

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 汽車持有數和汽車使用量之共同決策行為分析-個體經濟模式之應用

### A Microeconomic Model of the Joint Decision on Car Ownership and Car Use

計畫編號：NSC 88-2415-H-035-005

執行期限：87/8/1-88/7/31

主持人：周榮昌副教授 逢甲大學交通工程與管理學系

#### 一、中英文摘要

**摘要：**在研究家計單位之購車決策行為時，通常均將小客車之持有及其使用量同時考慮在內，其中小客車持有數為離散資料，而小客車之使用量為連續資料，因此家計單位之購車決策行為為一混合離散和連續之計量經濟模型。以往的研究均以 Heckman 之二階段校估法及聯立校估法來從事小客車使用及持有之實証分析，對於影響家計單位購車因素之選取大多以小客車需求特性為主，往往忽略了個體經濟學理論中影響消費者決策之經濟因素。有鑑於此，本研究乃以個體經濟學理論中之消費者選擇行為為基礎，探討消費者在面臨所得預算限制下，將購車之固定成本和小客車使用之變動成本納入小客車持有及使用的聯立決策模式中，使其效用達到最大化。本模式除了探討固定及變動成本對家計單位購車時的影響外，並且進一步應用模擬來探討當固定成本、變動成本及所得變動時，對小客車持有及使用之影響程度，藉此可評估政府抑制小客車需求成長政策(如提高汽油價格或買車自備停車位等)的有效性。

**關鍵詞：**二階段校估法；聯立校估法；小客車持有及使用；個體經濟模式

**ABSTRACT :** *This paper presents a model for the joint household decision on car ownership and car use. The model is explicitly based on the microeconomic theory of consumer behavior, in which the fixed and variable car costs are two main components of budget restriction. A household is assumed to maximize its utility function with two goods: annual kilometrage in the first car and other goods. The non-linear forms of likelihood functions used in this paper are much sophisticate and realistic. In the end of this paper, micro-simulations are carried out to investigate the impact of changes in variable car costs, fixed car costs, income, and combinations of these on car ownership and use.*

**Key Words:** *joint household decision; car ownership and use; microeconomic theory; fixed and variable car costs; non-linear forms; micro-simulations*

#### 二、計畫緣由與目的

由於都市人口急遽增加及家計單位所得水準提高，小客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、肇事事故增加及小客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。以台灣地區而言，民國 75 年至民國 86 年之人、車、路資料分別為，人口數量由 19,411,000 人增至 21,267,000 人，人口之平均年成長率為 11.0%，小客車的數量由 1,502,000 輛增至 4,685,000 輛，小客車之平均年成長率為 31.2%，而公路長度(公路密度)由 19,885.3 公里(552.4 公尺/平方公里)增至 20,211.5 公里(561.4 公尺/平方公里)，公路長度(公路密度)之平均年成長率為 10.2%。由此可知，小客車之平均年成長率均比其他二者高出許多，而人、車、路三者之間的關係失衡，即導致交通之嚴重阻塞及其他相關之問題。因此在台灣地區地狹人稠情況下，抑制小客車持有及使用之利弊得失，正由交通主管當局審慎評估中。

一般而言，各國政府所採用的抑制小客車需求的方式，大致可以分為三種：1.政府直接以法律或行政命令限制人民小客車之持有數量或使用之時間和地點等，如新加坡實施交通管制區通行收費計畫並配合車輛配額制度(亦即必須有合格證書才能擁有私人車輛)；2.增加其他可替代的運輸方式來減低對小客車的需求，如台北市的捷運系統、棋盤式公車及實施共乘制度等；3.透過經濟因素(力量)之干預來影響購車之決策行為，如增加牌照稅及燃料費用等。以上三種方式的優缺互見，但就抑制小客車需求之時效性及有效性而言，第一種方式為最優，唯

其實施條件為政府必須具有高度之公信力，並深受民眾信賴，否則易招民怨。因此在大多數的民主國家中，皆不輕易採用此種強制性方式來解決交通問題。第二種方式雖受到廣泛的採用，但大眾運輸系統的興建，往往在經費及時間上花費甚鉅，雖然預期於興建完成後即可紓解部分的交通擁擠，但在興建完成之前，卻只能坐視小客車數目的成長，而無法在短時間之內即時抑制小客車的需求。相對於前面兩種方式，透過經濟因素的干預影響購車之決策行為，不但能避免前者易招民怨的缺點，亦比後者更具有時效性及彈性。

早期的研究並未同時針對小客車之持有與使用作分析，Burn, Golob, Nicolaidis (1976), Lerman 及 Ben-Akiva (1976), 及 Train (1980) 即僅著重於影響小客車持有數變數之分析，這些研究雖根據不同之理論基礎，然而卻一致認為影響小客車持有決策的重要變數分別為小客車持有成本(含固定及/或變動成本)、可替代的大眾運輸工具、家計單位所得及家計單位工作人數。Mannering 及 Winston (1985), Train 及 Lohrer (1983), 及 Hensher 等人(1992)則專注於小客車持有型式之研究；至於小客車使用量方面，則有 Mannering (1983), Green and Hu (1984), Hensher (1985), Train (1986) 等分析家計單位決定小客車使用量之行為。然而，一般而言，家計單位小客車之使用亦會影響其持有，例如，預計行駛里程數較多之家計單位，對持有小客車有較大之需求；相反地，家計單位持有與否亦會影響其使用里程多寡。自 1980 年代開始，許

多研究即著重於小客車使用與持有聯合決策之分析(Berkowitz 等人, 1985 ; 1990 ; de Jong, 1990 ; Hensher, 1992 ; 廖仁哲, 1986 ; 姜渝生與林裕清, 1994), 上述之研究均以離散性/連續性為模式架構, 模式中混合小客車持有之離散資料及小客車使用之連續資料, 採用 Heckman ( 1979 ) 二階段校估法, 即先利用 Logit 或 Probit 模式來校估家計單位持有小客車之機率, 然後透過自我選擇項之修正, 再運用迴歸模式校估小客車的使用量。

然而, 在實際生活中, 家計單位是同時將小客車的持有及使用考慮在內的, 亦即, 只有在小客車的預期使用量超過一定水準後, 家計單位才會去購買小客車, 因此, 以上之模式並無法反映出家計單位小客車持有及使用決策行為之同時性(simultaneity)。另外, 傳統的消費者需求實証模式中皆假定固定價格的線性預算限制式, 然而 Hausman ( 1985 ) 則認為稅率及兩部分訂價將使得預算限制式成為非線性或非凸性(non-convex), 所以最適解並無法經由變動成本之影子價格求得。de Jong ( 1990 ) 針對以上之缺點, 以個體經濟學中的消費者選擇理論為出發點, 並引用 Hausman ( 1985 ) 的非線性預算限制式, 透過需求函數、直接效用函數與間接效用函數之間的轉換關係, 發展出包含固定成本和變動成本的家計單位小客車持有及使用聯立決策模式。

本研究之重點, 除設定一個經濟模式用以研究影響小客車購車決策行為時之重要經濟因素, 來預測小客車需求外, 並模擬政府在採用特定經濟因素干預下, 對於抑制小客車成長之

有效性, 所得結果將可做為政府制訂及評估交通政策之參考及依據。本研究將採用個體經濟模式, 此類型模式著重於計量特性之分析, 為以往混合離散/連續模式或 TOBIT 模式所不及。藉由本研究所提出的消費者選擇行為模式和其最大似似函數, 將離散(小客車持有, 以小客車數表示)和連續(小客車使用, 以小客車每年行駛的里程數表示)之樣本觀察值同時代入模式中, 以校估小客車持有及使用之最大似似估計值; 並以敏感度分析法來評估所得、固定成本和變動成本對小客車使用里程數之影響。

### 三、結果與討論

本研究嘗試發展並建立聯合家計單位小客車持有及使用兩種決策之模式。此模式係以消費者行為之個體理經濟理論為基礎, 家計單位則假設以下列二種財貨來使其效用最大化: (1) 家計單位小客車每年里程數及(2) 每年其他財貨之支出。前者財貨包括小客車固定及變動成本。如果家計單位不持有小客車則無固定及變動成本之支出, 若決定持有小客車, 則家計單位之效用將會因為固定成本與變動成本之支出而降低。然而, 家計單位若使用小客車將又可使效用增加, 因此將會有一門檻里程數, 若家計單位決定持有小客車, 則持有小客車並行駛最適里程數之效用(以間接效用函數表示)將大於擁有其他財貨的最大數量及不購買小客車之效用(以直接效用函數中全部所得消費於其他財貨來表示)。值得注意的是, 本模式之預算限制式有別於早期的傳統個體選擇模式, 由於

固定成本之加入，使得預算限制式呈非線性的型態。更詳細之理論基礎請詳見 de Jong 之研究(1990)。

### 1.1 效用函數之設定

經由簡單的經濟理論可得知，需求函數與間接效用函數之間的關係，可經由 Roy's Identity 轉換，亦即只要設定需求函數，則間接及直接效用函數之函數型態即可得之。之所以採用先設定需求函數，再求得效用函數，乃因為前者為一連續性可觀測之資料，因此模式之設定可以實際資料為基礎，進一步決定適當之連續性需求函數，反之，由於效用函數代表消費者心理層面的滿足程度，無法觀察或準確地予以客觀衡量，因此此種設定方式較不理想而不予採用。需求函數之設定，則以 Train (1986) 的小客車使用和持有模式中之 double-logarithmic 型態為優，因為此種型態使得需求函數和直接效用函數之間的關係更容易轉換，並具有統計分析的基礎。假設家計單位每年欲使用里程數之需求函數為：

$$\ln A = \ln(Y-C) + Z - v \quad (1)$$

Y：家計單位每年總所得，為家計成員一年所得之總和(單位：千元)。

A：每年私人用途(含上下班)之小客車使用里程數(單位：千公里)。

C：每年小客車之固定成本，由固定折舊、保險費、牌照稅和固定維修費用所組成；換言之，即是在使用小客車時與里程數無關的必要支出(單位：千元)。

v：每年小客車之變動成本，即每年使用小客車所需的支出，其包含與里程數相關的剩餘折舊和維修費，但

絕大部分是燃油成本(單位：元/公里)。

Z：表示家計單位的人口統計和社經特性變數，

及  $\alpha$  則為欲校估之參數。由 Roy's Identity 可得知，間接效用函數  $I(v, Y-C)$  和直接效用函數  $U(A, X)$  的關係如下：

$$\frac{\partial I / \partial v}{\partial I / \partial Y} = -\alpha \quad (2)$$

透過上式的需求函數可求得持有一部小客車及使用里程數所獲得的間接效用函數為：

$$I(v, Y-C) = \frac{(Y-C)^{1-\alpha}}{1-\alpha} + \frac{\exp(Z - bv)}{b} \quad (3)$$

上式的間接效用函數是在持有一部小客車條件下之最大效用。至於選擇不購車的直接效用函數，其小客車使用里程數 A 為 0，全部所得均用於支付其他財貨和勞務 X，故由間接效用函數和直接效用的關係可得直接效用函數為：

$$U(0, Y) = \lim_{v \rightarrow \infty} I(v, Y) = \frac{Y^{1-\alpha}}{1-\alpha} \quad (4)$$

由此可知，式(1)、(3)及(4)即可構成完整且一致性之模式架構。

### 1.2 隨機項的設定

假設家計單位的小客車持有和使用之決策行為除了受到固定成本和變動成本兩個經濟變數影響外，也會隨著不同家計單位的特性變數而有所差異(如式(5)所示)。

$$Z_i = \alpha S_i + e_i \quad (5)$$

其中  $S_i$  為觀測家計單位之社會經

濟特性，為欲校估之參數， $e_i$  為個別家計單位之特徵，或無法由觀察而得到的部份所造成之誤差， $e_i$  呈現 iid 之常態分配，平均數為 0，變異數為  $S_e^2$ 。

為了區分實際使用里程數與預期使用里程數兩者間之差異，本研究另外介紹一干擾項  $w_i$  如下式：

$$K_i = \ln A_i + w_i \quad (6)$$

$K_i$  家計單位實際觀察使用里程數； $\ln A_i$  是代表了家計單位決定買車時，預期使用的里程數，兩者的差異為  $w_i$  括了衡量誤差和無法預期的小客車使用之供給面因素，如道路設施之可用程度， $w_i$  為 iid 之常態分配，平均數為 0，變異數為  $S_w^2$ 。

### 1.3 概似函數之推導

家計單位選擇不購車的情況下，購車之間接效用會低於不購車之直接效用，故家計單位會選擇不購車之機率為  $\Phi_1$  (附錄一)。

至於持有小客車並實際使用  $K_i$  里程數之機率則如式(7)所示。

$$P\{K_i, I(v_i, Y_i - C_i) > U(0, Y_i)\} \\ = \left\{ 1 - \bar{\Phi}_2 \right\} \left\{ \frac{1}{\sigma_u} \cdot Z \left[ \frac{K_i - M_i}{\sigma_u} \right] \right\} \quad (7)$$

式(7)之定義詳附錄二。

由上述之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(8)所示，其中 0 表示持有零部車之家計單位，1 為持有一部車之家計單位， $n_1$  則是持有 1 部小客車家計單位之數目。藉由此最大概似函數即可進一步校估各參數之估計值。

$$\log L = \sum_0 \log \bar{\Phi}_1 - n_1 \log \sigma_u - \\ \frac{1}{2\sigma_u^2} \sum_{i=1}^{n_1} (K_i - M_i)^2 + \sum_{i=1}^{n_1} \log(1 - \bar{\Phi}_2) \quad (8)$$

## 2 校估結果與敏感度分析

本研究以隨機抽樣電話訪問調查方式，收集台中縣(市)家計單位自用小客車之持有及使用情況。調查對象以持有零部或一部小客車之家計單位為主。本研究總共訪問了 267 個家計單位，其中有 99 個家計單位持有零部小客車，而持有一部小客車之家計單位則有 168 個。詳細之資料分析結果請詳見周榮昌等人之研究(1998)。

### 2.1 校估結果

雖然固定成本及變動成本在持有小客車的家計單位之間可能會有相當的差異，但如同其他小客車持有和使用的研究一般，本研究亦將小客車和行駛里程數視為齊質產品 (homogeneous commodities)，而固定成本和變動成本在家計單位之間的差異，則是由於家計單位的生活品質及行為上的差異所造成。這種異質性，並不是一般消費選擇行為理論中的價格差異所致。雖然真正的成本也許不同，但對所有家計單位而言，相同的變動及固定成本是可以獲得的。因此針對橫斷面的資料而言，並無所謂的價格差異。若家計單位被充份的告知，則決定購買小客車前影響購車決策之價格，也許會非常接近於樣本平均值(所有擁有一輛車的家戶之樣本平均值)，亦即  $C=139.05$  千元， $v=6.8$  元/公里。

雖然所有家計單位的  $C$  和  $v$  均相

同，但校估仍是可能的。固定成本  $C$  的影響可由間接效用函數之  $(Y-C)$  及式概似函數求解而得，其影響與所得  $(Y)$  相同(但符號是相反的)。而  $v$  的影響亦可被校估求得，雖然  $v$  是需求函數之截距項的一部分  $(-v+Z_i)$ ，而式(5)為  $Z_i = S_i + e_i$ ，即使  $S_i$  中亦含有一常數項(本研究之  $\hat{a}_0$ )，但因  $\beta$  分別出現在  $\Phi_1$  和  $\Phi_2$

中，因此  $\beta$  仍可被校估。本研究採用 TSP(Times Series Processor)程式中之最大概似法來校估概似函數中各變數之參數值，經過多次的嘗試，選取了各種不同的變數及其組合(如交叉變數及 piecewise 變數等)，校估結果整理如表 1 所示。至於模式中包括之變數代號及其說明則整理如表 2 所示。

由表可知，校估之所得彈性與變動成本之參數相當顯著且符號方向亦是正確的，里程數之所得彈性為 0.77，且里程數之變動成本彈性於  $v=6.8$  時，則為 -1.5。以上之彈性均為短期彈性，亦即反映已持有一部車之家計單位行為，而不是持有多寡之影響。

## 2.2 敏感度分析

針對外生變數的值，本研究可進一步計算持有一部車之家計單位及其所行駛之里程數，亦即敏感度分析。本研究擬定以下幾種情境來加以分析，情境 1：所得增加 10% 或 20%；情境 2：固定成本增加 10% 或 20%；及情境 3：變動成本增加 10% 或 20%。情境 2 及 3 可視為政策改變之下對小客車持有及使用之影響分析。例如變動成本增加 10% 可能係油價每公升增加 1.78 元所造成的結果。至於所得增加雖然不是政策影響所致，但包括所得之敏感度

分析，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小客車使用情形。

小客車持有之家計單位數可由估計之小客車持有機率值相加總(所有家計單位)來求得。將表 1 校估之參數值代入  $\Phi_1$ ，即可求得家計單位持有小客車之機率  $(1 - \Phi_1)$ 。由於小客車使用係條件於小客車之持有，因此為預測小客車之使用，需要進一步求得每年里程數之期望值。本研究參考 Johnson 及 Kotz (1970) 以求得每年里程數之期望值  $E_{ki}$ (詳附錄三)。

為了預測每個家計單位之小客車使用，首先須預測持有小客車之家計單位數，由於小客車持有之家計單位數可由估計之小客車持有機率值加總求得，因此由持有機率值最高之家計單位開始分配，直至預測之小客車持有家計單位數，如此即可求得預測即將持有小客車之各家計單位。

應用以上之預測方法即可求得在現有外生變數值下汽車持有數之情況，並將此為視基準情境。此情境中小客車持有數計算得知為 160 輛，相當接近實際之小客車持有 166 輛，每年行駛里程數則為 7407(千公里)，亦相當接近實際觀測值 7430(千公里)。本研究進一步計算總里程數之變動百分比，然後將之除以外生變數的改變，即可求得表 3 之弧彈性(為長期彈性)。

由以上弧彈性得知所得對於里程數之影響最大，固定成本其次，變動成本影響最小，因所得並無法以政策控制，所以在每增加一元的固定成本和變動成本之中，固定成本對於抑制小客車里程數之效果較大。

經由本研究建立之模式校估結果顯示，就短期而言，里程數之所得彈性為 0.77，而里程數之變動成本彈性則為-1.5( $v = 6.8$  元 / 公里時)，亦即，變動成本彈性高於固定成本彈性。其他影響里程數之顯著變數尚包括戶長年齡、機車數及家計單位中之未成年人數。就長期而言，所得對於里程數之影響最大，固定成本其次，變動成本影響最小，因所得並無法以政策控制，所以在每增加一元的固定成本和變動成本之中，固定成本對於抑制小客車里程數之效果較大。故政府若考慮採干預經濟因素的方式以抑制小客車持有數量與里程數，短期應採提高變動成本策略如增加燃油費或過路費等，長期則以提高固定成本之策略如提高牌照稅或增加強制第三責任險之費用。另外，未來數年內，我國即將加入世界貿易組織(WTO)，屆時小客車關稅必大幅下降，換言之，即是持有小客車之固定成本下降，根據本模式可預期小客車需求將激增，此情況為政府須加以重視並及早規劃交通政策。

#### 四、計畫成果自評

本研究內容與原計畫約有八至九成之相符程度，其中並有創新之發現，理論及模式之建立，技術水準之提昇，及新技術在國內之再現，對於人才之培育亦有所助益。本研究之成果應具學術參考價值及應用價值，可將結果發表於國內外之期刊。然而，由於本研究為理論及模式之推導、建立、及應用，因此並非屬於專利申請之範疇。本研究之主要發現及其他有關價值綜合評估如下。

1. 本研究以個體經濟學中的消費者選擇理論為出發點，引用Hausman的非線性預算限制式(受汽車之固定成本及變動成本所影響)，透過需求函數、直接及間接效用函數間之轉換，發展出包含固定及變動成本的家計單位汽車持有及使用聯立決策模式。
2. 本研究構建一計量經濟模式並藉此模式探討影響家計單位購買汽車決策行為時的重要因素外，亦藉此模式來預測汽車之需求，進一步模擬政府在採用特定經濟因素(如所得、固定成本和變動成本)干擾下，對汽車成長抑制之有效性，本研究所得之結果可作為政府制訂及評估交通政策之參考及依據。
3. 在學術方面，由於本研究所構建之家計單位聯立決策模式在國內鮮少有相關學者從事研究，因此本研究發展之模式架構及校估程式應能提供國內外學術界參考，進而提昇國內外學術界之研究水準。除了運輸需求學術領域外，本研究所研擬之聯立模式架構及方法論，亦能提供給其他相關之學術領域參考，如計量經濟及行為科學等，增進不同領域間之交流。
4. 最後在教育方面，參與本研究之相關人員，在研究過程中學習並實際應用計量經濟理論、個體經濟學理論、電腦程式、敏感度分析；亦使參與本研究之工作人員了解家計單位購車決策模式構建的整個運作過程，使其體會基礎研究之重要性；另外，亦訓練參與人員設計及執行調查計畫，收集相關研究文獻及應用理論知識。

以下幾點建議可供後續研究作參考：

1. 本研究運用TSP類集程式自行撰寫概似函數並進行校估，唯此程式主觀設定參數校估起始值，並利用所得之梯度關係逐次調整，因此，增加無謂之搜尋時間且影響模式之求解效率，建議最佳起始值可透過其他方式(如基因演算法)來產生，藉以提高求解效率及準確性。
2. 本研究所建立之模式可作為發展家計單位持有兩部(或兩部以上)小客車模式及推導概似函數之基礎。
3. 為建構具代表性之模式以供相關單位作政策分析時之依據，正確之參數校估值即顯得相當重要，建議收集更完整之樣本及相關資訊，以便確實地反應影響家計單位持有及使用小客車之重要屬性。

## 五、參考文獻

1. Berkowitz, M. K., Gallini, N. T., Miller, E. J. and Wolfe R. A. (1985), A disaggregate analysis of multi-vehicle holdings, usage, and gasoline demand, working paper, number 8505, University of Toronto.
2. Berkowitz, M. K., Gallini, N. T., Miller, E. J. and Wolfe R. A. (1990), Disaggregate analysis of the demand for gasoline, *Canadian Journal of Economics*, XXIII, No. 2, pp. 253-275.
3. Burns, L. D., Golob, T. F. and Nicolaidis, G. C.( 1976 ), Theory of urban-household automobile-ownership decisions, *Transportation Research Record* 569, 56-75.
4. de Jong, G. C. ( 1990 ), An indirect utility model of car ownership and private car use, *European Economic Review*, 34, 971-985.
5. Green, D. L. and Hu, P. S. ( 1984 ), The influence of the price of gasoline on vehicle use in multivehicle households, *Transport Research Record*, 988, pp.19-24.
6. Hausman, J. A. ( 1985 ), The econometrics of non-linear budget sets, *Econometrica* 53, 1255-1282.
7. Heckman, J. J. ( 1979 ), Sample selection bias as a specification error, *Econometrica*, 47, pp. 153-161.
8. Hensher, D. A. (1985), Empirical vehicle choice and usage models in the household sector: a review, *International Journal of Transport Economics*, XII (3), pp. 231-259.
9. Hensher, D. A., Smith, N. C., Milthorpe, F. W., and Barnard, P. O. (1992), Dimensions of automobile demand- a longitudinal study of household automobile ownership and use, Elsevier Science Publishing Company Inc.
10. Johnson, N. L. and Kotz, S.( 1970 ), Continuous univariate distributions 1, Houghton Mifflin, Boston.
11. Lerman, S. R. and Ben-Akiva, M. E. ( 1976 ), Disaggregate behavioural model of automobile ownership, *Transportation Research Record* 569, 34-55.

12. Mannering, F. and Winston C. (1985), A dynamic empirical analysis of household vehicle ownership and utilization, *Rand Journal of Economics*, 16, No. 2, pp. 215-236.
13. Mannering, F. ( 1983 ) , An econometric analysis of vehicle use in multi-vehicle households, *Transport Research*, 17A, No.3, pp. 183-189.
14. Mood, A. M., Graybill, F. A., and Boes, D. C.( 1974 ), *Introduction to the theory of statistics*, McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd, Tokyo.
15. Train, K.( 1980 ), A structured logit models of auto ownership and mode choice, *Review of Economic Studies*, 47, pp. 357-370.
16. Train, K. ( 1986 ) , *Qualitative Choice Analysis: Theory, Econometrics and an Application to Automobile Demand*, Cambridge, M. I. T. Press.
17. 姜渝生、林裕清 ( 1994 ) , 小客車持有數與使用量之混和需求模式之研究, 中華民國運輸學會第九屆論文研討會論文集。
18. 廖仁哲 ( 1996 ) , 小客車持有與使用、工作運具混和需求模式之研究, 國立成功大學

表 1. 間接效用模式之校估結果( $C=139.05$  ,  $v=6.8$  , 括號中為 t 值)

不含常數項

$\ln(Y_i-C)$	0.77(9.27)
$v$	0.23(23.50)
AGEH	0.10(28.70)
MOTOR	-0.41(-6.29)
CHILD	0.56(17.35)
$\sigma_e$	0.54
$\sigma_w$	0.10
$\sigma_u$	0.55
對數概似函數值	-44.50
有效觀測值	262

表 2. 變數說明

變數名稱	說明
$\ln(Y-C)$	家計單位於購車後每年用於支付其他財貨之支出
$v$	家計單位之小客車變動成本
AGEH	戶長之年齡
MOTOR	家計單位持有之機車數
CHILD	家計單位未滿 18 歲之人口數

表 3. 里程數之長期彈性

	增加 10%	增加 20%
里程數之所得彈性(情境 1)	1.04	0.96
里程數之固定成本彈性(情境 2)	-0.25	-0.29
里程數之變動成本彈性(情境 3)	-0.22	-0.11

$$\begin{aligned}
& P(I(v_i, Y_i - C_i) \leq U(0, Y_i)) \\
&= P\left(\frac{1}{1-\hat{a}}(Y_i - C_i)^{1-\hat{a}} + \frac{1}{\hat{a}}\exp(\hat{a}x_i + e_i - \hat{a}v_i) \leq \frac{1}{1-\hat{a}}Y_i^{1-\hat{a}}\right) \\
&= P\{e_i \leq \ln[Y_i^{1-\hat{a}} - (Y_i - C_i)^{1-\hat{a}}] - \ln(1-\hat{a}) + \ln\hat{a} - \hat{a}S_i + \hat{a}v_i\} \\
&= \ddot{O}\left\{\frac{\ln[Y_i^{1-\hat{a}} - (Y_i - C_i)^{1-\hat{a}}] - \ln(1-\hat{a}) + \ln\hat{a} - \hat{a}S_i + \hat{a}v_i}{\hat{\sigma}_e}\right\} \\
&= \ddot{O}_i
\end{aligned}$$

## 附錄二

$$\begin{aligned}
& P\{K_i, I(v_i, Y_i - C_i) > U(0, Y_i)\} = P\{e_i + w_i = K_i - M_i, e_i > N_i\} \\
&= \left\{1 - \ddot{O}\left[\frac{N_i - \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_u^2}(K_i - M_i)}{\hat{\sigma}_e(1 - \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_u^2})^{\frac{1}{2}}}\right]\right\} \left\{\frac{1}{\hat{\sigma}_u} \cdot Z\left[\frac{K_i - M_i}{\hat{\sigma}_u}\right]\right\} \\
&= \left\{1 - \ddot{O}_2\right\} \left\{\frac{1}{\hat{\sigma}_u} \cdot Z\left[\frac{K_i - M_i}{\hat{\sigma}_u}\right]\right\}
\end{aligned}$$

其中

$$u_i = e_i + w_i, \quad u_i \text{ 為 } iid \sim N(0, \hat{\sigma}_u^2) \quad \text{其中 } \hat{\sigma}_u^2 = \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_w^2$$

$$M_i = \hat{a}\ln(Y_i - C_i) - \hat{a}v_i + \hat{a}S_i$$

$$N_i = \ln[Y_i^{1-\hat{a}} - (Y_i - C_i)^{1-\hat{a}}] - \ln(1-\hat{a}) + \ln\hat{a} - \hat{a}S_i + \hat{a}v_i$$

## 附錄三

$$EK_i = \exp[\hat{a}\ln(Y_i - C) - \hat{a}v + \hat{a}S_i] \exp\left(-\frac{1}{2\hat{\sigma}_u^2}\right) \times \left\{1 - \ddot{O}\left[\frac{\hat{N}_i}{\hat{\sigma}_e} - \hat{\sigma}_e\right]\right\} / \left\{1 - \ddot{O}\left[\frac{\hat{N}_i}{\hat{\sigma}_e}\right]\right\}$$