

# 台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

## AN APPLICATION OF DISCRETE/CONTINUOUS MODELING FRAMEWORK ON HOUSEHOLDS' CAR/MOTORBIKE DEMAND MODELS IN TAICHUNG

周榮昌 Rong-Chang Jou<sup>1</sup>

陳志成 Chih-Cheng Chen<sup>2</sup>

(91年5月8日收稿，91年7月12日修改，92年3月26日定稿)

### 摘 要

本研究目的在於建立家戶汽機車持有與使用之決策模式。以往研究均僅針對家戶小汽車之持有與使用做探討，研究成果雖提供相當寶貴之見解，惟仍無法適用於台灣地區此一擁有龐大機車數量的運輸環境。有鑑於此。本研究乃發展一間斷性／連續性計量經濟模式來探討家戶汽機車持有與其使用量之關係。模式中共計包括家戶之汽機車持有水準、汽車使用量、及機車使用量等三個子模式。其中由模式系統中之變異共變異矩陣校估值結果均相當顯著之情況可證實本研究所發展同時考慮汽機車持有水準與其相對應使用量之模式系統是適當的。由彈性分析可知，家戶所得並無法以政策來加以控制。在每增加一元的固定成本和變動成本之中，整體而言變動成本對於抑制汽機車里程數之效果較大。因此，政府當局應該朝此方向研討出抑制家戶的車輛持有與使用的策略。

**關鍵詞：**間斷性／連續性計量經濟模式；汽機車持有與使用

- 
1. 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)。
  2. 國立中央大學產業經濟研究所博士班博士候選人。

## ABSTRACT

*Over the past decades there has been extensive investigation of the decision on car ownership and use. However, the decision on car/motorbike ownership and use has not been explored adequately. Without considering joint household decision on car/motorbike ownership and use, a study can be inadequate and less realistic since there is a great amount of motorbike users in Taiwan. The developed model in this research takes both cars and motorbikes into account and is explicitly based on the framework of discrete/continuous econometrics, in which the vehicle ownership choice decision, the motorbike use, and the car use are three submodels. The estimation results indicate that the framework developed in this study is suitable and adequate for the joint household decision on car/motorbike ownership and use. 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 adopting such strategies to reduce vehicle use.*

**Key Words:** *Discrete/continuous econometrics; Car/motorbike ownership and use*

## 一、緒 論

由於都市人口急遽增加及家戶所得水準提高，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。根據交通部統計處統計分析指出，以台灣地區而言，民國 81 年至民國 90 年底之人、車、路資料分別為，人口數量由 20,752 千人增至 22,216 千人，人口平均年成長率為 7.8 ‰；汽車的數量由 3,619 千輛增至 5,732 千輛，汽車平均年成長率為 6.5%，機踏車輛的數量由 7,649 千輛增加至 11,733 千輛，機踏車輛平均年成長率為 5.9%；道路長度由 29,758 公里增至 35,937 公里，道路長度之平均年成長率為 2.3%。<sup>3</sup> 由此可知，汽車及機車之平均年成長率均比道路長度之成長率高出許多，產生道路供不應求的現象，進一步導致交通阻塞及其他相關問題。

欲減少小汽車與機車對都市交通、能源損耗、及實質環境之衝擊，一方面需抑制小汽車、機車數量之成長，一方面則要推廣大眾運輸。上述策略可能眾所周知，但世界各國在小汽車與機車成長之控制上，成效卻依然有限。究其原因可能在於小汽車、機車隨所得之提高已漸成為一種必需品，因此欲控制其持有甚為困難。至於費率等政策或許可抑制小汽車、機車之使用，但未必能影響小汽車、機車之持有。持有與使用問題雖然未必呈因果關係，但彼此有關，他們部分為共同因子所影響，當持有選擇改變，則使用選擇亦會隨著改

3. 以上數據來自中華民國 90 年交通統計要覽（交通部統計處出版）及運輸資料分析，第二十四期（交通部運輸研究所出版）。

變，反之亦然。故小汽車與機車之持有與使用實為密切相關，並不宜單獨予以分析。欲研究小汽車與機車之需求，應同時對這兩個問題做深入的探討，始能評估真正有效之策略以對付日益困難的交通及其所產生之相關問題。

過去國內外有關小汽車成長預測模型大多針對小汽車之持有數，或對小汽車之持有與使用予以單獨考慮，直到最近小汽車持有與使用之聯合分析才開始受到重視且在方法上有所突破。雖然研究成果已提供相當寶貴之見解，然而，對於機車之持有與使用分析之相關文獻卻仍不常見，而台灣地區各家戶中之機車持有與使用卻又是一明顯之支出，因此若不將機車納入模式中加以考慮，則對台灣地區汽機車之分析結果將有所偏差而又不切實際。

有鑑於此，本研究乃發展一間斷性／連續性計量經濟模式，包括家戶之汽機車持有水準、汽車使用量、及機車使用量等三個子模式。其中汽機車持有數量水準為一間斷性 (discrete) 選擇，而其相對應之使用量則為一連續性 (continuous) 選擇，因此本研究之問題特性係屬於一混合間斷性／連續性之選擇模式，這類型模式須利用選擇修正項 (selectivity correction) 來修正汽機車使用量模式之選擇偏誤。透過此一模式將有效地捕捉影響汽機車持有與使用的因素，並能同時反映持有與使用量間之相關性，所得之結果將更能代表台灣地區家戶機動車輛的決策行為。注意此處之小汽車係指小客車。

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，第三節發展一間斷性／連續性計量經濟模式。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 與 Rust<sup>[1]</sup> 以巢式羅吉特構建出家戶對小汽車持有偏好之選擇模式；其主要假設為：若小汽車之款式可觀察之特性具有相似性，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。由於汽車的屬性 (如變動成本、車內座位、車重等) 具有高度相關性，透過巢式的分類可去除同巢內方案間獨立且不相關 (independence of irrelevant alternatives, IIA) 的問題，且保有不同巢方案間的 IIA 性質。

Berkovec<sup>[2]</sup> 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 (scrappage) 及新車供給加入模式中，以模擬 (simulation) 的方式預測不同消費群體對汽車持有之意願 (機率)，最後則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；模式主要創見同步處理個體模式與存量模式。

Jansson<sup>[3]</sup> 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<sup>[4]</sup> 認為由於科威特的特殊國情，如科威特人不使用大眾運輸而完全倚賴私人運具，以及其極高的所得等因素，若以間斷選擇模式估計其汽車持有並不恰當，此外，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% 以上之非科威特家庭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。

Chin 和 Smith<sup>[5]</sup> 利用總體模式將小汽車的需求量以 log-linear 型態表示之，影響小汽車持有的顯著變數為可支配所得、車價、財政稅捐及車輛操作成本等。並以迴歸模式分析新加坡政府的交通政策，如財政手段 (增加規費、道路收費等)、小汽車配額制 (vehicle quota scheme; VQS) 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<sup>[6]</sup> 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，並比較多項羅吉特與巢式羅吉特兩種不同模式結構，車輛持有選擇包括繼續持有小汽車與放棄小汽車或購車意願，車位選擇則為買車自備停車位三個可能取得車位憑證的替選方案。

## 2.2 汽車使用之相關研究

Mannering<sup>[7]</sup> 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。模式中視小汽車持有數、汽車型式為外生變數，僅探討家戶多部車使用量之分派，對於一般總體或個體模式中往往忽略個別汽車使用情形，相較之下，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<sup>[8]</sup> 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<sup>[9]</sup> 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<sup>[10]</sup>對汽車使用與車輛款式選擇作出聯合估計，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。

de Jong<sup>[11]</sup>發展出汽車持有與使用之聯合估計模式，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<sup>[12]</sup>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<sup>[13]</sup>首先探討小汽車持有與使用的聯合選擇問題，其模式結構屬於混合間斷性／連續性選擇模式，間斷性選擇使用 logit 模式與 probit 模式，而連續性選擇則使用迴歸模式。在間斷性選擇方面，考慮持有數之間斷性方案選擇 (零持有與持有一部車)，而在連續性選擇方面，利用選擇修正項來修正小汽車使用量模式的選擇偏誤。由於校估軟體之限制，該研究在構建小汽車持有與使用之混合間斷性／連續性選擇模式時，乃分別構建持有數的選擇機率模式與使用量模式，並分別設定其解釋變數。

廖仁哲<sup>[14]</sup>嘗試由家戶同一效用函數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；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。該研究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，小汽車持有數量選擇與小汽車使用量選擇間之相關性會隨小汽車持有數量的增加而降低，亦即選擇持有多部小汽車並非完全基於小汽車使用之需要。此外，分析小汽車持有價格彈性與所得彈性結果偏低，表示小汽車屬於民生必需品，欲以提高小汽車持有成本之價格手段來抑制小汽車持有，並無法盡其效。最後該研究亦提出影響混合需求模式之相關或共同因素為：家戶附近停車狀況、私人運具及大眾運輸工具之工作可及性、小汽車單位使用成本及小汽車工作使用比率。

賴文泰<sup>[15]</sup>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。為探究各項決策行為之相互影響關係，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。上述之聯立方程式模式與間斷性／連續性選擇模式係經由小汽車持有選擇模式予以關聯，而藉

此構成通勤距離、小汽車持有與使用、工作運具選擇之混合需求模型。建立之模型經以台灣地區之家戶資料進行實證分析，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<sup>[16]</sup>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<sup>[17]</sup>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；透過時間序列資料的運用，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 等人<sup>[18]</sup>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。其中影響汽車持有時程的因素包括汽車屬性、個人及家戶之社經背景、總體經濟發展及汽車市場屬性。影響車輛型式選擇之因素包括固有車輛的屬性、替代選擇屬性及其所得與變動成本的屬性。影響汽車使用里程的重要變數包括所得、固定成本、變動成本及社經變數等。影響燃油效率的變數則為旅次長度、驗車次數及駕駛型態等。

Yamamoto 和 Kitamura<sup>[19]</sup>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，結果顯示影響家戶小汽車持有的重要顯著變數為是否為二手車、行駛里程、所得及主要使用者之年齡等。而實際與預期兩者間之誤差項則以 mass point 模式加以捕捉之。

閻潔<sup>[20]</sup>應用存活理論之持續時程模式探討消費者運具持有時程，使用 Cox 等比例危險模式建立消費者運具轉換行為模式，模式中將消費者前一部運具持有時程視為應變數，自變數則包括社經變數、政策變數與購車需求變數。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，且大多數研究均分別構建小汽車持有與使用之模式。

然而有關汽機車之同時持有與使用選擇模式之研究則是非常匱乏的，若僅專注於汽車之研究將無法反映台灣特有的機車文化，如此一來對家戶之購車決策的了解將是不完整且

不正確的。有鑑於此，本研究乃發展一間斷性／連續性計量經濟模式，此模式將包括家戶之汽機車持有水準、汽車使用量、及機車使用量等三個子模式。其中汽機車持有數量水準為一間斷性選擇，而其相對應之使用量則是連續性決策，透過此一模式將有效地捕捉影響汽機車持有與使用的因素，並能同時反映持有與使用量間之相關性，所得之結果將更能代表台灣地區家戶機動車輛的決策行為。

因此本研究在理論創新上延伸以往單一的離散及單一的連續模式至成為單一的離散及兩個連續的模式，並透過兩個修正項來連結成為一系統模式，概似函數因而更形複雜。實務貢獻上，本研究將此理論應用至機車數目眾多之台灣，將更能反映台灣家戶同時擁有汽機車之特性，此特性是國外沒有的，而此亦為賴文泰<sup>[15]</sup>所未考慮到的。

### 三、研究方法

本研究發展一間斷性／連續性計量經濟模式，包括家戶之汽機車持有水準、汽車使用量、及機車使用量等三個子模式。其中汽機車持有數量水準為一間斷性選擇，而其相對應之使用量則是連續性決策。以下針對本研究擬採用之模式系統進一步介紹說明如後。

#### 3.1 模式系統

本研究之模式系統包括上述之三個子模式，若以指標  $I (i = 1, \dots, I)$  代表持有水準（詳表 1， $I = 3$  為例），指標  $q (q = 1, \dots, Q)$  代表家戶，則此三個子模式可以表示如式(1)。

$$\begin{aligned} u_{qi}^* &= \beta_i' Z_{qi} + \varepsilon_{qi} \\ C_{qi} &= \theta_i' x_{qi} + w_{qi} \\ M_{qi} &= r_i' y_{qi} + \eta_{qi} \end{aligned} \quad (1)$$

$u_{qi}^*$ ：家戶  $q$  在持有水準  $i$  之下的間接（隱藏）效用；

$C_{qi}$ ：家戶  $q$  在持有水準  $i$  之下的每一輛汽車之對數汽車使用量（將汽車使用量取對數，汽車之使用量為其行駛里程數，單位：千公里／年）；

$M_{qi}$ ：家戶  $q$  在持有水準  $i$  之下的每一輛機車之對數機車使用量（將機車使用量取對數，機車之使用量為其行駛里程數，單位：千公里／年）。

其中家戶中之汽機車使用量選擇應是相關聯且與持有數量水準亦應存有相關性。連續性變數  $C_{qi}$  及  $M_{qi}$  只有在家戶  $q$  選定之持有水準  $i$ （包括汽車及機車）之下才有實際的觀測值。 $Z_{qi}$ ， $x_{qi}$ ，及  $y_{qi}$  為外生變數之行向量。 $\beta_i$ ， $\theta_i$ ， $r_i$  則為其相對應之待校估參數。假設  $\varepsilon_{qi}$  在方案  $i$  及家戶  $q$  之間為相同分配，且在家戶間為獨立分配，至於其聯合（累積）分配函數  $H(\varepsilon_{q1}, \varepsilon_{q2}, \dots, \varepsilon_{qI})$  為一 GEV 型式，且假設每一  $\varepsilon_{qi}$  有一區位參數 = 0，則家戶之持有水準可以以羅吉特模式來加以表示； $w_{qi}$  及  $\eta_{qi}$  則在家戶間為相同分配，且在每一持

有水準  $i$  之下， $w_{qi}$  及  $\eta_{qi}$  兩者假設為二元常態累積分配函數  $\Phi_2(0, 0, \sigma_{w_i}^2, \sigma_{\eta_i}^2)$ ，其中  $\sigma_{w_i}^2$  及  $\sigma_{\eta_i}^2$  為誤差項  $w_i$  及  $\eta_i$  之變異數，除此之外，持有水準選擇模式與汽機車使用量模式之誤差項間亦存有相關性（將介紹於式(8)）。

表 1 家戶持有水準及其組合之一覽表

持有水準 $i$	1	2	3
方案 1	(1, 0)*	(2, 0)	(3, 0)
方案 2	(0, 1)	(1, 1)	(2, 1)
方案 3		(0, 2)	(1, 2)
方案 4			(0, 3)

\* 汽機車持有組合 (汽，機)。

### 3.2 概似函數

$C_{qi}$  及  $M_{qi}$  只有家戶  $q$  在選定之持有水準  $i$  (包括汽車或機車) 之下才有數值。而家戶  $q$  只有當持有水準  $i$  為所有方案中 (詳表 1) 之效用最大化的情況下才會選擇該水準，亦即，如果

$$u_{qi}^* > \max_{\substack{j=1,2,\dots,I \\ j \neq i}} u_{qj}^* \quad (2)$$

則 定義  $R_{qi} = 1$ ，若家戶  $q$  選擇持有水準  $i$ ，  
否則  $R_{qi} = 0$ ，其他。

進一步定義

$$v_{qi} = \left\{ \max_{\substack{j=1,2,\dots,I \\ j \neq i}} u_{qj}^* \right\} - \varepsilon_{qi} \quad (4)$$

將式(1)中之  $u_{qi}^*$  及式(4)代入式(2)，式(3)可重寫為

$$R_{qi} = 1, \quad \text{iff} \quad \beta_i' Z_{qi} > v_{qi} \quad (5)$$

因此， $C_{qi}$  及  $M_{qi}$  只有在  $v_{qi} < \beta_i' Z_{qi}$  之情況下才有使用量。

若  $F_i(v_{qi})$  為  $v_{qi}$  之邊際分配函數，由於  $\varepsilon_s$  為 GEV 分配，因此  $v_{qi}$  為一非常態之隨機變數（一般較常用之模式為羅吉特模式，本研究亦採用此一模式）。本研究以 Lee's<sup>[21]</sup> 方法進一步將非常態隨機變數轉換成標準常態隨機變數。若定義一轉換變數

$$v_{qi}^* = J_i(v_{qi}) = \Phi^{-1}(F_i(v_{qi})) \quad (6)$$



Feller<sup>[22]</sup> 證實  $v_{qi}^*$  為一標準常態變數，另外，由於  $F_i(v_{qi})$  為一絕對連續分配函數，因此  $J_i = \Phi^{-1}F_i$  亦為一嚴格遞增函數 (strictly increasing function)，因此，式(5)可重寫成

$$\begin{aligned} R_{qi} &= 1, \quad \text{iff } J_i(\beta_i' Z_{qi}) > J_i(v_{qi}) \quad \text{或} \\ R_{qi} &= 1, \quad \text{iff } J_i(\beta_i' Z_{qi}) > v_{qi}^* \end{aligned} \quad (7)$$

由式(7)可進一步推導本模式系統之概似函數，若令  $v_{qi}^*$  及  $w_{qi}$  之相關係數為  $\rho_{wi}$ ，而  $v_{qi}^*$  及  $\eta_{qi}$  之相關係數為  $\rho_{\eta_i}$ ，則  $(v_{qi}^*, w_{qi}, \eta_{qi})$  為一三項常態分配，其平均數向量為零，且一變異共變異矩陣為

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{wi} \sigma_{w_i} & \rho_{\eta_i} \sigma_{\eta_i} \\ \rho_{wi} \sigma_{w_i} & \sigma_{w_i}^2 & 0 \\ \rho_{\eta_i} \sigma_{\eta_i} & 0 & \sigma_{\eta_i}^2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

選擇模式中之  $\beta_i$  及使用量模式中之  $\theta_i$ ， $r_i$ ， $\sigma_{w_i}$ ， $\sigma_{\eta_i}$ ， $\rho_{wi}$  及  $\rho_{\eta_i}$  為待校估之參數。進一步定義每一持有水準  $i$  (包括汽機車之下) 之其他數值如下。

$$\begin{aligned} g_{qi} &= \frac{M_{qi} - r_i' y_{qi}}{\sigma_{\eta_i}}, \\ l_{qi} &= \frac{C_{qi} - \theta_i' x_{qi}}{\sigma_{w_i}}, \quad \text{且} \\ b_{qi} &= \frac{\Phi^{-1}F_i(\beta_i' Z_i) - (\rho_{\eta_i} g_{qi} + \rho_{w_i} l_{qi})}{\sqrt{1 - (\rho_{\eta_i}^2 + \rho_{w_i}^2)}}, \end{aligned}$$

若汽機車之持有水準為擁有機動車輛 ( $i = 1, 2, 3, \dots, I$ )，則概似函數為

$$L = \prod_{q=1}^N \left\{ \prod_{i=1}^I \left[ \frac{1}{\sigma_{\eta_i} \sigma_{w_i}} \phi(g_{qi}) \phi(l_{qi}) \Phi(b_{qi}) \right]^{R_{qi}} \right\} \quad (9)$$

其中  $\phi$  必為標準常態密度函數。若所有擁有機動車輛之持有水準  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, I$ ) 之  $\rho_{w_i}$  及  $\rho_{\eta_i}$  為零，則式(9)將分解成持有水準間斷性選擇模式之概似函數及兩連續性使用量決策之概似函數，此即為 Seemingly 不相關模式 (Greene<sup>[23]</sup>)。

### 3.3 修正項

由於概似函數式(9)是非線性的，因此以較佳之參數起始值將有助於加速收斂之過程。本研究採用兩步驟程序 (two-step procedure) 的校估法來求得起始值。

首先第一步驟與 Lee<sup>[21]</sup> 所提之兩階段校估 (two-stage estimation) 是相同的, 此方法之第一階段先校估多項 GEV 模式中之參數, 接著第二階段則應用最小平方方法校估汽機車持有水準所對應之汽機車使用量模式。惟此時之使用量模式中需加入適當之修正項分別為  $E(w_{qi} / J_i(\beta_i' Z_{qi}) > v_{qi}^*)$  及  $E(\eta_{qi} / J_i(\beta_i' Z_{qi}) > v_{qi}^*)$ , 因此汽機車使用量模式可以進一步寫成式(10) (詳見 Hensher 和 Milthorpe<sup>[24]</sup>)。

$$C_{qi} = \theta_i' x_{qi} - \rho_{w_i} \sigma_{w_i} \phi[J_i(\beta_i' Z_i)] / F_i(\beta_i' Z_{qi}) + \lambda_{qi}, \quad (10)$$

$$E(\lambda_{qi}) = 0$$

$$M_{qi} = \gamma_i' y_{qi} - \rho_{\eta_i} \sigma_{\eta_i} \phi[J_i(\beta_i' Z_i)] / F_i(\beta_i' Z_{qi}) + \mu_{qi},$$

$$E(\mu_{qi}) = 0$$

其中  $J_i = \Phi^{-1} F_i$ 。透過最小平方方法校估家戶之汽機車持有水準所對應之使用量可求得一致性之校估值。

第二步驟即對式(9)進行有限資訊最大概似估計, 首先將第一步驟中持有水準選擇模式及汽機車使用量模式之參數校估值代入式(9)作為參數校估值之起始值, 再進一步修正並求得較佳之校估值  $\beta_i$ ,  $\theta_i$ ,  $r_i$ ,  $\sigma_{w_i}$ ,  $\sigma_{\eta_i}$ ,  $\rho_{w_i}$  及  $\rho_{\eta_i}$ , 最後以所有之校估值為起始值, 並以完全資訊最大概似估計求得最終之校估值。此一程序獲致之起始值並未能保證概似函數之唯一且為系統最佳解, 但卻可加速收斂之過程。估計程序如圖 1 所示。

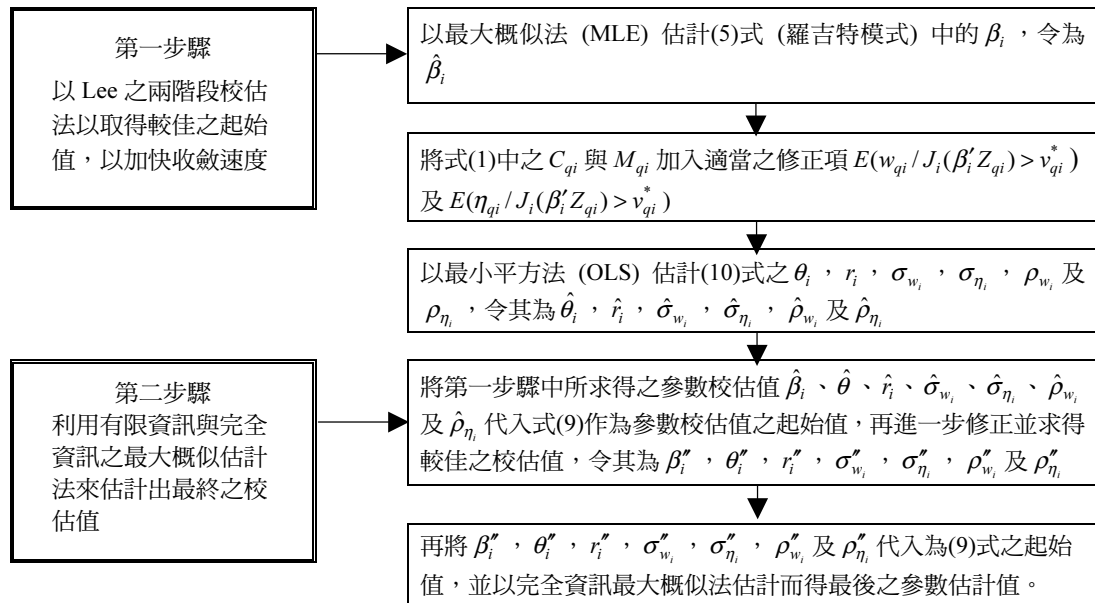


圖 1 兩階段估計程序之步驟

## 四、資料分析

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，以各區家戶數為比率估算抽樣之家戶數，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戶，共計抽樣 320 個家戶（含其居住地點位址），其中，中區 8 個家戶、東區 24 個家戶、西區 38 個家戶、南區 32 個家戶、北區 50 個家戶、西屯區 57 個家戶、南屯區 40 個家戶及北屯區 72 個家戶，本研究於民國九十年一月至二月間以調查員親自至受訪之家戶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 個家戶，樣本有效率為 92%。

根據無母數統計之卡方檢定法（ $\chi^2$  test）發現（Lind 等人<sup>[25]</sup>, Ch.13），由於表 2 中之  $\chi^2$  的和等於 0.3238，小於顯著水準為 10%、自由度為 7 之  $\chi^2_{7,0.10} = 12.017$ ，因此接受虛無假設，所以本研究之各區抽樣分布與各區戶數（母體戶數）分布並無差異。

表 2 樣本與母體戶數分布之檢定表

區 別	戶數*	樣本家數 (Fs)	各區戶數 比率 (%)	各區期望 戶數 (Fe)	Fs - Fe	(Fs - Fe) <sup>2</sup>	$\frac{(Fs - Fe)^2}{Fe} = \chi^2$
中 區	7,775	8	0.03	8	0	0	0.0000
東 區	21,753	24	0.07	23	1	1	0.0436
西 區	37,058	38	0.12	39	-1	1	0.0256
南 區	31,751	32	0.10	33	-1	1	0.0299
北 區	49,504	50	0.16	52	-2	4	0.0767
西屯區	53,294	57	0.17	56	1	1	0.0178
南屯區	37,893	40	0.12	40	0	0	0.0000
北屯區	65,563	72	0.22	69	3	9	0.1303
總 計	304,591	321	1.00	321	0	17	0.3238

\*為89年8月底資料。

資料來源：台中市政府網站：<http://www.tccg.gov.tw/notice.htm>。

另外，透過無母數連檢定（run test）發現，若以抽樣平均戶數 40.102 為基準，定義樣本數超過此數之分區為大、不及者為小，則表 2 中之各區分別轉為“小小小小大大大小”，因此有三次之大小轉換（令為 R），而小的出現次數（令為  $n_1$ ）為 5 次，大者出現 3 次（令為  $n_2$ ），則平均轉換次數可計算為  $\mu_R = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1 = 4.75$ ，而轉換次數之標準差為

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}} \cong 1.21, \text{ 透過 } Z \text{ 檢定量 } Z = \frac{R - \mu_R}{\sigma_R} = -1.44 \text{ 發現, } P(Z < z =$$

$-1.44) = 0.075 > 0.05$ , 所以接受虛無假設, 此抽樣具有隨機性。

表 3 所示為家戶之汽機車持有數及其組合。由表 3 可知, 家戶汽機車持有數共分一部、二部及三部, 至於其相對應之組合情形共計 9 種。其中以持有一汽一機之家戶為最多 (共 102 個), 持有一汽兩機之家戶次之 (共 55 個), 持有兩部機車之家戶又次之 (共 44 個)。

表 3 樣本家戶汽機車持有數及其組合之一覽表

汽機車持有數	1	2	3
汽機車持有組合 (汽, 機, 家戶數)	(1, 0, 18) (0, 1, 29)	(2, 0, 9) (1, 1, 102) (0, 2, 44)	(3, 0, 4) (2, 1, 27) (1, 2, 55) (0, 3, 5)

家戶汽機車持有與使用量模式中所需之資料的敘述性統計整理如表 4 所示。由表 4 可知, 汽車使用量以持有一部汽車之家戶明顯高於兩部 ((2, 0) 及 (1, 1)) 及三部 ((3, 0), (2, 1), (1, 2)) 汽機車之家戶 ( $24.40 > 21.78$  及  $16.59$  千公里/年), 此乃因為僅擁有一部汽車之家戶無其他汽車或機車可以替代, 因此集中於此部汽車之使用, 進而提高其汽車使用量。機車使用量亦存在此一相同現象, 亦即, 以持有一部機車家戶之使用量為最高 ( $5.46 > 4.71$  及  $4.31$  千公里/年)。

家戶年所得扣除汽機車固定成本後可花費於其他財貨之所得則以持有三部 ((0, 3), (1, 2), (2, 1), (3, 0)) 汽機車之家戶明顯高於兩部 ((0, 2), (1, 1), (2, 0)) 及一部 ((0, 1), (1, 0)) 之家戶 ( $1063 > 870$  及  $664$  千元/年)。其中家戶汽車固定成本包括固定折舊、保險費、牌照稅、固定停車費和固定貸款額; 機車固定成本則由固定折舊、保險費、牌照稅和固定貸款額所組成。汽機車固定成本係使用汽機車時與里程數無關的必要支出。至於汽車變動成本則含燃油成本、臨時停車費、臨時過路費和保養維修費; 機車變動成本含燃油成本和保養維修費。汽機車變動成本係為每年使用汽機車所需的支出, 絕大部分是燃油成本。

汽車之年變動成本方面則以持有三部汽機車之家戶明顯高於兩部及一部之家戶 ( $12.87 > 9.35 > 3.33$  元/公里/年), 至於機車之年變動成本方面亦以持有三部 ((0, 3), (1, 2), (2, 1)) 汽機車之家戶明顯高於兩部 ((0, 2) 及 (1, 1)) 及一部 (0, 1) 之家戶 ( $4.79 > 3.62 > 1.95$  元/公里/年)。

家戶之社經特性方面, 戶長之平均年齡分布於 42 ~ 46 歲之間, 性別則以男性居多, 平均戶量及工作人口則均以一部汽車或機車之家戶為最少, 三部汽機車之家戶為最多。18 歲以下未成年人口則以二部汽機車之家戶為最多 (1.28)。

表 4 家戶汽機車持有與使用量模式之敘述性統計

變數	代號	樣本數	家戶之汽機車數		
			一部	兩部	三部
家戶樣本數	<u>SAMT</u>	293	47	155	91
汽車樣本數	<u>SAMC</u>	259	18	120	121
機車樣本數	<u>SAMM</u>	371	29	190	152
每年私人用途 (含上下班) 之汽車年里程 (單位：千公里／年)	<u>C</u>	259	<b>24.40</b>	<b>21.78</b>	<b>16.59</b>
每年私人用途 (含上下班) 之機車年里程 (單位：千公里／年)	<u>M</u>	371	<b>5.46</b>	<b>4.31</b>	<b>4.71</b>
家戶年所得扣除汽機車固定成本 (單位：千元／年)	<u>Y-E-F</u>	293	<b>664</b>	<b>870</b>	<b>1063</b>
家戶年所得 (單位：千元／年)	<u>Y</u>	293	<b>702</b>	<b>960</b>	<b>1198</b>
汽車固定成本 (單位：千元／年)	<u>E</u>	259	<b>88</b>	<b>95</b>	<b>95</b>
機車固定成本 (單位：千元／年)	<u>F</u>	371	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>6</b>
汽車年變動成本 (單位：元／公里／年)	<u>u</u>	259	<b>3.33</b>	<b>9.35</b>	<b>12.87</b>
機車年變動成本 (單位：元／公里／年)	<u>v</u>	371	<b>1.95</b>	<b>3.62</b>	<b>4.79</b>
戶長年齡 (單位：歲)	<u>HAGE</u>	293	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>46</b>
戶長性別為男之比率 (單位：%)	<u>HSEX</u>	293	77	76	86
戶量 (單位：人／戶)	<u>HSIZE</u>	293	<b>3.09</b>	<b>4.15</b>	<b>4.46</b>
工作人口 (單位：人／戶)	<u>WORK</u>	293	<b>1.7</b>	<b>2.04</b>	<b>2.52</b>
18歲以下未成年人口 (單位：人／戶)	<u>CHILD</u>	293	<b>0.45</b>	<b>1.28</b>	<b>0.85</b>
主要使用人相同之比率 (單位：%)	<u>SAME</u>	293	—	10	50

註：粗斜體字為平均值。

## 五、實證分析

本研究模式系統中之汽機車持有水準模式將採用多項式羅吉特模式，針對家戶之汽機車持有數可進一步建構不同之連續性／間斷性模式，然而由於一部車之樣本數過少，為避免校估結果之偏差及行為解釋上缺乏意義，因此本研究將僅針對家戶之汽機車持有數為二及三部之樣本建立其相關模式。其中持有水準模式中之方案數及其編號整理即表 3 所示。而表 5 可知，二部車持有水準模式中之可選方案數為 3，共包括(0, 2)、(1, 1)及(2, 0)三個方案，依此類推，三部車持有水準模式中之方案數則為 4 個方案。

### 5.1 持有水準模式

本研究依第三節中之校估程序來校估持有水準選擇模式，經過多次的嘗試，選取各種

不同的變數及其組合 (如交叉變數及 piecewise 變數)，最後校估結果整理如表 6 所示，模式中包括之變數代號及其說明詳見表 4。由表 6 結果可知，校估之參數均相當顯著且符號方向亦是正確的，另外，概似比指標及修正概似比指標均介於 0.32 ~ 0.40，亦顯示樣本資料於模式之配適度良好。<sup>4</sup>

表 5 家戶汽機車持有水準模式中之方案編號

方案編號	模式 1	模式 2
方案 0	(0, 2)	(0, 3)
方案 1	(1, 1)	(1, 2)
方案 2	(2, 0)	(2, 1)
方案 3	—	(3, 0)

表 6 家戶汽機車持有水準模式之校估結果

變數	家戶之汽機車數	
	兩部	三部
$ASC_{(2,0)}$	-3.20 (-2.56)	—
$ASC_{(3,0)}$	—	-3.45 (-2.89)
$ASC_{(1,1)}$	-2.35 (-3.16)	—
$ASC_{(2,1)}$	—	-3.04 (-5.95)
$ASC_{(1,2)}$	—	-2.89 (-1.98)
Y-E-F	0.16 (4.26)	0.11 (3.19)
u, v	-2.01 (-3.28)	-1.67 (-3.80)
HSIZE (汽車方案特定)	4.21 (2.16)	2.45 (2.73)
WORK (汽車方案特定)	3.09 (3.08)	2.52 (4.81)
CHILD (汽車方案特定)	5.20 (2.76)	4.54 (2.46)
觀測值	155	91
初始概似函數值 $LL(0)$	-170.28	-126.15
收斂概似函數值 $LL(b)$	-102.09	-76.78
概似比指標 $\rho^2$	0.40	0.39
修正概似比指標 $\bar{\rho}^2$	0.35	0.32

註：括號中為各係數值之 t 值。

4. 概似比指標為  $LRI = 1 - \frac{LL(b)}{LL(0)}$ ，根據 Greene<sup>[23]</sup> 第 651 頁之解釋，概似比指標 (包含調整後概似比指標) 只要小於 0.5，即表示模式配適度良好。

由於本研究設定各持有水準模式之方案 0 皆為機車 ((0,2), (0,3))，因此模式中之方案特定常數均是相對應於方案 0，由其值皆為負之情形可得知，若其他條件不變，則家戶將傾向於不持有汽車，此結果應屬合理，因為汽車之持有成本高出機車許多，家戶會傾向選擇持有成本低之機車。

另外，若家戶年所得扣除汽機車固定成本後可花費於其他財貨之所得愈多，則家戶愈傾向於持有汽機車；變動成本方面則是呈現相反現象，亦即，汽機車之變動成本愈高，則家戶愈不傾向於持有汽機車。其他與家戶之社經特性相關變數則包括有家戶之戶量、工作人口及 18 歲以下未成年人口；由於此三變數係為汽車之方案特定變數，因此校估結果顯示，三者之數值愈大，則家戶將愈傾向於持有汽車。

## 5.2 使用量模式

家戶之汽機車使用量模式之校估結果整理如表 7 及表 8。表中各係數值於顯著水準 0.05 之下均棄卻其值為零之虛無假設。由表可知，兩模式顯著之變數均相同，只有校估值之大小有差異。兩模式顯著之變數共有家戶年所得扣除汽機車固定成本後可花費於其他財貨之所得、汽機車之變動成本、家戶戶長年齡、工作人口及 18 歲以下未成年人口等，其中只有變動成本及家戶戶長年齡對使用量之影響為負，其餘皆為正向之影響。

此結果與先驗知識均相當吻合，以汽車變動成本 (u) 為例，若其他條件不變，則家戶之汽車使用量將隨變動成本之增加而減少，其中又以持有三部車家戶之汽車使用量減少最多，究其原因可能為家戶之成員於變動成本增加時，可能較會以共乘方式來替代各自開車，因而減少汽車使用量，然而，僅擁有兩部汽車之家戶則因為其他可替代或共乘之車輛減少，因此其汽車使用量減少較少；至於機車變動成本 (v) 亦存在有相同之情形。

各外生變數對家戶汽機車使用量之彈性分析將於第 5.4 節進一步說明。值得注意的是，表 7 及表 8 之結果均是已加入修正項後之結果，至於修正項之係數及其統計顯著性將於下一節說明。

表 7 家戶汽車使用量模式之校估結果

變數	家戶之汽機車總數	
	兩部	三部
CONST	2.56 (4.19)	2.20 (2.17)
ln(Y-E-F)	0.17 (5.71)	0.15 (3.64)
u	-0.023 (4.08)	-0.029 (5.70)
HAGE	-0.26 (-2.03)	-0.31 (-1.93)
WORK	0.86 (2.19)	0.73 (3.01)
CHILD	0.50 (2.64)	0.48 (2.91)
判別係數 R <sup>2</sup>	0.60	0.53
觀測值	120	121

註：括號中為各係數值之 t 值。

表 8 家戶機車使用量模式之校估結果

變 數	家戶之汽機車總數	
	兩 部	三 部
CONST	0.68 (1.67)	0.47 (2.53)
ln (Y-E-F)	0.11 (4.39)	0.08 (3.17)
v	-0.033(-3.50)	-0.035(-4.68)
HAGE	-0.13 (-2.08)	-0.18 (-2.62)
WORK	0.51 (2.86)	0.28 (3.61)
CHILD	0.46 (2.09)	0.28 (3.90)
判別係數 $R^2$	0.68	0.60
觀測值	190	152

註：括號中為各係數值之 t 值。

### 5.3 誤差項之變異共變異矩陣

模式系統中家戶之不同持有水準  $i$  下之變異共變異矩陣總共有四個元素：亦即  $\sigma_{w_i}$ ， $\sigma_{\eta_i}$ ， $\rho_{w_i}$  及  $\rho_{\eta_i}$ 。由於模式系統總共有兩種持有水準模式，因此二部車及三部車之待校估參數總數分別為 8 及 12 個，參數之校估值整理如表 9 所示。

由表 9 可知，若家戶中無汽車或機車之持有，則將無相對應之使用里程量，因此將無校估值。另外，由表 9 中之第一及第二行之校估值均相當顯著之結果可知，家戶中汽機車使用量與持有水準決策間之誤差項均存有相關性，證實本研究所發展同時考慮汽機車持有數量水準與其相對應使用量之模式系統是適當的；另一種證實此結果之方法為針對這兩種持有水準模式之  $\sigma_{w_i}$  及  $\sigma_{\eta_i}$  進行概似比檢定，檢定結果顯示均棄卻虛無假設，由此可知，本研究採用之模式系統是正確的。

表 9 誤差項之變異共變異矩陣之參數校估值

參 數	代號	家戶持有水準						
		二部			三部			
		(0, 2)	(1, 1)	(2, 0)	(0, 3)	(1, 2)	(2, 1)	(3, 0)
汽車使用量與持有水準間誤差項之相關性	$\rho_{w_i}$	—	-0.42 (-3.05)	-0.77 (-2.83)	—	-0.41 (-3.16)	-0.66 (-4.18)	-0.55 (-2.58)
機車使用量與持有水準間誤差項之相關性	$\rho_{\eta_i}$	-0.61 (-2.80)	-0.35 (-3.19)	—	-0.40 (-1.99)	-0.53 (-3.04)	-0.31 (-6.28)	—
汽車使用量誤差項之標準誤差	$\sigma_{w_i}$	—	1.36 (3.43)	1.02 (2.66)	—	1.11 (3.18)	1.56 (4.01)	1.28 (3.18)
機車使用量誤差項之標準誤差	$\sigma_{\eta_i}$	0.48 (2.91)	0.76 (2.73)	—	0.86 (3.88)	0.77 (3.48)	0.81 (2.43)	—

註：括號中為各係數值之 t 值。



由  $\rho_{w_i}$  及  $\rho_{\eta_i}$  校估值之符號均為負號可知，家戶一旦選擇某一持有水準後，將增加其選擇車種之里程使用量（參閱式(10)）；另外，由  $\rho_{w_i}$  及  $\rho_{\eta_i}$  之絕對值大小亦可得知，以汽車使用量與持有水準而言，擁有三部汽車之家戶，其間之相關性將小於擁有兩部汽車之家戶（如  $0.55 < 0.77$ ），此結果與廖仁哲<sup>[14]</sup>之研究一致，亦即，小汽車持有數量選擇與小汽車使用量選擇間之相關性會隨小汽車持有數量的增加而降低，意味選擇持有多部小汽車並非完全基於小汽車使用需要。

若以擁有相同汽車數之家戶而言，擁有較多部機車之家戶，其間之相關性將小於其他之家戶（如一部汽車： $0.41 < 0.42$ ，二部汽車： $0.66 > 0.77$ ）。以機車使用量與持有水準而言，擁有三部機車之家戶，其間之相關性將小於擁有兩部機車之家戶（如  $0.40 < 0.61$ ）；若以擁有相同機車數之家戶而言，擁有較多部汽車之家戶，其間之相關性將小於其他之家戶（如一部機車： $0.31 < 0.35$ ，二部機車： $0.53 < 0.61$ ）。以上之結果與先驗知識均十分符合，再度驗證本模式系統之代表性。

#### 5.4 汽機車使用量彈性分析

針對不同外生變數，本研究可進一步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使用量之影響分析。固定成本之增加可藉由增加汽機車持有之相關稅費、買車自備停車位措施或限制汽機車之使用年限等來達成；變動成本之增加可藉由提高油價、課徵空氣污染防治費、增加路邊停車費率或高速公路通行費等來達成。例如增加 10% 之變動成本可能係油價每公升增加 2.00 元所造成的結果。至於所得增加雖然不是政策影響所致，但透過里程數之所得彈性亦可預測未來不同所得成長情境下家戶之汽機車使用情形。將總里程數之變動百分比，除以外生變數的改變便可求得弧彈性（長期彈性），其計算公式如 (11) 式（僅列出汽車者），結果則列於表 10 所示：<sup>5</sup>

$$\text{所得彈性} = \frac{\frac{C' - Co}{Co}}{\frac{Y' - Yo}{Yo}} \quad \text{變動成本彈性} = \frac{\frac{C' - Co}{Co}}{\frac{u' - uo}{uo}} \quad \text{固定成本彈性} = \frac{\frac{C' - Co}{Co}}{\frac{E' - Eo}{Eo}} \quad (11)$$

由表 10 中之彈性值可知，家戶里程數之彈性值（以絕對值來看），不論持有車數及車種，皆以所得彈性最大，變動成本次之，固定成本彈性最小。若以持有車輛總數來看，不論是汽車或機車，兩部車輛之彈性值皆大於三部車輛之彈性值。若以持有之車種來看，不論是持有兩部或三部，汽車之彈性值皆大於機車之彈性值。以上之結果可能反映當家戶之車輛持有數量愈多時（尤其是汽車時），其經濟能力愈佳，因此無論是變動或固定成本之變動對使用量之影響均較所得為小。

5. 關於彈性的定義，請參考 Varian, H. R., *Microeconomic Analysis*, W. W. Norton, New York, 1984 中第 235 頁的定義。

表 10 家戶汽機車使用量之弧彈性分析

車數	車種	基礎情境 (千公里)	所得彈性	變動成本彈性	固定成本彈性
兩部	機車	4.31	0.366	-0.203	-0.168
	汽車	21.78	0.525	-0.279	-0.242
三部	機車	4.71	0.298	-0.180	-0.128
	汽車	16.59	0.436	-0.250	-0.196

由以上結果發現，車輛使用的彈性值均偏低（彈性值皆小於 1），意味汽機車已屬於民生必需財貨，亦即汽機車的成長為一無可避免之趨勢。另外，由於家戶所得並無法以政策來加以控制，而且變動成本對於抑制汽機車里程數之效果較大，因此，政府當局應該朝變動成本此一方向研討出抑制家戶的車輛持有與使用的策略。

另外，對於空氣污染防治方面的影響，由於汽機車使用之所得彈性小於 1，表示家戶單位之所以會使用汽機車（非持有汽機車）乃是出於日常所必需（所以汽機車之持有亦可視為家戶單位之消費必需品）；由於所得增加乃經濟發展之常態，而所得增加讓民眾對汽車使用的增加大過對機車使用的增加，顯見汽車使用對空氣污染的影響程度也較大；另外，變動成本與固定成本亦然，因為此兩種成本上升讓民眾減少汽車使用程度皆多於減少機車的使用程度；另外，變動成本對汽機車使用的減少程度大於固定成本，因此若要抑制較多的汽機車使用以減少其廢氣對空氣品質的影響，則變動成本增加的政策所帶來的效果將高過於固定成本。

## 六、結論與建議

本研究發展一間斷性／連續性計量經濟模式，包括家戶之汽機車持有水準、汽車使用量、及機車使用量等模式。其中汽機車持有數量水準為一間斷性選擇，而其相對應之使用量則是連續性決策。茲將本研究所獲致之相關結果與建議歸納說明如后。

### 6.1 主要結論

1. 汽車使用量以持有一部汽車之家戶明顯高於兩部及三部汽機車之家戶，此乃因為僅擁有一部汽車之家戶無其他汽車或機車可以替代，因此集中於此部汽車之使用，進而提高其汽車使用量。機車使用量亦存在此一相同現象，亦即，以持有一部機車家戶之使用量為最高。
2. 汽車之年變動成本方面則以持有三部汽機車之家戶明顯高於兩部及一部之家戶，至於機車之年變動成本方面亦以持有三部汽機車之家戶明顯高於兩部及一部之家戶。
3. 由兩個持有水準選擇模式之最後校估結果可知，校估之參數均相當顯著且符號方向亦是

正確的。其中方案特定常數皆為負值，此結果應屬合理，因為汽車之持有成本高出機車許多，家戶會傾向選擇持有成本低之機車。

4. 若家戶年所得扣除汽機車固定成本後可花費於其他財貨之所得愈多，則家戶愈傾向於持有汽機車；變動成本方面則是呈現相反現象。其他與家戶之社經特性相關變數則包括有家戶之戶量、工作人口及 18 歲以下未成年人口；由於此三變數係為汽車之方案特定變數，因此校估結果顯示，三者之數值愈大，則家戶將愈傾向於持有汽車。
5. 家戶之汽機車使用量模式之校估結果可知，兩模式顯著之變數共有家戶年所得扣除汽機車固定成本後可花費於其他財貨之所得、汽機車之變動成本、家戶戶長年齡、工作人口及 18 歲以下未成年人口等，其中只有變動成本及家戶戶長年齡對使用量之影響為負，其餘皆為正向之影響。
6. 模式系統中之變異共變異矩陣校估值結果均相當顯著，由此可知家戶中汽機車使用量與持有水準決策間之誤差項均存有相關性，證實本研究同時考慮汽機車持有數量水準與其相對應使用量之模式系統是適當的；概似比檢定結果亦顯示本研究採用之模式系統是正確的。
7. 以汽車使用量與持有水準而言，擁有較多部汽車之家戶，其間之相關性將小於其他之家戶，此結果與廖仁哲<sup>[14]</sup>之研究相一致，亦即，小汽車持有數量選擇與小汽車使用量選擇間之相關性會隨小汽車持有數量的增加而降低，意味著選擇持有多部小汽車並非完全基於小汽車使用之需要。

## 6.2 建議

1. 家戶所得並無法以政策來加以控制，所以在每增加一元的固定成本和變動成本之中，就整體而言變動成本對於抑制汽機車里程數之效果較大。因此，政府當局應該朝此方向研討出抑制家戶的車輛持有與使用的策略。
2. 變動成本對汽機車使用的減少程度大於固定成本，因此若要抑制較多的汽機車使用以減少其廢氣對空氣品質的影響，則變動成本增加的政策所帶來的效果將高於固定成本。
3. 增加變動成本與固定成本皆讓民眾減少汽車使用程度多於減少機車的使用程度；因此若有效控制汽機車對空氣污染的程度，應以抑制汽車使用之政策較有效。
4. 汽、機車之持有與使用之間均具相當程度之替代性，本研究以持有組合為分析單元，因此建構之模式並無法探討汽、機車間之交叉彈性，雖然限制本研究模式之可應用性，然而所得之結果亦有相當的參考價值。建議未來研究可以進一步針對此一問題加以改進。
5. 由於本研究之資料僅限於台中市，並無台灣地區其他城市之資料可供比較，因此無法作模式地區移轉性之分析，建議此可為後續延伸之研究方向。

## 參考文獻

1. Berkovec, J. and Rust, J., "A Nested Logit Model of Automobile Holdings for One Vehicle Households", *Transportation Research*, 19B, 1985, pp. 275-285.
2. Berkovec, J., "Forecasting Automobile Demand Using Disaggregate Choice Models", *Transportation Research*, 19B, 1985, pp. 315-329.
3. Jansson, J. O., "Car Demand Modeling and Forecasting: A New Approach", *Journal of Transport Economics and Policy*, 1989, pp. 125-139.
4. 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.
5. Chin, A. and Smith, P., "Automobile Ownership and Government Policy: The Economics of Singapore's Vehicle Quota Scheme", *Transportation Research*, 31A, 1997, pp. 129-140.
6. 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。
7. Mannering, F. L., "An Econometric Analysis of Vehicle Use in Multivehicle Households", *Transportation Research*, 17A, 1983, pp. 183-189.
8. 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.
9. Train, K., "Qualitative Choice Analysis: Theory, Econometrics and an Application to Automobile Demand", Cambridge, M.I.T. Press, 1986.
10. Hensher, D. A., Milthorpe, F. W., and Smith, N. C., "The Demand for Vehicle Use in the Urban Household Sector: Theory and Empirical Evidence", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 24, Iss. 2, 1990, pp. 119-137.
11. de Jong, G. C., "An Indirect Utility Model of Car Ownership and Private Car Use", *European Economic Review*, 34, 1990, pp. 971-985.
12. 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.
13. 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。
14. 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。
15. 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。
16. 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*, 第十三卷, 第三期, 民國九十年。

17. Jorgensen, F. and Tore, W. L., "Forecasting Car Holding, Scrappage and New Car Purchase in Norway", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 24, Iss. 2, 1990, pp. 139-146.
18. de Jong, G. C., "A Disaggregate Model System of Vehicle Holding Duration, Type Choice and Use", *Transportation Research*, 30B, 1996, pp. 263-276.
19. Yamamoto, T. and Kitamura, R., "An Analysis of Household Vehicle Holding Durations Considering Intended Holding Durations", *Transportation Research*, 34A, 2000, pp. 339-351.
20. 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。
21. Lee, L. F., "Identification and Estimation in Binary Choice Models with Limited (Censored) Dependent Variables", *Econometrica*, 47, 1979, pp. 4-15.
22. Feller, W., *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, John Wiley and Sons, New York, 1971.
23. Greene, W. H., *Econometric Analysis*, MacMillan Publishing Company, New York, 1990.
24. 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.
25. Lind, D. A. Mason, Robert D., and Marchal, William G., *Basic Statistics for Business and Economics*, Boston Irwin, McGraw-Hill, 2000.

