

家戶機動車輛持有狀態與使用需求模式 之研究¹

HOUSEHOLD JOINT DECISION ON CAR/MOTORBIKE OWNERSHIP STATUS AND USE

周榮昌 Rong-Chang Jou²

劉祐興 Yu-Hsin Liu³

王薇晴 Wei-Ching Wang⁴

(91 年 5 月 16 日收稿，91 年 10 月 8 日第一次修改，92 年 1 月 2 日第二次修改，
92 年 2 月 19 日第三次修改，92 年 12 月 31 日定稿)

摘 要

本研究之目的在於建立家計單位機動車輛 (包括汽車與機車) 之持有與使用聯合決策模式，主要係以個體經濟學之消費者行為理論為基礎，考慮家計單位在特定之預算限制條件下 (受汽機車之固定成本及變動成本所影響)，使家計單位之效用最大化，並藉由雙對數需求函數、直接效用與間接效用的轉換與比較，求得家計單位汽機車持有組合之機率。實證方面，本研究將以實際調查所得之台中市家戶持有機動車輛之資料代入本研究所構建之模式，以基因演算法進行參數的校估。應用模式校估所求得之參數值，進一步探討在所得、固定成本及變動成

-
1. 本研究非常感謝審查委員提供之寶貴意見；另對國科會之經費補助亦一併致謝 (編號 NSC 90-2415-H-035-009-SSS)。
 2. 國立暨南國際大學土木工程學系教授 (聯絡地址：545 南投縣埔里鎮大學路 1 號暨南國際大學土木工程學系；電話：049-2910960 轉 4956；傳真：049-2918679；E-mail：rcjou@ncnu.edu.tw)。
 3. 國立暨南國際大學土木工程學系助理教授。
 4. 逢甲大學交通工程與管理研究所碩士。

本改變的情況下，對家計單位機動車輛之持有與使用的影響程度。經由敏感度分析結果顯示，機動車輛持有數在兩部以上者，其汽車之變動成本對里程數的影響最大，機車則是以所得對里程數影響最大，此結果說明當家計單位機動車輛持有數達某一水準時，若欲控制汽機車之使用量，則應分別針對不同車種制訂不同的策略始能收其效果。

關鍵詞：持有與使用；直接效用；間接效用；基因演算法；彈性

ABSTRACT

In this study, a model for the household decision on car/motorbike ownership and use is developed, estimated, and applied. The model takes both cars and motorbikes into account. It is mainly based on the microeconomic theory of consumer behavior, in which the fixed and variable car/motorbike costs are two main components of budget restriction. The probabilities of car/motorbike ownership are derived and calculated by comparing direct and indirect utilities. A disaggregate data set at the level of individual households was obtained based on the household interviews conducted in Taichung City in 2000. Genetic Algorithm is applied to calibrate the parameters and further figure out the impact of changes in variable car/motorbikes, fixed car/motorbike costs, household income, and combinations of these on the household car/motorbike ownership and use. In general, the long-term income elasticity is greater than the variable cost elasticity and the fixed cost elasticity. The policy analysis also indicates that variable costs have more effects on reducing vehicle use. It is, therefore, a good direction for authorities to consider such strategies to improve transportation environment.

Key Words: *Ownership and use; Direct and indirect utilities; Genetic Algorithm; Elasticity*

一、前言

由於都市人口急遽增加及家計單位所得水準提高，汽機車之持有比率也隨之不斷攀升，此結果不僅造成各大都市之交通嚴重阻塞、肇事事故增加及汽機車排放廢氣引起的環境污染外，亦對社經及實質環境之結構造成相當大的衝擊，因此研擬適當的因應對策，一方面抑制私人運具之持有及使用，另一方面改善大眾運輸系統，兩者雙管齊下應能部分改善日益惡化的交通環境。本研究將著重於私人運具之持有與使用的探討，有關大眾運輸系統方面則不是本研究之重點。

一般而言，歐美國家之私人運具皆以小汽車為主，然而台灣地區則又包括機車此一運具。由於汽機車之持有與使用是因應家庭中每位成員之旅運需求而產生之共同決策，因此，應以家計單位為分析單元。另外，汽機車之持有與使用問題應彼此相關且互為因果關

係，亦即，當持有選擇改變，則使用選擇亦會隨著改變，反之亦然。有鑑於此，小汽車與機車之持有與使用不宜單獨分析，應同時對這兩者作深入的探討，始能評估真正有效之策略以因應日益惡化的交通及其所產生之相關問題。

過去國內外大多分別獨立考慮小汽車單一運具之持有或使用，直到最近兩者之聯合分析才開始受到重視且在方法上有所突破。由於汽機車之持有為一間斷性 (discrete) 選擇，而其使用量則為一連續性 (continuous) 選擇，故汽機車之持有與使用問題為一混合間斷性與連續性之選擇問題。在台灣地區，汽機車之持有與使用在每家計單位中是一明顯之固定支出，根據交通部運研所統計^[1]，民國 88 年台灣地區家戶數為 6,513,324 戶，小汽車持有為 4,509,430 輛，機車持有為 10,958,469 輛，亦即，台灣地區平均每戶人家就有 0.7 輛小汽車及 1.7 部機車，每一家計單位擁有的機動車輛數即超過兩部。然而，國內外對於機車之持有與使用分析之文獻，卻不常見，de Jong^[2] 及周榮昌與翁美娟^[3] 雖以消費者行為理論推導出家計單位購買及使用汽車之決策機率，研究成果亦提供相當寶貴見解，然而該研究僅針對擁有一部汽車之家計單位為分析對象。為更能符合台灣地區汽機車混合持有現象，本研究乃同時考慮到汽、機車之持有與使用模式的建構，隨機調查台中市家戶之汽機車持有與使用資料，進而構建家計單位零至三部機動車輛之持有與使用聯合決策模式，最後透過彈性分析進一步了解外生變數（如：政府政策）對於家戶汽機車持有與使用的影響，所得結果可供政策制訂之參考。

本研究之章節安排如下，第二節針對國內外家戶車輛之持有與使用之相關研究作一回顧，第三節為模式之設定及推導。第四節說明本研究調查蒐集之資料特性，第五節以蒐集之家戶汽機車持有及使用資料為輸入，進行模式之實證分析，最後提出結論與建議。

二、文獻回顧

2.1 汽車持有之相關研究

Berkovec 和 Rust^[4] 構建家戶對小汽車持有偏好之選擇模式；其主要假設小汽車之款式之可觀察特性具有相似性，則其未可觀測部分亦將呈相當程度之相似；因此其以車齡大小定義小汽車車輛種類成三個巢 (nest)，每巢之下再依車輛大小分成五個方案，依此分類共有十五個替選方案組合。Berkovec^[5] 則先以巢式羅吉特建構小汽車持有、款式之選擇模式，進一步將二手車汰換率 (scrapage) 及新車供給加入模式中，以同步處理個體模式與存量模式，其透過模擬 (simulation) 的方式預測不同消費群體對汽車持有之意願 (機率)，最後依此對個體消費者所預測之需求加總而預測總體之汽車存量、新車銷售及二手車汰換率等。

Jansson^[6] 以汽車持有之增減傾向 (entry propensity; exit propensity) 作為主要的相關變數，並利用橫斷面 (cross-section) 與縱斷面 (longitudinal cohort) 分析，比較不同群體其生

命週期 (life-cycle) 之汽車持有情形，以達成動態的汽車成長之預測。文中分別探討不同所得層組之汽車持有率及不同年齡層及不同性別間其汽車持有之增加與減少，最後以模擬的方式預測出未來 (1990, 2000, 及 2050 年) 之汽車持有率。

Said^[7] 研究科威特的汽車持有率，認為由於國情特殊，如科威特人因極高的所得因素，而完全倚賴私人運具，且在科國境內的非科威特人家戶，其所得雖較低，但因其二手車價、油價、道路規費及保險費等均十分低廉，故亦有 90% 以上之非科威特人家庭亦持有一部以上的車輛，因此以一般線性迴歸模式估計在科威特之本國人與外國人家戶之汽車持有率。而 Chin 和 Smith^[8] 則以新加坡為對象，利用總體模式估計影響小汽車需求量的因素，其發現可支配所得、車價、財政稅捐及車輛操作成本等為影響小汽車持有的顯著變數。其進一步以迴歸模式分析新加坡政府的交通政策對汽車持有的影響。實證結果顯示，新加坡在 1989 年以前的財政手段中以增加道路收費效果最為顯著，而 1990 年後，由於實施小汽車配額制及擁車證 (certificate of entitlement; COE) 等措施使得小汽車的持有大幅地降低。

陳賓權^[9] 為探討買車自備停車位策略對抑制小汽車數量成長之功效，利用敘述性偏好建立車輛持有與車位的聯合選擇模式。

2.2 汽車使用之相關研究

Mannering^[10] 以 simultaneous equation system 設定家戶持有多部車之使用模式，並以持有兩部車之家戶為樣本進行調查分析。模式僅探討家戶多部車使用量之分派，相較於一般總體或個體模式中往往忽略個別汽車使用情形下，其構建家戶中個別小汽車之使用模式則能將之考慮。

Golob 等人^[11] 將影響汽車使用的因素歸納為三類：家戶特性、汽車主要使用人特性及汽車本身之特性，並以 additional equations 來描述家戶中每部汽車的主要使用人的特性。該研究以顯示性偏好 (RP) 及敘述性偏好 (SP) 來估計一部車及兩部車以上的家戶汽車使用情形，利用 RP 之實驗設計來描述目前擁有的車輛，以 SP 實驗預測未來新車型式之需求。其模式率先採用 RP-SP 之聯合估計，較能同時反映出內、外生變數的同時影響效果，這些影響為單純 RP 實驗時無法捕捉到的。由實證結果顯示，電動車將比傳統燃油車較少被使用。另外，在擁有兩部車以上的家戶中，使用量將因車齡、操作成本及動力 (燃料) 型態不同而有所改變。

2.3 汽車持有與使用之相關研究

Train^[12] 應用序列模式 (sequential model) 分析汽車之持有與使用，模式中混合了汽車持有之離散資料及汽車使用之連續資料，採用 Heckman 二階段校估法，即先利用 Logit 或 Probit 模式來校估家戶對選擇持有汽車之機率，然後透過自我選擇項之修正，再運用迴歸模式校估汽車的使用量。

Hensher 等人^[13]對汽車使用與車輛款式選擇作出聯合估計，de Jong^[2]則發展出汽車持有與使用之聯合估計模式；前者以非線性條件效用函數的方式設定車輛款式選擇，再利用 Roy's Identity 推導出汽車使用量之需求函數，並以選擇修正項連接連續性的使用選擇與間斷性的汽車選擇。後者利用個體經濟學中之效用模式，將小汽車的固定成本及變動成本納入預算限制式中，並模擬當這些成本增加所帶來的影響。實證結果顯示，增加固定成本及變動成本對於抑制小汽車的成長是有效的。固定成本增加會減低小汽車的持有，而變動成本的增加對抑制小汽車的使用有較直接的效果。

Button 等人^[14]則檢視低所得國家中影響汽車持有與使用的因素，以汽車持有率及國民生產毛額 (GNP) 為標準，將低所得國家分成五類，並分別利用 Log-Linear 模式及 Quasi-Logistic 模式設定車輛持有，以迴歸模式估計車輛使用，並區分出私人車輛與商用車輛之持有數與使用量。林裕清^[15]則是在間斷性選擇問題時使用 logit 模式與 probit 模式，而連續性選擇則使用迴歸模式，來探討小汽車持有與使用的聯合選擇問題，由其在連續性選擇方面，利用選擇修正項來修正小汽車使用量模式的選擇偏誤，方法上與 Hensher 等人的作法類似。

廖仁哲^[16]雖然是透過對家戶為同一效用函數的設定來建立小汽車持有數量、工作者工作運具選擇、與小汽車使用量之混合需求模式，由於其中小汽車持有數量與工作運具選擇為間斷性之選擇，小汽車使用量則為連續性之選擇，所以研究對象與上述研究之類型相似；其以台南地區之家戶個體資料從事實證分析，研究結果顯示小汽車持有數量、工作者工作運具選擇、與小汽車使用量間有相關性存在。賴文泰^[17]以台灣地區之家戶資料，針對家戶小汽車持有、使用需求與工作者通勤距離、工作運具等決策行為之特性進行研究。該研究建構一聯立方程式模型，以反映工作者通勤距離與小汽車持有決策之雙向影響關係；其次，使用間斷性／連續性選擇模式來描述小汽車持有、工作運具選擇、使用需求間彼此相關且相互影響之關係。實證結果顯示工作者之通勤距離與家戶小汽車持有之決策確實具有雙向影響關係；小汽車持有、使用與工作運具選擇亦存有相關性與聯立性。

周榮昌及翁美娟^[3]在延伸 de Jong^[2]之方法下，探討消費者在面臨所得預算限制下，將購車之固定成本和汽車使用的變動成本納入汽車持有與使用的聯立決策模式中，以達成效用最大，並模擬當固定成本、變動成本及所得變動時，對汽車持有及使用之影響程度。

2.4 其他相關研究

Jorgensen 和 Tore^[18]透過時間序列資料的運用，以計量經濟模式預測汽車持有、汽車存量之車齡分布、汽車汰換率及新車購買率，並估計了汽車持有及新車購買之所得彈性與汽車成本彈性 (包括短期與長期彈性)。其不同之處在於估計汽車持有模式時，是以每一個年紀在 18 至 75 歲而實際所得超過某一門檻值之成年人為研究對象，而非一般研究中以家戶為研究單位；結果發現長期之所得及價格彈性均較短期高，表示汽車之短期市場較長期市場不熱絡。

de Jong^[19] 利用存活模式 (duration model) 來估計汽車持有時間、以羅吉特模式來構建汽車款式之選擇、而以迴歸模式來推估汽車每年使用里程數及燃油效率。

Yamamoto 和 Kitamura^[20] 利用 hazard-based duration model 構建出家戶小汽車的實際持有時間與預期持有時間模式，並將實際與預期兩者間之誤差項以 mass point 模式加以銜接。

閻潔^[21] 應用存活理論之持續時程模式探討消費者運具持有時程，透過 Cox 等比例危險模式建立消費者運具轉換行為模式，研究結果顯示受訪者的人口統計變數在消費者的運具持有時程模式上有較佳的解釋能力。

2.5 小結

經由以上文獻回顧可知，國內外對於小汽車之相關研究已相當豐富，有關小汽車持有與使用聯合選擇模式之研究則是近幾年來才加以探討的，且大多數研究主要針對小汽車持有與使用之模式。然而在實際生活中，家計單位應是將汽機車的持有與使用同時考慮在內的，亦即，只有在汽機車的預期使用量超過一定水準後，家計單位才會去購買汽機車。因此，以上文獻模式並無法有效反映出家計單位機動車輛持有與使用決策行為之同時性 (simultaneity)。而台灣地區特有的機車文化未包含在模式中，亦使上述模式分析結果應用在台灣地區的重要性相對降低。

為此，本研究擴充 de Jong^[2] 與周榮昌及翁美娟^[3] 的模式，同時考慮到家計單位三部汽、機車之持有與使用模式的建構，以符合台灣社會特殊運具結構及其對於家計單位購車決策之影響。至於本研究與前述兩研究之差異則整理如表 1 所示。

表 1 本研究與 de Jong 及周榮昌與翁美娟之相異處

項 目	de Jong ^[2] 及 周榮昌與翁美娟 ^[3]	本研究
機動車輛數	一部 (汽車)	三部 (汽機車)
參數數目	9 個	200 餘個
參數限制	—	依持有情況不同 而設不同之 α 值
使用人與里程數 相關性之考量	無	有
校估方法	GRMAX ^[3] 、TSP	GA
起始值的給定	—	由迴歸模式得

三、研究方法

本研究係以個體經濟理論為出發點，來探討持有三輛車輛（含汽機車）以下，家計單位在面對特定限制條件下，其追求效用最大化的選擇問題。第 3.1 節為模式之設定，第 3.2 節則為模式之推導。

3.1 模式設定

1. 效用函數之設定

由於本研究考慮家計單位在特定限制條件下之效用最大化的選擇問題，因此本研究必須先針對家戶單位的效用函數加以設定。假設家計單位之直接效用函數可簡化成三件財貨，第一件是汽車使用的里程數 A ，第二件是機車使用之里程數 B ，第三件是花費於其他財貨或勞務的支出 X 。汽車（機車）使用里程數的價格由固定成本 $C(F)$ 和變動成本 $v(u)$ 二者所組成；至於其他財貨或勞務的價格則將之標準化為 1，並以貨幣單位表示之。直接效用模式表示如下：

$$\text{Maximize : } U = U(A, B, X) \quad (1)$$

$$\text{s.t. : } Y \geq X \quad \text{持有零部汽（機）車}$$

$$Y \geq \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^i [\omega_{ij}(v_{ij}A_{ij} + C_{ij}) + \Omega_{ij}(u_{ij}B_{ij} + F_{ij})] + X \quad \text{持有一至三部汽機車}$$

其中，

ω_{ij} ：家計單位汽車指標；= 1，若家計單位持有 i 部機動車輛，且汽車之持有順序為 j 時；
= 0，其他。

Ω_{ij} ：家計單位機車指標；= 1，若家計單位持有 i 部機動車輛，且機車之持有順序為 j 時；
= 0，其他。

i ：家計單位持有汽機車車輛總數（ $i = 1, 2, 3$ ）。

j ：家計單位持有之車輛順序（ $j = 1, 2, 3$ ）。

Y ：家計單位所有成員一年所得之總和（單位：千元）。

X ：每年支付於汽機車以外之其他財貨的總支出（單位：千元），其價格已標準化為 1。

A ：每年私人用途（含上下班）之汽車使用里程數（單位：千公里）。

B ：每年私人用途（含上下班）之機車使用里程數（單位：千公里）。

C ：每年汽車固定成本，由固定折舊、保險費、牌照稅、固定停車費和固定貸款額所組成；

即是在使用汽車時與里程數無關的必要支出 (單位：千元)。

F ：每年機車固定成本，由固定折舊、保險費、牌照稅和固定貸款額所組成；即是在使用機車時與里程數無關的必要支出 (單位：千元)。

v ：每年汽車變動成本，即每年使用汽車所需的支出，含燃油成本、臨時停車費、臨時過路費和保養維修費，但絕大部分是燃油成本 (單位：元／公里)。

u ：每年機車變動成本，即每年使用機車所需的支出，含燃油成本和保養維修費，但絕大部分是燃油成本 (單位：元／公里)。

由 Roy's Identity 可知需求函數與間接效用函數間之關係如式(2)所示：

$$\frac{\partial I / \partial v}{\partial I / \partial Y} = -A, \quad \frac{\partial I / \partial u}{\partial I / \partial Y} = -B \quad (2)$$

其中 I 為間接效用函數。 A 與 B 為直接效用模式中之變數，惟為進一步求得其需求函數，本研究乃採用雙對數型態，因為對數需求函數之適合性及校估參數之顯著性均較其他函數型態為佳^[11]，因此進一步將 A 與 B 轉換為 $\ln A$ 與 $\ln B$ (因為對數函數為一非遞減 (non-decreasing) 函數，因此如此轉換將不失真)，因此兩者之定義一致且均代表預期之使用里程。持有一至三部機動車輛之家計單位其機動車輛需求函數整理如表 2 所示。

表中第二欄為家計單位所持有機動車輛之種類與順序，如 (汽，機，機) 表示持有順序為汽車，機車，機車之家計單位，其汽車使用量之需求函數為第三欄所示： $\ln A_{31} = \alpha_8 \ln(Y - C_{31} - F_{32} - F_{33}) + Z_{31} - \beta v_{31}$ 。 Y 、 C 、 F 、 v 、 u 之定義請詳見式(1)。 Z 表示家計單位汽車主要使用者之社經特性變數， J 表示家計單位機車主要使用者之社經特性變數， $\alpha_1 \sim \alpha_9$ 及 β 則為欲校估之參數。 α 所代表的意義為家計單位機動車輛使用里程之所得彈性與固定成本彈性，由於各個家計單位對於汽機車購買數量與組合不盡相同，本研究將 α 依家計單位購買汽機車組合之不同分別設定參數值為 $\alpha_1 \sim \alpha_9$ 。例如以 (汽，機) 與 (機，汽) 為例，先持有一部汽車再持有一部機車的家計單位與先持有一部機車再持有一部汽車之家計單位，其差異僅在於持有順序不同，而其持有成本則相差不多，因此所得減去汽機車成本之對數參數值均設為 α_5 。至於 β 值，則為變動成本之係數。透過 Roy's Identity (式(2)) 及需求函數 (表 2) 可進一步求得持有一部、兩部及三部車輛 (含汽機車) 之間接效用函數，整理如表 3 所示。為避免混淆，本研究進一步將車輛持有種類之定義說明敘述如后：假設當家計單位之持有種類為 (汽，機) 時，表示家計單位之購車決策包括有二種情況，(a) 家計單位目前已持有二部車輛 (持有次序為汽→機)，不再購置汽車或機車，(b) 家計單位目前已持有一部汽車，預定再持有一部機車。有關表 2 及表 3 家計單位機動車輛使用需求函數及間接效用函數，係引用 Hausman 的非線性預算限制^[22] 及採用 Train 雙對數需求函數型態^[12]，來設定本研究需求函數，再經由 Roy's Identity 轉換，求得間接效用函數。

表 2 家計單位機動車輛使用需求函數一覽表

持有總數	持有種類與順序	需求函數
一 部	(汽)	$\ln A_{11} = \alpha_1 \ln (Y - C_{11}) + Z_{11} - \beta v_{11}$
	(機)	$\ln B_{11} = \alpha_2 \ln (Y - F_{11}) + J_{11} - \beta u_{11}$
兩 部	(汽, 汽)	$\ln A_{21} = \alpha_3 \ln (Y - C_{21} - C_{22}) + Z_{21} - \beta v_{21}$
	(汽, 汽)	$\ln A_{22} = \alpha_3 \ln (Y - C_{21} - C_{22}) + Z_{22} - \beta v_{22}$
	(機, 機)	$\ln B_{21} = \alpha_4 \ln (Y - F_{21} - F_{22}) + J_{21} - \beta u_{21}$
	(機, 機)	$\ln B_{22} = \alpha_4 \ln (Y - F_{21} - F_{22}) + J_{22} - \beta u_{22}$
	(汽, 機)	$\ln A_{21} = \alpha_5 \ln (Y - C_{21} - C_{22}) + Z_{21} - \beta v_{21}$
	(汽, 機)	$\ln B_{22} = \alpha_5 \ln (Y - C_{21} - C_{22}) + J_{22} - \beta v_{22}$
	(機, 汽)	$\ln B_{21} = \alpha_5 \ln (Y - F_{21} - C_{22}) + J_{21} - \beta u_{21}$
	(機, 汽)	$\ln A_{22} = \alpha_5 \ln (Y - F_{21} - C_{22}) + Z_{22} - \beta v_{22}$
三 部	(汽, 汽, 汽)	$\ln A_{31} = \alpha_6 \ln (Y - C_{31} - C_{32} - C_{33}) + Z_{31} - \beta v_{31}$
	(汽, 汽, 汽)	$\ln A_{32} = \alpha_6 \ln (Y - C_{31} - C_{32} - C_{33}) + Z_{32} - \beta v_{32}$
	(汽, 汽, 汽)	$\ln A_{33} = \alpha_6 \ln (Y - C_{31} - C_{32} - C_{33}) + Z_{33} - \beta v_{33}$
	(機, 機, 機)	$\ln B_{31} = \alpha_7 \ln (Y - F_{31} - F_{32} - F_{33}) + J_{31} - \beta u_{31}$
	(機, 機, 機)	$\ln B_{32} = \alpha_7 \ln (Y - F_{31} - F_{32} - F_{33}) + J_{32} - \beta u_{32}$
	(機, 機, 機)	$\ln B_{33} = \alpha_7 \ln (Y - F_{31} - F_{32} - F_{33}) + J_{33} - \beta u_{33}$
	(汽, 機, 機)	$\ln A_{31} = \alpha_8 \ln (Y - C_{31} - F_{32} - F_{33}) + Z_{31} - \beta v_{31}$
	(汽, 機, 機)	$\ln B_{32} = \alpha_8 \ln (Y - C_{31} - F_{32} - F_{33}) + J_{32} - \beta u_{32}$
	(汽, 機, 機)	$\ln B_{33} = \alpha_8 \ln (Y - C_{31} - F_{32} - F_{33}) + J_{33} - \beta u_{33}$
	(機, 汽, 機)	$\ln B_{31} = \alpha_8 \ln (Y - F_{31} - C_{32} - F_{33}) + J_{31} - \beta u_{31}$
	(機, 汽, 機)	$\ln A_{32} = \alpha_8 \ln (Y - F_{31} - C_{32} - F_{33}) + Z_{32} - \beta v_{32}$
	(機, 汽, 機)	$\ln B_{33} = \alpha_8 \ln (Y - F_{31} - C_{32} - F_{33}) + J_{33} - \beta u_{33}$
	(機, 機, 汽)	$\ln B_{31} = \alpha_8 \ln (Y - F_{31} - F_{32} - C_{33}) + J_{31} - \beta u_{31}$
	(機, 機, 汽)	$\ln B_{32} = \alpha_8 \ln (Y - F_{31} - F_{32} - C_{33}) + J_{32} - \beta u_{32}$
	(機, 機, 汽)	$\ln A_{33} = \alpha_8 \ln (Y - F_{31} - F_{32} - C_{33}) + Z_{33} - \beta v_{33}$
	(汽, 汽, 機)	$\ln A_{31} = \alpha_9 \ln (Y - C_{31} - C_{32} - F_{33}) + Z_{31} - \beta v_{31}$
	(汽, 汽, 機)	$\ln A_{32} = \alpha_9 \ln (Y - C_{31} - C_{32} - F_{33}) + Z_{32} - \beta v_{32}$
	(汽, 汽, 機)	$\ln B_{33} = \alpha_9 \ln (Y - C_{31} - C_{32} - F_{33}) + J_{33} - \beta u_{33}$
	(汽, 機, 汽)	$\ln A_{31} = \alpha_9 \ln (Y - C_{31} - F_{32} - C_{33}) + Z_{31} - \beta v_{31}$
	(汽, 機, 汽)	$\ln B_{32} = \alpha_9 \ln (Y - C_{31} - F_{32} - C_{33}) + J_{32} - \beta u_{32}$
	(汽, 機, 汽)	$\ln A_{33} = \alpha_9 \ln (Y - C_{31} - F_{32} - C_{33}) + Z_{33} - \beta v_{33}$
	(機, 汽, 汽)	$\ln B_{31} = \alpha_9 \ln (Y - F_{31} - C_{32} - C_{33}) + J_{31} - \beta u_{31}$
	(機, 汽, 汽)	$\ln A_{32} = \alpha_9 \ln (Y - F_{31} - C_{32} - C_{33}) + Z_{32} - \beta v_{32}$
	(機, 汽, 汽)	$\ln A_{33} = \alpha_9 \ln (Y - F_{31} - C_{32} - C_{33}) + Z_{33} - \beta v_{33}$

表 3 機動車輛持有組合順序間接效用函數一覽表

持有種類	間接效用函數
(汽)	$I_1 = \frac{1}{1-\alpha_1}(Y-C_{11})^{1-\alpha_1} + \frac{1}{\beta}\exp(Z_{11}-\beta v_{11})$
(機)	$I_2 = \frac{1}{1-\alpha_2}(Y-F_{11})^{1-\alpha_2} + \frac{1}{\beta}\exp(J_{11}-\beta u_{11})$
(汽，汽)	$I_3 = \frac{1}{1-\alpha_3}(Y-C_{21}-C_{22})^{1-\alpha_3} + \frac{1}{\beta}[\exp(Z_{21}-\beta v_{21}) + \exp(Z_{22}-\beta v_{22})]$
(機，機)	$I_4 = \frac{1}{1-\alpha_4}(Y-F_{21}-F_{22})^{1-\alpha_4} + \frac{1}{\beta}[\exp(J_{21}-\beta u_{21}) + \exp(J_{22}-\beta u_{22})]$
(汽，機)	$I_5 = \frac{1}{1-\alpha_5}(Y-C_{21}-F_{22})^{1-\alpha_5} + \frac{1}{\beta}[\exp(Z_{21}-\beta v_{21}) + \exp(J_{22}-\beta u_{22})]$
(機，汽)	$I_6 = \frac{1}{1-\alpha_6}(Y-F_{21}-C_{22})^{1-\alpha_6} + \frac{1}{\beta}[\exp(J_{21}-\beta u_{21}) + \exp(Z_{22}-\beta v_{22})]$
(汽，汽，汽)	$I_7 = \frac{1}{1-\alpha_6}(Y-C_{31}-F_{32}-F_{33})^{1-\alpha_6} + \frac{1}{\beta}[\exp(Z_{31}-\beta v_{31}) + \exp(Z_{32}-\beta v_{32}) + \exp(Z_{33}-\beta v_{33})]$
(機，機，機)	$I_8 = \frac{1}{1-\alpha_7}(Y-F_{31}-F_{32}-F_{33})^{1-\alpha_7} + \frac{1}{\beta}[\exp(J_{31}-\beta u_{31}) + \exp(J_{32}-\beta u_{32}) + \exp(J_{33}-\beta u_{33})]$
(汽，機，機)	$I_9 = \frac{1}{1-\alpha_8}(Y-C_{31}-F_{32}-F_{33})^{1-\alpha_8} + \frac{1}{\beta}[\exp(Z_{31}-\beta v_{31}) + \exp(J_{32}-\beta u_{32}) + \exp(J_{33}-\beta u_{33})]$
(機，汽，機)	$I_{10} = \frac{1}{1-\alpha_8}(Y-F_{31}-C_{32}-F_{33})^{1-\alpha_8} + \frac{1}{\beta}[\exp(J_{31}-\beta u_{31}) + \exp(Z_{32}-\beta v_{32}) + \exp(J_{33}-\beta u_{33})]$
(機，機，汽)	$I_{11} = \frac{1}{1-\alpha_8}(Y-F_{31}-F_{32}-C_{33})^{1-\alpha_8} + \frac{1}{\beta}[\exp(J_{31}-\beta u_{31}) + \exp(J_{32}-\beta u_{32}) + \exp(Z_{33}-\beta v_{33})]$
(汽，汽，機)	$I_{12} = \frac{1}{1-\alpha_9}(Y-C_{31}-C_{32}-F_{33})^{1-\alpha_9} + \frac{1}{\beta}[\exp(Z_{31}-\beta v_{31}) + \exp(Z_{32}-\beta v_{32}) + \exp(J_{33}-\beta u_{33})]$

表 3 機動車輛持有組合順序間接效用函數一覽表 (續)

持有種類	間接效用函數
(汽, 機, 汽)	$I_{13} = \frac{1}{1-\alpha_9} (Y - C_{31} - F_{32} - C_{33})^{1-\alpha_9} +$ $\frac{1}{\beta} [\exp(Z_{31} - \beta v_{31}) + \exp(J_{32} - \beta u_{32}) + \exp(Z_{33} - \beta v_{33})]$
(機, 汽, 汽)	$I_{14} = \frac{1}{1-\alpha_9} (Y - F_{31} - C_{32} - C_{33})^{1-\alpha_9} +$ $\frac{1}{\beta} [\exp(J_{31} - \beta u_{31}) + \exp(Z_{32} - \beta v_{32}) + \exp(Z_{33} - \beta v_{33})]$

透過表3之間接效用，本研究可進一步求得無持有汽機車之直接效用分別為：

$$U_1(0, Y) = \frac{1}{(1-\alpha_1)} Y^{1-\alpha_1} ; U_2(0, Y) = \frac{1}{(1-\alpha_2)} Y^{1-\alpha_2} .$$

2. 隨機項之設定

假設家計單位的汽機車持有和使用之決策行為除了受到固定成本 (C, F) 和變動成本 (u, v) 兩個經濟變數影響外，也會隨著不同家計單位中的社經特性變數 (Z, J) 而有所差異。

$$Z_{ij} = \delta_{ij} S_{ij} + e_{ij}$$

$$J_{ij} = \zeta_{ij} R_{ij} + f_{ij}$$

其中 S 為觀測家計單位汽車使用者之社會經濟特性； R 為觀測家計單位機車使用者之社會經濟特性； δ, ζ 為欲校估之參數； e, f 為個別家計單位汽機車使用者之特徵， i 為家計單位持有汽機車車輛總數 ($i = 1, 2, 3$)， j 為家計單位持有之車輛順序 ($j = 1, 2, 3$)。為簡化模式之推導，本研究假設家計單位之購車行為係一部車輛接續一部車輛，因此針對同一家計單位，可假設 $Z_{21} = Z_{11}$ ， $J_{21} = J_{11}$ ， $Z_{31} = Z_{21}$ ， $Z_{32} = Z_{22}$ ， $J_{31} = J_{21}$ ， $J_{32} = J_{22}$ 而模式推導結果亦不至於相差太多。

為了區分家計單位汽機車之實際使用里程數與預期使用里程數間之差異，本研究另外介紹一干擾項 $w(m)$ 。

$$K_{ij} = \ln A_{ij} + w_{ij}$$

$$L_{ij} = \ln B_{ij} + m_{ij}$$

K 為觀測家計單位之汽車使用里程數； L 為觀測家計單位之機車使用里程數； $\ln A$ 則是代表了家計單位決定買汽車時，預期使用的里程數； $\ln B$ 則是代表了家計單位決定買機

車時，預期使用的里程數；兩者間的差異分別為 w 及 m 。 w 與 m 包括了衡量誤差和無法預期的汽機車使用之供給面因素，如道路設施之可用程度。

e 、 f 、 w 、 m 均假設為常態分配，且平均數均為零，變異及共變異矩陣 Σ 則如下式所示：

$$\Sigma_{\text{一部車}} = \begin{bmatrix} \sigma_{e_{11}}^2 & 0 & \gamma_{e_{11}w_{11}} & 0 \\ 0 & \sigma_{f_{11}}^2 & 0 & \gamma_{f_{11}m_{11}} \\ \gamma_{w_{11}e_{11}} & 0 & \sigma_{w_{11}}^2 & 0 \\ 0 & \gamma_{m_{11}f_{11}} & 0 & \sigma_{m_{11}}^2 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma_{\text{兩部車}} = \begin{bmatrix} \sigma_{e_{21}}^2 & \gamma_{e_{21}e_{22}} & 0 & \gamma_{e_{21}f_{22}} & \gamma_{e_{21}w_{21}} & \gamma_{e_{21}w_{22}} & 0 & \gamma_{e_{21}m_{22}} \\ \gamma_{e_{22}e_{21}} & \sigma_{e_{22}}^2 & \gamma_{e_{22}f_{21}} & 0 & \gamma_{e_{22}w_{21}} & \gamma_{e_{22}w_{22}} & \gamma_{e_{22}m_{21}} & 0 \\ 0 & \gamma_{f_{21}e_{22}} & \sigma_{f_{21}}^2 & \gamma_{f_{21}f_{22}} & 0 & \gamma_{f_{21}w_{22}} & \gamma_{f_{21}m_{21}} & \gamma_{f_{21}m_{22}} \\ \gamma_{f_{22}e_{21}} & 0 & \gamma_{f_{22}f_{21}} & \sigma_{f_{22}}^2 & \gamma_{f_{22}w_{21}} & 0 & \gamma_{f_{22}m_{21}} & \gamma_{f_{22}m_{22}} \\ \gamma_{w_{21}e_{21}} & \gamma_{w_{21}e_{22}} & 0 & \gamma_{w_{21}f_{22}} & \sigma_{w_{21}}^2 & \gamma_{w_{21}w_{22}} & 0 & \gamma_{w_{21}m_{22}} \\ \gamma_{w_{22}e_{21}} & \gamma_{w_{22}e_{22}} & \gamma_{w_{22}f_{21}} & 0 & \gamma_{w_{22}w_{21}} & \sigma_{w_{22}}^2 & \gamma_{w_{22}m_{21}} & 0 \\ 0 & \gamma_{m_{21}e_{22}} & \gamma_{m_{21}f_{21}} & \gamma_{m_{21}f_{22}} & 0 & \gamma_{m_{21}w_{22}} & \sigma_{m_{21}}^2 & \gamma_{m_{21}m_{22}} \\ \gamma_{m_{22}e_{21}} & 0 & \gamma_{m_{22}f_{21}} & \gamma_{m_{22}f_{22}} & \gamma_{m_{22}w_{21}} & 0 & \gamma_{m_{22}m_{21}} & \sigma_{m_{22}}^2 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma_{\text{三部車}} = \begin{bmatrix} \sigma_{e_{31}}^2 & \gamma_{e_{31}e_{32}} & \gamma_{e_{31}e_{33}} & 0 & \gamma_{e_{31}f_{32}} & \gamma_{e_{31}f_{33}} & \gamma_{e_{31}w_{31}} & \gamma_{e_{31}w_{32}} & \gamma_{e_{31}w_{33}} & 0 & \gamma_{e_{31}m_{32}} & \gamma_{e_{31}m_{33}} \\ \gamma_{e_{32}e_{31}} & \sigma_{e_{32}}^2 & \gamma_{e_{32}e_{33}} & \gamma_{e_{32}f_{31}} & 0 & \gamma_{e_{32}f_{33}} & \gamma_{e_{32}w_{31}} & \gamma_{e_{32}w_{32}} & \gamma_{e_{32}w_{33}} & \gamma_{e_{32}m_{31}} & 0 & \gamma_{e_{32}m_{33}} \\ \gamma_{e_{33}e_{31}} & \gamma_{e_{33}e_{32}} & \sigma_{e_{33}}^2 & \gamma_{e_{33}f_{31}} & \gamma_{e_{33}f_{32}} & 0 & \gamma_{e_{33}w_{31}} & \gamma_{e_{33}w_{32}} & \gamma_{e_{33}w_{33}} & \gamma_{e_{33}m_{31}} & \gamma_{e_{33}m_{32}} & 0 \\ 0 & \gamma_{f_{31}e_{32}} & \gamma_{f_{31}e_{33}} & \sigma_{f_{31}}^2 & \gamma_{f_{31}f_{32}} & \gamma_{f_{31}f_{33}} & 0 & \gamma_{f_{31}w_{32}} & \gamma_{f_{31}w_{33}} & \gamma_{f_{31}m_{31}} & \gamma_{f_{31}m_{32}} & \gamma_{f_{31}m_{33}} \\ \gamma_{f_{32}e_{31}} & 0 & \gamma_{f_{32}e_{33}} & \gamma_{f_{32}f_{31}} & \sigma_{f_{32}}^2 & \gamma_{f_{32}f_{33}} & \gamma_{f_{32}w_{31}} & 0 & \gamma_{f_{32}w_{33}} & \gamma_{f_{32}m_{31}} & \gamma_{f_{32}m_{32}} & \gamma_{f_{32}m_{33}} \\ \gamma_{f_{33}e_{31}} & \gamma_{f_{33}e_{32}} & 0 & \gamma_{f_{33}f_{31}} & \gamma_{f_{33}f_{32}} & \sigma_{f_{33}}^2 & \gamma_{f_{33}w_{31}} & \gamma_{f_{33}w_{32}} & 0 & \gamma_{f_{33}m_{31}} & \gamma_{f_{33}m_{32}} & \gamma_{f_{33}m_{33}} \\ \gamma_{w_{31}e_{31}} & \gamma_{w_{31}e_{32}} & \gamma_{w_{31}e_{33}} & 0 & \gamma_{w_{31}f_{32}} & \gamma_{w_{31}f_{33}} & \sigma_{w_{31}}^2 & \gamma_{w_{31}w_{32}} & \gamma_{w_{31}w_{33}} & 0 & \gamma_{w_{31}m_{32}} & \gamma_{w_{31}m_{33}} \\ \gamma_{w_{32}e_{31}} & \gamma_{w_{32}e_{32}} & \gamma_{w_{32}e_{33}} & \gamma_{w_{32}f_{31}} & 0 & \gamma_{w_{32}f_{33}} & \gamma_{w_{32}w_{31}} & \sigma_{w_{32}}^2 & \gamma_{w_{32}w_{33}} & \gamma_{w_{32}m_{31}} & 0 & \gamma_{w_{32}m_{33}} \\ \gamma_{w_{33}e_{31}} & \gamma_{w_{33}e_{32}} & \gamma_{w_{33}e_{33}} & \gamma_{w_{33}f_{31}} & \gamma_{w_{33}f_{32}} & 0 & \gamma_{w_{33}w_{31}} & \gamma_{w_{33}w_{32}} & \sigma_{w_{33}}^2 & \gamma_{w_{33}m_{31}} & \gamma_{w_{33}m_{32}} & 0 \\ 0 & \gamma_{m_{31}e_{32}} & \gamma_{m_{31}e_{33}} & \gamma_{m_{31}f_{31}} & \gamma_{m_{31}f_{32}} & \gamma_{m_{31}f_{33}} & 0 & \gamma_{m_{31}w_{32}} & \gamma_{m_{31}w_{33}} & \sigma_{m_{31}}^2 & \gamma_{m_{31}m_{32}} & \gamma_{m_{31}m_{33}} \\ \gamma_{m_{32}e_{31}} & 0 & \gamma_{m_{32}e_{33}} & \gamma_{m_{32}f_{31}} & \gamma_{m_{32}f_{32}} & \gamma_{m_{32}f_{33}} & \gamma_{m_{32}w_{31}} & 0 & \gamma_{m_{32}w_{32}} & \gamma_{m_{32}m_{31}} & \sigma_{m_{32}}^2 & \gamma_{m_{32}m_{33}} \\ \gamma_{m_{33}e_{31}} & \gamma_{m_{33}e_{32}} & 0 & \gamma_{m_{33}f_{31}} & \gamma_{m_{33}f_{32}} & \gamma_{m_{33}f_{33}} & \gamma_{m_{33}w_{31}} & \gamma_{m_{33}w_{32}} & 0 & \gamma_{m_{33}m_{31}} & \gamma_{m_{33}m_{32}} & \sigma_{m_{33}}^2 \end{bmatrix}$$

其中：

$$\sigma_{e_i}^2 = E(e_i^2), \quad i = 11, 21, 22, 31, 32, 33$$

$$\sigma_{f_i}^2 = E(f_i^2), \quad i = 11, 21, 22, 31, 32, 33$$

$$\sigma_{w_i}^2 = E(w_i^2), \quad i = 11, 21, 22, 31, 32, 33$$

$$\sigma_{m_i}^2 = E(m_i^2), \quad i = 11, 21, 22, 31, 32, 33 \quad (3)$$

由式(3)可知，不同家計單位間無相關性存在；然而，同一家計單位中，若持有兩部車以上（包括汽機車），則其間將產生相關性（無論是社經特性或里程數；式(3)中之 γ 值）。

3.2 模式推導

如前所述，為簡化機率模式之推導，本研究需作以下之幾點假設：

- 一、家計單位購車行為屬一部車輛接續一部車輛之方式，不會同時購置兩部機車、或兩部汽車、或一部機車一部汽車。
- 二、暫不考慮換車的情況，如 (a)增購一部機車以汰換原持有的汽車；或 (b)增購一部汽車以汰換原持有的機車；或 (c)增購一部汽車以汰換原持有的汽車；或 (d)增購一部機車以汰換原持有的機車等情形。因為以台灣的現況而言，(a)、(b)之情形罕見，但(c)、(d)之情形對家計單位之持有水準並無影響，因此不考慮汰換車輛之情形對本研究之影響不大。
- 三、當家計單位所購入之第一輛車（無論其為汽車或機車）時，其使用者均為同一人，即 $Z_{11} = J_{11}$ （圖 1 中之菱形 1-3）；當家計單位購入第二部車輛時，第一部車輛之使用者仍維持不變，即 $Z_{11} = Z_{21}$ （圖 1 中之菱形 4, 5）， $J_{11} = J_{21}$ （圖 1 中之菱形 7, 8）；且第二輛車（無論其為汽車或機車）之使用者均為同一人，即 $Z_{22} = J_{22}$ （圖 1 中之菱形 6, 9）。同理可知，當家計單位購入第三部車輛時 $Z_{21} = Z_{31}$ ， $Z_{22} = Z_{32}$ ， $J_{21} = J_{31}$ ， $J_{22} = J_{32}$ 且第三輛車（無論其為汽車或機車）之使用人均為同一人，即 $Z_{33} = J_{33}$ 。

圖 1 為家計單位之購車決策流程，由圖可知，家計單位決定購車數量與種類之決策流程共分 $a \sim z$ ， $A \sim J$ 等 42 種狀況，各種狀況下家計單位之選擇機率整理如表 4 所示。

依據家計單位購車機率可進一步求得所有家計單位樣本之最大概似函數，如式(4)所示。藉由此最大概似函數即可校估各參數之估計值。

$$L = \prod_{a1} P(0,0) \prod_{a2} P(1,0) \prod_{a3} P(2,0) \prod_{a4} P(0,1) \prod_{a5} P(0,2) \prod_{a6} P(1,1) \prod_{a7} P(3,0) \prod_{a8} P(2,1) \prod_{a9} P(1,2) \prod_{a10} P(0,3) \quad (4)$$

其中， $P(m, n)$ ：家計單位擁有 m 部汽車及 n 部機車之機率；

- $a1$ ：無持有機動車輛之家計單位樣本數目（包括 a, b 等情形）；
- $a2$ ：持有一部汽車之家計單位樣本數目（包括 c, d, g, h 等情形）；
- $a3$ ：持有兩部汽車之家計單位樣本數目（包括 k, l, s, t 等情形）；
- $a4$ ：持有一部機車之家計單位樣本數目（包括 e, f, i, j 等情形）；
- $a5$ ：持有兩部機車之家計單位樣本數目（包括 m, n, y, z 等情形）；

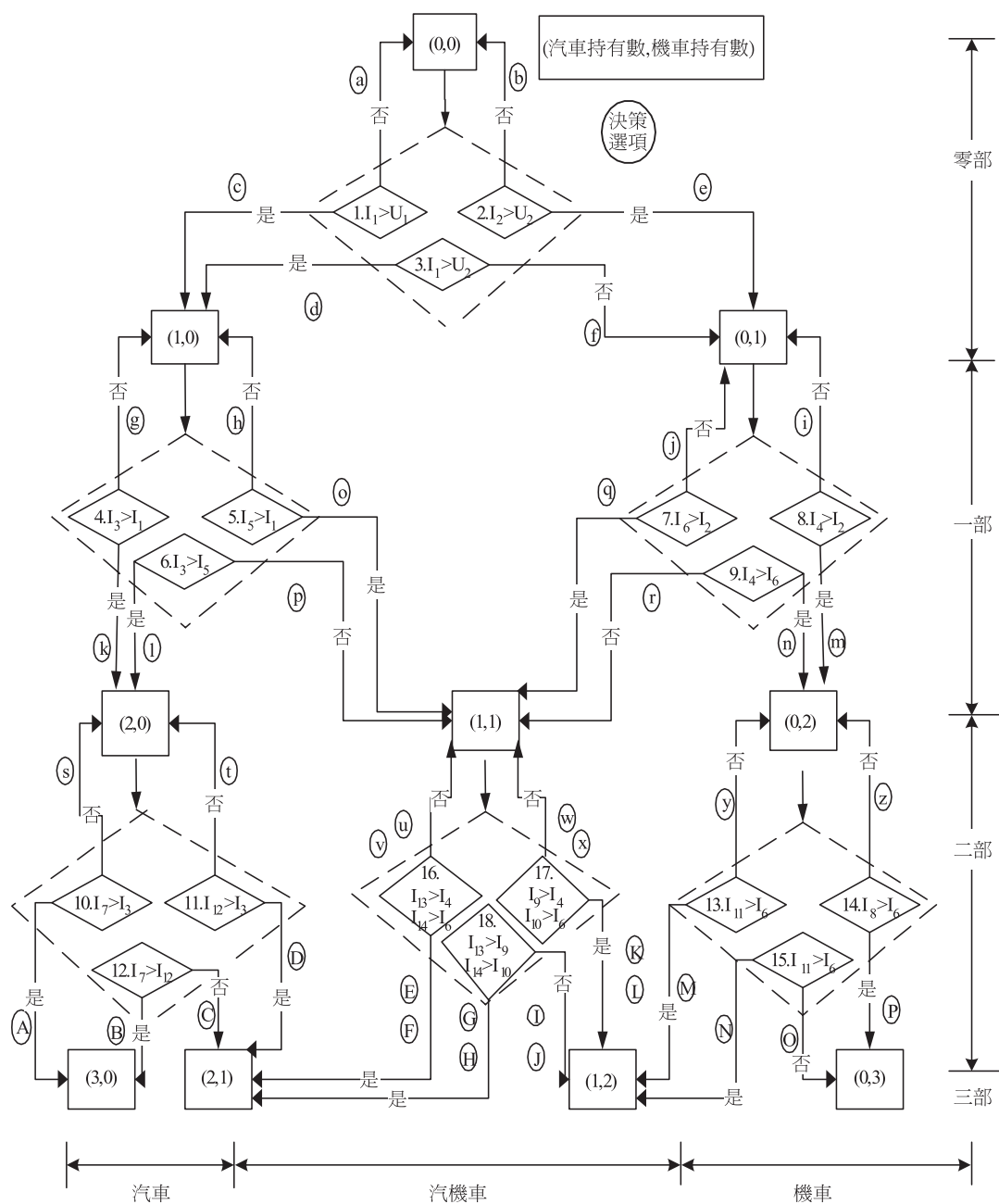


圖 1 家計單位購車決策圖

表 4 購車決策選擇機率彙整表

購車決策情況	決策選項	選擇機率型態	購車決策情況	決策選項	選擇機率型態
a	(0, 0)*	Φ_1	b	(0, 0)	Φ_2
c	(1, 0)	$(1 - \Phi_3) \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1$	d	(1, 0)	$\Phi_4 \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1$
e	(0, 1)	$(1 - \Phi_5) \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \times Z_2$	f	(0, 1)	$\Phi_6 \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \times Z_2$
g	(1, 0)	$\Phi_7 \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1$	h	(1, 0)	$\Phi_8 \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1$
i	(0, 1)	$\Phi_9 \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \times Z_2$	j	(0, 1)	$\Phi_{10} \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \times Z_2$
k	(2, 0)	$(1 - \Phi_{11}) \times \frac{1}{\sigma_{q_3}} \times Z_3$	l	(2, 0)	$\Phi_{12} \times \frac{1}{\sigma_{q_3}} \times Z_3$
m	(0, 2)	$(1 - \Phi_{13}) \times \frac{1}{\sigma_{q_4}} \times Z_4$	n	(0, 2)	$\Phi_{14} \times \frac{1}{\sigma_{q_4}} \times Z_4$
o	(1, 1)	$(1 - \Phi_{15}) \times \frac{1}{\sigma_{q_5}} \times Z_5$	p	(1, 1)	$(1 - \Phi_{16}) \times \frac{1}{\sigma_{q_5}} \times Z_5$
q	(1, 1)	$(1 - \Phi_{17}) \times \frac{1}{\sigma_{q_6}} \times Z_6$	r	(1, 1)	$(1 - \Phi_{18}) \times \frac{1}{\sigma_{q_6}} \times Z_6$
s	(2, 0)	$\Phi_{19} \times \frac{1}{\sigma_{q_3}} \times Z_3$	t	(2, 0)	$\Phi_{20} \times \frac{1}{\sigma_{q_3}} \times Z_3$
u	(1, 1)	$\Phi_{21} \times \frac{1}{\sigma_{q_5}} \times Z_5$	v	(1, 1)	$\Phi_{22} \times \frac{1}{\sigma_{q_6}} \times Z_6$
w	(1, 1)	$\Phi_{23} \times \frac{1}{\sigma_{q_5}} \times Z_5$	x	(1, 1)	$\Phi_{24} \times \frac{1}{\sigma_{q_6}} \times Z_6$
y	(0, 2)	$\Phi_{25} \times \frac{1}{\sigma_{q_4}} \times Z_4$	z	(0, 2)	$\Phi_{26} \times \frac{1}{\sigma_{q_4}} \times Z_4$
A	(3, 0)	$(1 - \Phi_{27}) \times \frac{1}{\sigma_{q_7}} \times Z_7$	B	(3, 0)	$\Phi_{28} \times \frac{1}{\sigma_{q_7}} \times Z_7$
C	(2, 1)	$(1 - \Phi_{27}) \times \frac{1}{\sigma_{q_8}} \times Z_8$	D	(2, 1)	$(1 - \Phi_{30}) \times \frac{1}{\sigma_{q_8}} \times Z_8$
E	(2, 1)	$(1 - \Phi_{31}) \times \frac{1}{\sigma_{q_9}} \times Z_9$	F	(2, 1)	$(1 - \Phi_{32}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{10}}} \times Z_{10}$

表 4 購車決策選擇機率彙整表 (續)

購車決策情況	決策選項	選擇機率型態	購車決策情況	決策選項	選擇機率型態
G	(2, 1)	$\Phi_{33} \times \frac{1}{\sigma_{q_9}} \times Z_9$	H	(2, 1)	$\Phi_{34} \times \frac{1}{\sigma_{q_{10}}} \times Z_{10}$
I	(1, 2)	$(1 - \Phi_{35}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{11}}} \times Z_{11}$	J	(1, 2)	$(1 - \Phi_{36}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{12}}} \times Z_{12}$
K	(1, 2)	$(1 - \Phi_{37}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{11}}} \times Z_{11}$	L	(1, 2)	$(1 - \Phi_{38}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{12}}} \times Z_{12}$
M	(1, 2)	$(1 - \Phi_{39}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{13}}} \times Z_{13}$	N	(1, 2)	$\Phi_{40} \times \frac{1}{\sigma_{q_8}} \times Z_8$
O	(0, 3)	$(1 - \Phi_{41}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{14}}} \times Z_{14}$	P	(0, 3)	$(1 - \Phi_{42}) \times \frac{1}{\sigma_{q_{14}}} \times Z_{14}$

*(汽車持有數，機車持有數)。

a6：持有一部汽車及一部機車之家計單位樣本數目 (包括 o, p, q, r, u, v, w, x 等情形)；

a7：持有三部汽車之家計單位樣本數目 (包括 A, B 等情形)；

a8：持有兩部汽車及一部機車之家計單位樣本數目 (包括 C, D, E, F, G, H 等情形)；

a9：持有一部汽車及兩部機車之家計單位樣本數目 (包括 I, J, K, L, M, N 等情形)；

a10：持有三部機車之家計單位樣本數目 (包括 O, P 等情形)。

四、資料蒐集與初步分析

本研究探討家計單位機動車輛持有與使用行為，在實證所需資料包括家計單位基本特性資料及家計單位汽機車數量之持有及使用特性等資料。以下將簡單說明本研究之問卷項目。

(一) 家計單位基本資料

此部分資料包括家計單位戶長年齡與性別、家計單位人口數、家計單位工作人口數、家計單位十八歲以下人口數、家計單位主要工作者職業、家計單位小汽車及機車駕照持有數、家計單位每年總收入、家計單位機動車輛持有數及持有順序以及未來擬增購機動車輛之計畫等。

(二) 家計單位機動車輛持有及使用資料

此部分資料包括 (1) 機動車輛基本特性資料：機動車輛廠牌、型號、汽缸數、購車金額、平均每公升汽油行駛公里數、出廠至今車齡、預期使用總年數與購買時為新車或中古

車；(2) 含汽油與機油之每月燃油成本；(3) 過去一年車輛行駛里程；(4) 過去一年車輛使用費用：保養維修費、平均每月停車費（含工作地點與住家）、平均每月過路費、保險費、每年償付貸款金額與貸款負擔者；(5) 機動車輛之購入原因；(6) 機動車輛主要使用者特性：主要使用者職業、性別、年齡與月收入；(7) 機動車輛停放特性：住家與工作地點停車位特性與平均尋找停車位時間；(8) 機動車輛主要用途。

4.1 調查方式

本研究以分層隨機抽樣調查方式，將台中市依行政區分成東、西、南、北、中、北屯、西屯及南屯等八群，以各區人口數為比率估算抽樣之家計單位數，並設定本研究之調查對象為汽機車持有總數不超過三部的家計單位。本研究共計抽樣 320 個家計單位（含其居住地點位址），其中，中區 8 個家計單位、東區 24 個家計單位、西區 38 個家計單位、南區 32 個家計單位、北區 50 個家計單位、西屯區 57 個家計單位、南屯區 40 個家計單位及北屯區 72 個家計單位。本研究以調查員親自至受訪之家計單位住處進行面對面家庭訪問，扣除無效樣本 25 份，可供本研究分析之有效樣本共為 295 個家計單位，樣本有效率為 92%。其中 2 個家計單位持有零部汽機車，18 個家計單位持有一部汽車，29 個家計單位持有一部機車，9 個家計單位持有兩部汽車，44 個家計單位持有兩部機車，102 個家計單位持有一部汽車與一部機車，4 個家計單位持有三部汽車，5 個家計單位持有三部機車、27 個家計單位持有兩部汽車與一部機車、55 個家計單位持有一部汽車與兩部機車。本研究之調查日期自民國九十年一月起至當年二月止。

4.2 基本資料分析

本研究受訪家計單位之基本社經特性包括戶長性別、戶長年齡、家戶人口數、家戶工作人數、未成年子女數、家戶月總所得、小汽車駕照數及機車駕照數等，經初步整理後，家計單位基本社經資料統計如表 5 所示，並進一步說明如后。值得注意的是本研究雖然共調查 320 個家計單位，但真正用於模式之建立及校估則只有 295 個家計單位，惟基本資料分析時係以有填寫之資料即加以統計，因此會有不一致之處。另外，由於本研究採用之模式中與汽機車持有與使用相關的變數分別有汽機車之固定成本（ C 與 F ）、汽機車之變動成本（ v 與 u ）以及汽機車之行駛里程數（ K 與 L ），茲將其平均數彙整如表 6 所示。

表 5 家計單位社會經濟特性統計表

項目	組別	次數	百分比	項目	組別	次數	百分比
戶長性別	男	235	79.7	未 成 年 子 女 數	0	129	43.7
	女	60	20.3		1	71	24.1
戶長年齡	30 以下	25	8.5		2	69	23.4
	31~40	75	25.4		3	28	9.5
	41~50	110	37.3		4	8	2.7
	51~60	54	18.3	家戶所得	3 萬以下	18	6.1
	61 以上	31	10.5		3~6 萬	92	31.2
家 戶 人 口 數	2	43	14.6		6~9 萬	84	28.5
	3	53	18.0		9~12 萬	50	16.9
	4	87	29.5	汽 車 駕 照 數	12 萬以上	53	18.0
	5	91	30.8		0	10	3.4
	6 以上	39	13.2		1	72	24.4
工作人數	1	73	24.7		2	147	49.8
	2	144	48.8		3	46	15.6
	3	54	18.3		4 及以上	30	10.2
	4	21	7.1	機 車 駕 照 數	0	4	1.4
	5	18	6.1		1	49	16.6
					2	116	39.3
					3	71	24.1
					4 及以上	66	22.4

表 6 汽機車相關變數之平均值

車種	持有順序	固定成本 (元／年)	變動成本 (元／公里)	里程數 (公里)
汽車	1	97,000	10.47	26,890
	2	93,681	9.14	17,831
	3	101,844	15.52	15,180
	平均值	96,089	10.57	20,650
機車	1	8,260	4.22	4,613
	2	10,630	3.94	4,280
	3	6,461	3.92	5,045
	平均值	8,761	4.09	4,567

五、校估結果與分析

5.1 校估程序與結果

由於本研究一般化模式之參數個數多達百餘個，然而在樣本數不多的情形下，若不加

以限制，便無法有效校估模式之參數值。為克服此一困難，本研究在校估程序方面採以下的步驟進行：首先，將參數加以簡化，其次，以迴歸模式校估出汽機車之使用量，最後，將使用量迴歸模式中所校估出的參數值作為以基因演算法校估汽機車持有與使用混合模式之起始值，估計程序整理如圖 2 所示。使用量模式之結果如表 7 所示，而以基因演算法校估汽機車持有與使用混合模式則如表 8 所示。

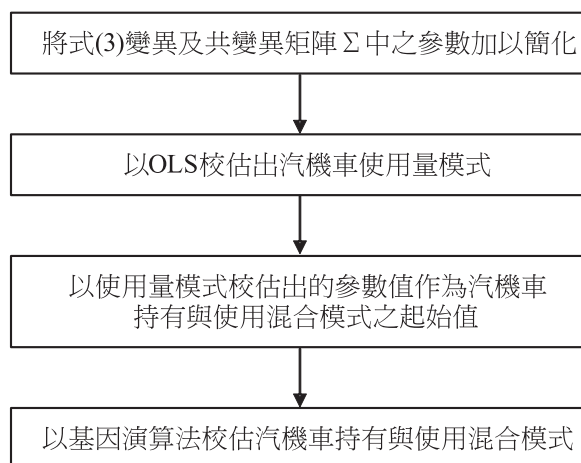


圖 2 模式估計程序之步驟

由表 7 可知，各估計係數之符號均符合預期。小汽車使用量迴歸模式 R^2 為 0.34，調整後之 R^2 為 0.33；機車使用量迴歸模式 R^2 為 0.36，調整後之 R^2 為 0.35，模式之配適情形尚可接受。家戶所得減汽機車的固定成本變數採自然對數方式處理，以符合模式推導與設定之需求函數型態互相一致，校估結果其係數為正，顯示在相同的汽機車成本下，所得愈高的家計單位，汽機車使用量的需求愈多。變動成本代表直接影響汽機車使用量需求的價格變數，其估計係數為負，意謂汽機車使用之變動成本愈高，則其使用量減少，符合需求法則之價格與需求量之關係。戶長年紀與工作人數／戶量之估計係數均為正，代表戶長年紀較大與工作人數比率愈高的家計單位，對汽機車的使用量愈多。而家中平均每人擁有之機動車輛座位數愈多，則相對的汽機車的使用量愈高。

由表 8 中可知，家計單位總所得減機動車輛固定成本之對數係數值均為正數 ($\alpha_1 \sim \alpha_9$) 介於 0.037~0.2，其亦為所得與固定成本之短期彈性；變動成本係數為 0.01，藉此可計算出里程數之汽車變動成本彈性於 $v = 10.57$ 時，為 -0.1；機車變動成本彈性於 $u = 4.09$ 時，則為 -0.04。而不同車輛間之相關性（包括使用人與里程數）則是正負相關互見，其值介於 -0.5~0.6。以社經特性而言，汽車持有人之相關性有正有負，機車持有人之社經特性關係亦如此，相關性為正者，可能係由於車輛使用人同時使用兩輛以上的機動車輛，同理，相關性為負者則車輛為不同使用人之可能性較高。以使用里程相關性而言，汽車間之使用

表 7 汽機車使用量需求模式校估結果

	小汽車	機車
常數	0.938(2.02)	0.922(2.48)
ln (家戶所得-固定成本)	0.177(2.50)	0.113(1.99)
變動成本 (元/公里)	-0.026(-13.26)	-0.029(-9.80)
戶長年紀	0.004(1.28)	0.006(1.61)
工作人數/戶量	0.445(1.38)	0.201(1.13)
平均每人擁有座位數	0.182(2.74)	0.097(1.68)
R^2	0.34	0.36
\bar{R}^2	0.33	0.35
樣本數	383	580

註：依變數：ln (每年行駛千公里數)。

表 8 模式校估結果

校估項	校估值	校估項	校估值	校估項	校估值
α_1	0.064	$\gamma_{e_{32}e_{33}}$	-0.186	$\gamma_{f_{22}m_{22}}$	0.129
α_2	0.146	$\gamma_{f_{21}f_{22}}$	0.286	$\gamma_{f_{31}m_{31}}$	0.443
α_3	0.037	$\gamma_{f_{31}f_{32}}$	-0.343	$\gamma_{f_{32}m_{32}}$	-0.029
α_4	0.091	$\gamma_{f_{31}f_{33}}$	0.443	$\gamma_{f_{33}m_{33}}$	-0.186
α_5	0.091	$\gamma_{f_{33}f_{33}}$	0.186	$\gamma_{w_{21}w_{22}}$	-0.186
α_6	0.200	$\gamma_{e_{11}w_{11}}$	0.029	$\gamma_{w_{31}w_{32}}$	-0.343
α_7	0.091	$\gamma_{e_{21}w_{21}}$	0.286	$\gamma_{w_{31}w_{33}}$	-0.500
α_8	0.146	$\gamma_{e_{22}w_{22}}$	0.129	$\gamma_{w_{32}w_{33}}$	-0.186
α_9	0.064	$\gamma_{e_{31}w_{31}}$	-0.343	$\gamma_{m_{21}m_{22}}$	-0.343
β	0.01	$\gamma_{e_{32}w_{32}}$	-0.029	$\gamma_{m_{31}m_{32}}$	0.600
$\gamma_{e_{21}e_{22}}$	-0.029	$\gamma_{e_{33}w_{33}}$	-0.029	$\gamma_{m_{31}m_{33}}$	0.129
$\gamma_{e_{31}e_{32}}$	-0.343	$\gamma_{f_{11}m_{11}}$	-0.343	$\gamma_{m_{32}m_{33}}$	-0.500
$\gamma_{e_{31}e_{33}}$	0.443	$\gamma_{f_{21}m_{21}}$	-0.343		
對數概似函數值			-1172		
有效觀測樣本			295		
GA 之設定	族群數目 = 200				
	世代數目 = 100				
	字串長度 = 3				

註：GA 基本程式係以 Liu 及 Mahmassani^[23]為主體，另行因應需要撰寫本研究模式之子程式，程式撰寫語言為 FORTRAN，compiler 版本為 6.0，操作環境為 Windows 98。

里程均成負相關 (如 $\gamma_{w_{21}w_{22}}$, $\gamma_{w_{31}w_{32}}$, $\gamma_{w_{31}w_{33}}$), 表示同一家計單位內之汽車為替代性財貨, 此應與汽車之座位數較多有關, 因汽車所承載的人數較機車多, 故單一汽車之使用容易受到家計單位成員集中使用時 (如家庭旅遊) 影響。兩部機車之家計單位及三部機車中之第二部與第三部之關係亦屬替代 ($\gamma_{m_{21}m_{22}}$, $\gamma_{m_{32}m_{33}}$), 而 $\gamma_{m_{21}m_{22}}$ 及 $\gamma_{m_{32}m_{33}}$ 係數為正, 表示第一部機車分別與第二、三部機車之使用量呈互補的關係。

5.2 敏感度分析

本節將進一步探討各種持有順序之家計單位及其所行駛之里程數, 藉以分析所得、固定與變動成本對家計單位購車決策之影響程度。本研究將分析以下十四種情況之汽機車持有與使用變動程度:

情況一: 持有一輛汽車, 亦即 (汽)。

情況二: 持有一輛機車, 亦即 (機)。

情況三: 已持有一輛汽車, 再持有一輛汽車, 亦即 (汽, 汽)。

情況四: 已持有一輛機車, 再持有一輛機車, 亦即 (機, 機)。

情況五: 已持有一輛汽車, 再持有一輛機車, 亦即 (汽, 機)。

情況六: 已持有一輛機車, 再持有一輛汽車, 亦即 (機, 汽)。

情況七: 已持有兩輛汽車, 再持有一輛汽車, 亦即 (汽, 汽, 汽)。

情況八: 已持有兩輛汽車, 再持有一輛機車, 亦即 (汽, 汽, 機)。

情況九: 已持有兩輛機車, 再持有一輛機車, 亦即 (機, 機, 機)。

情況十: 已持有兩輛機車, 再持有一輛汽車, 亦即 (機, 機, 汽)。

情況十一: 持有之機動車輛順序為汽車, 機車, 汽車, 亦即 (汽, 機, 汽)。

情況十二: 持有之機動車輛順序為機車, 汽車, 汽車, 亦即 (機, 汽, 汽)。

情況十三: 持有之機動車輛順序為汽車, 機車, 機車, 亦即 (汽, 機, 機)。

情況十四: 持有之機動車輛順序為機車, 汽車, 機車, 亦即 (機, 汽, 機)。

在上述十四種情形下, 本研究擬定以下幾種情境來加以分析, 情境 1: 所得增加 10%; 情境 2: 固定成本增加 10%; 及情境 3: 變動成本增加 10%。情境 2 及 3 可視為政策改變之下對汽機車持有及使用之影響分析。例如固定成本增加 10% 可能係由於進口關稅增加或提高牌照稅、燃料費所致; 而變動成本增加 10% 可能係油價每公升增加 2.00 元或課徵空氣污染防治費等措施所造成的結果。至於所得增加雖然不是政策影響所致, 但可透過里程數之所得彈性來預測未來不同所得成長情境下家計單位之汽機車使用情形。

持有車輛數下之家計單位個數可由估計之車輛持有機率值求得, 而使用量之估計則將校估出的參數值代入表 2 即可求得家計單位機動車輛各種持有情況下之使用量。

應用以上方式可求得在現有外生變數值下之情況, 並以此為基準情境。此情境中各種

車輛持有下之家計單位個數與年行駛里程數估計值與實際調查樣本值整理如表 9 所示，由表可知，各種車輛持有下之家計單位數估計值與實際值之間相當接近，經檢定後顯示兩者間無顯著差異 ($\chi^2 = 4.94 < \chi^2_{0.05}(14) = 23.68$)。

表 9 各種車輛持有下之家計單位數與平均年行駛里程數

車 輛 持 有 情 況		家計單位數		年行駛里程數	
		估計值 (戶)	實際值 (戶)	估計值 (千公里)	實際值 (千公里)
無持有	無汽機車	2	2	0	0
情況一	(汽)	16	15	12.6	15.7
情況二	(機)	26	24	5.8	5.4
情況三	(汽，汽)	11	10	22.3	29.4
情況四	(機，機)	29	31	6.4	8.4
情況五	(汽，機)	28	25	16.8	26.6
情況六	(機，汽)	74	63	16.2	23.2
情況七	(汽，汽，汽)	4	5	59.8	89.4
情況八	(汽，汽，機)	8	8	24.5	38.7
情況九	(機，機，機)	5	5	10.7	14.7
情況十	(機，機，汽)	31	31	26.4	19.7
情況十一	(汽，機，汽)	9	13	23.6	25.0
情況十二	(機，汽，汽)	6	13	26.8	29.3
情況十三	(汽，機，機)	15	15	26.4	17.7
情況十四	(機，汽，機)	31	35	27.8	25.2

表 10 為各種車輛持有下，各情境之家計單位數及每年行駛里程數之預測結果，由表中可知，所得、固定成本及變動成本的改變對持有情形影響均有限，甚至無影響，究其原因可能為台中市之大眾運輸系統較不發達，民眾除私人運具外鮮少有其他選擇，故不論其他變數如何變化，私人運具的持有已成一固定的趨勢，而欲以如增加機動車輛持有與使用成本等價格手段來抑制機動車輛的成長，除非大幅增加該成本，否則其影響效果將十分有限。另外，從表中可以計算里程數之變動百分比，藉著除以外生變數的改變便可求得弧彈性（長期彈性），如表 11 所示。

表 10 各種車輛持有下各情境之家計單位數及每年行駛里程數

車輛持有情況 \ 情境類別		基礎 情境	所得 +10%	固定成本 +10%	變動成本 +10%
無持有	家計單位數 (戶)	2	2	2	2
	年平均行駛里程數 (千公里)	0	0	0	0
情況一 (汽)	家計單位數	16	15	17	17
	年平均行駛里程數	12.65	12.69	12.59	12.56
情況二 (機)	家計單位數	26	27	27	27
	年平均行駛里程數	5.84	5.98	5.84	5.82
情況三 (汽, 汽)	家計單位數	11	10	10	10
	年平均行駛里程數	22.27	22.37	22.24	22.18
情況四 (機, 機)	家計單位數	29	29	29	29
	年平均行駛里程數	6.44	6.62	6.43	6.35
情況五 (汽, 機)	家計單位數	28	29	28	28
	年平均行駛里程數	16.80	17.05	16.75	16.70
情況六 (機, 汽)	家計單位數	74	75	73	73
	年平均行駛里程數	16.19	16.43	16.14	16.02
情況七 (汽, 汽, 汽)	家計單位數	4	5	4	4
	年平均行駛里程數	59.77	61.92	59.03	59.62
情況八 (汽, 汽, 機)	家計單位數	8	8	8	9
	年平均行駛里程數	24.51	24.89	24.26	24.22
情況九 (機, 機, 機)	家計單位數	5	5	5	5
	年平均行駛里程數	10.68	10.95	10.67	10.62
情況十 (機, 機, 汽)	家計單位數	31	31	31	31
	年平均行駛里程數	26.37	26.98	26.24	26.15
情況十一 (汽, 機, 汽)	家計單位數	9	9	9	9
	年平均行駛里程數	23.64	23.92	23.54	23.47
情況十二 (機, 汽, 汽)	家計單位數	6	5	6	5
	年平均行駛里程數	26.81	27.11	26.69	26.73
情況十三 (汽, 機, 機)	家計單位數	15	15	15	15
	年平均行駛里程數	26.41	27.01	26.28	26.15
情況十四 (機, 汽, 機)	家計單位數	31	30	31	31
	年平均行駛里程數	27.73	28.37	27.60	27.60

表 11 中之彈性平均值計算係依車種之不同，考慮其總里程數之結果，以兩部車輛之汽車為例，即將情況三～六中於各外生變數變動前後之汽車總里程數變動率除以外生變數的變動率。以車輛總數作區隔，持有車輛總數為一部之家計單位其里程數之彈性值（以絕

對值來看)，汽車之變動成本彈性最大，固定成本次之，所得彈性最小 ($0.068 > 0.047 > 0.034$)，機車之所得彈性最大，變動成本次之，固定成本彈性最小 ($0.241 > 0.032 > 0.003$)。持有車輛總數為兩部之家計單位其里程數之平均彈性值 (以絕對值來看)，汽車之變動成本彈性最大，固定成本次之，所得彈性最小 ($0.283 > 0.238 > 0.126$)，機車之所得彈性最大，變動成本次之，固定成本彈性最小 ($0.435 > 0.243 > 0.122$)。持有車輛總數為三部之家計單位其里程數之平均彈性值 (以絕對值來看)，汽車之變動成本彈性最大，所得成本彈性次之，固定成本彈性最小 ($0.189 > 0.160 > 0.120$)，機車則以所得彈性最大，變動彈性次之，固定成本彈性最小 ($0.179 > 0.091 > 0.074$)。

表 11 外生變數對里程數影響程度彙整表

車輛數	情況別	持有車種順序	所得彈性	固定成本彈性	變動成本彈性
一部	情況一	(汽)	0.034	-0.047	-0.068
	情況二	(機)	0.241	-0.003	-0.032
兩部	情況三	(汽，汽)	0.046	-0.012	-0.042
	情況四	(機，機)	0.285	-0.018	-0.140
	情況五	(汽，機)	0.149	-0.032	-0.060
	情況六	(機，汽)	0.151	-0.031	-0.103
	汽車平均		0.126	-0.238	-0.283
	機車平均		0.435	-0.122	-0.243
三部	情況七	(汽，汽，汽)	0.359	-0.124	-0.026
	情況八	(汽，汽，機)	0.152	-0.106	-0.122
	情況九	(機，機，機)	0.255	-0.013	-0.062
	情況十	(機，機，汽)	0.232	-0.050	-0.085
	情況十一	(汽，機，汽)	0.119	-0.042	-0.074
	情況十二	(機，汽，汽)	0.115	-0.043	-0.027
	情況十三	(汽，機，機)	0.230	-0.049	-0.096
	情況十四	(機，汽，機)	0.229	-0.050	-0.047
	汽車平均		0.160	-0.120	-0.189
	機車平均		0.179	-0.074	-0.091

由以上的數據顯示，汽車之變動成本對里程數的影響最大，機車則是以所得對里程數影響最大，此結果說明，若欲控制汽機車之使用量，則應分別針對不同車種制訂不同的策略始能收其效果。茲將上述之大小關係整理如表 12 所示。

就里程數之所得彈性而言，各種車輛持有下，機車里程數之平均所得彈性均高於汽車 ($0.214 > 0.034$, $0.435 > 0.126$, $0.179 > 0.160$)，此乃因家計單位購買機車之成本遠低於汽車之購買成本所致。就固定成本彈性而言，無論持有車輛數為何，汽車之固定成本彈性值均

高於機車 ($0.047 > 0.03$, $0.238 > 0.122$, $0.120 > 0.074$)；變動成本亦有相同的結果 ($0.068 > 0.032$, $0.283 > 0.243$, $0.189 > 0.091$)。顯示增加固定或變動成本對於抑制汽車之使用量成效較為顯著。

表 12 各種車輛持有下三種彈性之關係彙整表

車數	彈性大小關係		所得彈性	固定及變動成本彈性
一部	汽車	變動成本 > 固定成本 > 所得	機車 > 汽車	汽車 > 機車
	機車	所得 > 變動成本 > 固定成本		
兩部	汽車	變動成本 > 固定成本 > 所得		
	機車	所得 > 變動成本 > 固定成本		
三部	汽車	變動成本 > 所得 > 固定成本		
	機車	所得 > 變動成本 > 固定成本		

汽車之變動成本對里程數的影響最大，機車則是以所得對里程數影響最大，此結果說明，若欲控制汽機車之使用量，則應分別針對不同車種制訂不同的策略始能收其效果。

5.3 小結

由彈性分析之結果則顯示汽機車持有與使用成本的價格彈性甚低，除非汽機車持有與使用成本有大幅度的變動，否則對其使用影響並不顯著。在上述之行為特性下，過去大都偏重在基於稅收為目的汽車相關稅費的消極管理，如牌照稅（約占汽車持有成本的 5%）、隨車徵收之燃料使用費（約占汽車持有成本的 4%）等，在這些成本占家計單位所得比率不高的情況下，當可預期其對汽機車持有控制相當有限。

在現今社會中，若直接且硬性地管制汽機車之持有，常被視為有違自由民主之精神，或對人類追求易行性及可及性之目標似有開倒車之虞，因此，在汽機車持有管理方面，由於價格手段之效果有限，或許可著重在合理數量之適當控制等非價格手段上，惟此尚須進一步分析與評估。

六、結論與建議

針對國人購車決策行為，本研究嘗試發展並構建家計單位機動車輛持有及使用之聯合決策模式。於決策模式校估完成後，藉由各影響變數之直接彈性及間接彈性之敏感度分析，可進一步了解經濟變數對汽機車持有數及使用量的影響。在國民生活水準不斷提高且我國已加入 WTO 情況下，本研究結果可提供政府對於小汽車、機車管制政策上一個參考依據，以利政府制訂有效的交通政策。茲將本研究所獲致之相關結果與建議歸納說明如后。

6.1 結論

本研究之結果包含以下幾點：

1. 本研究乃延續周榮昌等人^[3]之研究，進一步構建家計單位三部機動車輛持有與使用聯合決策模式，並放鬆其原有的假設及限制（包括參數的設定及校估程式的突破），進一步建立一較符合台灣地區機動車輛持有與使用之聯合決策模式。以消費者行為之個體經濟理論為基礎，以建立家計單位機動車輛持有及使用之混合需求模式。
2. 本研究購車決策架構可分為以下十四種情況：(一) 持有一輛汽車、(二) 持有一輛機車、(三) 已持有一輛汽車，再持有一輛汽車、(四) 已持有一輛機車，再持有一輛機車、(五) 已持有一輛汽車，再持有一輛機車、(六) 已持有一輛機車，再持有一輛汽車、(七) 已持有兩輛汽車，再持有一輛汽車、(八) 已有兩輛汽車，再持有一輛機車、(九) 已持有兩輛機車，再持有一輛機車、(十) 已持有兩輛機車，再持有一輛汽車、(十一) 持有之機動車輛順序為汽車，機車，汽車、(十二) 持有之機動車輛順序為機車，汽車，汽車、(十三) 持有之機動車輛順序為汽車，機車，機車、(十四) 持有之機動車輛順序為機車，汽車，機車。
3. 本研究以基因演算法 (Genetic Algorithms; GA) 求解之。由於 GA 在校估為數眾多的參數時較其他軟體要有效率，但缺點為無法求得 Hessian 矩陣，因而無法得知各參數之相關統計量，鑑此，為能有效校估模式之參數值，本研究先將參數簡化，以 OLS 校估出汽機車使用量模式，此一參數校估之目的係為取得 GA 所需之起始值，以改善 GA 校估過程之收斂速度，雖然以 OLS 校估結果之 R^2 值皆小於 0.4，為其中所校估 \ln (家戶所得-固定成本) 及變動成本之參數於統計上均相當顯著 ($|t| > 1.96$)。就目前之模式而言，此兩項變數為有效之解釋變數。
4. 由模式校估結果所估計之各種車輛持有下之家計單位數與年行駛里程數，經由卡方檢定，結果顯示估計值與實際值間並無明顯差異，可見本模式的完整性。
5. 經由敏感度分析結果顯示，汽車之變動成本對里程數的影響最大，機車則是以所得對里程數影響最大，此結果說明若欲控制汽機車之使用量，則應分別針對不同車種制訂不同的策略始能收其效果。
6. 就里程數之所得彈性而言，機車里程數之平均所得彈性均高於汽車，此乃因家計單位購買機車之成本遠低於汽車之購買成本所致。就固定成本彈性而言，汽車之固定成本彈性值均高於機車；變動成本亦有相同的結果。
7. 由於橫斷面資料之限制，本研究之結果未能有效描述 (預測) 汽機車持有之決策行為，而僅偏重於使用量之詮釋，因此建議後續研究可針對此一情形加以深入討論。

6.2 建議

以下針對本研所得結論及研究過程提出幾點建議，以供後續研究之參考方向：

1. 由於目前資料並無每受訪家計單位之階段性循序決策的 panel data，因此並無法反映家計單位「車輛持有決策」之行為，惟本研究之架構仍可視為一相當通用之形式，建議後續研究可於 panel data 取得後，進一步驗證本研究模式「車輛持有決策」行為之一致性。
2. 本研究受限於模式推導之困難度與複雜性，僅探討家計單位機動持有車輛總數在三部以下的情形，而四部以上所有可能之持有順序則無法加以分析。若欲更真實地反映所有持有情況的選擇決策行為，則應建立此模式之通式，以改進本模式複雜的推演過程。
3. 本研究之模式設定之參數眾多，一般之校估軟體恐難勝任，為提高求解效率及校估的準確性，本研究採用基因演算法校估，然而其缺失為無法得知參數之相關統計量，因此在求解效率與得知參數統計量間存在一抵換 (trade-off) 關係。本研究選擇求解效率，而參數的代表性方面則另行以迴歸模式進行測試，如此的校估方式雖可彌補基因演算法之不足，但用此估計順序之理由仍稍嫌薄弱，建議後續研究能以更具統計原理的演算法估計方式，以克服此一缺點。
4. 本研究並無考慮汽機車汰換 (trade-in) 的情況，亦即家計單位之決策僅考慮欲購買下一部車與否的情形，如此在整體預測方面將與實際情況略有出入，建議後續研究能將汽機車汰換的問題納入研究。
5. 為推導模式方便起見，本研究假設家計單位欲購買下一部車輛之使用人將不與原有車輛之使用人重複，亦即主要使用人之順序不變，然此假設將不滿足所有的家計單位情況，建議後續研究能放寬此一假設。
6. 為校估方便，假設家計單位汽機車之變動成本係數 (β) 相同，然此假設仍過於強烈，並無法真正反映不同車種持有之家計單位間之差異，建議未來的研究可將此一係數依照不同運具加以區分，以更真實反映實際情況。
7. 我國目前已加入世界貿易組織 (WTO)，入會後之汽車關稅配額逐年調降 (100 年後取消關稅配額)，將使得持有汽車之固定成本隨之調降，預期汽車需求勢將逐漸增加，此情況政府須加以重視，並可參酌本研究結果及早規劃因應之交通政策。

參考文獻

1. http://www.iot.gov.tw/chinese/lib/trans_1.htm
2. de Jong, G. C., "An Indirect Utility Model of Car Ownership and Private Car Use", *European Economic Review*, 34, 1990, pp. 971-985.
3. 周榮昌、翁美娟，「家計單位小客車持有及使用模式之建立」，*運輸學刊*，第 13 卷，第 3 期，民國九十年。
4. Berkovec, J. and Rust, J., "A Nested Logit Model of Automobile Holdings for One Vehicle Households", *Transportation Research*, 19B, 1985, pp. 275-285.
5. Berkovec, J., "Forecasting Automobile Demand Using Disaggregate Choice Models", *Transportation Research*, 19B, 1985, pp. 315-329.

6. Jansson, J. O., "Car Demand Modeling and Forecasting: A New Approach", *Journal of Transport Economics and Policy*, 1989, pp. 125-139.
7. Said, G. M., "Modelling Household Car Ownership in the Gulf States: The Case of Kuwait", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 26, Iss. 2, 1992, pp. 121-138.
8. Chin, A. and P. Smith, "Automobile Ownership and Government Policy: The Economics of Singapore's Vehicle Quota Scheme", *Transportation Research*, 31A, 1997, pp. 129-140.
9. 陳賓權, 「買車自備停車位策略對抑制我國小客車數量成長功效之研究」, 交通大學土木工程研究所碩士論文, 民國八十三年。
10. Mannering, F. L., "An Econometric Analysis of Vehicle Use in Multivehicle Households", *Transportation Research*, 17A, 1983, pp. 183-189.
11. Golob, T. F., David S. B., and David B., "A Vehicle Use Forecasting Model Based on Revealed and Stated Vehicle Type Choice and Utilisation Data", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 31, Iss. 1, 1997, pp. 69-92.
12. Train, K., *Qualitative Choice Analysis: Theory, Econometrics and an Application to Automobile Demand*, Cambridge, M.I.T. Press, 1986.
13. Hensher, D. A. and Milthorpe F. W., "Selectivity Correction in Discrete-Continuous Choice Analysis: With Empirical Evidence for Vehicle Choice and Use", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 17, Iss.1, 1987, pp. 123-150.
14. Button, K., Ndoh N., and John H., "Modelling Vehicle Ownership and Use in Low Income Countries", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 27, Iss. 1, 1993, pp. 51-67.
15. 林裕清, 「小汽車持有數與使用量之間斷性／連續性混合需求模型之研究」, 成功大學都市計劃研究所碩士論文, 民國八十三年。
16. 廖仁哲, 「小汽車持有與使用、工作運具選擇混合需求模型之研究」, 成功大學交通管理科學研究所碩士論文, 民國八十五年。
17. 賴文泰, 「家戶通勤行為：小客車持有與使用混合需求模型之研究」, 成功大學交通管理科學研究所博士論文, 民國八十七年。
18. Jorgensen, F. and Tore, W. L., "Forecasting Car Holding, Sc rapping and New Car Purchase in Norway", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 24, Iss. 2, 1990, pp. 139-146.
19. De Jong, G. C., "A Disaggregate Model System of Vehicle Holding Duration, Type Choice and Use", *Transportation Research*, 30B, 1996, pp. 263-276.
20. Yamamoto, T. and R. Kitamura, "An Analysis of Household Vehicle Holding Durations Considering Intended Holding Durations", *Transportation Research*, 34A, 2000, pp. 339-351.
21. 閻潔, 「消費者運具持有時程與轉換行為之研究」, 成功大學交通管理科學研究所碩士論文, 民國八十七年。
22. Hausman, J. A., "The Econometrics of Non-Linear Budget Sets", *Econometrica*, 53, 1985, pp. 1255-1282.
23. Liu, Y. H. and Mahmassani, H. S., "Global Maximum Likelihood Estimation Procedure for Multinomial Probit (MNP) Model Parameters", *Transportation Research*, 34B, 2000, pp. 419-449.

附 錄

以下將以情況 a~f 為例，詳細推導其家計單位機動車輛持有與使用機率（其中 Φ_i 代表累積常態分配， Z_i 代表標準常態分配）。

- a. 若購買汽車之間接效用低於不購買汽車之直接效用時，則家計單位將不持有小汽車，因此家計單位不持有汽車之機率 $P(a)$ 為：

$$\begin{aligned}
 & P\{I_1(v_{11}, Y - C_{11}) \leq U_1(0, Y)\} \\
 &= P\left\{\frac{1}{1-\alpha_1}(Y - C_{11})^{1-\alpha_1} + \frac{1}{\beta} \exp(\delta_{11}S_{11} + e_{11} - \beta v_{11}) \leq \frac{1}{1-\alpha_1} Y^{1-\alpha_1}\right\} \\
 &= P\{e_{11} \leq \ln[Y^{1-\alpha_1} - (Y - C_{11})^{1-\alpha_1}] - \ln(1-\alpha_1) + \ln \beta - \delta_{11}S_{11} + \beta v_{11}\} \\
 &= \Phi\left\{\frac{\ln[Y^{1-\alpha_1} - (Y - C_{11})^{1-\alpha_1}] - \ln(1-\alpha_1) + \ln \beta - \delta_{11}S_{11} + \beta v_{11}}{\sigma_{e_{11}}}\right\} \\
 &= \Phi\left(\frac{N_1}{\sigma_{e_{11}}}\right) \\
 &= \Phi_1
 \end{aligned} \tag{5}$$

- b. 若購買機車之間接效用低於不購買機車之直接效用時，則家計單位將不持有機車，因此家計單位不持有機車之機率 $P(b)$ 為：

$$\begin{aligned}
 & P\{I_2(u_{11}, Y - F_{11}) \leq U_2(0, Y)\} \\
 &= P\left\{\frac{1}{1-\alpha_2}(Y - F_{11})^{1-\alpha_2} + \frac{1}{\beta} \exp(\xi_{11}R_{11} + f_{11} - \beta u_{11}) \leq \frac{1}{1-\alpha_2} Y^{1-\alpha_2}\right\} \\
 &= P\{f_{11} \leq \ln[Y^{1-\alpha_2} - (Y - F_{11})^{1-\alpha_2}] - \ln(1-\alpha_2) + \ln \beta - \xi_{11}R_{11} + \beta u_{11}\} \\
 &= \Phi\left\{\frac{\ln[Y^{1-\alpha_2} - (Y - F_{11})^{1-\alpha_2}] - \ln(1-\alpha_2) + \ln \beta - \xi_{11}R_{11} + \beta u_{11}}{\sigma_{f_{11}}}\right\} \\
 &= \Phi\left(\frac{N_2}{\sigma_{f_{11}}}\right) \\
 &= \Phi_2
 \end{aligned} \tag{6}$$

- c. 若持有一部汽車之間接效用大於不購買汽車之直接效用，則家計單位會選擇持有一部汽車並實際使用 K_{11} 之里程數，其機率 $P(c)$ 為：

$$P\{K_{11}, I_1(v_{11}, Y - C_{11}) > U_1(0, Y)\} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 &= P\{K_{11} = \ln A_{11} + w_{11}, e_{11} > N_1\} \\
 &= P(e_{11} + w_{11} = K_{11} - M_1, e_{11} > N_1) \\
 &= P(e_{11} > N_1 | q_1 = K_{11} - M_1) \times P(q_1 = K_{11} - M_1) \\
 &= \int_{N_1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{e_{11}}\sqrt{(1-\rho_{e_{11},q_1}^2)}} \\
 &\quad \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_{e_{11}}^2(1-\rho_{e_{11},q_1}^2)}\left[e_{11}-\mu_{e_{11}}-\rho_{e_{11},q_1}\frac{\sigma_{e_{11}}}{\sigma_{q_1}}(K_{11}-M_1-\mu_{q_1})\right]^2\right\}de_{11} \\
 &\quad \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z\left[\frac{K_{11}-M_1}{\sigma_{q_1}}\right] \\
 &= \left\{1-\Phi\left[\frac{N_1-\rho_{e_{11},q_1}\frac{\sigma_{e_{11}}}{\sigma_{q_1}}(K_{11}-M_1)}{\sigma_{e_{11}}(1-\rho_{e_{11},q_1}^2)^{1/2}}\right]\right\} \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z\left[\frac{K_{11}-M_1}{\sigma_{q_1}}\right] \\
 &= (1-\Phi_3) \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1
 \end{aligned}$$

$$q_1 = e_{11} + w_{11}, \quad q_1 \sim \text{iid } N(0, \sigma_{q_1}^2), \quad \sigma_{q_1}^2 = \sigma_{e_{11}}^2 + \sigma_{w_{11}}^2 + 2\gamma_{e_{11}w_{11}}; \quad \rho_{e_{11},q_1} = \frac{\sigma_{e_{11}}}{\sigma_{q_1}} + \frac{\gamma_{e_{11}w_{11}}}{\sigma_{q_1}\sigma_{e_{11}}}$$

- d. 若持有汽車之間接效用大於持有機車之間接效用，則家計單位會選擇持有一部汽車並實際使用 K_{11} 之里程數，其機率 $P(d)$ 為：

$$P(K_{11}, I_1(v_{11}, Y - C_{11}) > I_2(u_{11}, Y - F_{11}))$$

由於

$$\begin{aligned}
 &P\{I_1(v_{11}, Y - C_{11}) > I_2(u_{11}, Y - F_{11})\} \\
 &= P\left\{\frac{1}{1-\alpha_1}(Y - C_{11})^{1-\alpha_1} + \frac{1}{\beta}\exp(Z_{11} - \beta v_{11}) > \frac{1}{1-\alpha_2}(Y - F_{11})^{1-\alpha_2} + \frac{1}{\beta}\exp(J_{11} - \beta u_{11})\right\}
 \end{aligned}$$

若家計單位中車輛之持有及使用順序固定，則可令 $Z_{11} = J_{11}$ ，則上式可改成：

$$\begin{aligned}
 &= P\left\{\frac{1}{\beta}[\exp(Z_{11} - \beta u_{11}) - \exp(Z_{11} - \beta v_{11})] < \left[\frac{1}{1-\alpha_1}(Y - C_{11})^{1-\alpha_1} - \frac{1}{1-\alpha_2}(Y - F_{11})^{1-\alpha_2}\right]\right\} \\
 &= P\left\{e_{11} < \ln\left[\frac{1}{1-\alpha_1}(Y - C_{11})^{1-\alpha_1} - \frac{1}{1-\alpha_2}(Y - F_{11})^{1-\alpha_2}\right] + \ln\beta - \ln[e^{-\beta u_{11}} - e^{-\beta v_{11}}] - \delta_{11}S_{11}\right\}
 \end{aligned}$$

進一步推導成式(8)：

$$\begin{aligned}
 & P\{K_{11} = \ln A_{11} + w_{11}, e_{11} < N_3\} \\
 & = P(e_{11} < N_3 | q_1 = K_{11} - M_1) \times P(q_1 = K_{11} - M_1) \\
 & = \Phi \left(\frac{N_3 - \rho_{e_{11}, q_1} \frac{\sigma_{e_{11}}}{\sigma_{q_1}} (K_{11} - M_1)}{\sigma_{e_{11}} (1 - \rho_{e_{11}, q_1}^2)^{1/2}} \right) \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1 \\
 & = \Phi_4 \times \frac{1}{\sigma_{q_1}} \times Z_1
 \end{aligned} \tag{8}$$

其中， q_1 ， σ_{q_1} ， ρ_{e_{11}, q_1} 之定義請詳見式(7)。

- e. 若持有機車之間接效用大於不購買機車之直接效用，則家計單位會選擇持有一部機車並實際使用 L_{11} 之里程數，其機率 $P(e)$ 為：

$$\begin{aligned}
 & P\{L_{11}, I_2(u_{11}, Y - F_{11}) > U_2(0, Y)\} \\
 & = P\{L_{11} = \ln B_{11} + m_{11}, f_{11} > N_2\} \\
 & = P(f_{11} + m_{11} = L_{11} - M_2, f_{11} > N_2) \\
 & = P(f_{11} > N_2 | q_2 = L_{11} - M_2) \times P(q_2 = L_{11} - M_2) \\
 & = \left\{ 1 - \Phi \left[\frac{N_2 - \rho_{f_{11}, q_2} \frac{\sigma_{f_{11}}}{\sigma_{q_2}} (L_{11} - M_2)}{\sigma_{f_{11}} (1 - \rho_{f_{11}, q_2}^2)^{1/2}} \right] \right\} \times Z \left[\frac{L_{11} - M_2}{\sigma_{q_2}} \right] \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \\
 & = (1 - \Phi_5) \times Z_2 \times \frac{1}{\sigma_{q_2}}
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$q_2 = f_{11} + m_{11}; \quad q_2 \sim \text{iidN}(0, \sigma_{q_2}^2); \quad \sigma_{q_2}^2 = \sigma_{f_{11}}^2 + \sigma_{m_{11}}^2 + 2\gamma_{f_{11}m_{11}};$$

$$\rho_{f_{11}, q_2} = \frac{\sigma_{f_{11}}}{\sigma_{q_2}} + \frac{\gamma_{f_{11}m_{11}}}{\sigma_{q_2} \sigma_{f_{11}}}$$

- f. 若持有機車之間接效用大於持有汽車之間接效用，則家計單位會選擇持有一部機車並實際使用 L_{11} 之里程數，其機率 $P(f)$ 為：

$$P(L_{11}, I_2(u_{11}, Y - F_{11}) > I_1(v_{11}, Y - C_{11}))$$

由於

$$\begin{aligned}
 & P\{I_2(u_{11}, Y - F_{11}) > I_1(v_{11}, Y - C_{11})\} \\
 & = P\left\{ \frac{1}{1 - \alpha_2} (Y - F_{11})^{1 - \alpha_2} + \frac{1}{\beta} \exp(J_{11} - \beta u_{11}) > \frac{1}{1 - \alpha_1} (Y - C_{11})^{1 - \alpha_1} + \frac{1}{\beta} \exp(Z_{11} - \beta v_{11}) \right\}
 \end{aligned}$$

假設 $Z_{11} = J_{11}$ ，則上式可改成：

$$\begin{aligned} & P\left\{\frac{1}{\beta}[\exp(J_{11} - \beta v_{11}) - \exp(J_{11} - \beta u_{11})] < \left[\frac{1}{1-\alpha_2}(Y - F_{11})^{1-\alpha_2} - \frac{1}{1-\alpha_1}(Y - C_{11})^{1-\alpha_1}\right]\right\} \\ & = P\left\{f_{11} < \ln\left[\frac{1}{1-\alpha_2}(Y - F_{11})^{1-\alpha_2} - \frac{1}{1-\alpha_1}(Y - C_{11})^{1-\alpha_1}\right] + \ln\beta - \ln[e^{-\beta v_{11}} - e^{-\beta u_{11}}] - \zeta_{11}R_{11}\right\} \end{aligned}$$

進一步推導成式(10)：

$$\begin{aligned} & P\{L_{11} = \ln B_{11} + m_{11}, f_{11} < N_4\} \\ & = P(f_{11} < N_4 | q_2 = L_{11} - M_2) \times P(q_2 = L_{11} - M_2) \quad (10) \\ & = \Phi\left(\frac{N_4 - \rho_{f_{11}, q_2} \frac{\sigma_{f_{11}}}{\sigma_{q_2}} (L_{11} - M_2)}{\sigma_{f_{11}} (1 - \rho_{f_{11}, q_2}^2)^{\frac{1}{2}}}\right) \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \times Z_2 \\ & = \Phi_6 \times \frac{1}{\sigma_{q_2}} \times Z_2 \end{aligned}$$

其中， σ_{q_2} ， ρ_{f_{11}, q_2} 之定義請詳見式(9)。