

臺灣地區多車輛家戶小客車、機車持有 與使用實證模型之研究

THE STUDY OF MULTI-VEHICLE HOUSEHOLD MIX DEMAND MODEL ON AUTO/MOTORCYCLE OWNERSHIP AND USE IN TAIWAN AREA

賴文泰 Wen-Tai Lai¹
呂錦隆 Jin-Long Lu²
姜渝生 Yu-Sheng Chiang³

(94年5月30日收稿，94年11月8日第一次修改，95年4月7日
第二次修改，95年8月31日定稿)

摘要

本研究旨在使用間斷性／連續性混合需求模型，探討多車輛家戶小客車、機車之持有與使用等決策行為之特性，而為能反映二者決策間之關係，模型係由同一效用函數進行推導，其中小客車持有數量、機車持有數量之選擇為巢式羅機模型，而使用量則為聯立之多元迴歸模型。實證校估結果顯示，小客車持有數量與機車持有數量之雙向影響關係並不顯著；持有數量與使用量間則有所影響，且相關程度係隨持有數量之增加而降低。至於多車輛家戶

-
1. 文藻外語技術學院企管系助理教授 (聯絡地址：807 高雄市建國三路 68 巷 6 號；電話：07-3426031 轉 6605；E-mail：david@thikhh.com.tw)。
 2. 長榮大學航運管理系助理教授 (聯絡地址：711 臺南縣歸仁鄉大潭村長榮路 1 段 396 號長榮大學航運管理系；電話：06-2785123 轉 2255；E-mail：jin@mail.cju.edu.tw)。
 3. 成功大學都市計劃系教授 (聯絡地址：701 臺南市大學路 1 號成功大學都市計劃系；電話：06-2364454，E-mail：yschiang@mail.ncku.edu.tw)。

個別車輛使用需求間之關係方面，個別小客車之使用量呈互補關係，個別機車之使用量亦呈互補關係；而小客車使用與機車使用則呈替代關係。由模型之政策模擬分析，可顯示價格策略對小客車或機車持有之抑制效果均不大，而對抑制小客車、機車之使用需求則較具有效果。

關鍵詞： 小客車持有與使用；機車持有與使用；間斷性／連續性混合模型；聯立方程式

ABSTRACT

This study tries to develop a mixed discrete/continuous demand model to analyze the characteristics of household's decision behavior on the ownership and usage of automobiles and motorcycles. The ownership of auto and/or motorcycle are modeled as nested logit models while the amount of use are modeled as simultaneous regression models. Both models are derived from the same utility function to avoid possible biased estimation results. Empirical analysis indicated that the relation between the ownership of automobiles and motorcycles are not significant, but do exist between the amount of their use. And the degree of relationship in usage would decrease as more autos and/or motorcycles are available. For multi-car families, the relation among the use of individual auto are compliment, same findings for motorcycle. But the relation among the use of autos and motorcycles are substitute to each other. Simulation analysis indicated that the cost effect on the ownership of auto or motorcycle is not significant, but is quite significant on the use of them.

Key Words: *Auto ownership and usage; Motorcycle ownership and usage; Mixed discrete/continuous model; Simultaneous equation*

一、前言

臺灣地區都市交通問題日益惡化，主要原因之一在於汽、機車數量之成長迅速，造成人、車、路三者間的發展失衡。此現象可具體以車輛數、道路長度之成長情形予以說明：臺灣地區小客車數量由民國 55 年之 18,209 輛，大幅增加至民國 93 年之 5,376,886 輛；在小客車數量成長快速之同時，機車數量亦隨之大幅成長，其數量於民國 55 年為 92,774 輛，而至民國 93 年已達 12,760,727 輛，即於近四十年間，小客車、機車之數量分別約成長了 300 倍、140 倍。在小客車、機車數量急遽增加之同時，道路長度之成長卻相對有限，臺灣地區道路長度由民國 55 年之 15,040 公里增加至民國 93 年之 38,197 公里，成長不及三倍。此項供需之不均衡發展除造成都市交通之擁擠外，道路交通事故、環境污染等問題亦隨之日益嚴重。

面對此一交通擁擠、交通安全、環境污染日趨惡化之問題，交通部曾研議推動多項措施（如提高牌照稅、燃料費、停車成本），然因無法掌握各項措施所能獲致之成效下，又考慮民意之因素，致遲遲未具體實施。舉例來說，汽車燃料費由隨車徵收改為隨油徵收已研議甚久，然推動此項措施所能抑止機動車輛成長之成效為何？應是政策推動前需客觀評估之課題。此外，國內多年來對於機車之管制幾近闕如，迄至近期，臺北市政府首推機車停車路邊收費，期藉價格機制來抑制一路攀升之機車需求，然此收費政策、費率標準（計次收費每次 20 元）所收成效為何？亦尚未能確切掌握。歸納言之，欲客觀、全盤地分析各項政策對小客車、機車需求之影響，需了解小客車、機車之持有與使用等密切相關卻不相同的需求特性，並同時針對該等特性進行深入之探討。

為了解小客車、機車之需求特性，並能有效進行政策分析工作，可藉助需求模型之建立。而檢視國內過去機動車輛需求模型之建立，早期囿限於研究方法，未對機動車輛之持有與使用進行聯合分析；迄至近期，二者之聯合分析才漸受重視且在方法上有所突破，惟其探討多集中在小客車持有與使用（如：姜淪生、廖仁哲^[1]、賴文泰^[2]），對於機車持有與使用之聯合選擇行為則少有探究。而在少數聯合探討小客車、機車持有與使用之研究（陳鴻文^[3]、周榮昌、陳志成、翁美娟^[4]、周榮昌等人^[5]、王薇晴^[6]、周榮昌、陳志成^[7]）中，囿限於模型之立論、使用之變數、應用之複雜度等項因素，致使模式之分析能力有所侷限。有鑑於此，本研究嘗試建立小客車、機車持有數量與使用量之混合需求模型，以聯合探討小客車、機車持有與使用之需求特性，並據以模擬政府曾研議措施之實施績效。

本文計分為七節，第二節旨在回顧有關小客車、機車持有與使用之研究，除藉以了解過去相關研究之發展外，亦有助於釐清本研究建構模型之特性；第三節在於說明實證分析模型之設定情形；第四節就本研究之問卷調查資料進行整理與分析；第五節在於利用所蒐集之問卷資料進行模型之實證分析；第六節則利用實證分析所獲致之結果，針對政府曾研議過之相關政策作一模擬與評估；第七節除綜結本研究之結論外，亦對建議事項作一說明。

二、文獻回顧

早期關於小客車需求之探討，大多使用總體資料探討小客車持有數量之決策，分析之方法主要包括存量調整模型^[8,9]、外推模型^[10]、計量經濟^[11]等項總體模型。由於總體模型不具行為解釋及政策分析能力，故使用個體資料構建小客車需求模型，已成為晚近發展之主流。而個體模型應用於小客車持有決策之研究，初期多在探討小客車之持有數量或持有型式，鮮少針對車輛之使用程度予以探究。直至 1970 年代發生能源危機後，能源之消耗問題漸受重視，其中小客車使用所耗損之能源占有一定的比率，故陸續有研究^[12-14]從事小客車使用量之探討。惟囿限於研究方法，早期小客車需求之研究並未對行駛量、持有數量之選擇進行聯合分析，迄至 1980 年代後，隨著個體經濟理論方法之發展，開始有許多

研究^[15-17] 著重於車輛使用量與持有數量之聯合決策。檢視這些研究，大多採混合間斷性／連續性選擇方法，視小客車持有數為間斷性選擇，使用量為連續性選擇，據以發展出小客車持有與使用之聯合選擇模式。

相對於上述小客車需求之研究，有關機車需求之研究則少了許多，尤以國外因其機車數量較少，故鮮少探討機車之特性。而國內從事機車需求之研究中，早期以探討機車持有為主，舉其要者包括：周宏彥^[18] 採多項羅機模式、巢式羅機模式分別建立汽、機車型式及數量聯合選擇模式，其研究結果指出機車與小客車持有應同時考量而建立聯合選擇模式，不宜個別建構獨立之機車持有模式及小客車持有模式；李治綱等人^[19] 嘗試以「創新擴散理論」(innovation diffusion theory) 推導出機動車輛持有之羅機模式，其實證分析結果顯示，臺灣地區之小客車與機車持有間存在某些程度的替代性。除了上述探討機車持有需求之研究外，近來有關機車之研究^[20-23]，多在探討機車使用者所重視之屬性，並藉由研究成果之發現建議政府可採行之機車管制策略，諸如：發展大眾運輸、加強停車管理、提高稅費等措施，惟該等研究尚未對家戶汽、機車持有數量與使用量之需求特性進行探討。

為探討家戶汽、機車持有數量與使用量之需求特性，陳鴻文^[3] 採卜瓦松迴歸模式建立家戶持有汽、機車數量模式，以探討家戶特性對汽、機車持有數量之影響；而汽、機車使用量則以結構方程式構建模式，藉其了解家戶汽、機車使用量間之關係。經由實證結果顯示，家戶持有機車數與持有汽車數為替代關係；家戶汽車與機車間之使用量亦呈替代關係。周榮昌、陳志成、翁美娟^[4] 透過 Order Bivariate Probit 模式之應用，建立家戶汽、機車持有的聯合機率模式，藉以探討家戶汽、機車持有的替代／互補性；其次利用相似無相關迴歸 (seemingly unrelated regression, SURE) 模式的建構，來討論家戶汽、機車使用量之相互關係。該研究結果顯示，臺灣地區家戶汽、機車之持有與使用皆呈替代關係。上述二項研究分別探討了汽、機車持有數量與使用需求間之關係，惟其視持有與使用需求為獨立而分別建立模型，即尚未聯合探究持有及使用需求間之相互影響。

上述未能聯合考量機車持有、使用之情形，隨著小客車持有、使用量混合需求模式之發展，國內開始有研究從事小客車、機車持有數量與使用需求間之探討：

周榮昌等人^[5] 利用消費者選擇理論，透過需求函數與效用函數的轉換，構建家戶汽、機車持有與使用之聯合決策模式，惟該模式僅探討家戶汽、機車持有總數在二輛以下之情形，未充分符合臺灣地區平均每一家戶持有汽、機車總數已超過二輛之現實。王薇晴^[6] 以周榮昌等人^[5] 所建立之聯合決策模式為理論基礎，並放寬該模式中家戶持有二輛車輛的限制，而使模式能探討持有汽、機車總數為三輛之家戶；該研究共區分為十四種情況，並依各類情況建構購車選擇機率函數與使用需求函數，此項分類致使設定之參數眾多，一般之校估軟體難以勝任，故其自行撰寫程式，採用基因演算法校估之，惟該校估方法無法得知參數之相關統計量，而為彌補無法得知參數統計量之不足，其雖另行以迴歸模式測試參數的代表性，但說服力仍稍嫌不足。周榮昌、陳志成^[7] 發展了一間斷性／連續性模式，以探討家戶汽、機車持有與其使用量之關係，該模式包括家戶之汽機車持有水準、汽車使用量、機車使用量等三個子模式。

上述王薇晴^[6]、周榮昌、陳志成^[7]之研究架構了一理論模型，可探討家戶汽、機車持有數量與使用量間之相互影響特性；惟其在設定汽、機車持有之間斷性選擇模型時，將家戶汽、機車持有總數限制在三輛以下（即僅考慮持有汽車與機車總數一輛、二輛、三輛之家戶），且其替選方案之研擬係採汽車與機車之組合，例如：持有一輛車家戶之替選方案為 0 輛機車 1 輛汽車、1 輛機車 0 輛汽車等二項方案，致無法單獨解釋汽車持有、機車持有之需求特性，因而侷限了模型之解釋與應用能力。此外，上述研究假設汽、機車間之使用量無關，故亦無法探討汽、機車使用量間之影響關係。

歸納上述之研究可知，早期家戶機動車輛需求之研究係以探討小客車持有數量、型式為主，其後，隨著個體經濟方法之發展，陸續有許多研究著重於車輛持有數量與使用量之聯合決策，而這些研究之成果多數顯示車輛持有與使用需求間呈雙向影響關係；惟過去探究車輛持有與使用之對象多為小客車，較少對機車之需求特性從事探討。基於此項發展背景，近期開始有研究對小客車、機車之持有及使用需求進行探討，惟這些研究在小客車、機車持有與使用之立論方面尚存在了若干課題：多數研究^[3,4,18-23]未探究小客車、機車持有數量與使用量之雙向影響關係；周榮昌等人^[5]、王薇晴^[6]、周榮昌、陳志成^[7]雖聯合考慮了小客車、機車持有與使用之聯合決策，但其假設小客車、機車間之使用量無關，且無法單獨區分出汽車持有、機車持有之需求特性。有鑑於此，本研究擬建構一混合需求模型，除據以探討小客車持有數量、機車持有數量之決策行為外，尚能同時反映持有與使用間之雙向影響關係，並可探究家戶小客車、機車使用需求間之影響關係。

三、模型設定

3.1 模型設定之基本假設與推導

本研究設定模型時之立論與基本假設說明如下：

1. 家戶在進行小客車、機車此兩種運具之持有數量決策時，可能會受某些共同因素之影響，而呈雙向影響關係，故本研究視家戶持有小客車、機車數量為一聯合選擇之決策，以避免二者間影響關係並非獨立之情形下，將使模型估計結果產生偏誤。
2. 家戶對小客車、機車持有數量與使用需求之決策，乃在家戶所得的預算限制下，追求同一效用最大化。
3. 家戶小客車、機車持有與使用之決策間具有相關 (interrelated) 與聯立 (simultaneous) 的關係，且為某些共同因素所影響。
4. 多小客車家戶中，個別小客車之使用量具聯立關係；同樣地，多機車家戶中，個別機車之使用量亦具聯立關係。

依循上述推論，本研究利用消費者效用最大化理論架構一間斷性／連續性選擇模式，此項模式之基本特性係間斷性選擇與連續性選擇源於同一效用函數，其中，間斷性選擇方

案之機率可經由效用函數與效用誤差項分配型態之設定而求得；而連續性選擇模型若由直接效用函數推導，則除少數設定簡單之直接效用函數外，其推導程序十分繁複且不易處理，致需求函數不易求出。因此，此項推導工作一般多將效用函數設定為間接效用函數，再使用洛伊定理 (Roy's Identity^[24])，如式 (1) 對間接效用函數進行推導而求得。

$$\bar{x}_i = -\frac{\partial \bar{V}_i}{\partial p_i} / \frac{\partial \bar{V}_i}{\partial Y} \quad (1)$$

式中， \bar{x}_i ：連續性選擇之需求函數；

\bar{V}_i ：間斷性選擇之間接效用函數；

p_i ：單位使用成本 (每公里使用成本)；

Y ：所得。

上述說明了本研究模型設定之基本假設與使用方法之基本特性，具體之模型設定作業說明如下：

家戶小客車持有數量、機車持有數量與其使用需求之直接效用函數可定義為：

$$u = u(x_a, x_m, \varphi_{a1}, \varphi_{a2}, \dots, \varphi_{m1}, \varphi_{m2}, \dots, z) \quad (2)$$

式中， u ：直接效用函數；

x_a ：家戶小客車使用量；

x_m ：家戶機車使用量；

φ_{ai} 、 φ_{mj} ：分別代表與小客車 i 使用需求、機車 j 使用需求有關之屬性向量 (例如：小客車、機車之使用成本、家戶社經變數)；

z ：每年支付於小客車、機車以外之其他財貨的總支出。

由於小客車 (或機車) 之使用量須在該小客車 (或機車) 被選擇持有之條件下方能觀測到，因此，式 (2) 可改以條件效用函數 (\bar{u}_{am}) 表示為：

$$\bar{u}_{am} = \bar{u}_{am}(x_a, x_m, \varphi_{ai}, \varphi_{mj}, z) \quad (3)$$

家戶將在所得條件限制 (如式 (4)) 下追求效用最大化，而欲求解此項所得條件限制下之效用最大化問題，可經由拉格蘭茲函數 (Lagrange function) 之建立，推導出條件之使用需求函數。

$$(p_a x_a + C_a) + (p_m x_m + C_m) + z = Y \quad (4)$$

式中， p_a ：家戶小客車之單位燃油成本；

C_a ：家戶小客車之持有成本；

p_m ：家戶機車之單位燃油成本；

C_m ：家戶機車之持有成本；

Y ：家戶所得。

上文提及，除少數設定簡單之直接效用函數外，不易由直接效用函數推導出使用需求函數，因此，將式 (3) 之直接效用函數改採間接效用函數 (如式 (5)) 予以替代。

$$V_{am}(p_a, \varphi_{ai}, p_m, \varphi_{mj}, Y) = \bar{u}_{am}(\bar{x}_a(p_a, \varphi_{ai}, Y - C_a - C_m), \bar{x}_m(p_m, \varphi_{mj}, Y - C_a - C_m), \varphi_{ai}, \varphi_{mj}, \bar{z}) \quad (5)$$

式中， $V_{am}()$ 表家戶小客車持有水準 a 、機車持有水準車輛 m 之間接效用函數。而由於效用函數具隨機性，故 $V_{am}()$ 可分解為可衡量效用與不可衡量之隨機誤差項，若進一步假設隨機誤差項為符合特殊分配之機率密度函數，可求解間斷性選擇方案之機率。

至於屬連續性變數之車輛使用需求函數方面，可使用洛伊定理對上述之間接效用函數進行推導而得，惟值得注意的是，此項需求函數存在著選擇性偏誤 (selectivity bias)，其因係車輛持有的自我選擇行為所導致，即樣本觀測值經由樣本選擇規則 (在此為效用最大) 區分為各類車輛持有水準之家戶，而吾人僅可觀測到家戶已持有車輛的實際使用量，對於未持有車輛之潛在使用量則無法觀察，因此，無法據以推論母體之真正需求。而依此受限制內生變數 (limited-dependent variable) 建立之迴歸方程式，將產生選擇性偏誤，須進一步修正此偏誤。

綜上所述，本研究利用消費者效用最大化理論架構一間斷性／連續性選擇模式，其模式建構之要點有二：

1. 設定小客車、機車持有數量之間接效用函數與效用誤差項之分配型態，據此建立小客車持有數量、機車持有數量之間斷性選擇模式。
2. 由設定之間接效用函數，利用洛伊定理推導出小客車、機車使用量之連續性需求函數，惟此函數僅能以觀察到的樣本進行校估，存在選擇性偏誤問題，須進一步修正此偏誤。

根據上述要點所建構之小客車、機車持有數量選擇模型說明於 3.2 節；小客車、機車使用量需求模型則說明於 3.3 節。

3.2 小客車、機車持有數量選擇模型之設定

在過去計量經濟之文獻中，有多種符合上述兩項要點之間接效用函數型態，但其中甚少具備計算簡易且能處理固定成本之特性，對此，本研究參考 Hensher 等人^[17]之作法，將式 (5) 之間接效用函數設定為可處理的校估型態 (如式 (6))：

$$V_{am} = \left[\beta_i(Y - C_a - C_m) + \theta_k F_a + \alpha_l F_m + \sum_z \gamma_z S_z \right] (e^{-\beta_a p_a} + e^{-\beta_m p_m}) \quad (6)$$

其中， F_a ：家戶小客車持有水準 a 之使用成本；

F_m ：家戶機車持有水準 m 之使用成本；

s_z ：家戶社經變數；

$\beta_i, \theta_k, \alpha_l, \gamma_z, \beta_a, \beta_m$ ：參數；其他符號之代表意義同前。

根據上述之推論，家戶持有小客車、機車數量為一聯合選擇之決策，為探討此一聯合選擇行為，本研究採巢式羅機 (nest logit) 構建模型，即將式 (6) 之小客車持有數量、機車持有數量之聯合間接效用函數 V_{am} ，拆開成小客車持有特定部分 V_a 、與機車持有特定部分 $V_{m|a}$ ，並引入隨機項 (假設為一般極端值分配 (general extreme value distribution))，其型態如式 (7) 所示：

$$V_{am} = V_a + V_{m|a} + \varepsilon_{am} \quad (7)$$

此項巢式羅機模型之下層為機車持有數量選擇模型，上層為小客車持有數量選擇模型；模型之校估可採用二階段校估法，即先校估條件 (conditional) 之機車持有數量選擇模型，並進一步求得家戶在選擇小客車持有水準 a 之條件下，機車持有之最大效用 (即包容值)，再將包容值代入邊際之小客車持有數量選擇模型中，進行小客車持有數量選擇模型之校估工作。綜理言之，小客車持有水準 a 、機車持有水準 m 之選擇機率如式(8)~式(11)所示。

$$P_{am} = P_a \times P_{m|a} \quad (8)$$

$$P_a = \frac{\exp(V_a + \theta I_a)}{\sum_a \exp(V_a + \theta I_a)} \quad (9)$$

$$P_{m|a} = \frac{\exp(V_{m|a})}{\sum_m \exp(V_{m|a})} \quad (10)$$

$$I_a = \left(\ln \sum_{m_j \in D_a} e^{V_{m_j|a}} \right) \quad (11)$$

式中， P_{am} ：小客車持有水準 a 、機車持有水準 m 之聯合選擇機率；

P_a ：邊際之小客車持有數量選擇機率；

$P_{m|a}$ ：小客車持有水準 a 之條件下，機車持有數量選擇機率；

I_a ：包容值；

θ ：參數；其他符號之代表意義同前。

3.3 家戶小客車、機車使用需求模型之設定

上述小客車持有數量、機車持有數量選擇模型之間接效用函數，係設定為符合間斷性／連續性選擇模式之型態（如式 (6)），利用洛伊定理對此項間接效用函數進行推導，可分別求得小客車、機車之使用需求模型，其型式如下：

$$\overline{X}_a = \gamma S - \beta_1 p_a + \alpha_1 (Y - C_a - C_m) \quad (12)$$

$$\overline{X}_m = \gamma' S - \beta_2 p_m + \alpha_2 (Y - C_a - C_m) \quad (13)$$

式中， S 為家戶或個人社經變數； $\gamma, \gamma', \beta_1, \beta_2, \alpha_1, \alpha_2$ 為參數。

\overline{X}_a 、 \overline{X}_m 代表條件之家戶小客車、機車使用量，其存在著前文所述之選擇性偏誤。欲修正此一偏誤，可將誤差項之條件期望值（選擇修正項）視為自變數，納入迴歸模式中，再以最小方法從事校估，此一修正即所謂選擇誤差之修正（selectivity bias correction）。為進行此項選擇誤差之修正，本研究選用選擇修正項之型式如式 (14) 所示：

$$SCA = \frac{J-1}{J} \log \hat{Pr ob}_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^J \frac{\log \hat{Pr ob}_j}{J} \left[\frac{\hat{Pr ob}_j}{1 - \hat{Pr ob}_j} \right] \quad (14)$$

其中， J 為小客車（或機車）持有之可選方案數；

$\hat{Pr ob}_i$ 表示小客車（或機車）持有水準 i 之估計選擇機率。

經由選擇修正項之參數校估結果，可推論持有數量與使用需求間之關係。而本研究除探討持有數量與使用量等二項決策之影響關係外，另將探究多車輛家戶個別車輛使用間之影響關係，為此，本研究建構之小客車使用量模型，將以個別車輛為單位，其中，持有一輛小客車之家戶採迴歸方程式予以建立；多輛小客車家戶則將個別小客車之使用量視為模型之內生變數，採聯立方程式予以構建。此外，為反映小客車使用量與機車使用量間之影響關係，在建構個別小客車使用需求模型時，將「家戶機車使用量」採外生變數型式納入模型。綜理言之，多輛小客車家戶之使用量模型（以二輛小客車家戶為例）之具體型態如式 (15)、式 (16)。

$$\mu_{21} = a_{21} + \theta_{21} \mu_{22} + \beta_{21} p_{21} + \alpha_{21} (Y - C_a - C_m) + \gamma S + \lambda_{21} v_m + \eta_{21} SCA_{21} + \varepsilon_{21} \quad (15)$$

$$\mu_{22} = a_{22} + \theta_{22} \mu_{21} + \beta_{22} p_{22} + \alpha_{22} (Y - C_a - C_m) + \gamma' S + \lambda_{22} v_m + \eta_{22} SCA_{22} + \varepsilon_{22} \quad (16)$$

式中， μ_{2i} ：持有二輛小客車家戶之 i 輛小客車使用量；

p_{2i} ：持有二輛小客車家戶之 i 輛小客車單位燃油成本；

v_m ：家戶機車使用量；

SCA_{2i} ：選擇修正項；

ε_{2i} ：誤差項；

a_{2i} 、 θ_{2i} 、 β_{2i} 、 α_{2i} 、 λ_{2i} 、 γ' 、 γ'' 、 η_{2i} 為參數；其餘符號之意義同前。

機車使用量模型之建構方式相似於小客車使用量模型，即持有一輛機車之家戶採迴歸方程式予以建立，多輛機車家戶則視個別機車之使用量為模型之內生變數，採聯立方程式予以建構。同樣地，在建構個別機車使用需求模型時，「家戶小客車使用量」亦採外生變數型式納入模型中，以反映小客車使用量對於機車使用量之影響關係。

綜上所述，本研究採巢層方式建立小客車持有數量與機車持有數量之聯合選擇模型，此聯合選擇之效用函數係設定為符合間斷／連續選擇模式之型態，再藉洛伊定理分別推導出小客車、機車之使用需求函數，此使用需求函數存在選擇性偏誤，須進一步予以修正。另為反映多車輛家戶中個別車輛使用之替代／互補性，將個別車輛之使用函數組成一聯立方程式，藉此構成小客車、機車之持有與使用量混合需求模型。模型之整體架構如圖 1 所示。

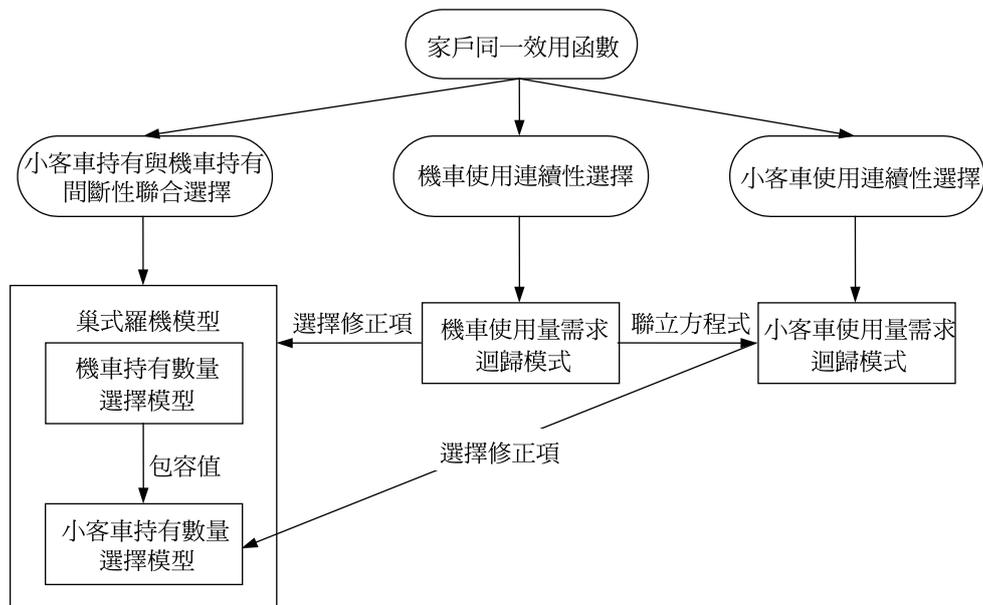


圖 1 模型之整體架構

3.4 模型估計

間斷性／連續性選擇模型之校估可使用充分資訊最大概似法 (FIML) 或二階段校估法(two-stage method)，由於本研究所建立之間斷性選擇為一巢式結構，且邊際之小客車持有數量與條件之機車持有數量選擇模型皆為非線性羅機模型，故欲以充分資訊最大概似法

進行校估，將面臨計算複雜與求解困難等問題。因此，本研究採二階段校估法，即第一階段先校估間斷性選擇之巢式羅機模型，再根據機車持有數量選擇模型、小客車持有數量選擇模型之校估結果，計算選擇修正項 (SCA)；第二階段則視選擇修正項為一獨立變數，納入小客車、機車使用量需求模型中進行校估。而此項使用量需求模型之校估工作，持有一輛小客車家戶與持有一輛機車家戶之使用量模型為一線性之迴歸模型，採最小平方方法予以校估；多車輛家戶之小客車、機車使用量模型為聯立方程式，其校估採三階段最小平方方法 (3SLS)。此外，關於第一階段巢式羅機模型之校估亦採二階段校估法，即先利用最大概似法，估計條件機車持有數量選擇模型中的參數，並求得包容值，並視包容值為一獨立變數，納入邊際小客車持有數量選擇模型後，再利用最大概似法估計小客車持有數量選擇模型之參數。

四、實證資料分析

本研究實證分析所進行之調查以住戶為單位，調查範圍為臺灣地區，調查方法採郵寄問卷方式。經此調查程序，進一步將小客車持有數、使用量與機車持有數、使用量等問項填寫不實或未填寫之問卷，視為無效問卷後，計回收有效問卷 1,391 份。在問卷內容方面，計包括小客車、機車持有與使用之相關資料、工作者通勤特性資料、及家戶社經資料等部分。有效樣本資料之統計分析簡述如下：

家戶持有小客車、機車之情形如表 1 所示，此項樣本之家戶小客車持有率、機車持有率分別為 0.87 輛／戶、1.68 輛／戶，相較於臺灣地區民國 92 年之小客車持有率 (0.72 輛／戶)、機車持有率 (1.76 輛／戶)，可發現二者之差距並不大。進一步分析此樣本之組成情形，在小客車持有數量方面，持有一輛小客車家戶所占比率 (56.08%) 最大，其次為未持有小客車之家戶 (29.76%)，持有二輛以上小客車家戶所占比率 (14.16%) 為最小。在機車持有數量方面，則以持有二輛以上機車之家戶所占比率 (50.4%) 最大，其次為持有一輛機車家戶之 38.38%、未持有機車家戶之 11.52%。而對二者進行交叉分析可知，持有一輛小客車且持有機車之家戶比率逾五成 (50.83%)；未持有小客車但持有機車之家戶約占總樣本之四分之一 (25.23%)；皆未持有小客車、機車之家戶則甚少，其占總樣本之比率為 4.53%。

為觀測不同小客車、機車持有水準下，家戶使用小客車、機車之需求量，表 2、表 3 彙整了家戶小客車、機車之每年總行駛公里數，由表中資料顯示，在持有一輛小客車之家戶中，其小客車每年行駛公里數之平均值為 14,812 公里；持有二輛以上小客車家戶之每年小客車總行駛量則為 28,988 公里，較僅持有一輛小客車家戶高出甚多，其顯示小客車持有水準增加時，小客車使用需求有隨之增大之趨向。在家戶機車使用需求方面，同樣地，家戶機車每年行駛量亦隨著機車持有水準而增加，持有一輛機車家戶之機車每年使用量為 3,886 公里；持有二輛以上機車家戶之機車每年總使用量增加至 6,852 公里。此外，進一

表 1 家戶持有小客車、機車數量之情形

家戶數量		機車數			合計
		0 輛	1 輛	2 輛(含)以上	
小 客 車 數	0 輛	63 4.53%	134 9.63%	217 15.6%	414 29.76%
	1 輛	73 5.25%	344 24.73%	363 26.1%	780 56.08%
	2 輛(含)以上	20 1.44%	56 4.02%	121 8.7%	197 14.16%
合計		156 11.22%	534 38.38%	701 50.4%	1,391 100%

表 2 家戶小客車之每年總行駛公里數

單位：公里

	零輛機車	一輛機車	二輛以上機車	平均值
一輛小客車	13,856	15,464	14,181	14,812
二輛以上小客車	32,476	29,676	28,093	28,988
平均值	17,680	17,454	17,659	17,670

表 3 家戶機車之每年總行駛公里數

單位：公里

	零輛小客車	一輛小客車	二輛以上小客車	平均值
一輛機車	4,779	3,711	2,593	3,886
二輛以上機車	8,075	6,580	5,310	6,852
平均值	6,791	5,190	4,482	5,568

步觀測家戶小客車、機車持有數量與使用量之交叉關係，發現家戶小客車持有水準增加時，家戶機車使用量有減少之趨向；而家戶小客車使用量在不同機車持有水準下，則沒有一致性之變化。

除了上述內生變數之樣本特性外，在不同小客車持有水準下之社經特性彙整如表 4 所示，由表中可知，各項社經變數（家戶人數、工作人數、小孩數、小客車駕照數、所得）隨著小客車持有數之增加而遞增。相對於此規則性，各項社經變數於不同機車持有水準下（如表 5），則未呈現一致性之變化，其中，家戶人數、工作人數、機車駕照數隨機車持有

水準之增加而遞增；但家戶小孩數、家戶所得則無一致性之規則，未持有機車家戶之平均小孩數為 1.08 人／戶，持有一輛機車家戶之平均小孩數增加至 1.68 人／戶，然持有二輛以上機車家戶之平均家戶小孩數 (1.50 人／戶) 則較持有一輛機車家戶為少。至於家戶所得向來被視為影響機動車輛持有之重要變數，其值一般預期與小客車持有水準呈正向關係，而樣本資料符合此項預期，惟家戶所得與機車持有水準則未呈現正向影響之趨勢，在樣本家戶中，未持有機車家戶之平均年所得最高 (105.77 萬元)，次之為二輛以上機車之家戶 (95.48 萬元)，最低為持有一輛機車之家戶 (88.84 萬元)。

表 4 家戶社經特性之統計分析 (依小客車持有數量予以區分)

家戶特性	小客車數			總計
	0	1	2 輛(含)以上	
家戶人數(人)	4.08	4.44	4.80	4.39
工作人數(人)	1.95	2.00	2.60	2.07
家戶小孩數(人)	1.17	1.68	1.55	1.51
小客車駕照數(人)	1.35	1.79	2.43	1.75
家戶年所得(萬元)	86.23	93.72	112.03	94.08

表 5 家戶社經特性之統計分析 (依機車持有數量予以區分)

家戶特性	機車數			總計
	0	1	2 輛(含)以上	
家戶人數(人)	3.49	4.09	4.82	4.39
工作人數(人)	1.71	1.75	2.39	2.07
家戶小孩數(人)	1.08	1.65	1.50	1.51
機車駕照數(人)	1.89	2.52	2.95	2.66
家戶年所得(萬元)	105.77	88.84	95.48	94.08

在小客車、機車持有與使用成本方面，持有成本包括車輛燃料費、牌照稅、折舊、保險費等項目，燃料費、牌照稅係由車輛之排氣量予以推估；折舊成本則以右式推估 (廖仁哲^[25])：折舊成本 = 車價 × [(1 - 0.25)^(車齡-1) - (1 - 0.25)^{車齡}]。經對樣本資料進行統計分析，在小客車持有成本方面，持有一輛小客車家戶之持有成本平均值為 78,842 元／年，持有二輛以上小客車家戶之持有成本平均值為 172,484 元／年；在機車持有成本方面，持有一

輛機車、二輛以上機車家戶之持有成本平均值分別為 15,651 元/年、31,283 元/年。使用成本則包括燃料成本、車輛保養維修費、過路費、停車費等項目，其中，持有一輛小客車家戶之每年小客車使用成本平均值為 57,872 元，持有二輛以上小客車家戶之每年使用成本平均值則為 115,736 元；至於機車之使用成本方面，持有一輛機車家戶、二輛以上機車家戶之每年使用成本平均值分別為 7,430 元、12,615 元。

五、實證分析結果

本研究利用上述之資料進行模型之實證分析工作，其結果說明如下：

5.1 機車、小客車持有數量選擇模型

小客車持有數量、機車持有數量之選擇集合分別包括：0 輛車、1 輛車、2 輛車以上等方案，各方案對於個別家戶皆假設為可選方案。模型建構時曾考慮之解釋變數及其意義彙整如表 6 所示。經不同函數之測試後，最終選用之模型說明如下所示。

5.1.1 機車持有數量選擇模型之校估結果

機車持有數量選擇模型之校估結果如表 7 所示。機車使用成本/家戶所得採共生變數方式處理，其估計值為負，符合先驗之知識，惟其參數估計值未具顯著性，顯示在機車使用成本占家戶所得比率不高之情形下，機車使用成本對機車持有水準之影響不大。「家戶所得減車輛持有成本」為共生變數，其校估之係數值為負，顯示機車持有水準係隨著所得水準之提高而減少，惟其顯著性不高，究其原因應係機車持有成本偏低，致一般家戶所得皆可支應，故家戶所得對機車持有水準之影響並不顯著。家戶工作人數設定為一輛機車、二輛以上機車之替選方案特定變數，其估計值皆為正且顯著，顯示家戶工作人數愈多，將提高家戶之機動性需求 (mobility requirement)，從而增加家戶持有機車之機率。機車持有駕照數視為二輛以上機車替選方案特定變數，其校估結果為正且顯著，表示家戶機車駕照數愈多，對機車需求愈大，使得家戶傾向持有多輛機車。由上述之校估結果可推論，在現階段機車持有成本、使用成本占家戶所得比率不高之情形下，各項經濟、價格變數 (家戶所得、使用成本) 對機車持有水準之影響不大，影響機車持有水準之變數主要為家戶旅運需求之多寡。因此，政府在思考機車存續及定位問題時，對於過去之刻板觀念^[26]：「機車為一落伍、過渡性的運具，其將隨著國民所得的提升、小客車持有率的增加而減少」，應重予思考與檢視。

5.1.2 小客車持有數量選擇模型之校估結果

小客車持有數量選擇模型之估計結果如表 8 所示，其中，關聯小客車持有與機車持有

表 6 機車、小客車持有數量選擇模型之解釋變數彙整表

解釋變數		說明
家戶所得減車輛持有成本 ($Y - C_a - C_m$)		定義為家戶所得減去小客車、機車持有成本；預期此項變數對持有小客車之效用有正面影響；而家戶隨著所得水準之提高而趨向持有小客車之情形下，機車持有水準可能因而減少。
小客車使用成本 (F_a) / 家戶所得		小客車使用成本包括燃料成本、車輛保養維修費、過路費、停車費等項目。預期小客車使用成本 / 家戶所得愈高，會降低家戶持有小客車之機率。
機車使用成本 (F_m) / 家戶所得		機車使用成本包括燃料成本、車輛保養維修費、停車費等項目。預期機車使用成本 / 家戶所得愈高，會降低家戶持有機車之機率。
家戶社經變數 (s_z)	家戶小孩數	家戶小孩數愈多，會增加家戶之基本支出，使家戶用以購買小客車、機車之所得減少，依此推斷家戶小孩人數對持有小客車、機車具有負面之影響；但另一方面，家戶小孩數愈多，會提高家戶之機動性需求，從而增加家戶持有小客車、機車之機率。因此，此項變數之係數符號可能為正亦可能為負。
	家戶人數	家戶人數愈多，家戶之旅運需求愈多，預期對持有小客車、機車方案具有正面之影響。
	小客車駕照數	家戶之小車駕照數愈多，預期對持有小客車方案具有正面之影響。
	機車駕照數	家戶之機車駕照數愈多，預期對持有機車方案具有正面之影響。
小客車單位燃油成本 (p_a)		小客車行駛每公里之燃油成本，此項價格變數預期對持有小客車方案具負面之影響。
機車單位燃油成本 (p_m)		機車行駛每公里之燃油成本，此項價格變數預期對持有機車方案具負面之影響。

之包容值，其估計值 (0.3178) 介於 0 與 1 之間，符合巢式羅機模式效用最大化之假設，惟其參數估計值在顯著水準 5% 下並不顯著異於零，顯示小客車持有數量與機車持有數量不可衡量效用之相關性並不顯著，即二項選擇之雙向影響關係不呈顯著。此二項選擇之影響關係在過去研究之發現並不一致，陳鴻文^[3]、周榮昌、陳志成、翁美娟^[4]之研究成果顯示小客車、機車持有為替代關係；廖仁哲^[25]之實證結果則顯示二者為互補關係。而本研究為進一步測試小客車、機車持有之替代 / 互補性，乃視小客車持有數量、機車持有數量為獨立之決策，另行建構一小客車持有數量選擇模型。具體之作法係將「機車持有數」以外生變數之型式置入小客車持有選擇模型中 (設定為一輛小客車、二輛以上小客車之替選方案特定變數)，並捨去包容值。其校估結果顯示，「機車持有數」之參數值為負且不顯

表 7 機車持有數量選擇模型校估結果

變數名稱	估計係數	t 值
持有一輛機車方案虛擬變數	0.6203	2.746
持有二輛以上機車方案虛擬變數	-1.149	-3.392
機車使用成本／家戶所得	-0.0853	-0.49
機車單位燃油成本 (元／公里)	-0.002	-0.781
工作人數 (人／戶)	0.3142	3.066*
家戶所得減車輛持有成本(萬元)	-0.00311	-0.358
機車駕照數(人／戶)	0.6805	10.064*
概似比指標 (ρm^2)	0.13	
僅包含常數之對數概似函數值 (LL(M))	-1332.93	
收斂時之對數概似函數值 (LL(β))	-1160.83	
樣本數	1,391	

說明：*為達 95%顯著水準者。

著 (t 值：-1.048)，即小客車、機車持有呈替代關係但不顯著。推測其原因是小客車具有較佳之安全性、舒適性，且為財富地位之表徵，此等特性促使多數家戶持有小客車；但機車具有停車便利、使用成本低之優勢，此等優勢使得機車具有小客車不可取代之特性。簡言之，在小客車、機車可滿足不同旅次目的及旅次長度需要之情形下，二者在臺灣地區已成為民生必需品，故其持有數量間之影響關係因而不明顯。

至於其他變數方面，家戶所得減車輛持有成本、小客車使用成本／家戶所得二項變數採共生變數方式處理，校估結果顯示，二項估計係數之符號均符合預期；在統計顯著性方面，二項變數皆呈顯著，此不同於其在機車持有數量選擇模型中不呈顯著之情形，此項結果應係小客車之持有成本、使用成本皆較機車高出甚多，故占家戶所得之比率亦較機車為大，致成本項對小客車持有水準之影響較機車持有水準之影響顯著。除上述變數外，家戶小孩數設定為一輛小客車、二輛以上小客車之替選方案特定變數；小客車駕照數為二輛以上小客車之替選方案特定變數，其參數估計結果顯示，家戶小孩數、小客車駕照數之增加將使家戶對持有小客車產生較大之需求。

5.2 小客車、機車使用量需求模型

為反映多車輛家戶中個別車輛使用間之影響關係，本研究利用個別車輛為單位建立使用量需求模型。在此特性下，本研究建立之使用量需求模型分為持有一輛小客車家戶、持有二輛小客車家戶、持有一輛機車家戶、持有二輛機車家戶等四類。值得一提的是，為進

表 8 小客車持有數量選擇模型校估結果

變數名稱	估計係數	t 值
持有一輛小客車方案虛擬變數	0.8211	6.077
持有二輛以上小客車方案虛擬變數	-0.9768	-3.353
小客車使用成本／家戶所得	-3.7532	-4.829*
小客車單位燃油成本 (元／公里)	-0.031	-1.98*
家戶小孩數 (人／戶)	0.3578	6.722*
家戶所得減車輛持有成本 (萬元)	0.00534	5.447*
小客車駕照數 (人／戶)	0.5624	7.797*
包容值	0.3541	1.237
概似比指標 (ρm^2)	0.22	
僅包含常數之對數概似函數值 (LL(M))	-1338.0	
收斂時之對數概似函數值 (LL(β))	-1041.759	
樣本數	1,391	

說明：*為達 95%顯著水準者。

行小客車使用量聯立方程式 (式 (15)、式 (16)) 之校估，需能將個別家戶之二輛小客車予以區分 (即歸類為 X_{21} 、 X_{22})，此項分類之原則需明確 (例如區分為主要車輛、次要車輛)，否則任意地分類將可能導致模型產生誤差 (Manning^[12])。而由於主要車輛、次要車輛之認定困難，故本研究參考相關研究^[10,17]之作法，將式 (15)、式 (16) 之相對應參數值設定為一致 (即 $a_{21} = a_{22}$, $\beta_{21} = \beta_{22} \dots$) 從事校估工作。同樣地，在進行機車使用量聯立方程式之校估時，亦將其相對應參數值設定為一致。

依循上述方式，建構機車、小客車使用量模型時，曾考慮之解釋變數及其意義彙整如表 9 所示。這些變數經置入模型進行不同函數之測試，發現有部分之社經變數於模型中之顯著性甚低 (例如性別變數於持有二輛小客車家戶、機車使用量模型)，而於模型中予以剔除後，最終選用模型之校估結果說明如表 9。

5.2.1 小客車使用量需求模型

小客車使用量需求模型分別針對持有一輛小客車、二輛小客車之家戶予以建立，二項模型之參數校估結果如表 10。以下分別就各估計係數之校估結果與其代表意義進行說明。

選擇修正項係代表關聯小客車持有與使用選擇之變數，其在持有一輛小客車模型之估計係數顯著異於零，表示持有一輛小客車之家戶，小客車持有選擇與小客車使用需求間存在雙向影響關係，惟其在持有二輛車之模型不呈顯著，此項校估結果意含：小客車持有與

表 9 機車、小客車使用量模型之解釋變數彙整表

解釋變數		說明
小客車單位燃油成本 (p_a)		代表直接影響小客車使用量需求的價格變數，此項成本愈高，預期小客車使用需求愈低。
機車單位燃油成本 (p_m)		代表直接影響機車使用量需求的價格變數，此項成本愈高，預期機車使用需求愈低。
家戶所得減車輛持有成本 ($Y - C_a - C_m$)		定義為家戶所得減去小客車、機車持有成本，此項變數值愈高，可消費其他財貨之能力愈強，依此，其值愈高，小客車、機車之使用量愈多；惟家戶所得愈高之家戶可能傾向於使用小客車，機車使用量因而減少，故此項變數對機車使用量之影響可能為正向或負向。
家戶社經變數 (S)	家戶小孩數	此變數用以測試家戶小孩數對小客車、機車使用需求之影響，預期家戶小孩數與小客車、機車之使用需求呈正向影響關係。
	家戶人數	此變數用以測試家戶人數對小客車、機車使用需求之影響，預期家戶人數與小客車、機車之使用需求呈正向影響關係。
	主要使用者年齡	此變數用以測試主要使用者年齡之高低與小客車、機車使用需求間之影響關係。
	主要使用者性別	此變數用以測試主要使用者性別與小客車、機車使用需求間之影響關係。
家戶機車使用量 (v_m)		採外生變數方式納入小客車使用量模型中，用以測試小客車使用量與機車使用量之影響關係。
家戶小客車使用量 (μ_a)		採外生變數方式納入機車使用量模型中，用以測試機車使用量與小客車使用量之影響關係。
選擇修正項 (SCA)		此變數係關聯小客車持有選擇與使用需求、機車持有選擇與使用需求之因子，其具體函數型式見式 (14)。

使用量間之相關程度會隨小客車持有數量的增加而降低，此與 Hensher 等人^[17]、廖仁哲^[25]、賴文泰^[27]所得之結果相同。此外，多小客車家戶個別小客車之使用需求關係方面，聯立方程式內生變數（小客車使用量）之估計係數為正，意謂臺灣地區之多小客車家戶中，個別小客車間之使用呈互補關係。至於小客車使用需求與機車使用需求之關係，「家戶機車使用量」變數在各小客車使用需求模型之參數估計值皆為負值且不顯著，顯示家戶機車使用需求之於小客車使用需求呈替代關係，惟其替代關係並不明顯。

至於解釋變數之校估結果，小客車單位燃油成本在各項模型之估計係數皆為負且顯著，意謂小客車單位燃油成本愈高，則小客車使用量之需求愈少。「家戶所得減車輛持有成本」變數在持有一輛小客車模型之估計係數為正且顯著，惟其在持有二輛小客車以上之模型並未呈顯著，此可能由於多小客車家戶之所得一般較高，對小客車使用之消費能力較

強，故其所得高低對小客車使用需求之影響較不明顯，此項結果與 Greene 與 Hu^[13]、Hensher 等人^[17]之研究有著相同之發現。此外，男性、年紀較輕的小客車使用者、小孩數較多之家戶有較高之小客車使用需求。

表 10 家戶小客車使用量模型校估結果

變數名稱	持有一輛小客車家戶		持有二輛小客車家戶	
	估計值	t 值	估計值	t 值
常數項	21.199	8.963	13.7993	5.821
主要使用者性別 (男性:0, 女性:1)	-2.1232	-1.526	—	—
主要使用者年齡 (歲)	-0.0751	-2.877*	-0.0704	-1.968*
家戶所得減車輛持有成本 (萬元)	0.0178	2.124*	0.011	1.007
小客車單位燃油成本 (元/公里)	-1.1607	-5.326*	-2.3118	-5.59*
家戶小孩數 (人/戶)	1.9493	4.86*	1.6639	3.299*
家戶機車使用量 (千公里)	-0.022	-0.659	-0.1537	-1.376
其他小客車使用量 (千公里)	—	—	0.4157	4.084*
選擇修正項	-26.8047	-8.512*	3.0173	0.717
R^2	0.1286		0.2464	
樣本數	780		189	

說明：1.*為達 95%顯著水準者。

2.因變數為家戶個別小客車每年行駛公里數 (千公里)。

5.2.2 機車使用量需求模型

機車使用量需求模型之參數校估結果如表 11，其中，二項 R^2 值偏低之現象與小客車使用量模型相似，其主因係本研究採個體資料建構模型，對於可能影響個別家戶車輛使用量的某些特殊因素 (如：個別車輛使用者主要從事活動的型態、對運具使用之特殊偏好等)，模型中之變數將難以反映，使得 R^2 值偏低；相關研究採個體資料建構車輛使用量模型者，其 R^2 值亦多出現偏低之現象，如：Mannering^[12]、Golob 等人^[14]建立小客車使用量模型之 R^2 值分別為 0.23、0.115。至於各變數之校估結果與其代表意義說明如下。

選擇修正項之參數估計結果相似於小客車使用需求模型，即在持有一輛機車模型之估計係數顯著異於零，而在持有二輛機車家戶之使用需求模型不呈顯著，意含機車持有與使用量等二項決策間之相關程度亦隨機車持有數量的增加而降低。聯立方程式之內生變數 (機車使用量) 之估計係數為正，意謂臺灣地區之多機車家戶中，個別機車間之使用呈互補關係；至於小客車使用需求對機車使用需求之影響，由「家戶小客車使用量」變數在各機

車使用需求模型之參數估計值皆為負值，顯示家戶之小客車使用需求對於機車使用需求亦呈替代關係。若進一步觀察其參數之顯著性，「家戶小客車使用量」變數在各機車使用需求模型皆顯著異於零，此相較於「家戶機車使用量」在小客車使用需求模型中不呈顯著之情形，顯示家戶小客車使用量對於機車使用量之替代性，較機車使用量之於小客車使用量之替代性來得明顯。在其他解釋變數之校估結果方面，機車單位燃油成本估計係數之符號符合先驗知識之預期；男性、年紀較輕的機車使用者、小孩數較多、所得較高之家戶有較高的機車使用需求，此與小客車使用需求有相同之趨向。

表 11 家戶機車使用量模型校估結果

變數名稱	持有一輛機車家戶		持有二輛機車家戶	
	估計值	t 值	估計值	t 值
常數項	-1.5135	-0.511	2.8056	4.397
主要使用者年齡 (歲)	-0.03	-2.378*	-0.0367	-4.688*
家戶所得減車輛持有成本 (萬元)	0.0044	1.801	0.0026	2.816*
單位燃油成本 (元/公里)	-0.4826	-1.176	-0.9094	-4.416*
家戶人數 (人/戶)	0.4084	3.139*	—	—
家戶小孩數 (人/戶)	—	—	0.1511	3.4*
家戶小客車使用量 (千公里)	-0.0439	-5.762*	-0.0026	-2.164*
家戶其他機車使用量 (千公里)	—	—	0.4808	4.89*
選擇修正項	-6.5761	-2.376*	-1.257	-1.404
R^2	0.10		0.1735	
樣本數	489		647	

說明：1.*為達 95%顯著水準者。

2.因變數為家戶個別機車每年行駛公里數 (千公里)。

六、運輸政策之模擬與評估

本節首先利用彈性之概念說明相關政策變數變動時，對於小客車、機車持有與使用之影響；接著就所建構之模型模擬政府擬議實施之相關政策，對小客車、機車持有數量與使用量產生之影響效果。

6.1 小客車持有、機車持有彈性分析

在間斷性選擇模型中，彈性包括個體彈性與總體彈性兩類，在進行分析時，一般皆先

計算個體彈性 (相關變數變動 1% 時, 個體家戶需求值變動之百分比), 再根據個體彈性計算總體彈性 (相關變數變動 1% 時, 方案總體機率的變動百分比)。而由於本研究建構之小客車、機車持有數量選擇模型為一非線性之羅機模型, 在彈性推導上較線性羅機模型為複雜, 其推導後之具體型式舉小客車持有數量選擇模型中之小客車使用成本為例說明如下:

$$E_{VI}^{P_n(1)} = \frac{\partial P_n(1)}{\partial V_1 I} \cdot \frac{V_1 I}{P_n(1)} = \beta_{VI} \cdot (e^{-\beta_a P_a} + e^{-\beta_m P_m}) \cdot V_1 I \cdot (1 - P_n(1)) \quad (17)$$

$$E_{VI}^{P_n(2)} = \frac{\partial P_n(2)}{\partial V_2 I} \cdot \frac{V_2 I}{P_n(2)} = \beta_{VI} \cdot (e^{-\beta_a P_a} + e^{-\beta_m P_m}) \cdot V_2 I \cdot (1 - P_n(2)) \quad (18)$$

式中, $E_{VI}^{P_n(i)}$: 家戶 n 持有 i 輛小客車時之小客車使用成本個體彈性;

$P_n(i)$: 家戶 n 持有 i 輛小客車之機率;

$V_i I$: 持有 i 輛小客車之使用成本/家戶所得;

β_{VI} : 小客車使用成本/家戶所得之係數; 其餘符號之意義同前。

上述之個體彈性可依式 (19) 之型式計算總體彈性:

$$E_{VI}^{\bar{P}(i)} = \frac{\sum_{n=1}^N E_{VI}^{P_n(i)}}{\sum_{n=1}^N P_n(i)} \quad (19)$$

本研究選取具運輸政策意義的價格變數 (持有成本、使用成本) 來進行小客車持有數量、機車持有數量之總體彈性分析, 其中, 在機車持有數量選擇模型之彈性方面, 由於價格變數在模型中之顯著性甚低, 且經運算之彈性值亦甚小 (皆小於 10^{-2}), 故於此不予分析機車持有數量之彈性。在小客車持有數量選擇模型方面, 小客車持有數量之價格彈性均屬偏低, 持有一輛、與持有二輛以上小客車之選擇機率對小客車持有成本的需求彈性分別為 -0.019 、 -0.077 。相較於小客車持有成本之價格彈性, 小客車使用成本之彈性則較高, 其持有一輛、持有二輛以上小客車之彈性值分別為 -0.127 、 -0.415 。

6.2 小客車、機車使用量需求彈性分析

小客車使用量、機車使用量屬連續性之選擇, 其彈性之定義為某屬性值變動 1% 時, 對小客車、機車使用量的變動百分比。此項彈性並非定值, 係隨迴歸線上不同點之變動而異, 故一般常採用屬性平均值來計算其彈性。以小客車使用量之家戶所得減車輛持有成本 ($y_a = Y - C_a - C_m$) 為例進行推導, 可得結果如式 (20)。

$$E^{VKM} = \frac{\partial VKM}{\partial y_a} \cdot \frac{\bar{y}_a}{VKM} = \beta_{y_a} \frac{\bar{y}_a}{VKM} \quad (20)$$

式中, VKM : 小客車使用量;

\overline{VKM} ：小客車使用量之平均值；

y_a ：家戶所得減車輛持有成本；

\bar{y}_a ：家戶所得減車輛持有成本之平均值；

β_{y_a} ：係數。

本研究於此選擇家戶所得減車輛持有成本、單位燃油成本等二項變數來進行小客車、機車使用需求之彈性分析，分析結果(表 12)顯示，多車輛家戶之使用成本彈性較持有一輛車家戶為高，此乃因持有一輛車之家戶無其他車輛可替代所致；另家戶所得對車輛使用量之彈性較小，此項結果與國內、外之多項研究(廖仁哲^[25]、賴文泰^[27]、Greene 與 Hu^[13]、Hensher 等人^[17])有相同之發現。

表 12 小客車、機車使用量之所得與價格彈性

	小客車使用量彈性		機車使用量彈性	
	持有一輛小客車家戶	持有二輛以上小客車家戶	持有一輛機車家戶	持有二輛以上機車家戶
家戶所得減車輛持有成本	0.103	0.072	0.104	0.07
單位燃油成本	-0.181	-0.381	-0.135	-0.287

6.3 運輸政策模擬分析

政府面對機動車輛急遽成長所衍生之諸多問題，多年來致力之政策方向主要有二：其一為發展大眾運輸，其二為控制機動車輛持有與使用之成長。其中，後者有多項措施倡議甚久，其顯例包括停車費率之提高、汽車燃料費由隨車徵收改為隨油徵收等，而檢視這些措施之精神，主要是期藉價格之機制來抑制機動車輛持有與使用之需求。這些政策或措施之意念可謂眾所能詳，惟各項措施所能獲致之效果為何？係推動各項措施之始須能掌握之要素；然因過去之研究未能將這些旅運決策明顯區分或同時考量，致欲模擬研議中措施之實施績效時多所囿限。藉由本研究同時考量小客車、機車持有與使用決策之需求模型，可較全面分析相關措施實施之績效，供政策研擬時之參考。以下舉汽燃稅由隨車徵收改為隨油徵收、機車停車收費等二項政府倡議已久之措施，說明此項分析工作：

(一) 汽車燃料費由隨車徵收改為隨油徵收

現行汽車燃料費採隨車徵收，其於模型中歸類為持有成本項；改為隨油徵收時，其費用將由持有成本項中扣除，改列於使用成本項。而由於持有模型之使用成本項的單位為元／年，隨油徵收政策則按每公升計價，故二者間需進行轉換。轉換之方法係將隨油徵收費

率除以燃油效率 (公升/公里)，推估得每公里徵收之燃料費，再乘以車輛每年行駛公里數，可得每年之汽燃稅總額，將此汽燃稅置入小客車、機車持有模型中，可進行不同隨油徵收費率對小客車、機車持有之影響。

根據上述之做法，本研究針對每公升收取 1.5 元、2 元、2.5 元、3 元、3.5 元等情境進行模擬，其中，在機車持有數量選擇方面，因使用成本變數在模型中之顯著性甚低，且經運算之彈性值亦甚小 (皆小於 10^{-4})，故於此不予分析汽燃稅改為隨油徵收對機車持有之影響。在小客車持有選擇數量方面，模擬結果 (如表 13) 顯示，汽車燃料費由隨車改為隨油徵收之措施，對抑制小客車持有之效果有限。探究此項結果之原因，因係在上述費率下之汽車燃料費占家戶所得之比率並不高，故對小客車持有之抑制成效有限。相對於小客車持有之抑制效果，汽燃費由隨車徵收改為隨油徵收對小客車、機車使用量之減少則較為明顯，其中，對多小客車 (或機車) 家戶之影響較持有一輛小客車 (或機車) 家戶為大 (如表 14 所示)。

表 13 汽燃費改為隨油徵收對小客車持有選擇機率之影響效果

隨油徵收費率	持有零輛小客車家戶 機率之變化比率	持有一輛小客車家戶 機率之變化比率	持有二輛以上小客車家戶 機率之變化比率
1.5 元/公升	0.22%	-0.11%	-0.12%
2 元/公升	0.32%	-0.15%	-0.16%
2.5 元/公升	0.42%	-0.2%	-0.25%
3 元/公升	0.52%	-0.25%	-0.27%
3.5 元/公升	0.61%	-0.29%	-0.32%

表 14 汽燃費改為隨油徵收對小客車、機車使用量之影響效果

隨油徵 收費率	持有一輛小客車家戶之小客車使用量 減少比率	持有二輛以上小客車家戶之小客車使用量 減少比率	持有一輛機車家戶之機車使用量 減少比率	持有二輛以上機車家戶之機車使用量 減少比率
1.5 元/公升	0.6%	2.33%	1.86%	3.98%
2 元/公升	0.8%	3.10%	2.48%	5.31%
2.5 元/公升	0.94%	3.88%	3.1%	6.63%
3 元/公升	1.19%	4.65%	3.72%	7.96%
3.5 元/公升	1.39%	5.43%	4.35%	9.29%

(二) 機車進行路邊停車收費

國內現行對抑制機車成長之措施幾近闕如，直至近期臺北市政府試辦機車路邊停車收費，乃有較顯明之機車管理政策，其採計次收費，停車費率為 20 元/次。為分析此項機車停車收費政策若全面施行之效果，本研究運用上述建立之實證模型進行模擬，模擬作業之進行乃假設每輛機車全年之停車次數為 250 次 (約為全年之工作天數)，再將計次之停車費率 (採 10 元/次、15 元/次、20 元/次、25 元/次、30 元/次等情境) 乘以此次數，求得屬於變動成本之停車費用，再將其分別代入機車持有、使用之需求模型中。模擬結果 (如表 15) 顯示，在上述費率之情境下，由於增加之停車費用占所得比率甚小，致機車持有選擇機率之變動甚微 (皆在 10^{-3} 以下)；然機車停車收費大幅增加了現行機車之變動成本，致對機車使用量之抑制則有明顯之效果。

表 15 機車停車收費對機車使用量之影響結果

機車停車費率	10 元/次	15 元/次	20 元/次	25 元/次	30 元/次
持有一輛機車之家戶	-4.53%	-6.81%	-9.08%	-11.35%	-13.62%
持有二輛以上機車之家戶	-8.81%	-13.21%	-17.61%	-22.02%	-26.42%

七、結論與建議

7.1 結論

本研究基於家戶追求同一效用最大化之假設，應用間斷性/連續性選擇模式發展了小客車、機車持有數量與使用量之聯合選擇模型。經由此項聯合選擇模型，除了可推論小客車、機車持有數量與使用量之個別影響變數後，亦可經由關聯二項決策變數之參數校估結果，探究本研究所探討決策相互間之影響關係，其獲致之結論說明如下：

1. 小客車持有數量、機車持有數量之聯合選擇行為係採用巢式羅機模式進行探討，二者影響關係可由包容值之參數校估結果予以推論，其估計值介於 0 與 1 之間，符合巢式羅機模式效用最大化之假設，惟其參數估計值在顯著水準 5% 下不顯著異於零，顯示家戶小客車持有數量與機車持有數量二項選擇之相互影響關係不呈顯著。
2. 為探討家戶小客車、機車持有水準與使用量間之內生影響關係，小客車與機車持有之效用函數設定為符合間斷/連續模式之型態，並由此效用函數利用洛伊定理，推導出小客車、機車使用量需求模型。在此模型型態下，由選擇修正項參數校估結果顯示，小客車持有數量與使用量等二項決策間之相關程度，會隨小客車持有數量的增加而降低；同樣地，機車持有數量與使用量等二項決策間之相關程度，亦隨機車持有數量的增加而降低。

3. 在多車輛家戶各小客車、機車之使用需求關係方面，多輛小客車家戶中，個別小客車間之使用呈互補關係；同樣地，多輛機車家戶中，個別機車間之使用亦呈互補關係。至於小客車與機車使用需求之影響關係，家戶機車使用需求之於小客車使用需求呈替代關係，但替代關係並不顯著；而家戶小客車使用需求對於機車使用需求亦呈替代關係，且其替代性較明顯。
4. 現階段機車持有成本、使用成本占家戶所得比率甚低之情形下，各項經濟、價格變數（家戶所得、使用成本）對機車持有水準之影響不呈顯著，影響機車持有水準之變數主要為家戶旅運需求之多寡；而在小客車持有需求方面，相對於成本變數在機車持有選擇模型中不呈顯著之情形，小客車持有成本、小客車使用成本對小客車持有水準之影響則呈顯著。
5. 小客車、機車使用需求模型之校估結果顯示，小客車、機車使用需求與燃油成本呈負向之影響，與家戶所得則呈正向影響關係；此外，男性、年紀較輕使用者、家戶人數、小孩數較多之家戶有較高之機動車輛使用需求。

7.2 建議

在小客車、機車持有與使用之管制政策及未來之研究方向上，本文有以下之建議：

1. 藉由需求彈性與政策敏感度分析之結果顯示，小客車、機車持有需求之價格（持有與使用之成本）彈性甚低，除非小客車、機車之持有成本、使用成本有大幅度之變動，否則對小客車、機車持有數量選擇之影響並不顯著，因此，過去擬議以提高稅費為手段來抑制小客車、機車持有需求之措施（如調高牌照稅、燃料費由隨車徵收改為隨油徵收），預期其成效將相當有限；至於藉價格機制控制小客車、機車使用需求則有較明顯之效果。藉此項結果可推論未來小客車、機車之管理與控制應著重在「使用為主、持有為輔」之策略，即藉由減少小客車、機車之使用需求來間接降低小客車、機車之持有需求。至於在小客車、機車持有數量之管理方面，由於價格手段之效果有限，應著重在數量管制等非價格之手段。
2. 一般改善交通問題之主要政策方向，除一方面藉價格的手段來控制私人運具持有與使用之成長外；另一方面則藉大眾運具服務水準之提升來降低私人運具之使用比率。本研究進行了小客車、機車等私人運具之持有與使用需求分析，後續可加入運具選擇之探討，以模擬私人運具使用成本、大眾運具服務水準之改變，對家戶持有與使用小客車、機車需求及運具選擇之影響，俾使模型之理論與政策分析層面更臻於完備。

參考文獻

1. 姜渝生、廖仁哲，「家戶同一效用最大化之小汽車持有與使用、工作運具混合需求模型之研究－臺灣地區之實證研究」，*運輸計劃季刊*，第二十七卷，第四期，民國八十七年，頁

- 543-582。
2. 賴文泰，「通勤行為與小客車需求混合模型之研究」，*運輸計劃季刊*，第二十八卷，第三期，民國八十八年，頁 379-408。
 3. 陳鴻文，「家戶特性與汽、機車持有數及使用量關係之研究—以臺北市為例」，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文，民國九十一年。
 4. 周榮昌、陳志成、翁美娟，「臺灣地區家戶汽機車相互持有與使用間的關係—Order Bivariate Probit 與 SURE 模式之應用」，*運輸計劃季刊*，第三十三卷，第四期，民國九十三年，頁 625-648。
 5. 周榮昌、寇世傑、施宗泓、王薇晴，「家計單位汽機車持有與使用之間斷性／連續性混合需求模式之研究」，行政院國科會專題研究計畫 (NSC89-2416-H-035-009)，民國八十九年。
 6. 王薇晴，「家計單位機動車輛持有與使用混合需求模式之研究」，逢甲大學交通工程與管理研究所碩士論文，民國九十年。
 7. 周榮昌、陳志成，「臺中市家戶機動車輛需求模式之研究—間斷性／連續性混合模式之應用」，*運輸計劃季刊*，第三十二卷，第二期，民國九十二年，頁 319-340。
 8. Roos, C. F. and Von Szeliski, V., *Factors Governing Changes in Domestic Automobile Demand, in The Dynamics of Automobile Demand*, General Motors Corporation, New York, 1939.
 9. Chow, G. C., *Demand for Automobiles in the United States*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1957.
 10. Tanner, C. F., "Long Term Forecasting of Vehicle Ownership and Road Traffic", *Journal of the Royal Statistical Society*, 141A, 1978, pp.14-63.
 11. Beesley, M. E. and Kain, J. F., "Urban Form, Car Ownership and Public Policy: An Appraisal of Traffic in Towns", *Urban Studies*, Vol.1, No.2, 1964, pp174-203.
 12. Mannering, F., "An Econometric Analysis of Vehicle Use in Multi-vehicle Household", *Transportation Research*, Vol.17A, No.3, 1983, pp.183-189.
 13. Greene, D. L. and Hu, P. S., "The Influence of the Price of Gasoline on Vehicle Use in Multi-vehicle Household", *Transportation Research Record* 988, 1984, pp.19-24.
 14. Golob, T. F., Bunch, D. S., and Brownstone, D., "A Vehicle Forecasting Model Based on Revealed and Stated Vehicle Type Choice and Utilisation Data", *Journal of Transport Economics*, Vol.31, 1997, pp.69-92.
 15. Berkovec, J. and Rust, J., "A Nested Logit Model of Automobile Holdings for One Vehicle Households", *Transportation Research*, Vol.19B, No.4, 1985, pp.275-285.
 16. De Jong, G. C., "An Indirect Utility Model of Car Ownership and Private Car Use", *European Economic Review*, Vol.34, 1990, pp.971-985.
 17. Hensher, D. A., Smith, N. C., Milthorpe, F. W., and Barmard, P. O., *Dimension of Automobile Demand-A Longitudinal Study of Household Automobile Ownership and Use*, Elsevier Science Publishing company Inc., 1992.
 18. 周宏彥，「家戶汽機車型式與數量選擇模式」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論

文，民國七十七年。

19. 李治綱、蕭銘雄、嵇允嬋，「機動車輛持有之時間序列模式」，*運輸計畫季刊*，第二十一卷，第一期，民國八十一年，頁 1-22。
20. 黃璽鳳，「以習慣領域探討運具選擇決策中屬性互動之研究—以臺北市機車使用者為例」，*國立交通大學土木工程研究所碩士論文*，民國八十三年。
21. 張瑞麟，「臺北市機車持有使用特性與管制影響之研究」，*國立交通大學交通運輸研究所碩士論文*，民國八十四年。
22. 藺培志，「機車停車管理對機車使用者停車行為影響之研究—以臺北市西門町與南陽街為例」，*國立交通大學交通運輸研究所碩士論文*，民國八十五年。
23. 楊家銘，「機車使用者涉入程度與運具選擇過程影響因素之關聯性研究—以臺北市為例」，*國立交通大學運輸科技與管理學系研究所碩士論文*，民國九十二年。
24. Hanemann, W. M., "Discrete/Continuous Models of Consumer Demand", *Econometrica*, Vol. 52, No.3, 1984, pp.541-561.
25. 廖仁哲，「小客車持有與使用、工作運具混合需求模型之研究」，*國立成功大學都市計劃研究所碩士論文*，民國八十五年。
26. 張勝雄，「從使用特性論機車之定位與交通管理措施」，*中華民國第二屆機車交通與安全研討會*，民國八十七年。
27. 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」，*國立成功大學交通管理科學研究所博士論文*，民國八十八年。

