

逢 甲 大 學

交通工程與管理學系碩士班

碩 士 論 文



高速公路實施擁擠定價對用路人旅運行為影  
響之研究

Investigating Travelers' Responses to the  
Congestion Pricing on Freeways

指導教授：溫傑華

研 究 生：蔡政霖

中 華 民 國 九 十 三 年 八 月

## 中文摘要

目前高速公路採取之主線柵欄式人工收費使許多短程旅次的使用者不需要付通行費，因而造成高速公路某些路段經常發生壅塞。加上高速公路通行費不論尖峰與離峰皆採用按車種計次收費，經常造成高速公路在尖峰時段的道路需求量超過容量，因而形成車輛大排長龍之現象。未來高速公路若採用電子計程收費，將收費站設置於匝道或者交流道與交流道之間，按車輛實際行駛里程計算通行費，並配合擁擠定價，則可改善高速公路在尖峰時間的壅塞問題。

由於國內目前尚未實施電子計程收費及擁擠定價，因此本研究運用敘述性偏好法及個體選擇模式，採情境模擬的方式，調查以小客車行駛高速公路之通勤者，期望瞭解該族群在高速公路實施電子計程收費及尖、離峰擁擠定價時，用路人在「路線」及「出發時間」的決策行為。受訪者有五個方案可選擇：(1) 尖峰時段使用高速公路且不改變出發時間，(2) 離峰時段使用高速公路且提早出發，(3) 離峰時段使用高速公路且延後出發，(4) 使用平行替代道路且提早出發，(5) 使用平行替代道路且不改變出發時間。本研究在國道一號及三號的北、中、南區域各選擇一個服務區進行問卷調查，有效問卷 254 份。

多項羅吉特模式校估結果發現，旅行時間、通行費差額、時程延滯、個人所得、公司是否有簽到規定、高速公路行駛里程、及使用高速公路作為通勤路線的比例，顯著影響旅運者選擇的變數。巢式羅吉特模式校估結果發現，「離峰時段使用高速公路且提早出發」及「離峰時段使用高速公路且延後出發」方案同巢的包容值介於 0 與 1 之間且顯著不等於 1，巢式羅吉特模式顯著優於多項羅吉特模式。在高速公路實施電子計程收費及擁擠定價後，「離峰時段使用高速公路但提早出發」的通勤者最多。當尖峰時段通行費率大幅調升時，「尖峰時段使用高速公路且不改變出發時間」的選擇機率會大幅度地減少，使用平行替代道路的機率大增，顯示高速公路通勤者對通行費率相當敏感。本研究根據分析結果提出相關建議，作為

政府未來實施電子收費及擁擠定價之參考。

**關鍵詞：**電子收費、擁擠定價、敘述性偏好、羅吉特



## Abstract

Electronic toll collection (ETC) has been widely deployed all over the world in recent years. The ETC system could create benefits such as increasing the capacity of toll stations, reducing toll paying time, enhancing the convenience and safety of travelers, and minimizing air pollution and fuel consumption. In addition, with the ETC, it is easier to adopt congestion pricing (or value pricing in the U.S.) such that peak demand is shifted to less congested times of day, to less congested routes, or to alternative modes of transportation. The implementation of the ETC allows toll road authority to vary tolls by distance traveled and time of day to reflect different degrees of traffic congestion. The objective of this research is to investigate potential traveler response to a distance-based toll and congestion pricing on freeways in Taiwan. Manual mainline barrier toll collection system was installed on Freeways in Taiwan. The toll stations are located approximately per 30 km along freeways. The ETC system will be deployed on freeways in 2006. By the year 2010, Taiwan freeway authority will implement the distance-based toll such that every user has to pay the toll. Congestion pricing are being considered for implementation along with the distance-based toll.

Stated preference method is applied to evaluate potential traveler response to the distance-based toll and congestion pricing. A computer-based survey was designed to be administered to travelers who use freeways for their daily commute. Hypothetical scenarios are generated based on respondent's commuting trip. Respondents were presented with a set of experiments and asked to select one among five travel options: drive on tolled freeways at normal departure time and pay a higher distance-based and congestion toll, drive on tolled freeways at an earlier time and pay a regular distance-based toll, drive on tolled freeways at a later time and pay a regular distance-based toll,

drive on alternative toll-free highways at an earlier time, and drive on alternative toll-free highways at normal departure time. Congestion pricing will discourage travelers to drive during peak periods (e.g., 7:00 a.m. to 9:30 a.m.). The distance-based toll will encourage short-distance travelers to use alternative toll-free highways. The survey was conducted during April-May in 2004. The total sample included 280 respondents.

Discrete choice models are employed to identify important factors influencing the travel choice. The multinomial logit model indicates that total travel time, toll difference, schedule delay, personal income, work schedule, and driving distance are significant variables. Higher income travelers are insensitive to toll price and likely to use freeways. Travelers with flexible work schedule are likely to drive on alternative toll-free highways at an earlier time to avoid paying a higher toll. Long-distance travelers tend to drive on tolled freeways to save travel time. The preferred nested logit model which implies high correlation between utilities of driving on tolled freeways at an earlier time and driving on tolled freeways at a later time alternatives significantly rejects the multinomial logit model at high level of significance. The simulation analyses indicate that the implementation of the distance-based toll will result in 30 percent travelers choosing toll-free highways; with the distance-based toll and congestion pricing, 35 percent travelers will divert to toll-free highways and 41 percent travelers will depart early or late from home to avoid a higher toll in the peak period. The results provide valuable policy implications for road pricing.

**Keywords:** Electronic Toll Collection, Congestion Pricing, Stated Preference, Logit Models

## 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VIII
表目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究範圍與限制 .....	4
1.4 研究內容與流程 .....	4
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 國內高速公路收費之概況 .....	6
2.2 國內電子收費系統的發展 .....	7
2.3 國外電子收費系統的發展 .....	8
2.4 擁擠定價之回顧 .....	12
2.4.1 擁擠定價之定義 .....	12
2.4.2 擁擠定價之研究 .....	13

2.4.3 國外擁擠收費之案例分析 .....	15
2.5 小結 .....	19
第三章 研究方法 .....	21
3.1 敘述性偏好法 .....	21
3.1.1 敘述性偏好法之基本概念 .....	21
3.1.2 實驗設計之概念 .....	22
3.1.3 直交實驗設計 .....	23
3.2 敘述性偏好法之應用 .....	24
3.2.1 替選方案及屬性變數之訂定 .....	24
3.2.2 範例 .....	29
3.2.3 直交設計 .....	30
3.4 用路人旅運行為模式 .....	33
3.4.1 多項羅吉特模式 .....	33
3.4.2 巢式羅吉特模式 .....	36
第四章 問卷調查與分析 .....	38
4.1 研究對象 .....	38
4.2 問卷設計 .....	39
4.3 調查計畫 .....	40

4.4 資料分析 .....	41
4.4.1 通勤者社會經濟特性分析 .....	42
4.4.2 通勤者通勤旅次特性分析 .....	49
第五章 模式校估 .....	55
5.1 通勤者旅運行為選擇模式 .....	55
5.1.1 多項羅吉特模式 .....	55
5.1.2 巢式羅吉特模式 .....	60
5.2 總體彈性分析與模擬 .....	62
5.2.1 總旅行時間彈性分析 .....	62
5.2.2 通行費差額彈性分析 .....	63
第六章 結論與建議 .....	67
6.1 結論 .....	67
6.2 建議 .....	68
參考文獻 .....	70
附錄一 擁擠收費電腦問卷 .....	77



## 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖 .....	5
圖 2.1 平均旅行時間成本與車流量之關係圖 .....	13
圖 3.1 南向交通量趨勢圖 .....	25
圖 3.2 北向交通量趨勢圖 .....	26
圖3.3 多項羅吉特模式結構圖 .....	34
圖3.4 巢式羅吉特模式結構圖 .....	36
圖4.1 通勤旅次路徑分段圖 .....	39
圖 5.1 最佳巢式羅吉特模式圖 .....	62
圖 5.2 不同擁擠費率下各方案機率比較圖（多項羅吉特模式） .....	74
圖 5.3 不同擁擠費率下各方案機率比較圖（巢式羅吉特模式） .....	75

## 表目錄

表2.1 各國電子收費系統技術架構 .....	11
表2.2 各國道路擁擠收費管制時間比較表 .....	18
表2.3 各國道路擁擠收費費率比較表 .....	19
表3.1 各方案之衡量變數表 .....	28
表3.2 直交表 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ .....	31
表3.3 直交結構表 .....	32
表4.1 受訪者選擇方案表 .....	41
表4.2 受訪者社會經濟特性分佈表 .....	43
表4.3 受訪者社會經濟特性分佈表（續） .....	44
表4.4 受訪者社經特性與選擇方案之交叉分析表 .....	47
表4.5 受訪者社經特性與選擇方案之交叉分析表（續） .....	48
表4.6 通勤者通勤旅次特性統計 .....	51
表4.7 通勤者通勤旅次特性平均統計 .....	52
表4.8 通勤者之通勤特性與替選方案之交叉分析表 .....	54
表5.1 多項羅吉特模式（不考慮方案特定變數） .....	56
表5.2 最佳多項羅吉特模式 .....	59
表5.3 最佳巢式羅吉特模式 .....	61

表5.4 總旅行時間變動時與各方案機率影響之總體彈性值 .....63

表5.5 通行費差額變動對各方案機率影響之總體彈性值 .....64

表5.6 不同擁擠費率下各方案機率比較表（多項羅吉特模式） .....65

表5.7 不同擁擠費率下各方案機率比較表（巢式羅吉特模式） .....66



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

台灣地區隨著人口的成長與國民所得的提高，汽車持有數日漸攀升，使得高速公路上的車流量不斷地成長。龐大的交通量造成高速公路現有的容量不勝負荷，上下班及例假日等尖峰時段的交通量更是驚人。早期交通相關管理當局與運輸規劃單位，大多以提供新的運輸系統或增加道路容量來滿足迅速成長之運輸需求，但道路建設的速度卻不如機動車輛成長之迅速，仍舊難以負荷龐大的車流。惟有採取有效的交通管理方法，藉由抑制需求的方式，使道路的使用更有效率，方能解決高速公路擁擠與延滯的問題。

台灣目前高速公路所採取之主線柵欄式人工收費方式存在許多缺點，其中最為人所詬病的即是無法全面顧及「使用者付費」之公平原則，以及「全程高速行駛」之效率原則。由於目前高速公路上有許多短程通勤的車輛行駛上高速公路而造成某些路段經常性之擁擠。加上台灣地區國道高速公路的收費標準，不論尖離峰，皆採用按車種計次收費，此種計費標準經常造成高速公路在尖峰時段因需求量超過容量，而形成車輛在高速公路大排長龍之交通現象。

『擁擠定價』(Congestion Pricing)乃是依據道路的擁擠程度，對用路者收取額外的費用，將車輛使用者所產生的外部成本內部化。根據相關文獻，擁擠定價可將尖峰時段之交通量轉移至離峰時段，有效地減輕尖峰時段的擁擠負荷。因此台灣地區未來如運用擁擠定價的原理，將可改善高速公路在尖峰時間的壅塞問題，並將車輛使用者所產生的外部成本內部化。以國內高速公路系統來說，利用擁擠定價原理，實施尖、離峰差別通行費，如上下班時間的通行費高，離峰時間的通行費低，可調節尖、離峰的車流量，並避免尖峰時段過度擁擠，且能有效地利用道路容量。

依據交通部政策推動辦理高速公路電子收費計畫，交通部國道高速公路局為落實使用者付費，於民國 86 年與中華電信公司簽訂契約，委由該公司負責電子收費系統之建置及營運。但由於一些對中華電信公司負面傳聞，使交通部取消與中華電信的委約合作，重新進行公告招標。

交通部高速公路局自民國 92 年 8 月 20 日重新公告招商作業後，歷經八個多月時間完成甄審相關作業，於民國 93 年 4 月 27 日與遠東聯盟（遠東電子收費股份有限公司）簽訂「高速公路電子收費系統建置及營運契約」，雙方將協同合作完成系統之建置及營運，開啟高速公路自動化收費及智慧化運輸新里程。主要的實施建置時程，預計於 22 個月內完成建置國道一號及國道三號之計次電子收費系統，其路線各收費站單向各建置至少一個小型車電子收費車道、一個大型車電子收費車道及一個小型車電子收費備援車道。第二階段預估於民國 99 年在各交流道設置感應器，偵測車輛的真實起訖點，作為收費計算的依據，進而達到走多少付多少的公平收費原則。國內此種將欲實施的電子收費方式雖並無依照尖、離峰的擁擠程度差別收費，但亦是擁擠收費的前身，此種電子收費乃是奠定未來實施擁擠收費的基礎。

在都市地區的交通問題中，尤其以通勤尖峰時段的交通問題最為嚴重，故為了能瞭解並尋求交通問題之解決辦法，本研究以使用高速公路為通勤路線之旅運者為研究對象。但由於使用大眾運輸為通勤工具之通勤者，在出發時間及路線選擇上較不具彈性，且目前都市地區（除台北市外）之大眾運輸系統發展尚不甚完整，因此本研究對象係針對使用自小客車且行駛路徑涵蓋高速公路的通勤者。以敘述性偏好法模擬用路人在實施擁擠收費後旅運行為的改變情形，並運用羅吉特模式進一步地構建旅運者的行為模式，用以瞭解旅運者的決策行為。

## 1.2 研究目的

始自 Pigou (1920) 提出對於交通擁擠稅的概念後，有關運用經濟手段抑制需求的交通管理與控制就一直持續地發展，從最初的最適 (first-best)

定價理論而至次佳（second-best）定價理論；以及從靜態模型到動態模型間分析方法的演進及爭論，理論發展不斷創新。而在實務應用上，1970年代，因經濟發展人民所得提高，對小汽車的需求量亦隨之上升，再加上道路開發的飽和，使得許多國家面臨道路擁擠的交通問題，故許多國家開始嘗試運用道路擁擠定價政策（Congestion Road Pricing），希望能藉由經濟手段減緩人民對道路使用的需求，以改善其所面對的交通擁擠問題。

目前國內外有關擁擠收費的研究大多著重於擁擠費率的訂定，缺乏高速公路實施擁擠定價後，對用路者旅運行為影響之研究。因此，國內未來若欲實施高速公路擁擠收費，並無法衡量對平行替代道路的交通衝擊。本研究首要的目的即在藉由回顧國內、外有關道路擁擠定價相關的理論與實務之文獻，作一統合性的整理，並根據理論與實務之演進作一分析與比較，據此提出適合國內發展擁擠收費的建議以及策略。研究之主要目的如下：

- 1、探討並整合國外高速公路實施擁擠定價的方式，以作為未來國內高速公路實施擁擠收費的參考。
- 2、運用敘述性偏好法將國內目前尚未實施之擁擠收費制度具體地表現出來，用以預測及分析用路人在面對擁擠收費的情況下旅運行為改變的情形，並進一步地進行羅吉特模式的校估。
- 3、了解高速公路實施擁擠收費對用路人旅運形態的影響，包括構建用路人旅運選擇模式、找出影響用路人旅運選擇的因素、及分析移轉使用免費的平行替代道路的比例。
- 4、運用校估之羅吉特模式，計算不同擁擠費率下各方案選擇機率的變化情形，以瞭解不同的費率下通勤者改變其行駛路線和出發時間的比例，並根據分析結果提出相關建議，作為政府未來實施電子收費及擁擠定價之參考。

### 1.3 研究範圍與限制

台灣地區國道高速公路為南北往來最主要的公路系統，透過交通部國道高速公路局（民 84）的統計可發現，台灣地區高速公路的使用者有一半的比例是屬於短程通勤的免付費旅次，此種旅次是造成上下班尖峰時段高速公路擁塞的主要原因。此外，通勤旅次為一常態性的旅運行為，且屬於對擁擠收費極為敏感的族群，故本研究以使用高速公路作為通勤路線的旅運者為研究範圍。

建設大眾運輸系統一直是政府極力推行的一項交通政策，以鼓勵旅運者多使用大眾運輸，但由於使用大眾運輸為通勤工具之通勤者，在出發時間及路線選擇上較不具彈性，且目前都市地區（除台北市外）之大眾運輸系統發展尚不甚完整，因此本研究將研究對象限制於使用自小客車且運用高速公路通勤之用路人。

### 1.4 研究內容與流程

用路人旅運的決策行為所需考慮之因素相當多，因此，本研究先透過文獻了解目前國內高速公路及國外擁擠收費實施之現況，根據此現況設計出實施擁擠收費的假設情境，預測用路人的反應，再構建選擇模式，以分析擁擠收費後用路人之旅運行為的改變情形。研究內容整理如下：

- 1、了解目前台灣高速公路之現況，以確定本研究之目的與方法，及研究範圍之界定。
- 2、回顧國內外有關電子收費及擁擠收費之理論與實務等方面的文獻，藉以了解實施擁擠收費需探討之方向。
- 3、經由相關文獻之整理，研擬實施擁擠收費及用路人選擇行為的決策架構，並以此作為情境模擬及後續模式建立之依據。
- 4、描述敘述性偏好法及羅吉特模式之概念，及其所應用的範圍和方法，以確實地運用於模式的建構。

- 5、透過文獻回顧及資料的整合，研擬用路人旅運決策模式之變數，及擁擠收費模擬之實施方式，進而利用敘述性偏好法設計問卷。
- 6、構建個體多項羅吉特模式及巢式羅吉特模式，探討高速公路用路人旅運選擇行為。

本研究之進行流程如下圖 1.1 所示：

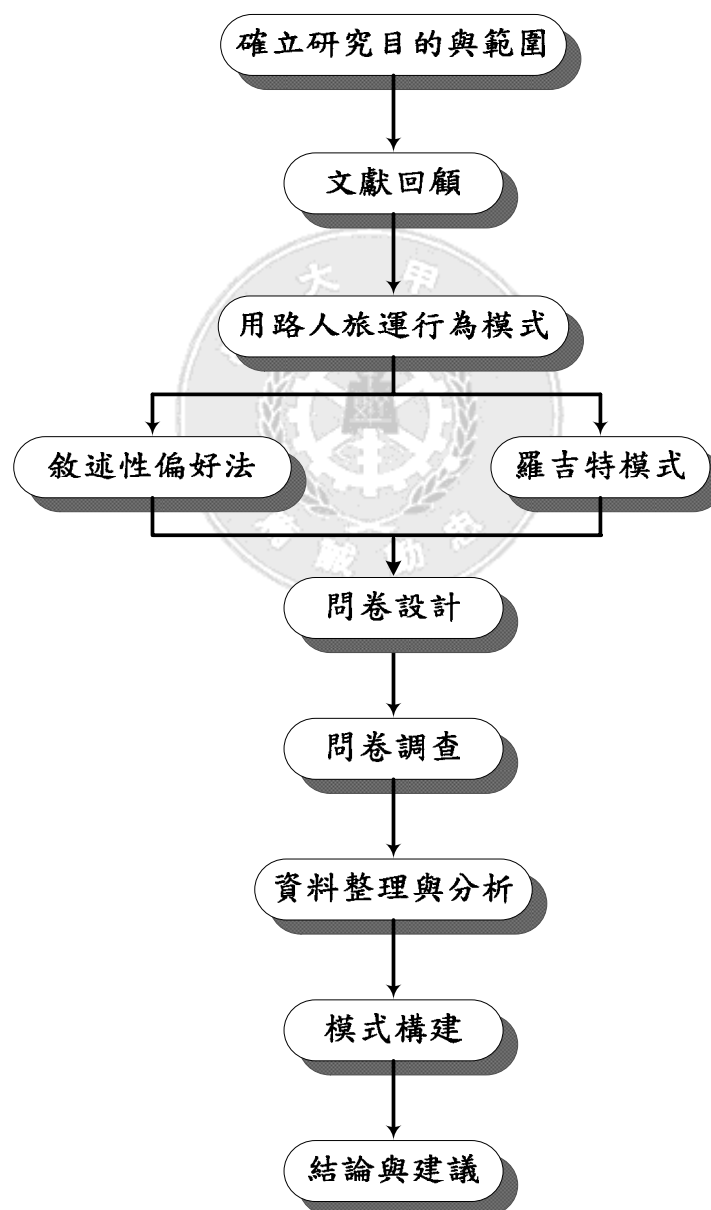


圖 1.1 研究流程圖



## 第二章 文獻回顧

本章包括兩部分（1）針對國內、外高速公路相關研究，進行文獻的回顧，並了解各國有關高速公路電子收費系統目前營運的狀況。（2）探討國外擁擠定價實施情形及方式，並分析各方面的相關研究，以做為本研究之參考。

### 2.1 國內高速公路收費之概況

高速公路自民國67年10月國道一號全線通車至今，均採用主線柵欄式電腦計數人工（計次）收費方式辦理。至民國85年12月推出回數票專用車道，平均每部車輛持用回數票繳費過站時間縮短為約3.7秒，每車道每小時可通過900餘輛，雖已至人工收費作業效率之極限，但仍無法滿足更優質收費效率之需求，唯有提升轉換實施結合電子、電腦與通訊等新科技技術之自動化電子收費，方能突破達到無須停車、無現金之收費服務。

國內高速公路採用主線柵欄式收費系統，設置收費站於主線車道，按車種車次計費，此種收費方式經常造成收費區路段的大擁塞，而此種現象必須從收費方式的改變才可有效地解決。而根據謝曜州（民81）調查結果發現，受訪民眾贊成主線收費者多為經常使用高速公路從事貨運旅次者；而偏好匝道收費者多為較少使用高速公路，且為使用小客車從事公務旅次者。且大部分的受訪者對未來高速公路收費方式多偏好自動收費系統，其中又以小客車駕駛並且經常使用高速公路從事公務及通勤旅次者最為偏好。

藍武王與許書耕（民83）以多準則評估方法評量不同收費方式。結果顯示，中山高速公路主線柵欄式人工收費之最佳站數為11座，若採自動收費則最佳站數為15座。如收費服務時間可縮短，則以匝道閉闔式為最佳。可見為有效解決高速公路在收費站前後的瓶頸路段所產生之車輛擁塞的現象，匝道式電子收費系統為未來高速公路設計之趨勢。

在收費的經濟效益方面，陳敦基（民 81）評估隔站錯開加倍收費、單向加倍收費、及現行收費等三種方式的經濟效益。結果發現，隔站錯開及單向加倍收費均較現行收費方式減少許多的延滯成本。且陳敦基在民國 91 年的研究發現，我國目前高速公路之通行費，仍是依照民國 80 年更改之徵收費率直到現在，經過與其他國家比較後，明顯地有偏低的現象。

國內有許多關於高速公路通行費率公式的研擬，其始於藍武王（民 81）的研究，在民國 87 年交通部運輸研究所則進一步深入探討高速公路通行費率公式，並研擬徵收辦法。林繼國等（民 91）更針對高速公路採匝道閉闔式收費時，在通行費總收入固定不變與償本原則的兩種情境下，研擬與試算匝道閉闔式通行費率。陳敦基（民 91）經過評估結果顯示，在現行的收費方式下，以「小型車 50 元，大貨（客）車 70 元及聯結車 105 元」之費率方案為最佳；若實施尖離峰收費方式，則以「尖離峰費率 1.5：1，如小型車尖峰 60 元、離峰 40 元」之費率方案為最佳。

## 2.2 國內電子收費系統的發展

為使高速公路用路人可在不停車、不用現金與更有效率及安全環境下完成繳交通行費，交通部台灣區國道高速公路局擬規劃推動建置高速公路電子收費系統，以達增加收費站容量、縮短繳費時間、提高用路人便利及安全性、降低空氣污染等目標，並期望藉由電子收費系統之建置營運，轉換實施計程電子收費，以實現用路人「走多少、付多少」公平計程收費。在未來更配合高速公路智慧化之發展，整合為電子收費暨交通管理（Electronic Toll & Transportation Management，ETTM）系統，以奠基智慧型運輸系統（Intelligent Transportation System，ITS）之應用。

交通部於民國 86 年為了推動國內高速公路電子收費系統，決議將高速公路電子收費技術研發與系統建置相關事務交由中華電信公司辦理，並於民國 87 年 11 月開始在三號國道的樹林、龍潭兩收費站的南、北雙向最內側各一個車道，進行為期 5 個月的試驗計畫。在計畫試驗期間，共有 2,337

位試用者，通過電子收費站 267,569 次，通過電子收費車道平均車速為每小時 35 至 37 公里，系統收費成功率達 90% 以上。

目前由遠東聯盟接手計畫，將於民國 95 年以計次收費的方式，實施第一階段主線式的電子收費系統，民國 99 年實施第二階段計程收費的電子匝道閉闔式收費系統，達到走多少付多少的公平收費原則。預計花費資本總額 28.5 億在未來二十年完成系統建置、汰換及更新成本，建置及營運高速公路電子收費系統，提供用路人最便利的行車環境，帶動國內 ITS 產業發展。整體規劃特色為「兩件主動式車內設備單元(On Board Unit, OBU)方案」，採用 OBU 結合 IC 卡，符合交通部「交通一卡通」政策，更推出多種不同功能之 OBU 供用路人選擇。

政府為考慮到用路人對電子收費方式的接受意願，將以兩階段轉換方式逐步推出。初期，以人工與單車道電子收費方式並存，廣泛推行後，電子收費車道依利用率逐步開增；未來市場到達成熟階段，再進一步推出由計次轉換計程電子收費方式，以達到「走多少、付多少」之公平付費方式。

## 2.3 國外電子收費系統的發展

道路電子收費系統問世至今已逾30餘年，自挪威在1987年首先啟用電子收費系統後，近10年來更是普遍應用於世界各國，應用領域包括（1）運輸設施（城際公路、市區道路、橋樑、隧道）通行費之收取，以及（2）為交通管制目的而進行的「電子道路定價」(Electronic Road Pricing, ERP) 兩類。

近年來，世界各國紛紛採用電子道路收費，以取代人工處理的收費方式。在美國各州已逐漸採行電子收費系統，以解決道路擁塞的問題。紐約地區E-Zpass系統目前使用於紐約都會區大部分之橋樑、隧道與高速公路之收費站，以及附近各州的許多高速公路、橋樑與隧道。E-Zpass是由E-Zpass Interagency Group (IAG) 的組織所發起，主要目的是在統一該地區各組織發展之電子收費系統，使駕駛者能夠使用單一之車內設備單元，避免系統

不相容的困擾，建立起一個通用於這些地區之橋樑、隧道與公路之電子收費系統。

美國Orlando-Orange county高速公路局為美國發展ETC系統的先驅，並且從事多項關於電子收費的研究。Orange county高速公路系統有168個收費車道，10個主線收費站與38個匝道收費站。Worrall（1999）調查美國電子收費車道每小時可處理1850輛車，收費效率遠大於其他的人工與機器車道。隨著Orange county高速公路電子收費計畫的成功，各州也紛紛投入電子收費系統的試驗計畫，並預計採行。

加拿大HW407是全世界第一個多車道自由車流之全電子收費道路，全數車道裝設電子收費設備，而且又允許所有車種均可進入使用，因此備受全世界之矚目。其收費區設置於匝道出入口，通行費之收取依實際行駛里程計算。此系統並且允許沒有裝置車內設備單元之車輛進入，藉由影像辨識系統紀錄車牌號碼，計算通行費用。（Mekky，2002）

根據Phang（1997）研究，新加坡電子道路系統採用微波通訊方式，於1975年開始實施分區執照制度（Area Licensing Scheme，ALS），將市區內最壅塞的區域規劃為限制區，平常日上午7：30至下午7：00及週六上午7：30至下午2：00進行車輛管制。在汽機車上皆裝設有讀卡器（color-coded in-vehicle unit，IU）。插入所購買的收費卡（CashCard），按通過次數扣繳通行費。此卡亦可用於購物及打公用電話等。馬來西亞電子收費方式乃利用Touch&Go公司發展的讀卡機和非接觸式IC卡。此卡與新加坡所發展之卡類似，亦可用於公車與公用電話等。

以色列政府預測未來10年特拉維夫市（Tel Aviv）交通流量將由目前每天140萬次增加至200萬次，因此建設Cross Israel Highway為分散原市中心擁擠的車流，減少汽車行車成本、行車時間及減少車禍。其屬多車道自由車流之電子收費系統，交流道數量有13個。其車內設備單元使用無線電特定短距通訊技術，駕駛人使用車內設備單元繳付通行費可享受折扣優惠。偶爾上路的用路人可在上路前或後登記並付款。無車內設備單元且未

登記的用路人則利用影像車牌辨識技術，交通部授權營運公司可登入監理機關自動調出車籍資料，寄催款單給車輛所有人，車輛所有人則可利用信用卡或銀行轉帳付費。（交通部國道高速公路局，民92）

Lay和Daley（2002）提到，澳洲墨爾本電子收費系統由Combitech公司設計，MCL（Melbourne CityLink）是一條22公里長的電子收費公路，連接墨爾本市三條主要高速公路，是全自動化、多車道自由車流電子收費系統，無收費站或收費閘道。收費方式採主線開放式多車道電子收費系統。用路人必須於帳戶內維持足夠的金額支付通行費，可用現金、支票、信用卡或銀行轉帳方式支付。自2000年12月開始啟用，超過100萬用戶登記使用，每天有650,000筆電子收費交易。

法國擁有建設完善的高速公路網，至2001年7月1日止，所有的高速公路公司總計有1,600條車道配備了電子收費設備，約佔法國所有3,726條收費車道的43%。日本高速公路全長共6,000公里，根據統計，高速公路的壅塞約有35%歸責於人工收費作業，有鑑於此，日本於1994年由國土建設部開始主導電子收費系統之發展。希望藉由ETC系統將人工收費改為自動收費，降低人事成本並減少壅塞，消除收費站區走走停停之情形，提供更好之服務及增加駕駛之舒適度。（交通部國道高速公路局，民92）

在下表2.1中，為各國電子收費系統技術架構，由此表可知，許多國家已積極地從事電子收費的發展，及其收費計算和付費的方式。

表2.1 各國電子收費系統技術架構

國家	啟用年	系統名稱	收費計算方式	付費方式
美國	1993	E-Zpass	計程	預付/後付 皆可
加拿大	1998	Highway 407	計程	預付/後付 皆可
以色列	2002	Cross Israel Highway	計程	預付/後付 皆可
澳洲	2000	City Link	計程	預付/後付 皆可
德國	2003	Toll Collect	計程	預付/後付 皆可
奧地利	1998	LKW Maut Austria	計程	預付/後付 皆可
法國	1994	Esterel-Co te Azur motorway	計程	預付/後付 皆可
新加坡	1975	ERP	計次	預付
日本	1994	----	計程/計次 皆可	預付/後付 皆可

資料來源：交通部國道高速公路局（民 92）及本研究整理

## 2.4 擁擠定價之回顧

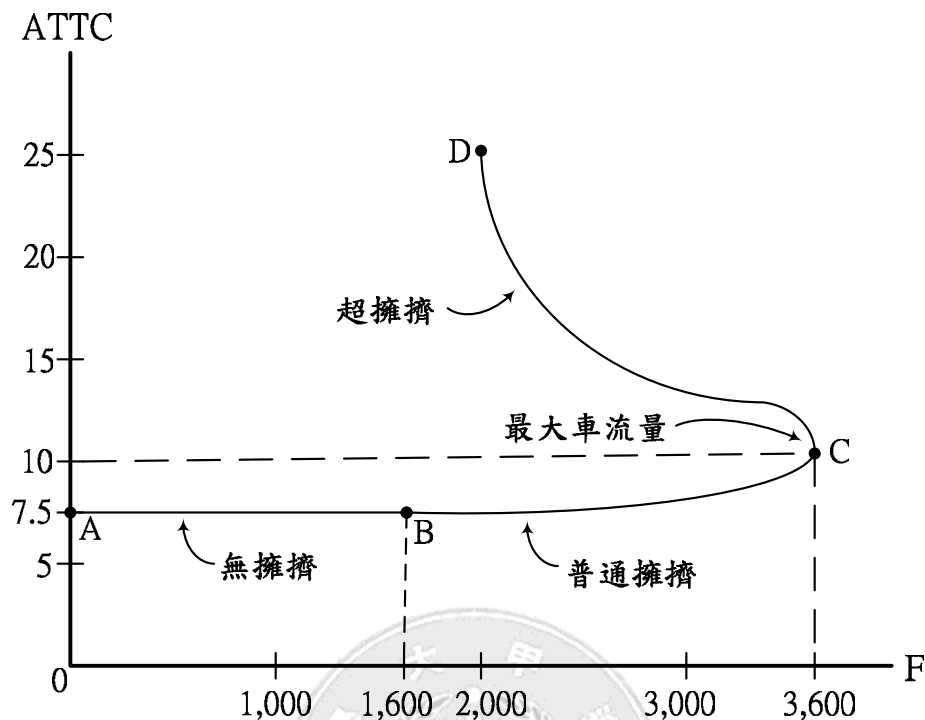
### 2.4.1 擁擠定價之定義

根據 Frankena (1979) 的研究，所謂擁擠定價乃是依據道路的擁擠程度，對用路者收取額外的費用，將車輛使用者所產生的外部成本內部化，其中外部成本乃是指擁擠增加而對其他行駛中之道路使用者所增加的旅行時間成本。藉由擁擠費的收取，減少車流量，以增加車流順暢。

早期 Pigou (1920) 與 Knight (1924) 在討論外部性的存在時，認為道路過度擁擠的主因來自於使用者僅負擔平均成本（用路者感受到的成本），而忽略了其所造成的社會成本（擁擠增加），因而提出應對道路使用者收取邊際外部擁擠成本（Marginal External Congestion Cost），以符合使用者付費的原則，以改善交通系統的使用狀況。

如圖 4.1 為平均旅行時間成本（ATTC）與車流量（F）之關係圖。在 AB 線段為無擁擠（No Congestion）狀態，此路段中每增加一部車之加入並不影響其他車輛之行車速度，故該階段之平均旅行時間成本不會隨著車流量之增加而有所變動。

BC 部分為普通擁擠（Moderate Congestion）狀態，一小時內該路段每增加一部車之加入雖會降低其他車輛之車速，但車流量仍持續增大中，故該階段之平均旅行時間成本將會隨著車流量之增加而遞增。而曲線中之 C 點為此路段之最大車流量。CD 部分為超擁擠（Hyper Congestion）狀態，在此，一小時內該路段每增加一部車輛之加入不僅降低其他車輛之車速，且車流量也隨之較低，在此階段中車流量雖呈現遞減的現象，但平均旅行時間成本仍持續增加中。因此，收取擁擠收費的意義在於，將車流量降低至該路段的最大車流量，以保持車行的順暢，並讓每一個在該路段的使用者平均旅行時間成本降低。



資料來源：“Urban Transportation Economics”

by Mark Frankena, 1979

圖 2.1 平均旅行時間成本 (ATTC) 與車流量 (F) 之關係圖

## 2.4.2 擁擠定價之研究

在尖峰時段中道路往往因需求量超過其容量，而造成通勤車輛在高速公路大排長龍的現象，此情況下決策者可採擁擠收費之方式以減少通勤車輛使用高速公路的需求量。擁擠收費之研究在最近十年內廣受交通經濟學者之重視，而以擁擠收費之費率模式而言，以下將敘述幾項代表性之研究成果。

Vickrey (1969)，Cohen (1987)，Braid (1989)，Arnott et al. (1990) 及 Lai (1994) 等人先後推導出了無擁擠最佳收費模式，其隨著車輛到達擁擠路段時間之不同而不斷地變動擁擠收費之費率結構，以完全消除通勤車輛所造成之擁擠現象。而 Arnott et al. (1990) 有鑑於上列無擁擠最佳收費之費率過於複雜且多變，發展出最佳單階段擁擠收費模式以簡化無擁擠最佳收費模式。其乃是在一天中截取一段擁塞時間作為擁擠收費時段（其



餘時間則採正常收費)，藉此分散所有通勤者之出發時間。此種收費模式雖無法完全地消除擁擠之現象，但卻可減少一定程度上的擁擠。

Lam (2001) 在 Orange County 和 California 間的 Stat Route 91 (SR91) 的通勤公路上，利用問卷調查與偵測器 (loop-detector) 進行資料收集，並將 San Diego 同樣的資料拿來做比較分析。在比較中，分別對其路線選擇 (免費車道、收費車道)、時間週期 (每 30 分鐘為一間隔)、模式選擇 (SOV、HOV2、HOV3) 以及車上感應器裝設與否進行分析，變數選取上則採用，性別、年齡、工作旅次、教育程度、語言、旅次距離等資料。Lam 根據上述蒐集到之資料，經羅吉特模式校估結果發現，較常使用 FasTrak 者傾向於 (1) 通勤者 (2) 家戶所得高於 10 萬元 (3) 女性 (4) 年紀介於 35~45 歲之間 (5) 高教育程度 (6) 戶長等特質；而當家戶中工作者多於 2 位及行駛距離較長時，則使用 Carpool 的機率會提高；同時也發現使用 I-15 之旅運者多數偏向較富裕及長程之通勤旅次。

DeCorla-Souza (2000) 探討德州及加州之收費道路，此系統分成兩個部分 (1) 快速道路 (2) 一般道路。快速道路的收費方式主要利用電子收費系統，費率可以自動的調整，當交通量接近快速道路之容量時費率會自動調漲，用以鼓勵車輛使用其他的替代道路，當交通量少的時候，費率會降低以吸引車輛進入車道，而付費的方式採用信用卡付費的型式。若行駛在快速道路的車輛違規或是不屬於合格的駕駛者，則電子收費系統設有攝影機將會記錄車牌，此紀錄通過交通機關確認之後，將會向駕駛者寄出罰單，此系統在紐澤西、多倫多、加拿大都營運得相當準確，經過研究單位研究快速道路若施行的順暢，駕駛者所獲得之效益為 5.6 倍。

Adler (1999) 描述州政府在未來將採用擁擠定價來改善交通擁擠與空氣的品質，在此研究所設計的問卷中，擁擠收費的實施會造成民眾有路線、出發時間、運具及是否放棄此旅次 4 類選擇方案。收入及工作的型式，此兩項變數對費率的結構反應較為敏感；收入高的旅運者由於時間價值較高，故於尖峰收取較高的費用並不會改變旅運者的行為，而工作型式屬於學校教職員或政府工作人員也較不容易改變旅運時間，其它的影響因素在

校估的過程都不顯著。

Burris (2003) 調查不同的擁擠通行費率對於交通需求的彈性，他分別收集總體的交通資料及個體駕駛人的行為反應資料，用以計算可能的通行費彈性範圍，得出通行費率對於交通流量的彈性範圍介於-0.076~-0.15 之間，且在此彈性範圍內將造成旅行時間減少 8.8%~13.3%。在 Burris 另一篇研究 (2003) 中，分別計算出擁擠定價實施在不同的地點，其旅行時間及通行費率對於旅運需求之影響。旅行時間彈性介於-0.27~-1.33 之間；通行費率彈性則介於-0.03~-0.36 之間。

周榮昌 (民 91) 嘗試探討用路者對於擁擠定價心理層面的接受意向，發現自用車使用者對於擁擠定價接受意向大多屬於心理層面的因素，尤其以公平性及對自由的侵犯這兩個因素影響最為重大，因此如何使民眾認同擁擠定價的公平原則，並在實施手段上降低對其自由侵犯的程度，將是左右擁擠定價成功與否的關鍵。

陳敦基 (民 91) 針對國內高速公路通行費實施現況進行回顧，並與我國國情相近國家 (如日、韓、新、港等) 之費率標準及徵收方式進行比較，發現我國各車種費率標準均比我國標準高。此研究根據通行費之徵收屬性 & 檢討結果研擬出通行費調整方案，並進一步針對產、官、學專家進行調查，結果顯示，若實施尖離峰收費方式，則以「尖離峰費率 1.5:1，如小汽車尖峰 60 元、離峰 40 元」之費率方案為最佳。且經過民眾的問卷調查顯示，民眾大多能接受「以里程計費」之收費方式，亦贊成實施「尖、離峰差別費率」以達交通管理之功效，但在費率調高方面卻普遍傾向反對之意見。

#### 2.4.3 國外擁擠收費之案例分析

新加坡是全世界相當早實施擁擠收費的國家之一，Goh (2002) 與 Phang (1997) 的研究指出，大約 16% 的用路者在尖峰時段不使用高速公路，部分用路人轉移至替代道路，而其他用路者改變旅運時間於早上 7:

30 前或 9:30 以後才出發或轉乘大眾運輸。自從實施擁擠收費後，市中心區行駛較為順暢，高速公路行駛的速度也增加。新加坡是從 1975 年開始實施擁擠通行費，分為 2 個階段，第一階段是採用人工收費，而通行證分為三種，(1) 全天票 (2) 半天票 (3) 月票；第二階段則進一步使用電子收費系統，車輛駕駛人必須裝設車上單元 (color-coded in-vehicle unit, IU)，並購買 CashCard，經由銀行或是 ATM 儲值，以用於進入市區時扣款。而自從開始實施擁擠通行費之後交通量減少了 45%，成功地解決了交通壅塞的問題。

漢城南山隧道位於市中心高度擁擠區域之中心，在未實施擁擠收費前私人車輛占通過隧道 90% 的交通量，其中有 78% 僅承載單人 (SOV)。因此，自 1996 年 11 月起漢城針對南山隧道進行擁擠收費制度的實施，並配合高承載 (3 人以上) 免費行駛隧道的政策，於平日上午 7:00~下午 9:00，及週六上午 7:00~下午 3:00 收取 2000 圓 (約 1.7 美金，新台幣 57 元) 的擁擠通行費。實施一年後結果顯示，該區域整體路網交通量減少了 3.9%，且平均速率明顯增加許多。(陳榮明等，民 92)

英國政府於 2003 年 2 月起，針對倫敦都會區實施擁擠定價的制度，實施範圍約 21 平方公里，占倫敦都會區的 1.3%，共設有 174 處進出管制點，擁擠通行費收取時間為每天上午 7:00 至下午 6:30，以每日計收費的方式收取 5 英鎊 (約新台幣 303 元)，允許多次進出。據倫敦交通部門 (Transport of London) 之評估，至 2003 年 5 月，管制區內平均每日之車流量減少約 16%。(陳榮明等，民 92)

擁擠定價在美國稱為變動定價 (Variable Pricing)。DeCorla-Souza (2002) 採行的方式可能有 (1) 尖峰時段收取較高通行費率，(2) 在目前的免付費道路徵收通行費，(3) 在新擴建的道路徵收通行費，(4) 在高承載車道允許低承載車輛進入並徵收通行費。Orange County SR91 公路為首先採用變動收費概念的計畫，並在 1995 年 12 月施行。變動收費的費率結構分為 8 個水準，費率介於美金 0.7 元到 3.5 元之間。原先為支持共乘制度，三人以上共乘不徵收通行費，但至 1998 年 7 月止則採減半徵收通

行費。收費系統全面採用電子收費，並規定車輛必須裝設電子收費記錄器才能行駛高速公路。(Hultgren 與 Kawada, 1999)

Hultgren (1999) 與 Brownstone (2003) 分別對 San Diego I-15 公路實施擁擠收費作分析。其實施共分為兩階段，第一階段為 1996 年 12 月至 1998 年 3 月，其允許只乘載一人之車輛購買月通行證進入高乘載專用車道，共乘者則免費使用；第二階段從 1998 年 3 月開始實施，改以自動收費系統 (FasTrak) 進行擁擠費用扣款，使用者必須裝設 Windshield-mounted Transponder 於車上。而變動收費施行時間依不同方向車道予以劃分，南向車道實施時間為早上 5:45~9:15；北向車道為下午 3:00~7:00。費率價格的訂定則依據時間和擁擠的狀況而定，費率一開始以 0.5 元起跳，價格的變動一般一次以 0.25 元做為起伏，最大的起伏為任何六分鐘內不超過 0.5 元，而尖峰時段的費率最高可達 4 元。

表 2.2 為各國道路擁擠收費管制時間之比較表，由此表可知，各國實施擁擠收費的管制時間，會配合該路段的尖峰時段來進行，以有效地達到擁擠收費的目的。表 2.3 為各國道路擁擠收費費率與平時費率的比較，美國乃是依據交通量不同而擁擠通行費率會隨之變動，加拿大及新加坡更以不同車種訂定不同的費率。

表 2.2 各國道路擁擠收費管制時間比較表

國家	啟用時間	管制時段
美國 加州 SR91	1995 年	往東 3：00～22：00 往西 2：00～21：00
美國 聖地牙哥 I-15	1996 年	南向 5：45～9：15 北向 15：00～19：00
加拿大 407 高速公路	1998 年	上午 6：00～10：00 下午 15：00～19：00
新加坡 ERP	1998 年	平日 7：30～19：00 週六 7：30～14：00 快速道路 7：30～9：30
英國 倫敦市中心	2003 年	平日 7：00～18：30
漢城 南山隧道	1996 年	平日 7：00～21：00 週六 7：00～15：00

資料來源：本研究整理

表 2.3 各國道路擁擠收費費率比較表

國家	離峰費率	尖峰費率	倍率
美國 加州 SR91	---	彈性費率 0.7~3.5 美元	5
美國 聖地牙哥 I-15	---	彈性費率 0.5~4 美元	8
加拿大 407 高速公路	小型車：12.10 分/km 大型車：24.20 分/km 聯結車：36.30 分/km	小型車：12.95 分/km 大型車：25.90 分/km 聯結車：38.85 分/km	1.07
新加坡 ERP	小型車：0.5 新幣/次 大型車：0.75 新幣/次 聯結車：1 新幣/次	小型車：1.5~3 新幣/次 大型車：2.25~4.5 新幣/次 聯結車：3~6 新幣/次	3~6
英國 倫敦市中心	0 元	固定費率 每日 5 英鎊	---
漢城 南山隧道	0 元	固定費率 每次 2000 韓元	---

資料來源：本研究整理

## 2.5 小結

高速公路實施電子收費是近年來逐漸成形的收費方式，更是政府未來欲推動的政策方向。由國外目前電子收費營運的情形觀察得知，普遍上試驗的效果皆十分令人滿意，其效率不但遠勝於人工收費，其所帶來的附加價值，更是人工收費所無可比擬的。且根據國外研究觀察可知，如國內政府預計未來在高速公路實施匝道閉闔式電子收費，該系統在處理速度及計費的正確性方面，是實施的第一考量因素。另外，在民意調查結果顯示，

國人較傾向於維持現有之費率水準，但此費率就目前研究看來已非適當標準，因此在實施計程電子收費前的評估及宣導是十分重要的。

道路擁擠定價理論的起源相當早。國內有關道路擁擠定價理論的探討也相當多。例如藍武王與張勝雄（民 76）、賴禎秀（民 90）、賴禎秀與范時雨（民 90）、賴禎秀與吳志仁（民 91）、褚志鵬（民 90）。其中褚志鵬探討高速公路主線與匝道收費政策下的擁擠定價，討論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。以上這些作者皆以數學解析法推導模式並產生分析結果。

擁擠定價的實施需經過多方面的研究，必須衡量多數駕駛人旅運行為及心理因素，不可單方面的考量政府方面營收的狀況，以免導致主要道路未被充分使用的情形。實施後除需統計高速公路的車流量外，更應調查其他替代道路及大眾運輸系統的使用量，以避免旅運行為產生過多的轉移現象，反而使得其他運輸系統負荷過大，降低該系統的服務績效。並計算多數用路人的旅行時間價值及旅行成本，訂定合理的擁擠費率，符合公平的理念。

國內外對於擁擠收費實施後對用路者旅運行為影響的研究，仍是十分匱乏，然而此部分的結果，對於通行費率的訂定、通行費營收的計算、及衡量平行道路的交通衝擊，有相當重要的參考依據。本研究期望能提供政府及相關單位施政的參考。

## 第三章 研究方法

本研究主要探討台灣地區高速公路實施擁擠收費後，用路人之旅運行為的改變情形，構建用路人旅運行為選擇模式，並進一步提出具體的實施概念。因此，對於擁擠收費此種尚未實施的運輸政策，本研究運用敘述性偏好法（Stated Preference Method）設計問卷，並進行運輸需求分析與預測，瞭解受訪者之行為特性與偏好。因此，在本章節中首先針對問卷中使用敘述性偏好法的情境模擬部分，做理論及應用上的詳細探討。

### 3.1 敘述性偏好法

本研究之模式的構建需要完整的旅運者資料，以做為模式分析的基礎。一般取得資料的方式，都是採用問卷的形式取得所需的資料，而問卷的設計方式又分為許多種類，本研究課題為目前尚未施行交通政策，因此，研究此種課題，我們運用敘述性偏好法表現出擁擠定價之情形。

敘述性偏好法主要在於問卷的設計上採用假設情境的方式，詢問受訪者的偏好，建立受訪者對不同假設狀況的偏好程度，以提出正確的決策。由於假設的情境相當多，在問卷的設計上一般採用直交設計的方式，簡化情境的組合數目，在有限的實驗情境數目下，以獲得準確度高的實驗結果。

#### 3.1.1 敘述性偏好法之基本概念

傳統上，有關旅運需求的模式多採用顯示性偏好法（Revealed Preference Method），所謂顯示性偏好法就是利用直接觀測到的旅行行為或者由問卷獲得旅行者的實際行為，再比較旅行者實際選擇的替選方案與未選擇的替選方案之各種屬性值，利用適當的統計技術即可導出旅行者所隱含的效用函數。此法雖能夠解釋旅行者的實際選擇行為，但是有些因素限制了它的應用，如數據的潛在問題有解釋變數的變異程度不夠、解釋變數間常會有高度的相關造成建立模式的困難、收集數據須耗費大量時間和金錢以及無法對未存在之設施作正確的評估等。



為了克服顯示性偏好法的缺陷，便有敘述性偏好法的產生。敘述性偏好法其最大的優點是可對未存在的運輸設施或尚未實施的運輸政策進行旅運需求分析與預測，協助決策者分析旅客之行為特性與偏好。該方法和傳統的顯示性偏好比較，除了可以對未存在運具進行旅運分析與預測外，敘述性偏好可以對同一樣本進行重複抽樣，其所耗費的調查成本也較顯示性偏好方法來的小，但敘述性偏好法的缺點是未能夠反映受訪者真實的選擇與重複抽樣可能造成的誤差（劉慧燕，民國81年）。

敘述性偏好法在1970年代發展於行銷學領域中，至1978年被廣泛應用，1979年英國學者將敘述性偏好法應用於運輸分析（Kroes and Sheldon，1988）。

### 3.1.2 實驗設計之概念

敘述性偏好法之替選方案是由研究者運用事先決定好的屬性與水準值所構成之假設情境，而此種研究者組合假設情境所使用的技術稱為『實驗設計』。

一般研究在進行實驗設計前，研究者必須事先決定設計之相關屬性與水準值。根據Kores and Sheldon（1988），屬性的選取必須符合研究課題與目的，屬性的數目多，雖容易顯示研究之主題，但對於受訪者的評估是一大考驗；反之，屬性數目少，受訪者易於評估，但難以充分反映出研究課題。因此一般的研究多減少水準值的數目，最常見的水準值數目為2個或3個，即 $2^n$ （Two-Way）或 $3^n$ （Three-Way）設計（指屬性為 $n$ 個，水準數為2個或3個的設計）。

Fowkes and Wardman（1988）對於敘述性偏好的實驗設計原則提出了五點建議：

- 1、在敘述性偏好的問卷中，屬性和水準值的設計必須合理，避免問卷上的屬性水準值和受訪者的實際經驗有很大的差異。

2、對於尚未存在的運具或方案，可以利用目前實際存在且類似的案例加以輔助說明，減少受訪者對這些新運具和方案所產生的抽象感覺，也可以在問卷設計前和受訪者溝通或請受訪者試填，以找出問卷中不合理的地方。

3、替選方案間的屬性水準值差異不宜太小，否則可能會被受訪者忽略或這些差異不會對他們的選擇造成影響。

4、受訪者在選擇時，會依照自己內心認定的臨界值（Boundary）來選擇數個替選方案中的一個，為了獲得受訪者較精確的臨界值，在問卷中必須設計出合理且有效的臨界值，讓受訪者的臨界值範圍（Inter-boundary）變得很小，以方便做精確的估計。

5、可以嘗試在問卷中放入一些邏輯上明顯具有優勢的替選方案來測試受訪者是否亂填或不瞭解問卷的內容，以檢視受訪者回答的合理性。

Kroes and Sheldon（1988）亦曾強調，實驗設計之主要目的在組合假設情境時選擇各方案之屬性水準值，使各方案間相互獨立。通常受訪者在同一時間最多僅能評估9~16個方案，因此在問卷的設計上運用直交設計的方式，化簡情境的組合數目，在有限的實驗情境數目下，以獲得準確度高的實驗結果，

### 3.1.3 直交實驗設計

敘述性偏好中的情境組合大都採用實驗設計的直交設計進行。實驗計劃法自創立之後，其應用範圍由農業發展到工商業，對於提高生產效率和規劃產品或策略組合貢獻很大。其中直交表（Orthogonal Arrays）更是廣泛地被應用，它具有以下特點：

（1）容易實驗：只要決定因子數目及因子水準後，便可知道配用那種直交表，試驗者只要根據表內因子水準組合，便知道要取那些因子及水準從事試驗。

(2) 容易計算：直交試驗配合電腦程式計算，可以快速有效率地解決許多計算複雜的問題。

(3) 彈性大：試驗因子間水準數目不同時，直交表亦能提供有效的解決方法，此外直交設計還具有一致最適性(Universally Optimal)的優點。

直交實驗設計的方法，為把各個方案的屬性水準值適當地配置在直交表中的某些行後，每一個橫列的組合即為一組假設情境，這些假設情境將以隨機的原則決定試驗順序，且假設每一列的屬性水準值是彼此獨立的，意即每一個假設情境並不會影響到另一種組合的假設情境。

## 3.2 敘述性偏好法之應用

### 3.2.1 替選方案及屬性變數之訂定

敘述偏好問卷中，欲了解受訪者對於高速公路實施電子計程收費與擁擠定價之旅運行為意向。採電子計程收費後，原先使用高速公路但不用付通行費的短程用路人必須要支付通行費，因此受訪者可能會選擇使用平行替代道路。尖峰時段的擁擠收費實施後，駕駛人為避免擁擠通行費的收取而可能改變出發時間或是使用替代道路。為瞭解旅運者對於計程收費與擁擠定價實施後之「路線」及「出發時間」選擇行為，本研究研擬有五種替選方案可供受訪者選擇：(1) 使用高速公路且不改變出發時間，(2) 使用高速公路且出發時間提早，(3) 使用高速公路且出發時間延後，(4) 使用平行替代道路且出發時間提早，(5) 使用平行替代道路且不改變出發時間。

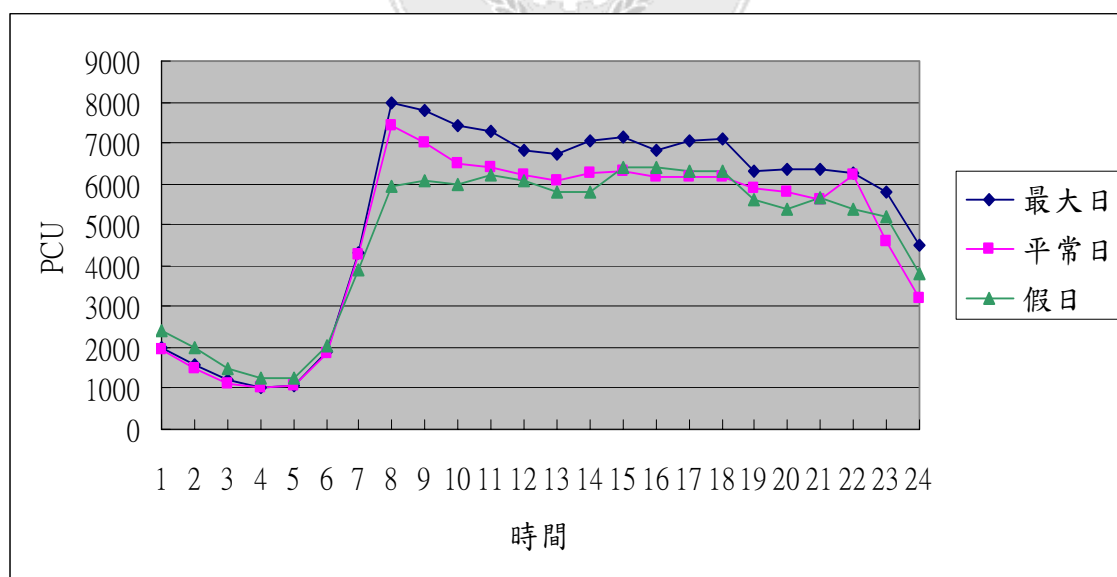
受訪者根據本研究所給予的四項考量變數：(A) 出發時間，(B) 旅行時間，(C) 通行費及 (D) 時程延滯作為評估之依據，依照其本身之旅運行為及通勤特性等因素，決定出對於自己效用最大之方案。以下分別對此四項考量變數的設定情況做一詳細說明（表 3.1）。

#### 1、出發時間

在出發時間方面，根據交通部高速公路局交控中心（2003）的統計，

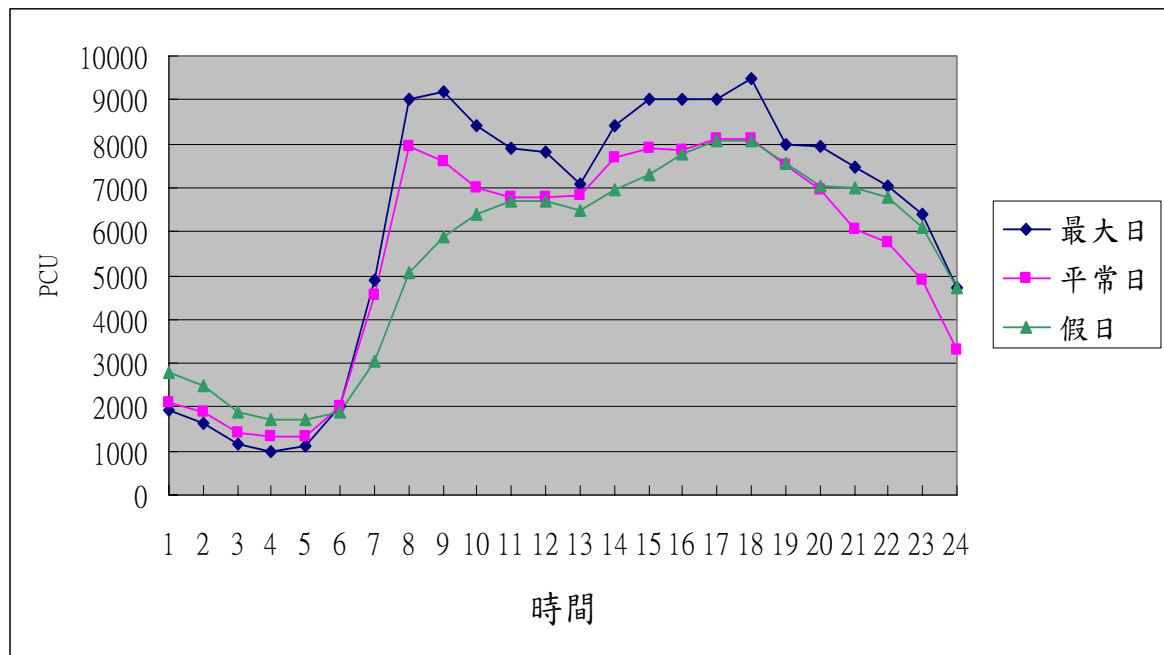
我國高速公路於早上6點交通量開始增加，至晚上10點逐漸下降，而交通量最高峰位於上午8~9點，如圖3.1及3.2所示。而本研究估計早上7點起高速公路逐漸進入擁擠的現象，因此假設早上的7：00~9：00這兩個小時為擁擠收費之時段，所以在調查時，首先詢問受訪者平常習慣的出發時間，以瞭解該受訪者之出發時間是否涵蓋於此假設時段中，且是否符合本研究之研究對象的條件。

出發時間此變數主要在瞭解如受訪者選擇使用高速公路作為通勤路線時，是否會因原出發時間可能碰到擁擠收費的時段而提早或延後出發，以避開支付較高的擁擠通行費。或是選擇使用替代道路時，是否會因原出發時間可能導致遲到，而將出發時間提前。因此，在問卷的第一部份會詢問受訪者「從出發地開往高速公路所需之時間」，運用此問項可計算出受訪者如要避過擁擠收費，則最晚的提早出發時間及最早的延後出發時間。並運用受訪者「期望到達目的地的時間」及模擬的替代道路的「旅行時間」，計算出該受訪者使用替代道路需提前出發的時間。



資料來源：交通部高速公路局交控中心（2003）

圖 3.1 南向交通量趨勢圖



資料來源：交通部高速公路局交控中心（2003）

圖 3.2 北向交通量趨勢圖

## 2、旅行時間

在關於高速公路旅行時間之屬性水準值訂定方面，根據國內外電子收費及擁擠收費的研究顯示，各國在實施擁擠收費後，因其交通量的減少，使得旅行時間大約可減少 8%~13% 之間。因此，本研究將擁擠收費後高速公路旅行時間減少之屬性水準值訂為 5%~15%，取 (a) 比原旅行時間減少 5%，(b) 比原旅行時間減少 10% 及 (c) 比原旅行時間減少 15%，共 3 個水準值做為假設情境。另外，如通勤者改變出發時間，但我們無法明確地計算出離峰時段，其旅行時間將會比不改變出發時間的尖峰時段多或少甚至是一樣，因此即使改變出發時間，我們仍以此三項屬性水準值作為標準，運用直交設計法設計出不同的組合，以瞭解受訪者在面臨不同的旅行時間組合時選擇的情形。

關於平行替代道路的旅行時間屬性水準值訂定方面，為能讓未使用過替代道路的旅運者能衡量出高速公路與替代道路間旅行時間的差別，因此

將使用其他的平行替代道路之旅行時間訂定為比使用高速公路所需之旅行時間多 30%~70% 為平行替代道路之假設水準值。所以此水準值有 (a) 比使用高速公路旅行時間多 30%，(b) 比使用高速公路旅行時間多 50% 及 (c) 比使用高速公路旅行時間多 70%，共三個屬性水準值。

### 3、通行費費率

在通行費方面，使用平行替代道路不需要繳交通行費，以通行費 0 元為平行替代道路的水準值。使用高速公路分成三種情況，不改變出發時間則依計程收費並收取擁擠費率，出發時間提早或延後（錯開尖峰時段）則依一般計程收費並不收取擁擠費率。計程費率以林繼國等（民 91）針對電子匝道收費之小汽車所試算出的費率 1.32 元/公里，做為一般時段的屬性水準值。根據國外實施經驗，以高出一般時段費率的 1.5 及 3 倍，作為尖峰擁擠時段的通行費率，分別為 1.98 元/公里及 3.96 元/公里兩種水準值。由於台灣地區金額之計算並無小數點，因此行駛的總通行費用採四捨五入的方式計算。

### 4、時程延滯

時程延滯的定義為（期望到達時間－實際到達時間），受訪者如選擇使用高速公路作為通勤路線時，原出發時間可能碰到擁擠收費時段而決定提早或延後出發，以避開支付較高的通行費。或者受訪者選擇使用替代道路，原出發時間可能導致遲到而將出發時間提前。因此，時程延滯的影響會納入模式中考量。

表 3.1 各方案之衡量變數表

使用高速公路且不改變出發時間	
旅行時間	① (原旅行時間) × 95% ② (原旅行時間) × 90% ③ (原旅行時間) × 85%
通行費	① 1.98 元/公里 ② 3.96 元/公里
使用高速公路且出發時間提早	
旅行時間	① (原旅行時間) × 95% ② (原旅行時間) × 90% ③ (原旅行時間) × 85%
最晚之出發時間	提早至[7:00 – (開往高速公路所需時間)]前出發
通行費	1.32 元/公里
使用高速公路且出發時間延後	
旅行時間	① (原旅行時間) × 95% ② (原旅行時間) × 90% ③ (原旅行時間) × 85%
最早之出發時間	延後至[9:00 – (開往高速公路所需時間)]後出發
通行費	1.32 元/公里
使用平行替代道路且出發時間提早	
旅行時間	① (高速公路旅行時間) × 130% ② (高速公路旅行時間) × 150% ③ (高速公路旅行時間) × 170%
提早之出發時間	提早至[(期望到達時間) – (旅行時間)]出發
通行費	0 元
使用平行替代道路且不改變出發時間	
旅行時間	① (高速公路旅行時間) × 130% ② (高速公路旅行時間) × 150% ③ (高速公路旅行時間) × 170%
通行費	0 元

### 3.2.2 範例

假設『某一受訪者於早上 7:00 出發上班，由出發地至高速公路需 20 分鐘，而由出發地至目的地共需花費為 50 分鐘，且期望於 7:50 時到達公司。另外，此受訪者起迄高速公路之交流道分別為「豐原交流道(167K)及南屯交流道(181K)」，共 14 公里。

由此假設可知，此受訪者如欲使用高速公路而不改變出發時間將會於 7:20 時抵達高速公路，而此時段將會是本研究假設之擁擠收費之時段，因此其全程的總通行費將會是 28 或 55 元。而旅行時間會因模擬的狀況不同，只需花費 48、45 或 43 分鐘。而根據其原先期望的到達時間，時程延滯分別為 2、5 或 7 分鐘。

假設此受訪者欲躲避擁擠收費但仍要使用高速公路的話，其需提早在早上 6:40（擁擠收費時段開始時間 7:00—受訪者從出發地開往高速公路所需時間 20 分鐘）以前出發，或者是延後於 8:40（擁擠收費時段結束時間 9:00—受訪者從出發地開往高速公路所需時間 20 分鐘）以後出發，如此便可於擁擠收費後駛抵高速公路，只需支付 18 元的通行費。而其旅行時間的模擬，與不改變出發時間同樣地有三種水準值 48、45 或 43 分鐘。因此將出發時間提前之方案的時程延滯分別為 22、25 或 27 分鐘；而同樣地，此受訪者將出發時間延後之方案的時程延滯分別為 98、95 或 93 分鐘

在使用平行替代道路方面，由於替代道路的路線較遠及交通號誌的管制等因素，造成其旅行時間增加為 65、75 或 85 分鐘。因此根據此三種模擬的旅行時間，如提前在 6:45（期望的到達時間 7:50—旅行時間 65 分鐘）、6:35 或是 6:25 出發將可於 7:50 準時到達目的地。而受訪者仍欲於 7:00 出發，根據旅行時間其時程延滯將會是 15、25 或 35 分鐘。

參考上述的例子，我們可利用受訪者實際的資料，結合假設的屬性水準值，分別計算出實施計程電子收費和擁擠收費後使用高速公路或平行替代道路的各種模擬情境。且依照受訪者希望到達的時間，與假設情境中旅



行時間減少及增加的差距，我們亦可計算出各受訪者之時程延滯。

### 3.2.3 直交設計

在決定好屬性與水準值後，必須進行情境的組合。由於所有的情境組合過多，所以在使用敘述性偏好法進行問卷設計時，通常利用直交表做為縮減情境組合的工具，直交表的種類有許多種，大多都使用田口玄一氏的直交表做為設計的工具。本研究設計之屬性共有三個，而每一個屬性又有為2~3個水準值，故全部之可能情境組合有486種（ $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 2$ ）組合，如每一位受訪者皆要回答全部的情境組合將是非常艱鉅的過程，且根據Kores and Sheldon（1988）敘述，通常受訪者在同一時間內最多僅能評估9~16個情境組合，因此我們必須透過實驗設計理論中之直交表排列方式縮減情境組合之數目，使實驗更有效率。因此，我們運用田口玄一所製作出的直交表，配合本研究所訂定的屬性及水準值，找出適合的直交表供研究使用，如下表3.2之直交表 $L_{18} (2^1 \times 3^7)$ 。

由於本研究問卷之擁擠通行費率（A）的水準值只有2個，因此只能放置於第一行的位置。而其他旅行時間之屬性變數可隨意放置，因此將使用高速公路且不改變出發時間的旅行時間（B），使用高速公路且出發時間提早之旅行時間（C）及使用高速公路且出發時間延後之旅行時間（D），此三項屬性變數分別放置於第3、5及7行。而使用平行替代道路且出發時間提早之旅行時間（E）及使用平行替代道路且不改變出發時間的旅行時間（F），為避免同一模擬情境兩方案之旅行時間相差過大，形成與實際情況不合理的情形，因此將此兩項屬性變數同樣放置於第八行中。如此我們便可運用直交表搭配出18種假設情境。並將18個組合情境依序拆解成6組，每組有3種情境組合，在調查時我們隨機抽取3組共9種假設情境，所以每個受訪者只需回答9種的假設情境。

表 3.2 直交表  $L_{18} (2^1 \times 3^7)$

變數 情境	1 B	2	3 A	4	5 C	6	7 D	8 E、F		情境組合
1	1	1	1	1	1	1	1	1	$\Rightarrow$	$B_1A_1C_1D_1E_1F_1$
2	1	1	2	2	2	2	2	2	$\Rightarrow$	$B_1A_2C_2D_2E_2F_2$
3	1	1	3	3	3	3	3	3	$\Rightarrow$	$B_1A_3C_3D_3E_3F_3$
4	1	2	1	1	2	2	3	3	$\Rightarrow$	$B_1A_1C_2D_3E_3F_3$
5	1	2	2	2	3	3	1	1	$\Rightarrow$	$B_1A_2C_3D_1E_1F_1$
6	1	2	3	3	1	1	2	2	$\Rightarrow$	$B_1A_3C_1D_2E_2F_2$
7	1	3	1	2	1	3	2	3	$\Rightarrow$	$B_1A_1C_1D_2E_3F_3$
8	1	3	2	3	2	1	3	1	$\Rightarrow$	$B_1A_2C_2D_3E_1F_1$
9	1	3	3	1	3	2	1	2	$\Rightarrow$	$B_1A_3C_3D_1E_2F_2$
10	2	1	1	3	3	2	2	1	$\Rightarrow$	$B_2A_1C_3D_2E_1F_1$
11	2	1	2	1	1	3	3	2	$\Rightarrow$	$B_2A_2C_1D_3E_2F_2$
12	2	1	3	2	2	1	1	3	$\Rightarrow$	$B_2A_3C_2D_1E_3F_3$
13	2	2	1	2	3	1	3	2	$\Rightarrow$	$B_2A_1C_3D_3E_2F_2$
14	2	2	2	3	1	2	1	3	$\Rightarrow$	$B_2A_2C_1D_1E_3F_3$
15	2	2	3	1	2	3	2	1	$\Rightarrow$	$B_2A_3C_2D_2E_1F_1$
16	2	3	1	3	2	3	1	2	$\Rightarrow$	$B_2A_1C_2D_1E_2F_2$
17	2	3	2	1	3	1	2	3	$\Rightarrow$	$B_2A_2C_3D_2E_3F_3$
18	2	3	3	2	1	2	3	1	$\Rightarrow$	$B_2A_3C_1D_3E_1F_1$

資料來源：田口玄一（1970）直交表與線點圖

表 3.3 直交結構表

	A	B	C	D	E	F
	通行費	總旅行時間減少百分比				
1	1.98 元/公里	-5%	-5%	-5%	+30%	+30%
2	1.98 元/公里	-10%	-10%	-10%	+50%	+50%
3	1.98 元/公里	-15%	-15%	-15%	+70%	+70%
4	1.98 元/公里	-5%	-10%	-15%	+70%	+70%
5	1.98 元/公里	-10%	-15%	-5%	+30%	+30%
6	1.98 元/公里	-15%	-5%	-10%	+50%	+50%
7	1.98 元/公里	-5%	-5%	-10%	+70%	+70%
8	1.98 元/公里	-10%	-10%	-15%	+30%	+30%
9	1.98 元/公里	-15%	-15%	-5%	+50%	+50%
10	3.96 元/公里	-5%	-15%	-10%	+30%	+30%
11	3.96 元/公里	-10%	-5%	-15%	+50%	+50%
12	3.96 元/公里	-15%	-10%	-5%	+70%	+70%
13	3.96 元/公里	-5%	-15%	-15%	+50%	+50%
14	3.96 元/公里	-10%	-5%	-5%	+70%	+70%
15	3.96 元/公里	-15%	-10%	-10%	+30%	+30%
16	3.96 元/公里	-5%	-10%	-5%	+50%	+50%
17	3.96 元/公里	-10%	-15%	-10%	+70%	+70%
18	3.96 元/公里	-15%	-5%	-15%	+30%	+30%

### 3.4 用路人旅運行為模式

本研究主要探討高速公路通勤者施行擁擠收費後的旅運行為，希望藉由出發時間、旅行時間、通行費及時程延滯四項考量變數，分析用路人旅運行為改變的情形，以構建旅運行為的選擇模式，並進一步針對政策的研擬提出參考意見與客觀的分析。一般對於旅運行為模式的研究，多半使用個體選擇模式，個體選擇模式具有行為解釋能力，可藉由受訪者之方案選擇行為，影響其行為意向之重要變數為何。其基礎主要源於經濟學之消費理論與心理學之選擇行為理論，此模式是以決策者的效用函數為出發點，分析決策者從各種可能的替選方案中選擇效用最大的方案，即帶給決策者最大滿足的方案。

個體選擇模式依據替選方案的個數及相似特性，又由多項羅吉特模式衍生為巢式羅吉特模式與其它不同型式的模式結構，本研究希望利用個體選擇模式方法做為本研究的方法論以建構用路人的旅運行為。

#### 3.4.1 多項羅吉特模式

多項羅吉特模式較直觀易懂，且校估容易，故較為被廣泛應用。在上節中描述到，本研究運用敘述性偏好法模擬出多種不同的情境，而每種情境共有5個替選方案，如圖3.3。且由於敘述性偏好法選擇的方案為間斷型，因此我們可分別構建出5個替選方案的效用函數，而各方案的效用分為可觀測的部分（ $V_{in}$ ）與不可觀測的誤差項（ $\varepsilon_{in}$ ）。在本研究中，可觀測部分的效用共有五個，而 $\varepsilon_{in}$ 之機率分配為岡伯分配（Gumbel distribution），其效用函數及機率選擇模式如下列所述：

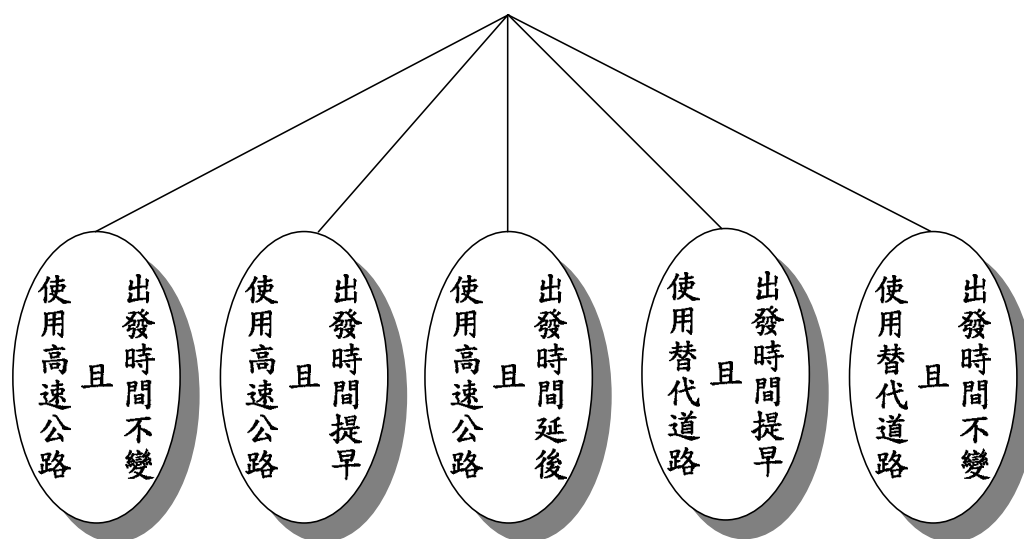


圖3.3 多項羅吉特模式結構圖

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$P_{in} = P(U_{in} > U_{jn}, \forall j \in C_n, j \neq i) \dots\dots\dots (3.2)$$

$P_{in}$ ：表示通勤者  $n$  選擇  $i$  方案的機率， $i=1\sim5$ 。

$C_n$ ：表示可供選擇之替代方案數。

$U_{in}$ ：表示通勤者  $n$  選擇方案  $i$  的效用。

$V_{in}$ ：表示通勤者  $n$  選擇方案  $i$  時，可衡量之效用。

$\varepsilon_{in}$ ：表示通勤者  $n$  選擇方案  $i$  時，不可衡量之誤差項。

依照誤差項分配的不同，可推導出不同的間斷選擇模式。本研究使用多項羅吉特模式（Multinomial Logit）構建敘述性偏好選擇模式。依照上述我們可得出通勤者  $n$  選擇方案  $i$  的機率如3.3式所示：

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}} \dots\dots\dots (3.3)$$

根據多項羅吉特模式之函數特性，我們可透過彈性分析瞭解效用函數中某屬性產生變化後，對消費者選擇機率之影響程度。

- 1、個體直接彈性：某一方案效用函數中之屬性值變化百分之一時，該方案選擇機率變化之百分比。例如，當高速公路通行費調漲1%時，通勤者選擇高速公路且不改變出發時間的機率可能變化的百分比。如3.4式所示：

$$E_{X_{ik}}^{P_{in}} = \frac{\partial P_{in}}{\partial X_{ik}} \cdot \frac{X_{ik}}{P_{in}} = (1 - P_{in}) \cdot X_{ik} \cdot \beta_k \dots\dots\dots (3.4)$$

其中  $X_{ik}$ ：方案  $i$  之效用函數中第  $k$  個屬性之變數值， $k=1\sim4$ 。

$\beta_k$ ：第  $k$  個屬性之參數值。

- 2、個體交叉彈性：某方案效用函數中之屬性值變化百分之一時，對另一方案選擇機率變化之百分比。例如，當高速公路通行費調漲1%時，通勤者選擇替代道路機率的變動百分比。如式（3.5）所示：

$$E_{X_{jk}}^{P_{in}} = \frac{\partial P_{in}}{\partial X_{jk}} \cdot \frac{X_{jk}}{P_{in}} = -P_{jn} \cdot X_{jk} \cdot \beta_k \dots\dots\dots (3.5)$$

其中  $X_{jk}$ ：方案  $j$  之效用函數中第  $k$  個屬性之變數值，

$j=1\sim5$  且  $i \neq j$

- 3、總體彈性：除個體彈性外，本研究進而計算總體彈性。利用個別受訪者之資料計算機率及彈性，將機率作為權重乘以彈性，加總後得出總體彈性，可更有效地探討出影響駕駛人選擇方案的機率變化情形。總體彈性如表（3.6）所示：

$$E_{X_{ik}}^{\bar{P}_i} = \frac{\sum_{n=1}^N P_{in} \cdot E_{X_{ink}}^{P_{in}}}{\sum_{n=1}^N P_{in}} \dots\dots\dots (3.6)$$

### 3.4.2 巢式羅吉特模式

巢式羅吉特模式 (Nested Logit Model) 主要目的是為了解決替選方案間存在相關性的問題。模式中將具有相關性的替選方案置於同一獨立之巢層中，並利用包容值 (Inclusive Value) 代表這些方案的共同效用，再與其他獨立之替選方案構建模式，以達到各方案間相互獨立的效果。

如圖 3.4 為其中一種可能的巢式羅吉特模式結構，替選方案包括第一層『路線的選擇』，其中含有 (1) 高速公路，及 (2) 平行替代道路兩項選擇，用以探討受訪者是否會因擁擠收費的實施，而改變其旅運行為行駛替代道路。由於出發時間的不同也會影響旅運者的選擇行為，因此為研究用路人除了改變通勤路徑外，是否也會因應選擇的路線不同而改變出發時間，因此本研究假設同一種路線的選擇其出發時間的改變情形具有相關性的情形。

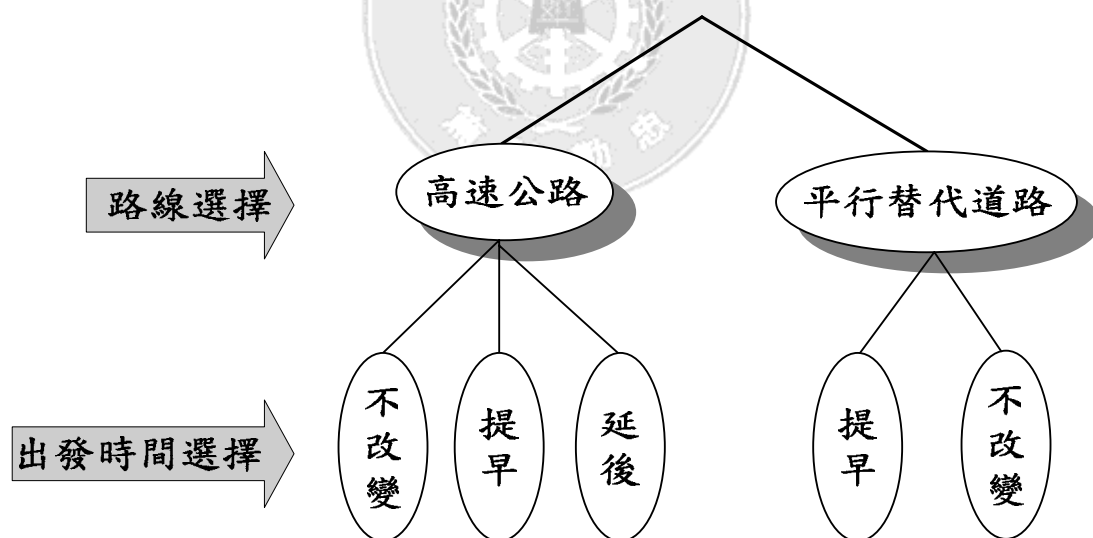


圖 3.4 巢式羅吉特模式結構圖

以圖 3.4 為例，共有二個巢（高速公路 F 及平行替代道路 P），因此方案 i 在此巢被受訪者 n 選中的機率如下式：

$$P_{in} = P_{in|m} \times P_m \dots\dots\dots (3.7)$$

其中  $m \in F$  or  $P$

$$P_m = \frac{e^{(\mu_m \cdot \Gamma_m)}}{e^{(\mu_P \cdot \Gamma_P)} + e^{(\mu_F \cdot \Gamma_F)}} : \text{為選中 } m \text{ 巢的機率。}$$

$$P_{in|m} = \frac{e^{\left(\frac{V_{in}}{\mu_m}\right)}}{\sum_{i \in N_m} e^{\left(\frac{V_{in}}{\mu_m}\right)}} : \text{為受訪者 } n \text{ 在 } m \text{ 巢中選方案 } i \text{ 的機率。}$$

$$\Gamma_m = \ln \left( \sum_{i \in N_m} e^{\left(\frac{V_{in}}{\mu_m}\right)} \right) : \text{為 } m \text{ 巢的包容值變數。}$$

$\mu_m$  : 為  $m$  巢的包容值參數。

$\mu_m$  須介於 0 與 1 之間，則巢式羅吉特模式才滿足效用最大原則。若  $\mu_m$  等於 1 時，巢式羅吉特模式與多項羅吉特模式相同，而當  $\mu_m$  愈接近於 0 時，則方案間的相關性越高。

而同樣地，我們也可根據巢式羅吉特模式之函數特性，透過彈性分析瞭解效用函數中某屬性產生變化後，對消費者選擇機率之影響程度。個體直接與交叉彈性如式 (3.8) 及 (3.9) 所示。

$$E_{X_{ik}}^{P_m} = \left[ (1 - P_m) P_{in|m} + \left( \frac{1}{\mu_m} \right) (1 - P_{in|m}) \right] \beta_k X_{ik} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$E_{X_{jk}}^{P_{in}} = - \left[ P_{in} + \left( \frac{1 - \mu_m}{\mu_m} \right) P_{in|m} \right] \beta_k X_{ik} \dots\dots\dots (3.9)$$



## 第四章 問卷調查與分析

### 4.1 研究對象

根據交通部國道高速公路局交控中心之調查，高速公路於早上6：00交通量開始增加，直至晚上10：00逐漸下降，其中早晨交通量的最高峰是於上午8～9點之間，因此，本研究估計早上七點高速公路將逐漸進入擁擠的狀態，所以假設早上的7：00～9：00這兩個小時為擁擠收費之時段，且礙於研究之限制，設定駕駛人之高速公路通行費費率，以駛抵高速公路之時間為基準，直至下高速公路為止，中途並不會因時段不同而做改變。譬如某一通勤者早上8：30駛抵高速公路，而在9：20時下高速公路，則該通勤者之通行費率全程假設以擁擠收費之費率計算，並不會在9：00之後改變為非擁擠費率。

本研究之研究對象以由出發地—家至其目的地—公司形成之上班通勤旅次的用路人。由於使用大眾運輸為通勤工具之通勤者，在出發時間及路線選擇上較不具彈性，加上目前都市地區（除台北市外）之大眾運輸系統發展尚不甚完整，因此針對通勤旅次所使用的交通工具為小型車之通勤者為主要的研究對象。在此本研究為了研究之方便，將該旅運者之路徑分為三個部分，第一部分『從出發地開往高速公路之路段』，用以計算該受訪者駛抵高速公路時，是否符合本研究所假設之對象；第二部分『行駛於高速公路之路段』，此區間的旅行時間主要用以計算該受訪者使用高速公路所必須付出的通行費用；第三部分『下高速公路至目的地之路段』，將三部分加總後，可計算擁擠收費實施前後各替選方案的時程延滯，以作為受訪者決策時的參考。如圖4.1。

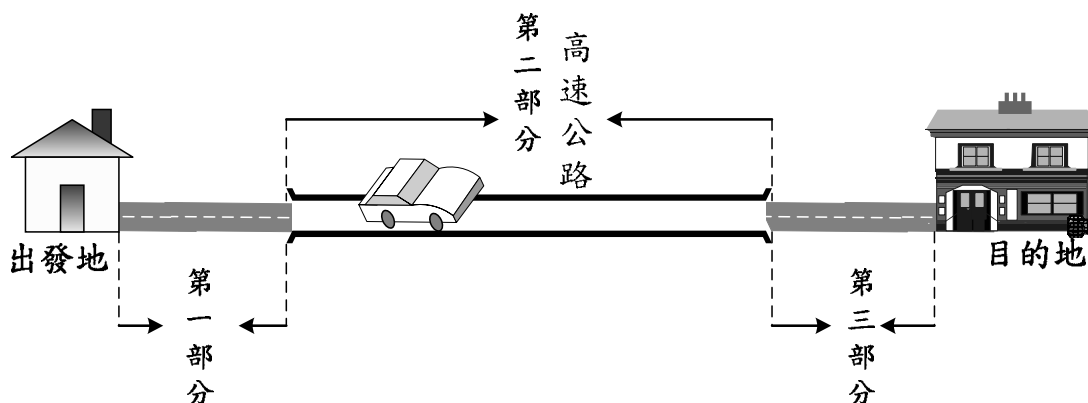


圖 4.1 通勤旅次路徑分段圖

## 4.2 問卷設計

本研究之問卷主要分成三大部分：（問卷內容請詳見附錄一）

### 1、第一部分：上班通勤特性調查

主要詢問受訪者是否使用高速公路作為通勤路線，及其上班之出發時間，用以知曉該受訪者是否為本研究所設定之訪問族群，並針對時程延滯此變數，詢問該受訪者於平常上班時期期望的到達時間。

另外，調查該受訪者起迄高速公路之交流道，瞭解其通勤所行走高速公路之總里程，用以套入敘述性偏好模式的假設情境中，並分別計算出假設情境中尖峰時段及離峰時段之通行費。

而其他問項，如通勤費用來源、使用車種、上班公司之規定及對於替代道路之知曉情況等問題，作為建構模式之特定變數。

### 2、第二部分：情境模擬

在此部分中，詢問受訪者對於高速公路實施擁擠收費後的各種假設狀況，根據國外實施的情形可知，擁擠收費在實施後駕駛人會改變出發時間避開尖峰時段擁擠通行費的收取，或使用替代道路避免擁擠收費。因此，本研究目的為了瞭解其對於擁擠收費實施後「路線」及「出發時間」選擇的情形，根據受訪者於所回答之實際情形的資料進行假設情境的模擬，假

設情境中，共有五種替選方案可供受訪者選擇：(1) 使用高速公路且不改變出發時間，(2) 使用高速公路且出發時間提早，(3) 使用高速公路且出發時間延後，(4) 使用平行替代道路且出發時間提早及 (5) 使用平行替代道路且不改變出發時間。

受訪者根據本研究所給予的四項考量變數：(1) 出發時間，(2) 旅行時間、(3) 通行費及 (4) 時程延滯作為評估之依據，依照其本身之旅運行為及通勤特性等因素，決定出對於自己效用最大之方案。

### 3、第三部分：通勤者基本資料調查

此部分中詢問受訪者個人基本資料包括個人所得、性別、年齡、工作性質及教育程度等社經背景，以分析不同的社經背景是否會影響受訪者對各方案之看法。

本研究問卷受訪對象主要為使用高速公路的上班通勤旅次，為了讓受訪者在回答假設情境能配合其本身實際情況，故本研究採用電腦訪談的方式進行。問卷首先告知受訪者未來計程電子收費及擁擠收費實施的要點，繼而詢問受訪者上班通勤時起迄高速公路之交流道名稱，以計算出所需收取之通行費，並請受訪者填寫該旅次從出發點開往該交流道之時間，藉此計算為躲避擁擠收費時段之最晚及最早的出發時間。並詢問受訪者欲到達公司的期望時間及旅行時間，如此搭配便可模擬出該受訪者之假設情境。

## 4.3 調查計畫

本研究之研究對象主要是以使用小客車且以高速公路為通勤路線的旅運者，而且其必須符合本研究所限定之時段的通勤者。因此為了要能確實掌握符合本研究高速公路通勤者的樣本條件，將調查地點設定於高速公路是最有效的方式。在高速公路服務區可以適當地篩選本研究所需的有效樣本，同時進行面對面的訪談，可以提高問卷的回收率及有效率。

由於如在平常日至服務區調查，遇到本研究所設定的有效樣本機率將

會非常地少，因為通勤者於平常上班時段較少會到服務區活動，所以為了能找到有效樣本，必須在調查的時間上作調整。而通勤者比較可能因出遊及探親訪友於週末假日出現在服務區，所以本研究主要在週末假日至服務區調查，以較能掌握到有效的通勤者樣本，而以平常的上班日為輔，尋找因洽公或出差之通勤者。

#### 4.4 資料分析

本研究的調查時間為 93 年 4 月初到 5 月中旬之間，共詢問 280 位使用高速公路的通勤者，剔除不符合本研究之限制條件的問卷 26 位之後，有效樣本為 254 位，有效回收率為 91%。且由於本研究運用敘述性偏好法設計問卷，因此每位受訪者被詢問到 9 種不同的模擬情境，因此每份問卷回收後再擴大共有 2286 筆資料。

表 4.1 為樣本中受訪者選擇各方案的統計表，發現在實施擁擠收費後，受訪者多數選擇「使用高速公路且提早出發」方案，來避開擁擠通行費的收取，共有 35.4%；其次是選擇「使用平行替代道路且提早出發」方案，有 25.9%。

表 4.1 受訪者選擇方案表

方案	樣本數	百分比 (%)
使用高速公路且不改變出發時間	471	20.6
使用高速公路且提早出發	810	35.4
使用高速公路且延後出發	280	12.2
使用平行替代道路且提早出發	592	25.9
使用平行替代道路且不改變出發時間	133	5.8
總樣本數	2286	100

#### 4.4.1 通勤者社會經濟特性分析

在通勤者的個人基本資料部分中包括有性別、年齡、職業、教育、居住地及所得等六項基本的社會經濟特性資料，如表 4.2 及表 4.3。接著，更清楚地分析各選擇方案與通勤者的社會經濟特性之間的關聯性，表 4.4 至表 4.5 為通勤者各項社會經濟特性與替選方案間的交叉分析。

##### 1、通勤者基本資料之統計分析

在回收的樣本之中顯示出通勤者的性別以男性通勤者的比例偏高佔有全部樣本的 89.9%，可能原因為台灣的社會是以男性在外上班居多。年齡以 31 到 40 歲最高，為 46.9%；其次為 21 到 30 歲，佔 30.7%，由此可知，會使用高速公路的通勤者以青年及中年的族群居多。職業則是以商業居多，佔 31.5%；其次為製造業及服務業，分別佔有 24.3%和 21.2%。由於本研究之問卷研究對象為通勤者，因此受訪者為各行業之上班族的情況是可以預見的。在教育程度部分，以大學學歷的受訪者佔了一半以上，為 50.0%。原因可能是具有大學學歷的受訪者接受問卷調查的意願較高。而受訪者以居住於北部和中部的人較多，分別有 57.8%和 33.5%。受訪者的每月平均所得在三萬至四萬元以下佔 25.5%最多。

表 4.2 受訪者社會經濟特性統計

項目	類別	人數	百分比 (%)
性別	男	228	89.8
	女	26	10.2
年齡	20 歲以下	3	1.2
	21~30	78	30.7
	31~40	119	46.9
	41~50	34	13.3
	51~60	18	7.1
	60 歲以上	2	0.8
職業	軍公教	42	16.5
	製造業	62	24.4
	商業	80	31.5
	服務業	54	21.3
	農漁牧	1	0.4
	其他	15	5.9
教育	國小以下	6	2.4
	國中	0	0
	高中 (職)	25	9.8
	專科	50	19.7
	大學	127	50.0
	研究所以上	46	18.1
樣本數		254	

表 4.3 受訪者社會經濟特性統計（續）

項目	類別	人數	百分比（%）
居住地	北部	147	57.8
	中部	85	33.5
	南部	22	8.7
所得	一萬至未滿二萬元	11	4.3
	二萬至未滿三萬元	3	1.2
	三萬至未滿四萬元	65	25.5
	四萬至未滿五萬元	55	21.7
	五萬至未滿六萬元	53	20.9
	六萬至未滿七萬元	19	7.5
	七萬至未滿八萬元	11	4.3
	八萬元以上	37	14.6
樣本數		254	

## 2、通勤者基本資料與選擇方案之交叉分析結果

在 5 個替選方案中，男性大多選擇「使用高速公路且提早出發」方案，佔 36.7%；其次為「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用平行替代道路且提早出發」方案，比例分別為 21.5%及 22.6%。而在女性方面，以「使用平行替代道路且提早出發」方案為最多人選擇，佔有一半以上 53.8%，其次則為「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用高速公路且提早出發」方案，分別只佔有 15.4%及 23.1%。而在兩種不同性別中，最不被選擇的方案同為「使用高速公路且延後出發」和「使用平行替代道路且不改變出發時間」方案，皆只佔有 3%~13%而已，原因可能是此兩方案皆會造成受訪者上班遲到的可能。

在年齡方面，佔樣本最多數的 31~40 歲族群，以「使用高速公路且提早出發」方案，佔最多數有 35.6%，原因為此方案雖必須提早出發，但既可避免費率較高的擁擠通行費的收取，又不必擔心上班遲到。而佔第二多數 21~30 歲的族群，則以「使用平行替代道路且提早出發」方案最多人選擇，有 47.4%。其與上一個族群的選擇方式不太相同，原因可能為此族群屬於較年輕的上班族，平均所得不如 31~40 歲的族群來得多，因此較傾向選擇不必支付任何費用的平行替代道路。兩個族群同樣地以選擇「使用高速公路且延後出發」和「使用平行替代道路且不改變出發時間」方案為最少數的。

在職業的選擇比例方面，佔本研究樣本最多數的商業族群的通勤者中，大多數選擇「使用高速公路且提早出發」方案佔 41.6%。而製造業及服務業族群，皆同樣地以選擇「使用平行替代道路且提早出發」方案為最多人，分別佔有 36%和 38.9%。

在教育程度的資料中，佔樣本最多數的大學學歷受訪者中，多數選擇「使用高速公路且提早出發」方案，以避開擁擠通行費的收取佔大多數的選擇，有 34.7%。



而以居住地來看，北部及南部的通勤者大多喜好選擇「使用高速公路且提早出發」方案，分別佔有 36.2%及 46.5%。而中部的通勤者則是以「改使用平行替代道路且提早出發」方案為最多人選擇，佔了 39.5%。此原因可能為北部及南部的車輛較中部多，如使用平行替代道路可能會造成嚴重塞車的情形，因此通勤者較傾向仍選擇使用高速公路作為通勤路線。

在所得方面，佔樣本最多數的三萬至四萬以下的族群，以選擇「使用平行替代道路且提早出發」方案 49.1%最多人選擇。而在較高所得四萬至五萬以下及五萬至六萬以下的通勤者，則是以選擇「使用高速公路且提早出發」方案為最多數，分別為 43.5%和 24.5%。可見通勤者的所得如提高，其接受高速公路實施里程收費的意願將會有所提升。



表 4.4 受訪者社經特性與選擇方案之交叉分析表

(表內數據為百分比)

方案 項目		使用高速公路			使用平行替代道路	
		不改變 出發時間	提早 出發	延後 出發	提早 出發	不改變 出發時間
性 別	男	21.5	36.7	13.1	22.6	6.1
	女	15.4	23.1	3.8	53.8	3.9
年 齡	20 歲以下	100	0	0	0	0
	21~30	16.4	17.5	12.9	47.4	5.8
	31~40	24.1	35.6	13.9	18.6	7.8
	41~50	11.8	62.2	3.6	18.4	4.0
	51~60	21.7	6.2	16.3	0	0
	60 歲以上	33.3	66.7	0	0	0
職 業	軍公教	9.5	65.3	0	18.3	6.9
	製造業	27.2	19.2	14.3	36.0	3.2
	商業	24.3	41.6	16.6	11.4	6.2
	服務業	18.1	28.8	4.9	38.9	9.3
	農漁牧	0	0	0	100	0
	其他	20.0	9.6	40.0	30.4	0
教 育	國小以下	22.2	77.8	0	0	0
	國中	0	0	0	0	0
	高中(職)	36.9	30.2	0	3.9	0
	專科	23.8	46.0	0	24.2	6.0
	大學	18.1	34.7	14.0	25.5	7.5
	研究所以上	16.2	22.5	28.5	27.8	5.1

表 4.5 受訪者社經特性與選擇方案之交叉分析表（續）

（表內數據為百分比）

項目 \ 方案		使用高速公路			使用平行替代道路	
		不改變 出發時間	提早 出發	延後 出發	提早 出發	不改變 出發時間
居住地	北部	20.3	36.3	19.6	18.5	5.3
	中部	23.8	30.8	2.4	39.5	3.5
	南部	13.6	46.5	0	21.7	18.2
所得	一萬至未滿二萬元	15.2	52.5	0	6.1	26.3
	二萬至未滿三萬元	33.3	33.3	0	33.3	0
	三萬至未滿四萬元	21.0	27.7	13.3	49.1	3.1
	四萬至未滿五萬元	17.3	43.5	15.9	18.7	4.8
	五萬至未滿六萬元	14.7	24.5	20.8	21.2	4.2
	六萬至未滿七萬元	20.5	57.9	1.8	19.9	0
	七萬至未滿八萬元	6.1	39.4	0	27.3	27.3
	八萬元以上	40.5	40.8	5.7	10.2	2.7

#### 4.4.2 通勤者通勤旅次特性分析

在通勤者的通勤旅次特性資料部分中包括有出發時間、期望到達時間、旅行時間、上下高速公路之交流道及所需支付之通行費五項基本的通勤旅次特性資料，如表 4.6，並在表 4.7 統計出各項通勤特性之平均值及最大、最小值，用以更加地統合出各項通勤特性的分佈。而為了能清楚了解替選方案與通勤者通勤特性之間的關聯性，表 4.8 為通勤者之通勤特性與替選方案之交叉分析。

##### 1、通勤者通勤特性之統計分析

由於本研究是針對早上 7：00 至 9：00 會使用高速公路通勤的通勤者作為主要研究對象，因此受訪者集中於此時段間，從統計表中可發現，在本研究問卷中以 7：00~8：00 之間從家中出發上班的受訪者佔最多數，共有 59.0%。其中，平均的出發時間為 7：33，以 6：30 最早，8：45 最晚。在期望到達上班地點的時間則集中於 8：00~9：00 之間，佔有 57.1%，以 8：26 為平均的時望到達時間，最早為 7：15，最晚為 10：55。

總旅行時間以 40~60 分鐘的較短距離的旅行時間為主，佔了 30.2%；其次為 20~40 分鐘及 60~80 分鐘的較長距離的旅行時間，分別有 28.0% 和 25.6%；平均大約行駛 61 分鐘，而最短的旅行時間為 12 分鐘，最長則為 150 分鐘。在高速公路行駛里程方面，以短距離的 10~20 公里為佔大多數，有 28.0%；而 10 公里以下和 30~40 公里為其次，分別有 18.1% 及 22.0%，特別注意的是，長距離 60 公里以上的通勤者也不在少數，佔有 8.3%；41.2 公里為本研究樣本的平均高速公路行駛里程，最短的行駛距離為 2 公里，最長為 188 公里。

最後是通勤者在目前通勤時所必須支付的通行費分析，其中以不需支付任何通行費佔最多數，有 60.6%；其次是會經過一個收費站，需支付 40 元的通勤者，佔有 18.9%；而需經過 3 個以上收費站的通勤者共佔有 8.7%，此類型的通勤者雖只佔有少部分，但將來政府在擬定政策時亦需多加

考量。而平均所需支付的通行費為 22 元，最多的是經過 4 個收費站，需支付 160 元。



表 4.6 通勤者旅次特性統計

項目	類別	人數	百分比 (%)
出發時間	7：00 以前	17	6.7
	7：00～8：00 以前	150	59.0
	8：00～9：00 以前	87	34.3
期望 到達時間	7：00～8：00 以前	51	20.1
	8：00～9：00 以前	145	57.1
	9：00 以後	58	22.8
旅行時間	20 分鐘以下	2	0.8
	20～40 分鐘以下	71	28.0
	40～60 分鐘以下	77	30.2
	60～80 分鐘以下	65	25.6
	80 分鐘以上	39	15.4
高速公路 行駛公里數	10 公里以下	46	18.1
	10～20 公里以下	71	28.0
	20～30 公里以下	36	14.2
	30～40 公里以下	56	22.0
	40～50 公里以下	8	3.1
	50～60 公里以下	16	6.3
	60 公里以上	21	8.3
通行費	0 元	154	60.6
	40 元	48	18.9
	80 元	30	11.8
	120 元以上	22	8.7
樣本數		254	

表 4.7 通勤者旅次特性平均統計

項目	平均值	標準差	最小值	最大值
出發時間	7：33	30.4 分鐘	6：30	8：45
期望 到達時間	8：26	40.7 分鐘	7：15	10：50
旅行時間	61 分鐘	38 分鐘	12 分鐘	225 分鐘
時程延滯	7 分鐘	44 分鐘	早 199 分鐘	晚 117 分鐘
高速公路 行駛里程	41.2 公里	46.4 公里	2 公里	188 公里
計次通行費	22 元	42 元	0 元	160 元

## 2、通勤者通勤特性與選擇方案之交叉分析結果

以出發時間來看，7：00 以前出發的通勤者大多以選擇「使用高速公路且提早出發」方案為主，佔了 43.1%；其次則以選擇「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用平行替代道路且提早出發」方案為第二多數，分別佔有 23.5%和 33.3%。在此時段出發的通勤者中，「使用高速公路且延後出發」及「使用平行替代道路且不改變出發時間」方案都是呈現沒有人選擇的情況，可能原因為此時段屬於較早出發的時間，如選擇延後出發則會造成時程延滯大幅度地增加，因此通勤者較不考慮延後出發。而在 7：00~8：00 之間出發的通勤者，則同樣的大多會選擇「使用高速公路且提早出發」方案，佔有 43.0%；其次是選擇「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用平行替代道路且提早出發」方案，分別佔有 24.9%和 23.6%。最晚出發時段 8：00~9：00 之間出發的通勤者，則以選擇「使用高速公路且延後出發」佔有 32.3%為最多；我們可以看到此時段出發的通勤者與

上述兩個時段的通勤者在選擇的方案中有十分顯著的不同，8：00～9：00 之間出發的通勤者選擇「使用高速公路且延後出發」方案的比例，比較早出發的通勤者增加許多，相對地，在「使用高速公路且提早出發」方案的選擇比例上則減少，可見通勤者在選擇方案時，時程延滯是一項評估的重要變數。

在期望到達時間方面，期望 7：00～8：00 到達的通勤者以選擇「使用平行替代道路且提早出發」方案 36.8% 最多；其次為「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用高速公路且提早出發」方案佔 25.5% 和 35.7%。期望 8：00～9：00 到達的通勤者，則是以選擇「使用高速公路且提早出發」為主，佔 33.9%；其次為「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用平行替代道路且提早出發」方案，佔 22.4% 和 27.0%。期望 9：00 以後到達上班地點的通勤者，大多選擇「使用高速公路且提早出發」方案，共佔有 38.3%。同樣地，在此時段的通勤者其選擇「使用高速公路且延後出發」的比例高達 30.3%，比期望較早到達的通勤者增加許多。

在總行駛的旅行時間方面，旅行時間在 20～40 分鐘以及 40～60 分鐘的通勤者，以選擇「行駛平行替代道路且提早出發」方案，分別佔 34.1% 及 36.0% 為最多數。旅行時間較長 60～80 分鐘和 80 分鐘以上的通勤者，則是以選擇「使用高速公路且提早出發」方案為主，分別佔有 40.3% 及 72.9%。由此可見，通勤者旅行時間的長短對於其所選擇的方案是有所差別的，可能原因為長時間的通勤者，如使用替代道路將有可能會造成旅行時間增加數倍的情況發生，因此旅行時間較長的通勤者寧願選擇付費的高速公路。

在高速公路行駛里程方面，佔樣本最多數 10～20 公里的通勤者，大說數以選擇「使用高速公路且提早出發」為主，佔了 34.0%；其次則為選擇「使用高速公路且不改變出發時間」方案，有 28.1%。而佔有樣本第二多數 30～40 公里以下的通勤者，同樣是以選擇「使用高速公路且提早出發」方案佔 56.3% 最多。



表 4.8 通勤者之特性與替選方案之交叉分析表

(表內數據為百分比)

項目 \ 方案		使用高速公路			使用平行替代道路	
		不改變 出發時間	提早 出發	延後 出發	提早 出發	不改變 出發時間
出發時間	7：00 以前	23.5	43.1	0	33.4	0
	7：00～8：00 以前	24.9	43.0	1.9	23.6	6.5
	8：00～9：00 以前	13.4	20.4	32.3	28.1	5.7
期望到達時間	7：00～8：00 以前	25.5	35.7	0	36.8	2.0
	8：00～9：00 以前	22.4	33.9	9.2	27.0	7.5
	9：00 以後	13.2	38.3	30.3	13.0	5.2
旅行時間	20 分鐘以下	0	0	0	50.0	50.0
	20～40 分鐘以下	24.6	29.9	9.5	34.1	1.9
	40～60 分鐘以下	34.5	18.1	10.1	36.0	1.3
	60～80 分鐘以下	6.8	40.3	15.9	19.1	17.8
	80 分鐘以上	11.7	72.9	15.4	0	0
高速公路行駛公里數	10 公里以下	31.2	14.7	14.7	36.2	2.2
	10～20 公里以下	27.3	34.0	2.2	24.5	10.0
	20～30 公里以下	18.2	31.5	18.8	31.5	0
	30～40 公里以下	11.9	56.3	20.2	10.3	1.2
	40～50 公里以下	4.2	50.0	0	8.3	37.5
	50～60 公里以下	10.4	33.3	18.8	18.8	18.8
	60 公里以上	19.6	22.2	7.4	50.8	0

## 第五章 模式校估

在本章節中，將構建用路人旅運行為選擇模式、找出影響用路人旅運行為選擇的因素，及分析移轉使用免費的平行替代道路的比例，並進一步計算各方案對於總旅行時間和通行費差額之彈性。

### 5.1 通勤者選擇模式

#### 5.1.1 多項羅吉特模式

以建構多項羅吉特模式為基礎，分析通勤者在實施擁擠收費後的選擇行為。表 5.1 為本研究模式初步的校估結果，首先納入共生變數與方案特定常數，以「使用平行替代道路且不改變出發時間」作為方案特定常數的基準。在模式中一共有四個共生變數，(1)總旅行時間，(2)通行費的差額，以及將時程延滯分成(3)早到時程延滯和(4)晚到時程延滯。

此模式的共生變數皆顯著。在各個變數正負符號的意義及合理性方面，「旅行時間」為負號，表示增加總旅行時間時，會減少各方案的效用。

「通行費差額」在「使用高速公路且不改變出發時間」方案為（計程加擁擠收費實施後通勤者所需支付的通行費－目前計次所需支付的通行費）；「使用高速公路且提早出發」及「使用高速公路且延後出發」方案則為（計程電子收費實施後通勤者所需支付的通行費－目前計次所需支付的通行費）；而「使用平行替代道路且提早出發」及「使用平行替代道路且不改變出發時間」方案，不需收取任何的通行費，所以通行費差額為 0。此項變數為負號，意指如擁擠收費實施後所需支付的通行費比實施前差距越大，會減少各方案的效用。

「早到時程延滯」是負號，時程延滯的定義為『旅運者期望到達的時間與實際到達的時間之差距』，所以當旅運者比期望的到達時間還早到達上班地點的話，時程延滯的值為一正值；相反地，晚到則為一負值。所以當旅運者早到的時間越大，各方案的效用將會越小。「晚到時程延滯」為

負號，而本研究中將晚到延滯時間取絕對值，使之變為正值，因此當晚到延滯時間越大，會減少各方案的效用，各變數的正負符號皆合理。

表 5.1 多項羅吉特模式（不考慮方案特定變數）

解釋變數		係數	t 值
方案特定常數	使用高速公路且不改變出發時間	0.275	2.1
	使用高速公路且提早出發	0.957	6.1
	使用高速公路且延後出發	0.649	4.0
	使用平行替代道路且提早出發	0.803	7.3
共生變數	總旅行時間	-0.040	-13.0
	通行費差額	-0.020	-12.3
	早到時程延滯	-0.015	-8.9
	晚到時程延滯	-0.033	-11.7
參數為零之對數概似函數值		-3650.205	
等市場佔有率之對數概似函數值		-3322.499	
收斂時之對數概似函數值		-2952.185	
概似比檢定		$1396.04 > \chi^2_{0.05}(8) = 15.5$	
$\rho^2$		0.191	
$\rho_m^2$		0.190	
樣本數		2286	

表 5.2 為最佳多項羅吉特模式的校估結果。在此模式中，除了代入上述的四項共生變數外，並加入了四項顯著的方案特定變數，(1) 所得，(2) 上班公司是否有簽到之規定，(3) 高速公路行駛里程以及 (4) 使用高速公路作為通勤路線的比例。各個方案特定變數正負符號的意義及合理性分述如下：

#### (1) 所得

所得此項變數以萬為單位，分別特定到「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用高速公路且提早出發」，且其符號皆為正號，表示當通勤者的每月平均所得越高，則其在實施電子收費或擁擠定價後，對通行費提高不敏感，仍會選擇原出發時間或提早出發來使用需付費的高速公路。

#### (2) 是否有簽到規定

此項變數乃是屬於虛擬變數，如通勤者上班公司有簽到規定則為 1，沒有此項規定則為 0。「改使用平行替代道路且提早出發」符號為正及符號為負，表示當通勤者的上班公司有硬性的簽到規定時，通勤者將會傾向於避開需付費之高速公路且提早出發以避免遲到，且因有簽到規定而較不考慮「使用平行替代道路且不改變出發」。

#### (3) 高速公路行駛里程

「使用高速公路且不改變出發時間」及「使用高速公路且提早出發」，方案的符號皆為正號，表示如通勤者前往上班地點行駛高速公路的距離越長的話，通勤者傾向選擇使用高速公路，而不會改駛平行替代道路。

#### (4) 使用高速公路作為通勤路線的比例

此項變數為通勤者「一週的上班天數除以一個星期上班通勤時會行駛高速公路的次數」，因此為一介於 0 到 1 的數值。「使用高速公路且不改變出發時間」、「使用高速公路且提早出發」及「使用高速公路且延後出發」，方案的符號皆為正號，表示通勤者在實施電子收費或擁擠收費之前，其使

用高速公路作為通勤路線的比例越高，在實施後傾向繼續使用高速公路。



表 5.2 最佳多項羅吉特模式

解釋變數		係數	t 值
方案特定常數	使用高速公路且不改變出發時間	-1.339	-4.2
	使用高速公路且提早出發	-0.167	-0.55
	使用高速公路且延後出發	-0.191	-0.52
	使用平行替代道路且提早出發	0.155	1.1
共生變數	總旅行時間	-0.029	-8.2
	與原通行費之差額	-0.035	-14.0
	早到時程延滯	-0.022	-11.5
	晚到時程延滯	-0.039	-12.9
方案特定變數	所得		
	使用高速公路且不改變出發時間	0.050	537
	使用高速公路且提早出發	0.033	3.7
	是否有簽到規定		
	使用平行替代道路且提早出發	0.417	3.8
	使用平行替代道路且不改變出發時間	-0.607	-3.2
	高速公路行駛里程		
	使用高速公路且不改變出發時間	0.024	8.4
	使用高速公路且提早出發	0.020	13.3
	使用高速公路作為通勤路線的比例		
	使用高速公路且不改變出發時間	1.216	4.0
	使用高速公路且提早出發	0.799	3.0
	使用高速公路且延後出發	1.568	4.3
對數概似函數值		-2797.347	
概似比檢定		$1705.716 > \chi^2_{0.05}(17) = 27.6$	
$\rho^2$		0.158	
$\rho_m^2$		0.234	
樣本數		2286	

### 5.1.2 巢式羅吉特模式

以多項羅吉特模式為最佳的變數組合為基礎，利用巢式羅吉特模式校估各選擇方案間是否具有相似性的情形。經過嘗試所有巢式架構組合後，只有一種巢式模式的包容值介於 0 與 1 之間且顯著不等於 1，結果如表 5.3。圖 5.1 則為最佳的巢式架構，模式中因「使用高速公路且提早出發」及「使用高速公路且延後出發」方案具有相似性而歸類於同一巢。由於兩個方案皆是利用改變出發時間避開擁擠收費來使用高速公路的情況，而造成此兩種方案與「使用高速公路且不改變出發時間」方案差異性較大。

透過概似比檢定可以發現巢式模式顯著拒絕多項模式(2227.604 大於自由度為 1 顯著水準 0.05 的卡方值 3.84)，表示巢式羅吉特模式較多項羅吉特模式更能解釋真實決策行為。



表 5.3 最佳巢式羅吉特模式

解釋變數		係數	t 值
方案特定常數	使用高速公路且不改變出發時間	-1.196	-2.8
	使用高速公路且提早出發	-0.125	-0.4
	使用高速公路且延後出發	-0.078	-0.2
	使用平行替代道路且提早出發	0.457	2.5
共生變數	總旅行時間	-0.036	-8.4
	與原通行費之差額	-0.030	-20.3
	早到時程延滯	-0.015	-6.1
	晚到時程延滯	-0.023	-4.8
方案特定變數	所得		
	使用高速公路且不改變出發時間	0.048	4.2
	使用高速公路且提早出發	0.031	3.2
	是否有簽到規定		
	使用平行替代道路且提早出發	0.470	4.0
	使用平行替代道路且不改變出發時間	-0.557	-2.8
	高速公路行駛里程		
	使用高速公路且不改變出發時間	0.015	5.6
	使用高速公路且提早出發	0.011	6.3
	使用高速公路作為通勤路線的比例		
	使用高速公路且不改變出發時間	1.275	3.5
	使用高速公路且提早出發	0.909	3.5
	使用高速公路且延後出發	1.249	4.3
包容值 (t 值相對於 1)			
「使用高速公路且提早出發」與 「使用高速公路且延後出發」方案同巢		0.494	6.1
對數概似函數值		-2785.151	
概似比檢定		$2227.604 > \chi^2_{0.05}(18) = 28.9$	
$\rho^2$		0.162	
$\rho_m^2$		0.286	



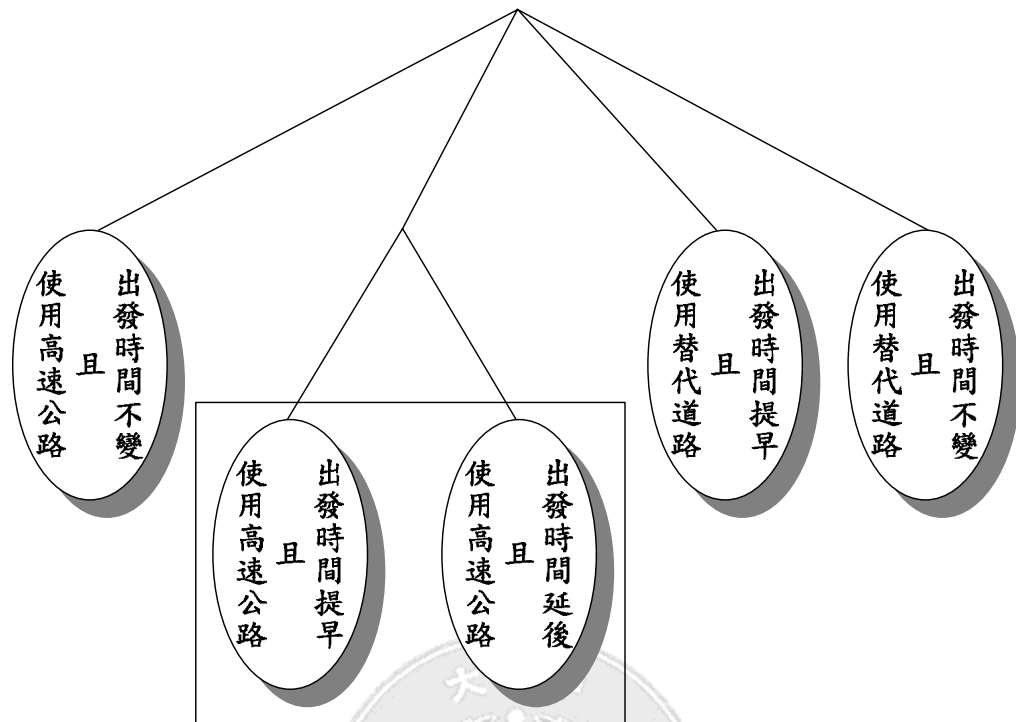


圖 5.1 最佳巢式羅吉特模式圖

## 5.2 總體彈性分析與模擬

### 5.2.1 總旅行時間彈性分析

在彈性方面，根據國外研究（Burris，2003），各國實施電子收費或擁擠收費後，其總旅行時間之彈性在-0.27~-1.33 之間，比較本研究表 5.4 之彈性可發現，國內用路人旅行時間的彈性較國外的旅運者來得稍微大，且多項羅吉特模式五個方案對於旅行時間的變動所造成其方案選擇機率的變動，較巢式羅吉特模式來得小。其中多項羅吉特模式以「使用平行替代道路且不改變出發時間」方案所造成的影響為最大，當通勤者每增加 1% 的旅行時間，將會造成通勤者選擇該方案的機率減少 1.597%；而巢式羅吉特模式同樣是以「使用平行替代道路且不改變出發時間」方案減少 2.119 % 的影響最大。

由此彈性結果可知，當某一方案的旅行時間增加時，將會造成原使用該方案的通勤者大量的轉移至其他方案。因此政府將來如欲實施電子收費

或擁擠收費制度時，除需考量到高速公路旅行時間的有效減少外，其他的平行替代道路的配套措施亦需兼顧。否則擁擠收費實施後，高速公路使用者為躲避高通行費的收取大量轉移至平行替代道路，造成替代道路旅行時間增加，民眾又紛紛轉移行駛高速公路，形成惡性循環。

表 5.4 總旅行時間變動時與各方案機率影響之總體彈性值

方案	多項	巢式
使用高速公路且不改變出發時間	-0.990	-1.192
使用高速公路且提早出發	-0.770	-1.190
使用高速公路且延後出發	-0.889	-1.912
使用平行替代道路且提早出發	-1.453	-1.743
使用平行替代道路且不改變出發時間	-1.597	-2.119

### 5.2.2 通行費差額彈性分析

表 5.5 為使用高速公路的「使用高速公路且不改變出發時間」、「使用高速公路且提早出發」和「使用高速公路且延後出發」方案之通行費差額與各方案之總體彈性關係比較表，可發現實施電子收費或擁擠收費後所需支付的通行費，其與實施前所需支付的差額越大，會造成通勤者選擇該方案的機率減少。根據國外研究（Burris，2003）各國旅運者對於通行費之彈性介於-0.02~-0.9 之間，平均大多分佈於-0.3~-0.4 左右，比較我國用路人的彈性發現，國人對於通行費的調整影響較大。通行費的差額越大意味著電子收費之費率越高，從數值來看，「使用高速公路且不改變出發時間」方案，由於是收取較高的擁擠通行費，因此該方案對於通行費差額的增加最為敏感，由此可知，費率的調漲會大幅地影響通勤者是否選擇繼續使用高速公路。因此，政府在實施前必須審慎地評估費率標準，以免造成通行費過渡地調漲，形成民眾大量地轉移至平行替代道路，使得實施後之高速公路未被充分利用的窘況。

表 5.5 通行費差額變動對各方案機率影響之總體彈性值

方案	多項	巢式
使用高速公路且不改變出發時間	-0.936	-0.764
使用高速公路且提早出發	-0.370	-0.384
使用高速公路且延後出發	-0.366	-0.562

本研究根據目前的資料，將擁擠定價的費率以 1.32 元/公里為基準，分別乘上 1.5 倍（1.98 元/公里）、2 倍（2.64 元/公里）及 2.5 倍（3.3 元/公里）作為擁擠定價之費率，進而計算各方案之選擇機率，用以比較在各種費率情況下，通勤者選擇的變化情形，並提供給交通相關單位將來實施計程電子收費或擁擠收費時一系列實質的參考。

表 5.6 及 5.7 為多項及巢式模式在各種擁擠費率下機率的比較表，從最佳的巢式羅吉特模式來看，當不實施尖離峰差別定價，擁擠通行費率與電子收費皆為 1.32 元/公里時，可看出如實施計程電子收費後，約有 29.6% 的通勤者會改行駛平行替代道路；且約有 39.7% 會轉移至離峰時段來行駛高速公路。可見在實施計程電子收費後，尖峰時段仍使用高速公路的通勤者會大幅度地減少，因此政府在未來實施計程電子收費時，必須先考量到通勤者轉移至其他時間及路線比例，以免造成過多的轉移，形成平行的替代道路或離峰時段交通量過多。

在實施尖離峰差別定價後，「使用高速公路且不改變出發時間」方案的選擇機率，會隨著擁擠定價之費率增加而大幅度的遞減；「使用高速公路且提早出發」和「使用高速公路且延後出發」此兩方案之選擇機率，在擁擠通行費調升為 1.98 元/公里、2.64 元/公里或 3.3 元/公里時，則因為尖峰時段交通量的轉移而增加；同樣地，平行替代道路的選擇機率也會隨著擁擠費率的增加，造成交通量的轉移而逐漸地增加。

我們從以下這些數據可發現，不論是計程電子收費的實施，甚或是加

入尖離峰的差別定價，駕駛人對於轉移出發時間或路線以減少通行費的支付，在目前這個費率之下其比例是十分地大的。因此在計程電子收費即將實施的當下，費率的重新調訂及相關交通政策的研擬是刻不容緩的。

表 5.6 不同擁擠費率下各方案機率比較表（多項羅吉特模式）

<div>擁擠通行費率</div> <div>方案</div>	無擁擠定價之計程費率	有擁擠定價之計程費率		
	1.32 元/公里	1.98 元/公里	2.64 元/公里	3.3 元/公里
使用高速公路 且不改變出發時間	35.7%	19.2%	12.7%	9.3%
使用高速公路 且提早出發	23.1%	32.0%	34.9%	36.1%
使用高速公路 且延後出發	16.6%	20.3%	22.1%	23.0%
使用平行替代道路 且提早出發	20.2%	23.5%	25.0%	26.1%
使用平行替代道路 且不改變出發時間	4.4%	5.0%	5.3%	5.5%

表 5.7 不同擁擠費率下各方案機率比較表（巢式羅吉特模式）。

<div>擁擠通行費率</div> <div>方案</div>	無擁擠定價 之計程費率	有擁擠定價之計程費率		
	1.32 元/公里	1.98 元/公里	2.64 元/公里	3.3 元/公里
使用高速公路 且不改變出發時間	39.0%	23.6%	16.3%	12.3%
使用高速公路 且提早出發	22.6%	30.2%	33.6%	35.2%
使用高速公路 且延後出發	8.8%	11.1%	12.4%	13.0%
使用平行替代道路 且提早出發	24.3%	28.9%	31.1%	32.6%
使用平行替代道路 且不改變出發時間	5.3%	6.2%	6.6%	6.9%

## 第六章 結論與建議

目前高速公路採取之主線柵欄式人工收費，使許多短程旅次的使用者不需要付通行費，因而造成高速公路某些路段經常發生壅塞。加上高速公路通行費不論尖峰與離峰皆採用按車種計次收費，經常造成高速公路在尖峰時段的道路需求量超過容量，因而形成車輛大排長龍之現象。未來高速公路若採用電子計程收費，將收費站設置於匝道或者交流道與交流道之間，按車輛實際行駛里程計算通行費，並配合擁擠定價，則可改善高速公路在尖峰時間的壅塞問題。

本研究主要目的在於利用敘述性偏好法模擬擁擠收費之概念，預測高速公路通勤者的選擇行為。運用多項與巢式羅吉特模式，分析影響旅運者選擇行為的變數，並進行彈性分析。據此提出適合國內發展擁擠收費的建議以及策略。

### 6.1 結論

- 1、根據文獻，近年來各國因電腦技術成熟，電子收費逐漸地取代人工收費，且此系統之應用更可達到彈性管理，並進一步地落實計程收費及擁擠定價的實施，有效地達到公平及效率的原則。
- 2、本研究根據國內外研究擁擠收費之理論架構及各國實施現況，結合國內高速公路營運的狀況，透過敘述性偏好法，針對通勤者本身的通勤特性，模擬出該通勤者在實施擁擠收費後可能的選擇行為。經由羅吉特模式的校估，求得顯著之影響變數，並進行彈性的分析。
- 3、本研究以筆記型電腦，於台灣地區高速公路各個服務區詢問使用高速公路作為通勤路線之旅運者。共調查 280 位用路人，其中有效問卷共有 255 份。其中男性佔大多數有 89.9%，年齡大約為 21~40 歲，且職業以商業為主，而學歷大多為大學畢業的高學歷族群，所得集中於 3 萬元以上至 6 萬元以下。樣本中以總旅行時間在 40~60 分鐘，高速公

路行駛里程 20 公里以內，不需支付任何通勤費的短距離旅次為主。由統計結果可知，問卷樣本中以選擇「使用高速公路且提早出發」佔大多數有 35.4%；而其次為「使用平行替代道路且提早出發」佔 25.9%；「使用平行替代道路且不改變出發時間」5.8%，這個方案被選擇的次數最少。

- 4、在多項羅吉特模式校估方面，總旅行時間、通行費之差額與時程延遲、個人所得、上班公司是否有簽到規定、高速公路行駛里程與使用高速公路作為通勤路線的比例，是影響通勤者選擇的變數。巢式羅吉特校估結果顯示，「使用高速公路且提早出發」與「使用高速公路且延後出發」方案具有高度的相似性。
- 5、彈性分析結果發現，總旅行時間的變動對於各方案選擇機率的影響較通行費差額大。模擬分析顯示，高速公路僅實施電子計程收費會導致 30% 的旅運者選擇免費的替代道路；同時實施電子計程收費及擁擠定價會導致 35% 的旅運者選擇免費的替代道路，有 41% 旅運者會選擇高速公路但提早或延後出發以避免在尖峰時段支付較高的通行費。

## 6.2 建議

- 1、根據模式校估的結果發現，對通勤者而言通行費是相當敏感的變數，過高的擁擠通行費率將造成用路人大量的轉移至平行替代道路或是離峰時段，而形成高速公路未被充分利用，而平行替代道路或離峰時段嚴重擁塞的狀況。為預防此種本末倒置的現象發生，實施前的評估是十分重要的。
- 2、本研究預期擁擠收費實施後旅行時間將會縮減，而平行替代道路將可能因為交通量的轉移，使得旅行時間隨之增加。因此為降低擁擠收費的實施對平行替代道路的衝擊，以運輸供給管理及運輸需求管理的原則，宜在實施前進行「先給後要」的因應對策，例如先給予民眾完善的大眾運輸服務、即時的道路資訊系統、便利的外環道路路網及有效

的交通管制措施等，再要求用路人改變旅次行為或交通運具，以達到改善道路擁擠及實施擁擠收費的目的。

- 3、「上班公司是否有簽到規定」與「是否有寬容的上班遲到時間」是主要的變數，目前許多公司以施行彈性上班的方式，員工可自由地選擇上班的時間，不用擔心尖峰時段的擁塞問題。因此，建議政府在未來採尖離峰差別定價時，可鼓勵政府與民間部門實施彈性上班的制度，錯開通勤者集中於尖峰時段，平均各時段的交通量，進而使得道路可被充分地利用。
- 4、在實施初期應先將部分容易擁塞的路段納入實施，而其他交通量較少或是不易壅塞的路段則依據往後的實施成效再予以實施。
- 5、擁擠通行費的收取必須配合電子收費系統，由於其採用尖、離峰差別定價的原則，因此其費率的組合是十分複雜的，所以系統使用上的正確性、穩定性和便利性的高低，將會影響民眾是否接受此項策略。
- 6、「公平性」及「隱私權的侵犯」對擁擠收費接受度具有重大的影響。公平性方面，多加推廣「使用者付費」的觀念，建立通行費盈餘回饋用路人的保證，並以合理的費率訂定，以減少民眾通行費調漲的負面感覺。隱私權的保障方面，學習各國利用預付通行費的方式，減低用路人隱私權被侵犯的可能性。
- 7、電子收費及擁擠收費實施後將造成民眾行車成本的增加，因此在實施前應加以評估民眾的接受程度，加強宣導其實施後的成效，以降低民眾的反彈及對於此項政策的負面感覺。且擁擠定價對於一般民眾可能是一項十分複雜的策略，因此在實施初期應訂定簡單且民眾易遵行之策略，以免民眾在執行上有困難及爭議的現象發生。且國內未來如欲實施擁擠收費前，相關的實施策略在政策說明、法律面、完整的規劃措施、大眾運輸、停車、教育宣導、爭取民眾支持等方面均有待在研究及努力。



- 8、本研究假設通勤者為對於此擁擠收費為最敏感之族群，因此將行駛高速公路的小客車通勤者設定為本研究的主要研究對象。且由於通勤旅次大多為短距離而不必支付通行費，因此將擁擠定價設定為感應器設於交流道與交流道之間的里程收費。而後續的研究可設定為以目前主線柵欄式的收費系統下的擁擠定價，探討中、長程之旅運者的選擇行為，且可將研究對象擴大為各個車種的旅運者，以比較其相互之間的不同。
- 9、通行費的成本、旅行時間的多寡和延滯，為本研究考量將會影響通勤者選擇旅運行為的變數。而對於電子收費的實施方面，仍有許多無法量化的影響變數，如接受程度、準確性和設備價錢等，未被本研究納入考量，往後的研究可納入各種較主觀性的變數。
- 10、在本研究假設駕駛人行駛於高速公路上，其費率不會因時間的不同而有所變化，完全以駛抵高速公路的時間做為費率的標準。後續研究中可嘗試計算出旅運者行駛於高速公路上時，跨越不用費率時段所行駛的里程數，以真正符合該旅運者旅次的特性。

## 參考文獻

### 一、中文部分

1. 王景弘等，「高速公路電子收費帳務稽核管理系統」，電工雜誌，頁 10-19，民國 88 年。
2. 田口玄一，吳玉印，「直交表與線點圖」，中國生產力中心，民國 59 年。
3. 交通部國道高速公路局網站，<http://www.freeway.gov.tw/>
4. 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。
5. 交通部國道高速公路局，「民間參與高速公路電子收費系統建置及營運案招商規劃成果報告」，民國 92 年 7 月。
6. 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。
7. 李奇，「敘述性偏好模式與顯示性偏好模式比較之研究」，成功大學交通管理研究所碩士論文，民國 81 年。
8. 周榮昌，趙延祥，蕭心怡，吳萍樺，許采蘋，「自用車實用者對道路定價接受意向之探討」，中華民國運輸學會第十七屆論文研討會，頁 21-33，民國 91 年 12 月。
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」，中華民國運輸學會第十七屆年會暨學術研討會，民國 91 年。
10. 林弘慎，「敘述性偏好法在個體路線選擇上之應用」，成功大學交通管理研究所碩士論文，民國 80 年。
11. 許巧鶯、江慧儀、白仁德，「消費者電子購物與傳統購物選擇行為分析」，運輸計劃季，第二十七卷，第三期，頁 435-464，民國 87 年 9 月。
12. 亞聯工程顧問公司，「中山高速公路交通動態資料調查報告」，民國 88 年。

13. 陳敦基，「中山高速公路收費系統改善策略之經濟效益評估」，運輸計劃季刊，第二十一卷，第二期，頁 135-162，民國 81 年。
14. 陳敦基，曾淑玲，「國道高速公路通行費及徵收方式之檢討」，中華民國運輸學會第十七屆論文研討會，頁 1143-1150，民國 91 年 12 月。
15. 陳耀茂，「田口實驗計畫法」，滄海書局，民國 86 年。
16. 陳耀茂，「實驗設計與解析法」，高立圖書有限公司，民國 90 年。
17. 溫傑華，「個體選模式之回顧與展望」，現代交通，民國 89 年 5 月。
18. 陳榮明，張淑娟，沈瑄瑄，「高速公路匝道收費對地區交通之影響-以台北市為例」，中華民國運輸學會第十八屆論文研討會，民國 92 年 12 月。
19. 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，第三十卷，第三期，頁 513-538，民國 90 年。
20. 鄭伯順等，「高速公路電子收費試用計畫簡介」，電工雜誌，頁 4-9，民國 88 年。
21. 劉慧燕，「敘述性偏好模式之實驗設計」，國立成功大學交通管理研究所碩士論文，民國 81 年。
22. 賴禎秀、范時雨，「市區道路實施擁擠收費下通勤者行為模式之研究」，都市交通，第十六卷，第三期，頁 1-10，民國 90 年。
23. 賴禎秀，「階梯式擁擠收費體制下最佳收費階段數之研究」，運輸計劃季刊，第三十卷，第二期，頁 253-274，民國 90 年。
24. 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，第三十一卷，第一期，頁 37-57，民國 91 年。
25. 謝曜州，「台灣地區民眾對高速公路收費方式意見調查之研究」，都市交通，第六十二期，頁 27-38，民國 81 年。
26. 謝文淵，「高鐵高北城際旅客旅次規劃行為之研究」，成功大學交通管理研究所碩士論文，民國 91 年。
27. 藍武王、張勝雄，「道路擁擠費之設計與分析」，中華民國運輸學會第二屆學術研討會，民國 76 年。

28. 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。
29. 藍武王、許書耕，「個體運具選擇模式之校估與應用：新運具之引進」，交大管理學報，第十二卷，第一期，頁1-22，民國81年。
30. 藍武王、許書耕，「高速公路收費站設置方式之評估研究」，中國土木工程學刊，第六卷，第二期，頁 215-222，民國 83 年。
31. 蘇昭維，「多種土地使用型態下停車需求與供給之分析-以台中市西區為例」，逢甲大學交通工程與管理學系研究所碩士論文，民國91年。

## 二、英文部分

1. Adler, T., Ristau, W. and Falzarano, S., "Traveler Reactions to Congestion Pricing Concepts for New York's Tappan Zee Bridge," *Transportation Research Record*, Vol. 1659, pp. 87-96, 1999.
2. Arnott, R.J., de Palma, A., and Lindsey, R., "Economics of a Bottleneck," *Journal of Urban Economics*, Vol. 27, pp. 111-130, 1990(a).
3. Arnott, R.J., de Palma, A., and Lindsey, R., "Departure Time and Route Choice for the Morning Commute," *Transportation Research*, Vol 24(B), No. 3, pp. 209-228, 1990(b).
4. Braid, R.M., "Uniform Versus Peak-load Pricing of a Bottleneck with Elastic Demand," *Journal of Urban Economics*, Vol. 26, No. 3, pp. 320-327, 1989.
5. Brownstone, D., and Ghosh, A., "Drivers' Willingness-to-pay to Reduce Travel Time: Evidence from the San Diego I-15 Congestion Pricing Project," *Transportation Research Part A*, Vol. 37, pp. 373-387, May, 2003.
6. Burris, M.W., "Application of Variable Tolls on Congestion Toll Road," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 129, No. 4, pp. 354-361, July/August, 2003.

7. Burris, M.W., "The Toll-Price Component of Travel Demand Elasticity," *International of Transport Economics*, Vol. 30, No. 1, February, 2003.
8. Chang, G. L., and Mahmassani, H. S., "The Dynamics of Decision Behavior in Urban Transportation Net work," *International Association for Travel Behavior Research*, pp. 15-26, 1989.
9. Cohen, Y., "Commuter Welfare Under Peak-load Congestion Tolls : Who Gains and Who Loses ? " *International Journal of Transport Economics*, Vol. 14, pp. 239-266, 1987.
10. DeCorla-Souza, P., "Expanding the Market for Value Pricing," *ITE Journal*, Vol. 70, No. 7, pp. 44-45, July, 2000.
11. DeCorla-Souza, P., "The Long-Term Value of Value Pricing in Metropolitan Areas," *Transportation Quarterly*, Vol. 56, No. 3, pp. 19-31, 2002.
12. Fowkes, T., and Wardman, M., "The Design of Stated Preference Travel Choice Experiments," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 27-44, 1988.
13. Frankena, M.W., "Urban Transportation Economics," *Butterworth & Canada Ltd*, 1979.
14. Goh, M., "Congestion Management and Electronic Road Pricing in Singapore," *Journal of Transport Geography*, Vol. 10, No. 1, pp. 29-38, 2002.
15. Hensher, D.A., "Stated Preference Analysis of Travel Choices : The State of Practice," *Transportation*, Vol. 21, pp. 107-133, 1994.
16. Hensher, D.A. and King, J., "Parking Demand and Responsiveness to Supply, Pricing and Location in the Sydeny Central Business District," *Transportation Research Part A*, Vol. 35, pp. 177-196, 2001
17. Hultgren, L., and Kawada, K., "San Diego's Interstate 15 High-Occupancy / Toll Lane Facility Using Value Pricing," *ITE Journal*, pp. 22-27, June, 1999.

18. Jakobsson, C., Fujii, S., and Garling, T., "Determination of Private Car User' Acceptance of Road Pricing," *Transportation Policy*, Vol. 7, pp. 153-158, 2000.
19. Knight, F.H., "Some Fallacies in The Interpretation of Social Cost," *Quarterly Journal of Economics*, pp. 479-488, 1924.
20. Kroes, E.P., and Sheldon, R.J., "Stated Preference Method : An Introduction," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 11-26, 1988.
21. Lay, M.G., and Daley, K.F., "The Melbourne City Link Project," *Transport Policy*, Vol. 9, No. 3, pp. 261-267, 2002.
22. Lam, T.C., and Small, K.A., "The Value of Time and Reliability: Measurement from a Value Pricing Experiment," *Transportation Research Part E*, Vol. 37, No. 2/3, pp. 231-251, 2001.
23. Mark, W.B., and Ram, M.P., "Discrete Choice Models of Traveler Participation in Different Time of Day Pricing Programs," *Transportation Policy*, Vol. 9, pp.241-251, 2002.
24. Mohamed, A.A., and Abdel-Aty, M., "Safety Consideration in Designing Electronic Toll Plazas : Case Study," *ITE Journal*, pp.20-24, March, 2001.
25. Mekky, A., "Toll Revenue and Traffic Study of Highway 407 in Tronto," *Transportation Research Record*, Vol. 1948, pp. 46-54, 2002.
26. Pigou, A.C., "The Economics of Welfare," first edition, 1920.
27. Phang, S. Y. and Toh, R. S., "From Manual to Electronic Road Congestion Pricing : The Singapore Experience and Experiment," *Transportation Research Part E*, Vol. 33, No. 2, pp. 97-106, 1997.
28. Thomas, F.G., "Joint Models of Attitudes and Behavior in Evaluation of the San Diego I-15 Congestion Pricing Project," *Transportation Research Part A*, Vol. 35, pp. 495-514, 2001.
29. Shankar, V., and Mannering, F., "Anexploratory Multinomial Logit Analysis of Single-motorcycle Accident Severity," *Journal of Safety Research*, Vol. 27, pp. 183-194, 1996.

30. Vickrey, W.S., "Congestion Theory and Transport Investment," *American Economic Review*, Vol. 59, pp. 251-261, 1969.
31. Worrall, H.W., "Central Florida Experiences Significant Benefits form Electronic Toll Collection," *ITE Journal*, Vol. 69, No. 6, pp. 39-45, June, 1999.
32. Yelds, A. and Burris, M.W., "Variable Toll Pricing Program, Lee County, Florida: Revealed Preference Telephone Survey Findings," *Transportation Research Record*, Vol. 1732, pp. 42-49, 2000.



## 附錄一 擁擠收費電腦問卷

### ➤ 問卷首頁

問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBiDo

問卷日期: 2004-4-29 星期四  
時 間: 7:35

問卷開始

擁擠收費問卷



## ➤ 第一部份：上班通勤特性調查

問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBiDo

擁擠收費問卷

第一部份：上班通勤特性調查

1. 請問您平常上班幾點從家裡出發：7 點 00 分

2. 如照上題時間出發，請問您期望到達上班地點的時間：  
8 點 00 分

3. 請問您上班通勤所使用的運具屬於：☐ 營業用車輛 ☒ 自用車

4. 請問您上班通勤費用的來源：  
☐ 全部公費 ☐ 部分公費部分自費 ☒ 全部自費

5. 請問您上班之公司是否有上班簽到之規定：  
☒ 有 8 點 10 分 ☐ 否

6. 請問您工作的公司是否有寬容的上班遲到時間：  
☒ 有 20 分鐘 ☐ 否

7. 若是使用高速公路則：

a. 您從出發地開往高速公路所需時間：20 分鐘

b. 您上高速公路的交流道為： 交流道：

(若都使用同一號國道則無需填寫以下的問項)

i. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

ii. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

iii. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

iv. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

v. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

vi. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

vii. ☐ 轉至  所使用的系統交流道為

c. 您下高速公路的交流道為： 交流道：

d. 您總共行走了 20 公里，經過了 0 收費站，收費站通行費：0 元

e. 從出發地至目的地所需時間約為：55 分鐘  
(比期望到達時間早5分鐘)

f. 請問您一個星期平均使用高速公路作為上班通勤路線幾次：4 次

8. 若不使用高速公路作為上班路線則：

a. 您是否知道有其他的替代道路可至您上班處：☒ 知道 ☐ 不知道 (若回答『不知道』，則跳至第二部分)

b. 承上題，對於該替代道路，您所熟悉的程度為：☐ 非常熟悉 ☒ 熟悉 ☐ 普通 ☐ 不熟悉 ☐ 非常不熟悉

c. 請問您一個月平均使用該替代道路作為上班通勤路線幾次：1 次

到第二部分

78

逢甲大學 e-Thesys (92 學年度)

## ➤ 第二部分：情境模擬

問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBiDo

### 第二部分：情境模擬

所謂『擁擠定價』：實施尖、離峰差別費率，調節尖、離峰的車流量，避免尖峰時段過度擁擠，以有效地利用道路容量。

- 施行動機：  
高速公路於尖峰時段擁塞情形日益嚴重。
- 施行目的：  
改善高速公路在尖峰時間的擁塞問題。
- 計費方式：  
以電子匝道里程收費為基礎，提高一定的倍率做為擁擠通行費，走多少付多少。

下列的各項選擇是針對您目前通勤狀況，所模擬出擁擠收費後路線及出發時間的各種假設狀況，請問在以下的各種狀況中您的選擇為何？

[開始情境模擬](#)

問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBiDo

### 第二部分：情境模擬 1

您原本的通勤方式		0→26	7:00	7:55	期望8:00到
方案		通行費	出發時間	到達時間	早到或晚到
仍使用高速公路	<input type="radio"/> 出發時間『相同』	40	7:00	7:52	早8分鐘到
	<input type="radio"/> 出發時間『提早』	26	6:40	7:29	早31分鐘到
	<input type="radio"/> 出發時間『延後』	26	8:40	9:26	晚86分鐘到
改用替代道路	<input type="radio"/> 出發時間『提早』而不會遲到	0	6:27	8:00	準時到達
	<input type="radio"/> 出發時間『相同』但會遲到	0	7:00	8:33	晚33分鐘到

[下一個情境](#)

Dr x(15) xor y(15)

BC12722556

03

問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBiDo

CARINA

擁擠收費問卷

第二部分：情境模擬 4

您原本的通勤方式		0→26	7:00	7:55	期望8:00到
方案		通行費	出發時間	到達時間	早到或晚到
仍使用 高速公路	<input type="radio"/> 出發時間『相同』	74	7:00	7:52	早8分鐘到
	<input type="radio"/> 出發時間『提早』	26	6:40	7:26	早34分鐘到
	<input type="radio"/> 出發時間『延後』	26	8:40	9:29	晚89分鐘到
改用替代道路	<input type="radio"/> 出發時間『提早』 而不會遲到	0	6:49	8:00	準時到達
	<input type="radio"/> 出發時間『相同』 但會遲到	0	7:00	8:11	晚11分鐘到

B

下一個情境

Dr x(15) xor y(15)

BC12722556

03

問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBiDo

CARINA

擁擠收費問卷

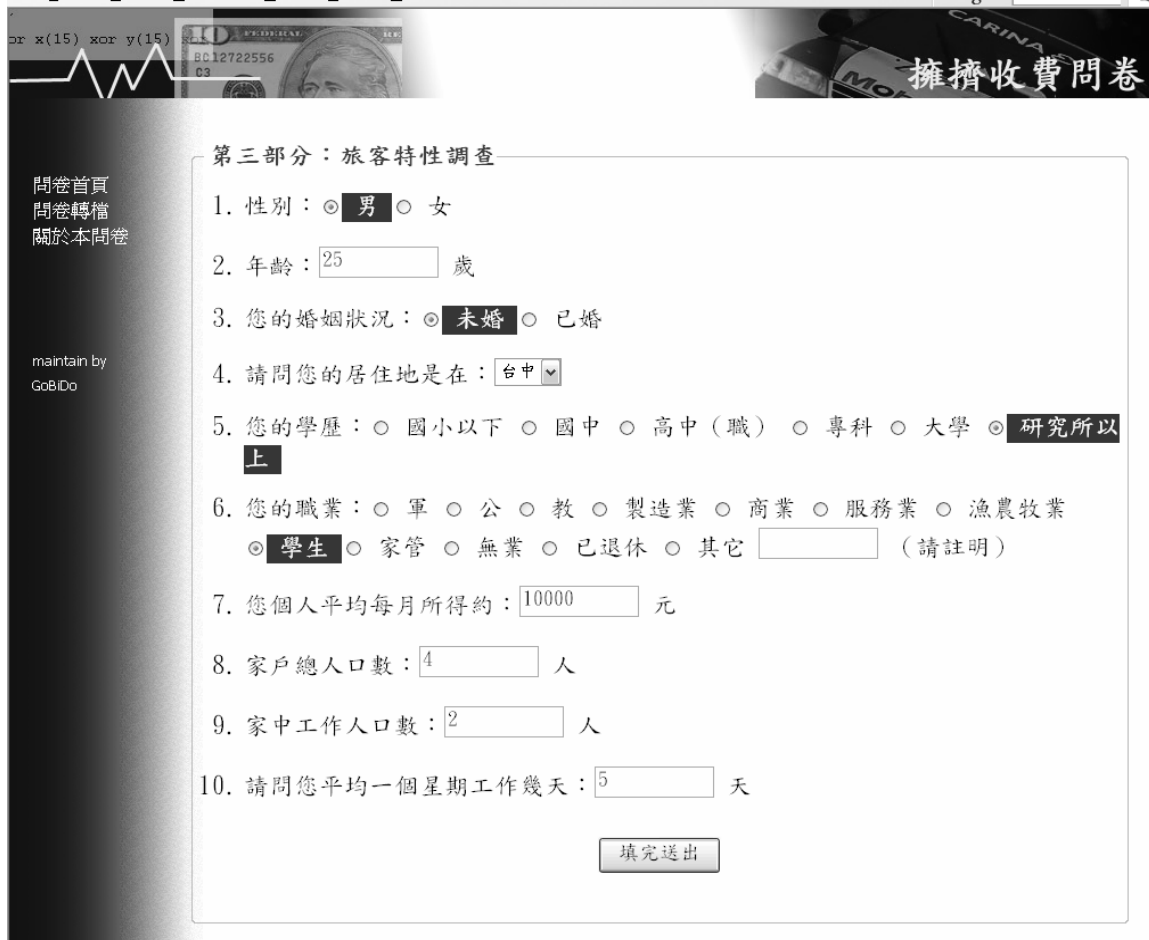
第二部分：情境模擬 9

您原本的通勤方式		0→26	7:00	7:55	期望8:00到
方案		通行費	出發時間	到達時間	早到或晚到
仍使用 高速公路	<input type="radio"/> 出發時間『相同』	74	7:00	7:46	早14分鐘到
	<input type="radio"/> 出發時間『提早』	26	6:40	7:32	早28分鐘到
	<input type="radio"/> 出發時間『延後』	26	8:40	9:26	晚86分鐘到
改用替代道路	<input type="radio"/> 出發時間『提早』 而不會遲到	0	6:49	8:00	準時到達
	<input type="radio"/> 出發時間『相同』 但會遲到	0	7:00	8:11	晚11分鐘到

B

到第三部分

### ➤ 第三部分：旅客特性調查



問卷首頁  
問卷轉檔  
關於本問卷

maintain by  
GoBIDo

第三部分：旅客特性調查

1. 性別：☒ 男 ☐ 女

2. 年齡： 歲

3. 您的婚姻狀況：☒ 未婚 ☐ 已婚

4. 請問您的居住地是在：

5. 您的學歷：☐ 國小以下 ☐ 國中 ☐ 高中(職) ☐ 專科 ☐ 大學 ☒ 研究所以上

6. 您的職業：☐ 軍 ☐ 公 ☐ 教 ☐ 製造業 ☐ 商業 ☐ 服務業 ☐ 漁農牧業  
☒ 學生 ☐ 家管 ☐ 無業 ☐ 已退休 ☐ 其它  (請註明)

7. 您個人平均每月所得約： 元

8. 家戶總人口數： 人

9. 家中工作人口數： 人

10. 請問您平均一個星期工作幾天： 天

填完送出

