區})$ 表示之。

3. 社經條件

依據校估結果顯示，男、女在計程通行費率的支付意願上並無顯著差異，至於不同年齡組、教育程度與個人月所得等社經條件變數，則存在顯著性差異。相對而言，55 歲以上之年長者支付意願高於其他較年輕的年齡層，高中以下學歷者支付意願略高，個人月所得高於 6 萬元以上之駕駛人，其支付意願亦較高。

4. 旅運特性

依受訪者最常行駛高速公路之旅次目的來看，工作旅次對計程費率之支付意願，相較於其他非急迫性或行駛頻率較低之旅次為低，至於商務洽公與社交旅次的支付意願較高，旅遊旅次則次之，可能與公司支付通行費用或行駛頻率相對較低有關，相對通行費用支出負擔較低。大致而言，不同旅次目的對高速公路計程通行費率的支付意願機率關係，可以 $P(\text{社交旅次}) > P(\text{商務洽公旅次}) > P(\text{旅遊旅次}) > P(\text{工作旅次})$ 示之。顯著影響駕駛人支付意願的因素，包括行駛頻率與行駛里程，至於通過的收費站數則並未具有顯著性差異。每天至少需行駛高速公路 1 次的駕駛人及短程旅次者，對計程通行費率的支付意願均較低。

5. 潛在變數

有關駕駛人內在認知與態度等潛在變數對計程通行費率支付意願的影響關係，僅移轉傾向為顯著變數，意即駕駛人在高速公路實施電子計程收費政策後，若其傾向於不使用高速公路，改走替代道路或轉搭其他大眾運輸者，則越不願意支付計程通行費率。至於政策接受度此一潛在變數，則於模式校估結果不顯著，意即駕駛人即便接受或贊成高速公路實施電子計程收費，卻不必然反映在其對計程通行費率的支付意願上。

(三) 支付意願機率函數

根據各模式實證分析結果，將表 6 中各顯著之解釋變數的係數值分別帶入式 (2) 及式 (4)，可得到式 (5) 及式 (6)，以便求得駕駛人對計程通行費率 (WTP_i) 支付意願之機率。

$$\begin{aligned} \text{Probit}(WTP_i) = & 0.793 - 0.476DW_{i1} - 1.199DW_{i2} - 1.602DW_{i3} - 0.081DA_{i1} - \\ & 0.077DA_{i2} + 0.299Age_i - 0.176Edu_i + 0.197MI_i + 0.249DP_{i1} + \\ & 0.257DP_{i2} + 0.224DP_{i3} - 0.238Freq_i + 0.065Dis_i - 0.061FA_{2i} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Logit}(WTP_i) = & 1.305 - 0.798DW_{i1} - 1.966DW_{i2} - 2.641DW_{i3} - 0.134DA_{i1} - \\ & 0.129DA_{i2} + 0.496Age_i - 0.293Edu_i + 0.326MI_i + 0.417DP_{i1} + \\ & 0.431DP_{i2} + 0.375DP_{i3} - 0.392Freq_i + 0.105Dis_i - 0.103FA_{2i} \end{aligned} \quad (6)$$

4.3 願付計程通行費率

(一) 願付計程費率推估過程

至於駕駛人願付計程通行費率的推估，可分為三步驟說明，如圖 4 所示。首先，根據上述 Probit 及 Logit 機率模式 (式 (5) 及式 (6))，分別預測駕駛人在四種費率情境下支付意願之機率值，即介於 0 與 1 之間的機率值，並進一步依機率門檻值判定成屬於 0 或 1 兩種支付意願的結果，以判定在各種費率情境下駕駛人「願意」或「不願意」支付該費率。進一步則依駕駛人對各費率情境下支付意願，判定其願付計程費率之最大值，共有五種可能的願付費率；依各費率情境下的支付意願，分別評定該駕駛人之願付計程費率為 0.8、1、1.2 或 1.5 元／公里，若在所有費率情境下均不願意支付者，則假設以 0 ~ 0.8 元／公里之平均值 0.4 元／公里作為其願付計程費率。最後，計算整體駕駛人樣本之願付計程費率的算數平均數，即可求得整體駕駛人之平均願付計程通行費率。



圖 4 駕駛人願付計程通行費率之推估步驟

依駕駛人願付計程通行費率推估結果，Probit 模式為 0.995 元／公里，Logit 模式則為 0.996 元／公里，Logit 模式推估之願付費率略高於 Probit 模式，惟兩者差距甚小，實證結果皆顯示整體駕駛人平均願付之單位里程通行費率尚不及 1 元／公里。

(二) 願付計程通行費率之群間差異性分析

本研究進一步依據受訪者於「現居地」、「性別」、「年齡」、「教育程度」、「個人月所得」、「旅次目的」、「行駛頻率」、「行駛里程」及「通過收費站數」等社經與旅運特性，進行分群樣本之群間差異性分析，判斷各分群樣本在 $p < 0.05$ 的顯著水準下，其願付計程通行費率是否具顯著性差異，結果列於表 7。本研究以最小顯著差異性檢定 (least significant difference test, LSD test) ^[48]，利用成對多重比較來檢定各樣本群間之均數是否存在顯著性差異。LSD 檢定的概念係來自於進行變異數分析 (ANOVA analysis) 時，若聯合分配檢定之 F 值未達設定之顯著水準，即表示沒有理由拒絕成對群組之均數間有顯著差異；反之，若達到顯著水準，則代表至少有一對群組之平均值不相等^[17]。Fisher^[49]比較兩平均值之 t 值如式 (7)：

$$t = \frac{\mu_i - \mu_j}{\sqrt{\hat{S}_c^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}} \quad (7)$$

其中， μ_i 和 μ_j 為兩群組樣本平均值， n 為各群組之樣本數， \hat{S}_c^2 為變異數分析中的誤差均方 (MSE)。因此，最小顯著差異性 LSD 為：

$$LSD_\alpha = \mu_i - \mu_j = t_{\alpha, v} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (8)$$

其中， $t_{\alpha, v}$ 意指在顯著水準 α 及自由度 v 下所代表的 t 值。若兩組平均值差異小於 LSD 值，表示該差異值未達顯著水準 α ；反之，若大於 LSD 值，則代表兩組平均值差異值已達到設定的顯著水準。本研究以 SPSS 軟體進行 LSD 檢定，兩群組之處理值間若英文字母相同，則表示該群組平均值之差距並不顯著，若兩群組之處理值間英文字母不同，則代表兩群組平均值存在顯著差異。

依表 7 所示之各分群樣本差異性檢定結果，若以不同區域來看，北區駕駛人願付之計程通行費率明顯較高，分別為 Probit 模式 1.002 元／公里，Logit 模式 1.003 元／公里，每公里願付費率均高於 1 元，可能與北區民眾普遍較能接受使用者付費的觀念有關，其次則為南區駕駛人及中區駕駛人。就駕駛人社經條件來區分，除了「性別」樣本分群，男、女在願付計程費率無顯著差異外，其餘「年齡」、「教育程度」及「個人月所得」等各分群樣本之願付計程費率大多具顯著性差異。25 ~ 44 歲的駕駛者支付意願最低，55 歲以上年長駕駛人的支付意願則最高，其願付通行費率在兩模式校估結果均高於 1.1 元／公里以

表 7 願付計程通行費率之群間差異性分析

評估對象 \ 評估模式		樣本數	Probit 模式			Logit 模式		
			平均值 (元／公里)	標準差 (元／公里)	LSD	平均值 (元／公里)	標準差 (元／公里)	LSD
整體駕駛人		1,361	0.995	0.077	—	0.996	0.079	—
現居地	北區	608	1.002	0.085	B	1.003	0.086	B
	中區	349	0.987	0.074	A	0.987	0.078	A
	南區	404	0.992	0.065	A	0.994	0.069	A
性別	女	488	0.997	0.066	A	0.998	0.070	A
	男	873	0.994	0.082	A	0.995	0.084	A
年齡	24 歲以下	109	0.991	0.042	B	0.991	0.042	B
	25 ~ 34 歲	391	0.975	0.066	A	0.974	0.067	A
	35 ~ 44 歲	461	0.979	0.064	A	0.980	0.065	A
	45 ~ 54 歲	287	0.996	0.053	B	0.997	0.054	B
	55 歲以上	113	1.128	0.103	C	1.146	0.096	C
教育程度	高中職以下	388	1.032	0.090	B	1.037	0.094	B
	大學專科	680	0.976	0.068	A	0.975	0.068	A
	研究所以上	293	0.990	0.059	B	0.991	0.060	B
個人月所得	2 萬元以下	165	0.996	0.052	B	0.999	0.056	B
	2 ~ 4 萬元	460	0.987	0.075	A	0.986	0.077	A
	4 ~ 6 萬元	442	0.984	0.080	A	0.987	0.084	A
	6 ~ 8 萬元	190	1.011	0.064	B	1.011	0.064	B
	8 萬元以上	165	1.047	0.097	C	1.051	0.100	C
旅次目的	工作	250	0.908	0.101	A	0.906	0.102	A
	商務洽公	271	1.017	0.060	B	1.017	0.060	B
	社交	357	1.014	0.051	B	1.016	0.054	B
	旅遊	483	1.014	0.051	B	1.017	0.056	B
行駛頻率	每天 1 次	186	0.881	0.098	A	0.881	0.098	A
	兩、三天 1 次	217	1.013	0.071	B	1.014	0.072	B
	一星期 1 次	279	1.013	0.049	B	1.014	0.050	B
	兩星期 1 次	184	1.020	0.060	B	1.021	0.061	B
	一個月以上 1 次	204	1.009	0.041	B	1.014	0.051	B
	很少	291	1.012	0.047	B	1.013	0.055	B
行駛里程	0 ~ 30 公里	152	0.961	0.089	A	0.961	0.089	A
	30 ~ 100 公里	646	0.987	0.082	A	0.987	0.084	A
	100 ~ 200 公里	391	1.008	0.052	B	1.010	0.056	B
	200 ~ 300 公里	123	1.013	0.061	B	1.021	0.072	B
	300 公里以上	49	1.053	0.098	C	1.057	0.100	C
通過收費站數	0 個	119	0.972	0.118	A	0.974	0.120	A
	1 個	410	0.978	0.089	A	0.977	0.090	A
	2 個以上	832	1.007	0.058	B	1.009	0.063	B

註：LSD 檢定結果若為同一英文字母，表示群間之平均值無差異，A ~ C 代表願付計程費率平均值由低至高排列。

上；以教育程度來看，大學專科學歷的受訪者願付計程費率則相對較低；整體而言，所得與願付計程費率大致成正比關係，個人月所得水準在 6 萬元以上者，其願付計程費率明顯高於所得水準較低者，願付通行費率為 1.011 ~ 1.047 元／公里。

再者，依行駛高速公路的頻率來看，每天均需使用高速公路的通勤者，其願付計程費率明顯偏低，僅為 0.881 元／公里，其他頻率樣本則無明顯差異；同樣地，以高速公路作為通勤路線之工作旅次者，其願付計程通行費率同樣地明顯偏低，每公里願付通行費率僅約 0.9 元，此與工作旅次使用高速公路的頻率高，致使駕駛人需負擔較多通勤成本有關；其餘旅次於願付計程通行費率並無顯著性差異，其中以商務洽公旅次之願付計程通行費率相對較高，此與該旅次費用多半由公司付費有關；至於社交與旅遊旅次相對產生頻率較少，駕駛人負擔相對較輕，因此，推估其願付計程通行費率亦高於 1 元／公里。而依受訪者之行駛里程及最常通過的收費站數判斷，短程旅次與計次階段未收費者之願付計程費率相對較低，均不及 1 元。

五、結論與建議

本研究利用假設市場評價法，推估未來高速公路實施電子計程收費政策後，駕駛人對計程通行費率之願付價格。本研究結果於學理上探討影響駕駛人計程通行費率支付意願之重要影響因素，及萃取代表駕駛人內在看法之潛在變數納入模式討論；利用 Probit 及 Logit 模式建構駕駛人計程通行費率支付意願模式，並調查蒐集高速公路西部走廊之北區、中區與南區之受訪樣本 1,361 份，進行實證模式校估分析，並進一步預測駕駛人之願付計程通行費率，並可依不同地區與旅次特性分析其願付費率之差異。適逢電子計程收費政策實施在即，其分析結果存在實用價值，可供交通管理者研訂通行費率之參酌。本研究於模式推導與樣本分群分析可獲致以下結論：

1. 由 Probit 及 Logit 模式預測所得之駕駛人平均願付計程通行費率差異不大，每公里願付費率分別為 0.995 元及 0.996 元，均未及 1 元；北區駕駛人的願付通行費率高於中區與南區駕駛人，兩模式推估結果均高於 1 元／公里以上，中區駕駛人願付費率相較最低；利用高速公路作為通勤路線的工作旅次，其願付通行費率最低，由 Probit 模式預測僅願付約 0.9 元／公里。
2. 兩模式校估所得影響駕駛人計程收費支付意願之解釋變數亦相同，包括駕駛人所面臨的不同費率水準的模擬情境、現居地，以及年齡、教育程度與個人月所得等社經條件，旅次目的、行駛頻率與行駛里程等旅運特性亦為重要影響變數；至於潛在變數部分，政策接受度並未同時反映在其計程通行費的支付意願上，但當駕駛人對其他替代路線或運具的移轉傾向偏高時，其支付意願即會降低。

過去研究多著重於公部門財務自償角度訂定費率，較少從使用者的角度去討論其願付價格，本研究試從駕駛人內在看法與支付意願，探討其願付的計程通行費率，並分析不同

區域或旅次特性的駕駛人之支付意願與願付費率的差異。由於未來計程收費階段時，通行費率的高低將直接影響駕駛人旅運成本，因此，交通管理單位可從財務自償與交通管理兩個向度權衡費率應如何訂定，本研究推估在不同費率情境下，各特性駕駛人之支付意願與願付計程通行費率之研究成果，可供交通管理單位日後研訂計程通行費率，並配合分區域或分時段訂定差別費率之參酌，以調節高速公路的尖峰旅次量，藉由價格機制的設計達到分散車流之效果，具實務應用價值。由於駕駛人對計程費率支付意願可能反映在其移轉行為決策上，後續可據此再針對支付意願偏低的駕駛人之相關移轉行為（例如改道行為或改變運具）進行深入探討。

本研究利用封閉式之雙界二分選擇法，探究駕駛人針對未來電子計程收費市場之願付費率，該法較接近一般交易方式，惟其推導所得之願付價格 (WTP)，通常只能反映出真實願付價格的下限^[30,33]，相較於過去研究從公部門角度推算所得計程費率亦較低^[11]。因此，後續研究可搭配不同的出價方式，以期能推算駕駛人可接受之最高願付通行費率；尤其當電子計程收費政策實施後，在收費技術可行的前提下，交通管理單位可搭配執行擁擠收費等需求管理策略，故探知駕駛人可忍受的通行費率上、下限範圍，應可作為進一步討論的重要議題。

參考文獻

1. 交通部國道高速公路局，八十四年度高速公路交通動態資料調查報告，民國 84 年。
2. Schade, J. and Schlag, B., "Acceptability of Urban Transport Pricing Strategies", *Transportation Research*, Vol. 6F, No. 5, 2003, pp. 45-61.
3. Jakobsson, C., Fujii, S., and Garling, T., "Determinants of Private Car Users' Acceptance of Road Pricing", *Transport Policy*, Vol. 7, 2000, pp. 135-158.
4. Fujii, S., Gärling, T., Jakobsson, C., and Jou, R. C., "A Cross-Country Study of Fairness and Infringement on Freedom as Determinants of Car Owners' Acceptance of Road Pricing", *Transportation*, Vol. 31, 2004, pp. 285-295.
5. 周榮昌、劉祐興、吳萍樺，「自用車使用者對道路定價接受意向與預期使用率間之關係」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會論文集，第一冊，主辦單位：私立長榮大學、中華民國運輸學會，民國 93 年，頁 51-67。
6. 溫傑華、藍武王、趙國婷，「國道客運車輛下層設置座位或臥鋪接受之研究」，中華民國運輸學會第 16 屆學術論文研討會論文集，第一冊，主辦單位：國立交通大學交通運輸研究所、交通部、中華民國運輸學會，民國 90 年，頁 221-230。
7. Floyd, M. F., Jang, H., and Noe, F. P., "The Relationship between Environmental Concern and Acceptability of Environmental Impacts among Visitors to Two U.S. National Park Settings", *Journal of Environmental Management*, Vol. 51, 1997, pp. 391-412.
8. 溫傑華、馮乃穎，「高速公路電子計程收費對用路人旅運行為之影響」，中華民國運輸學

- 會第 19 屆學術論文研討會論文集，主辦單位：私立長榮大學、中華民國運輸學會，民國 93 年，頁 221-230。
9. 林繼國、邱裕鈞、陳佩棻，「高速公路匝道收費系統通行費率之研擬與試算」，交通部運輸研究所研究報告，民國 91 年。
 10. 藍武王，「高速公路通行費率計算公式之研究」，交通部運輸研究所研究報告，民國 81 年。
 11. 交通部運輸研究所，**研擬高速公路通行費率公式及徵收辦法**，民國 87 年。
 12. 褚志鵬，「主線收費及匝道收費政策下之擁擠定價分析」，**運輸計劃季刊**，第 30 卷，第 3 期，民國 90 年，頁 513-538。
 13. 賴禎秀、吳志仁，「高速公路實施匝道電子收費下最佳費率與經濟效益評估之研究」，**運輸計劃季刊**，第 31 卷，第 1 期，民國 91 年，頁 37-57。
 14. 郎慧珠、藍忠孚，「假設市場評價法——一種導出付費意願的方法」，**公共衛生**，第 27 卷，第 4 期，民國 90 年，頁 261-275。
 15. Feng, C. M. and Wang, S. M., "Integrated Cost-Benefit Analysis with Environmental Factors for a Transportation Project: The Case of Pinglin Interchange in Taiwan", *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 133, No. 3, 2007, pp. 172-178.
 16. 周榮昌、黃桂朗，「屬性處理策略對小客車通勤者路線選擇行為之影響」，**運輸學刊**，第 20 卷，第 3 期，民國 97 年，頁 293-312。
 17. 葉寶文、傅祖壇，「酒後駕車行為之取締的願付風險價值研究」，**運輸計劃季刊**，第 36 卷，第 4 期，民國 96 年，頁 509-534。
 18. Brownstone, D., Ghosh, A., Golob, T. F., Kazimi, C., and Amelsfort, D. V., "Drivers' Willingness-to-Pay to Reduce Travel Time: Evidence from the San Diego I-15 Congestion Pricing Project", *Transportation Research*, Vol. 37A, 2003, pp. 373-387.
 19. 張學孔、朱純孝，「考量最大願付價格下巡迴計程車市場最佳空車率與費率之研究」，**運輸計劃季刊**，第 37 卷，第 1 期，民國 97 年，頁 1-38。
 20. 周奕君，「消費者對綠色汽車之偏好結構及願付價格研究」，國立成功大學資源工程研究所碩士論文，民國 94 年。
 21. 楊欣薇，「臺南市歷史文化園區經濟效益評估之研究—WTP 及 WTW 之比較應用」，長榮大學土地管理與開發學系碩士班碩士論文，民國 92 年。
 22. Stoll, J. R., "Recreational Activities and Nonmarket Valuation: The Conceptualization Issue", *Southern Journal of Agriculture Economics*, Vol. 15, 1983, pp. 119-125.
 23. 余純君，「願付價值及其前測的研究」，國立政治大學統計學系碩士班碩士論文，民國 88 年。
 24. Bishop, R. C. and Heberlein, A. T., "Measuring Value of Extra Market Goods: Are Indirect Measures Biased?", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 61, No. 5, 1979, pp. 926-930.
 25. Hanemann, W. M., Loomis, J., and Kanninen, B., "Statistical Efficiency of Double-Bounded

- Dichotomous Choice Contingent Valuation”, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, 1991, pp. 5-13.
26. 吳巽庚, 「雙界二元條件評估模型之比較分析」, 國立臺灣大學農業經濟學研究所碩士論文, 民國 89 年。
27. Hanemann, W. M., “Some Issues in Continuous and Discrete-Response Contingent Valuation Studies”, *Northeastern Journal of Agricultural Economics*, Vol. 14, 1985, pp. 5-13.
28. Carson, R. T., “Three Essays on Contingent Valuation (Welfare Economics, Non-Market Goods, Water Quality)”, Ph.D. Dissertation, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkeley, 1985.
29. 陳冠融, 「以使用者願付金額評估自然遊憩資源之效益」, 逢甲大學土地管理學系碩士班碩士論文, 民國 90 年。
30. 黃宗煌, 「遊憩資源之經濟效益評估方法與實證分析」, 國科會專題研究報告, 民國 78 年。
31. 葉寶文, 「風險性之行為決策分析與其願付價值之研究」, 東吳大學經濟研究所碩士論文, 民國 91 年。
32. Boyle, K. J. and Bishop, R. C., “Welfare Measurements Using Contingent Valuation: A Comparison of Techniques”, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 70, 1988, pp. 20-28.
33. 劉錦添, 「淡水河水質改善的經濟效益評估—封閉式假設市場評估方法之應用」, *經濟論文*, 第 18 卷, 第 2 期, 民國 79 年, 頁 99-127。
34. 陳信甫, 「遊憩效益評估法之應用與比較—以綠島為例」, 文化大學觀光事業研究所碩士論文, 民國 84 年。
35. 林建信, 「奧萬大森林遊樂區遊客付費行為之研究」, 朝陽大學企業管理研究所碩士論文, 民國 88 年。
36. 黃芳銘, **結構方程模式：理論與應用**, 五南圖書出版股份有限公司, 臺北, 民國 91 年。
37. 邱皓政, **結構方程模式：LISREL 的理論、技術與應用**, 雙葉書廊有限公司, 臺北, 民國 92 年。
38. 行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處, **都市及區域發展統計彙編**, 民國 97 年。
39. 內政部戶政司全球資訊網, 「戶籍人口統計年報」, <http://www.ris.gov.tw/ch4/static/st10-0.html>, 民國 98 年。
40. Jou, R. C., Lam, S. H., Liu, Y. H., and Chen, K. H., “Route Switching Behavior on Freeways with the Provision of Different Types of Real-Time Traffic Information”, *Transportation Research*, Vol. 39A, No. 5, 2005, pp. 445-461.
41. 馮正民、郭奕姝, 「廣播資訊接受度及移轉障礙對高速公路小汽車駕駛人路線移轉行為意向之影響」, *運輸計劃季刊*, 第 36 卷, 第 1 期, 民國 96 年, 頁 1-30。
42. 周榮昌、陳志成、翁美娟, 「即時交通資訊對高速公路使用者路線移轉之影響」, *運輸學刊*, 第 15 卷, 第 1 期, 民國 92 年, 頁 25-47。

43. 董啟崇、陳怡懌，「車內導引資訊系統影響駕駛人路線移轉行為之分析」，**運輸學刊**，第 18 卷，第 4 期，民國 95 年，頁 365-390。
44. Cooper, D. R. and Schindler, P. S., *Business Research Method*, 8th ed., McGraw-Hill, New York, 2003.
45. Zaltman, G. and Burger, P. C., *Marketing Research: Fundamentals and Dynamics*, Macmillian, Colldegec Publishing Company, New York, 1975.
46. 陳順宇，**多變量分析**，華泰書局，臺北，民國 87 年。
47. Nunnally, J. C., *Psychometric Theory*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1978.
48. 邱皓政，**量化研究與統計分析**，五南圖書出版股份有限公司，臺北，民國 97 年。
49. Fisher, R. A., *The Design of Experiments*, Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, U.K., 1994.

