

師大地理研究報告
第 13 期 民國 76 年 3 月
Geographical Research
No.13, March 1987

臺灣地區家庭旅運動態及燃油消費結構分析*

A Vehicle Fuel Demand Model for Passenger Road Transportation in Taiwan

曾 國 雄** 連 文 光***

Gwo-Hsiung Tzeng, Wen-guang Lien

Abstract

This paper presents a feasible vehicle fuel demand model for passenger road transportation with the purpose of having an overall understanding of the passenger trip dynamic situation, the characteristics and structures of vehicle fuel consumption.

A National Household Travel Behavior and Energy Consumption Survey (1985, Dec. - 1986, March) proceeded first, then considering the related historical data, a BREAK-DOWN conceptual scheme was constructed to have a through analysis of different modes separately, an impact study for introducing a mass transit system in the Taipei metropolitan area was also included. In summary, we adopted some social research and multivariate statistical techniques to improve the understanding of the travel behaviors and the fuel consumption process; also by taking the ARIMA model and some econometric approaches, the short-term and long-term forecast of fuel demand for different modes can be established concerned with socio-economic attributes.

It was postulated that since this model was proven to be useful and acceptable in practical case study in Taiwan, one of many developing countries in the world, we can take it as a reference for concerned study in the future by further modification and improvement.

(Key Words: Travel behavior, vehicle fuel consumption)

* 本文得以順利完成，感謝經濟部能源委員會之專案計劃與經費之支持，與研究過程中所給予的大力協助。

** 國立臺灣師範大學地理研究所兼任教授（國立交通大學運輸研究所教授）

Part-time Professor, Institute of Geography, National Taiwan Normal University

(Professor, Institute of Traffic and Transportation, National Chiao Tung University).

*** 研究助理 Research Assistant.

一、緒論

臺灣地區自產能源貪乏，僅有少數的煤、天然氣及水力；隨著經濟發展需要，進口能源逐年增加，自民國58年超過自產能源，到74年已達總供給的89%，其中又以石油為大宗，平均每日約進口原油30萬桶，75%以上來自動盪不安的中東國家，由此看來，國內能源安全度甚低，尤其是石油的輸入依存度竟高達99.3%。再看民國74年，國內最終能源消費量為30,423千公秉油當量，其中有12.87%用於運輸部門，而在運輸部門的能源消費中，有97.9%為石油產品，當中汽、柴油，約有92.8%是使用在道路運輸上，其中客運車輛的燃油消費則約佔60%。

而臺灣公路運輸的客運部門，近十年來，由於經濟快速成長，大小交通建設之陸續完成，道路之改善，旅客道路運輸需求與各型車輛皆大幅增加。尤其是自用車輛與機車數目從民國64年一百七十一萬輛增加到74年的六百六十萬輛，達3.86倍之多；而自用小客車在這十年間，由於國民所得、生活水準的提昇與汽車工業的蓬勃發展，亦增加了7.97倍；此外，大眾運輸的需求量亦持續增加，凡此都造成了對石油產品中汽、柴油需求之日益殷切。而在民國75年1月16日，交通部宣布計程車牌照全面凍結，同年2月15日，臺灣地區公路監理業務電腦連線作業正式啓用，且截至4月底，由於世界石油市場的不穩定，國內油價已作四次降價調整，另一方面，臺北和高雄都會區在未來數年內，將開始動工興建大眾捷運系統，舉凡這些在可見的未來預料必將造成新的問題與挑戰。由以上說明，我們可以瞭解在石油依存度極高的國內，旅客道路運輸車輛燃油消費預測實為當前石油能源規劃最迫切的工作。

反觀國內歷年來在運輸能源方面的研究上，多從總體經濟的角度上著手，其中雖不乏複雜的方注，如動態模型（DYNAMO），計量經濟模型（Econometric Model）等〔11,12,13〕，然皆是在諸多假設的前提下進行，自變數的選擇上也多半採用容易獲得的資料變數做為指標，因此在分析上說服性不強也缺乏行為面因素的考慮。造成這樣的原因首推國內在運輸能源方面的現況調查資料闕缺，又缺乏連貫性，無法據以做完整而週密的規劃模式所致。蓋運輸需求基本上為一衍生需求（Derived Demand），能源的消費更是件隨運具的使用後才產生的，在因果關係的分析上，理應是從各種運輸工具的使用者—即個人及家庭上着手才算合理，而要從事這樣的分析，勢必要有一健全的，具連貫性的家庭旅運及燃油消費資料庫，這也是本研究之所以進行一全國性「家庭住戶運輸行為暨能源消費狀況調查」最主要的原因。大抵而言，國內目前在運輸的供需上，仍是供給無法滿足需求的情況，然運輸設施的供給不僅是在滿

足運輸需求的增加，事實上更要與經濟、環境、甚至能源三大（3 E）問題相互配合，求其均衡發展才行，而無疑地，如何納入並考慮不同區域性，即空間向度（Space Dimension），並比較其差異性，在運輸與能源規劃上亦極富意義，因此本文中對此之問題都將做一全盤性的探討。

二、家庭暨個人旅運動態現況調查

(一) 調查目的

本調查主要目的有二：

1. 瞭解臺灣地區各縣市家庭住戶之基本社經資料，實際運輸行爲、車輛持有及使用型態、各種旅次目的、運具使用及旅次長度等消費特性與結構；配合各車種之燃油消費，分析彼此之關係，以發現問題之所在，作為車輛耗油需求模式建立及日後制定節約能源策略與措施之依據。

2. 與以往研究報告作比較分析，修正現有資料，藉以探討各地區別燃油消費之差異性，並建立自用小客車、機車耗油與各影響要因之關係式，做為放大推估時的資料基礎。

(二) 調查方法

本調查工作之實際流程如圖 1.，調查作業之進行，在抽樣方法上採隨機比例抽樣原則，依照各地區之住戶數目，配合經費上之限制，決定實際調查訪問之家庭住戶數。鑑於本調查問卷內容項目繁多，全部以調查員親自進行住戶訪問，而不採郵寄方式。調查工作分北、中、南、東四個區域進行，由四個督導員分區負責，先訓練調查員，再分發住戶實訪調查，回收之間卷，有疑問者儘量重訪，以求調查之信度。

所有回收之間卷資料整理分析，耗時近二個月，先進行過錄（Coding）與廢卷淘汰，再以交臺北校區王安 VS 80 電腦建立指標檔（Index file），以儲存大量資料，另設計程式作各項相關之分析工作，力求結果之真確性。

(三) 調查範圍

本研究針對臺灣 22 個縣市（澎湖縣因經費限制，不在調查範圍），進行共 2,503 戶之「臺灣地區家庭住戶運輸行爲暨能源消費狀況調查」。調查時間自民國 74 年 12 月 15 日起至 75 年 3 月 15 日止，為期三個月。

(四) 問卷內容與樣本檢定

本研究調查問卷設計採結構型方式（Structured Questionnaire），並綜合限制式（Closed Form）與半開放式（Semi-Opened）問題之型態〔5〕，問卷（詳細

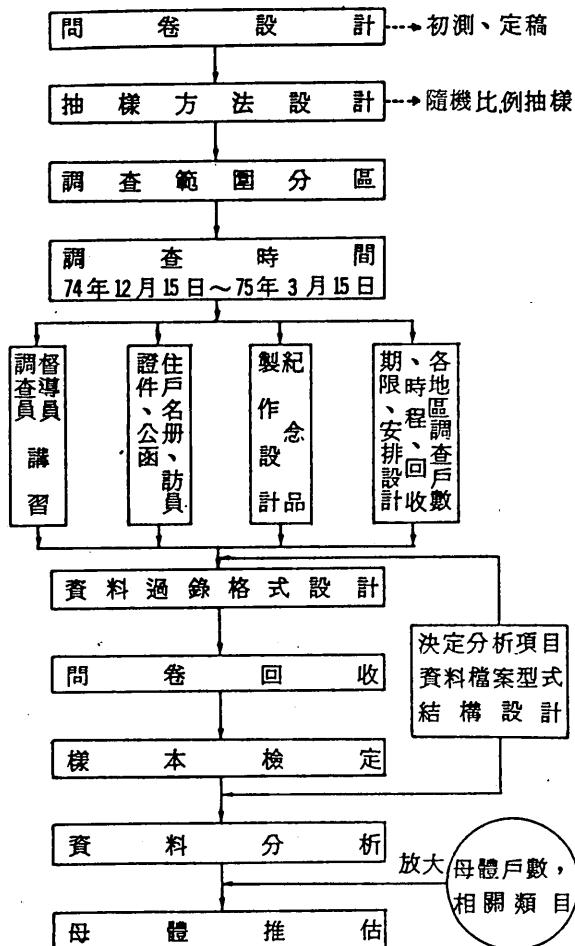


圖 1. 家庭住戶調查研究架構流程圖

假設顯著水準 $\alpha = 0.05$ ，則當：

$$|Z| > Z_{\alpha/2}$$

表示樣本與母體有差異，調查抽樣可能有偏誤，否則表示抽樣結果尚足以代表母群體。

由表 1 及表 2，得知本研究之抽樣調查結果，尚足以代表母群體。

表 1. 性別差異性檢定

性別	樣本百分比	母體百分比	z-test	差異是否顯著
男性	50.9	50.1	$z=1.62$	不顯著
女性	49.1	49.9	$z=-1.62$	不顯著

內容參照〔9〕) 主要內容大致分成四大類：

- 1.家庭住戶基本資料；
- 2.家中車輛持有及使用耗油狀況；
- 3.家中成員城際旅運資料；
- 4.家中各成員一天中之旅次狀況。

為了進一步瞭解本調查結果是否具有真確性與代表性，將所有抽樣結果之男女比例及 15 歲以上勞動人口做為樣本檢定項目，配合調查日期，以民國 74 年 12 月底臺灣地區之母體資料為比較依據。

本文採 z-test 百分比檢定法，進行樣本之檢定：

$$Z = \frac{Ps - Pu}{\sqrt{PuQu / n}}, \quad Qu = 1 - Pu$$

其中 Ps : 樣本檢定項目百分比 (男 / 女比例, 15 歲以上勞動人口 / 總人口比例)

Pu : 母體比較項目百分比

n : 調查項目樣本總數



$$Z = \frac{0.509 - 0.501}{\sqrt{0.501 \times 0.499 / 10264}} = 1.62 < 1.96$$

表2. 15歲以上勞動人口差異性檢定

年齡	樣本百分比	母體百分比	z-test	差異是否顯著
15歲以下	33.4	32.8	$z=1.43$	不顯著
15歲以上	66.6	67.2	$z=-1.43$	不顯著

$$Z = \frac{0.666 - 0.672}{\sqrt{0.328 \times 0.672 / 12645}} = -1.43$$

$$| Z | < 1.96$$

(五)基本資料分析

本研究調查回收問卷，經整理後有效問卷北部地區共1,088份，中部地區共538份，南部地區共651份，東部地區83份，合計臺灣地區共2,360份。

家庭住戶基本資料包括：住戶人口組成、職業、年齡、所得結構、各型車輛持有狀況等。本研究調查結果，利用交大王安VS80電腦，就各縣市之住戶現況訪問所得，進行各類統計分析，詳細結果請參照〔9〕。

調查分析結果，發現以下問題，並推得若干結論：

- 由於國內一般人民接受調查訪問的態度多趨於保守，若干較敏感性問題，如所得、旅次頻率、長度、車輛耗油等，一方面基於記憶力所及，將有低估的現象。
- 臺灣地區平均每戶戶籍人口數為5.36人，實住人口數為4.65人，顯示外流人口甚多，此為以住戶作為各項推估基準時之缺點。各縣市中，臺北市戶籍，實住人口最低，分別為4.6人、4.23人，而地區別又依北、中、南、東有依次遞增的現象。就業人口數平均每戶為1.92人，縣市別的差異則較小。
- 臺灣地區平均每戶擁有汽車執照數為0.63，機車執照數為1.37，顯然機車為最普及之自用車輛；其中臺北市及北部區域擁有汽車執照數比例較高，機車部分則恰相反。自用小客車與機車持有率方面，和上述情形一致，詳參見〔9，附表A 3-2〕。自行車部分，臺北市的擁有率最低，只有0.22輛/戶，其高低順序依次為北部最低，其次為南部、中部及東部地區，這與各縣市大眾運輸系統的普及與方便性、地理環境等皆有關係。計程車部分，抽得之樣本比例甚低，平均一千戶只有24輛，蓋其主要為營業用交通工具所致。
- 在住戶職業、年齡、所得結構之分析上，主要係作為驗證本調查結果是否對現況具有描述能力，可信度如何，調查分析結果，皆具常態性，且能表現各縣市與地區別

之差異，表示本研究調查之各項推論，足堪採信。

5. 調查發現，自由業人口其車輛使用里程不定，其他如以機車送貨行為（煤氣行）、計程車每日行駛里程差異甚大等，皆為不易掌握之運輸行為。換言之，本研究認為職業的不同所造成使用運具種類、頻次、旅次長度、車輛耗油等的差異相當大，類似這種「質」的因素，值得有關單位在做運輸能源規劃時，進一步研析參考。

6. 在調查過程中亦發現，一般非都市地區（Non-urban Area）為使用各種運具較頻繁的地方，即各運具交互使用的情形較為普遍，反觀，都市地區，一般使用運具的型態則較為固定。而郊區及偏遠地區常基於需要轉車理由，提高了其購買自用車輛的慾望。至於有車及無車住戶在旅次發生根本上無多大差異，主要是有車住戶其旅次數及平均長度較大。

7. 與陳海曙君〔7〕在民國74年對臺北地區所做家庭能源耗用特性調查結果比較，發現有類似與一致的現象，即郊區住戶擁有自用車輛的比例較高（尤其是自行車、機車），在工作與就學旅次上，多採用運行能源效率低之機車與小客車為主要運具，惟自行車在就學旅次上使用普遍，值得都市地區推廣，但應配合相關之措施。而都市地區，雖然一般所得較高，但主要表現在自用小客車的持有與使用上，由於都市地區大眾運輸的發展一般言都較為完備，這種現象顯然影響都市總體運輸能源之耗用程度與效率。

8. 一般住戶使用小客車方式，乘載人數普遍偏低，平均乘載人數，尤其在工作通勤時，一人約佔60%，二人約佔30%，二人以上僅佔10%，未能完全發揮其應有之功能，有關機構應加強宣導，鼓勵駕駛者增加乘載人數。

9. 影響家庭旅次數之因素，最重要者為「家庭本質」，歸納言之，為以下各項：

- (1)家中人口、職業結構、所得水準、工作與就學距離；
- (2)住宅地點、區位；
- (3)汽、機車擁有數；
- (4)大眾運輸可及性、方便性；
- (5)居住空間對各種活動之分割性。

10. 家庭住戶行為旅次大致可分為：都市內（Intra-city或local）旅次及城際間（Inter-city）旅次兩類，依照各旅次目的，運具別，可計算得出其旅次長度，邊際百分比等之相關距陣，藉以看出各縣市中，不同運輸工具分配及運作現況情形，並瞭解個人及住戶之運輸行為特性。完整輸出表格，請參照〔9，附錄三、附表A 3-6至3-15〕；至於詳細的分析內容，將於下節討論。

三、家庭住戶暨個人運輸行爲特性分析

旅次的產生，不外下列五種目的，即工作、就學、購物、社交娛樂及其他，而依旅次產生，吸引點的不同，又分為家族次（Home-based Trip）及非家族次（Non Home-based Trip）兩種。

以下分就問調查結果，就各縣市家庭住戶及個人在都市內與城際間旅次之運輸行爲特性，作分析探討。

（一）都市內、當地旅次運輸行爲特性

本研究就臺北市、高雄市及北、中、南、東部區域，臺灣地區作比較分析。透過各相關矩陣，可得下列結論：

1. 工作與就學旅次，在各縣市地區皆相同，為最主要的旅次產生，約佔發生數的75%，其次為購物、社交娛樂，約佔19%，最後為單程返家及其他旅次，僅佔6%。
2. 就旅次長度（延人公里）而言，各縣市亦有一致的結果，唯社交娛樂的旅次長度較購物旅次長，居第三位，如表3所示。
3. 若合併旅次目的、旅次長度、使用運具別、地區別差異作全盤分析，則發現各縣市地區運輸行爲特性不盡相同。

步行有益健康，在1公里左右範圍內，實在沒有使用運輸工具的必要，然而臺北市步行之延人公里百分比只有2.4%，較高雄市4.41%低出很多，其中北部區域與南部區域較低，為2.33%、2.27%，而中部及東部區域較高，分別為3.9%及3.17%，自行車為零耗油，零污染之運輸工具，臺北市的使用率偏低，運量僅佔1.62%，高雄市則高達9.44%，而各區域也有不同，北、中、南、東部區依次為1.9%、4.24%、4.36%及4.55%。對於這種健身、便利、無污染、不耗能源的交通工具，政府實有加強宣導，鼓勵國內生產及使用的必要。

表3. 家庭住戶各旅次目的長度、百分比分佈

單位：延人公里，百分比 / 每戶、每人、每天

項 目	工 作		上 學		購 物		社 交 娛 樂		家		其 他		合 計	
	每戶	每 人	每戶	每 人	每戶	每 人	每戶	每 人	每戶	每 人	每戶	每 人	每戶	每 人
臺灣地區	25.64	5.92	10.32	2.38	2.50	0.58	6.12	1.41	2.17	0.50	4.06	0.94	50.80	11.73
	50.47 %		20.31 %		4.91 %		12.05 %		4.27 %		7.98 %		100 %	

機車的運量（延人公里）比例，以臺灣地區而言，居各運輸工具之冠，佔 24.7 %，然依縣市地區不同，亦有明顯差異，高雄市高達 43.2 %，而中、南、東部地區也有遞增現象，且皆高於北部地區，東部最高，達到 54.95 %，由此可見，機車仍是 最便利、最主要之私人交通工具，特別是在郊區或較偏遠的城市，極難被淘汰。

而自用小客車的使用情形則和機車相反，都市化程度愈高，一般住戶所得較高的 地區，車輛持有和使用愈形普遍，以臺北市為例，其運量比例最高，佔 18.32 %，高 雄市則只有 10.24 %，國內道路可用面積有限，都市停車問題已日益嚴重，如何抑制 小汽車成長，並配合有關的交通管制及能源措施，實為當務之急。

縣市公車和民營客運之運量比例，居第二位，達到 23.6 %，和機車同為都市運 輸之兩大主流，然就臺北市的 44.77 % 和東部地區的 3.33 % 比較 可知臺灣地區除若 干主要都市大眾運輸系統服務普及性較高外，其他各縣市仍有待改進，否則自用車輛 勢必持續成長，造成能源耗用不經濟現象。

一般計程車的運量乘載比例不高，只有 2.9 %，主要多用於工作上需要及社交 娛樂、急事處理上，預料未來變動的趨勢不大。而交通車的使用，主要是工作（2.5 %）及就學（1.28 %），其運量僅佔 5.1 %，由於交通車本身有固定服務對象、行駛 時間、路線也多半固定，就能源耗用經濟觀點，是一種值得推廣使用的交通工具。

（二）城際間旅次運輸行為特性

在表 4 中，使用臺汽客運、鐵路的旅次行為，主要係因應城際間活動之需，而大 部份是作為中長程（10 公里以上）之通勤旅次，公路局運量比例佔 10.7 %，較鐵路 8.1 % 為高，顯示鐵路擔任城際運輸的角色，已逐漸為道路運輸所取代。

本研究更就城際長途旅次（25 公里以上）進行分析，參照表 5，發現平均每戶 長途通勤人口數僅有 0.15 人，多半是因為工作上的理由，然而全年中家庭產生長途城 際旅次的住戶數佔總戶數的 67.37 %，尤以東部地區最高，為 75.9 %，顯示偏遠地 區之住戶依賴城際運具較其他地區殷切，而過去足不出戶的現象，隨著經濟成長及各 項交通建設的陸續完成，已有了明顯的改善。

城際旅次產生的原因，各縣市地區亦有不同，一般言，由於工作（工、商務）理 由而產生佔最大比例，約為 48.73 %，而南部和東部地區則主要是因為社交旅遊的緣 故，運量比例為 60.4 %、45.86 %。由表 6，也可看出各種運具的使用情形，除臺 北市及北部區域以自用小客車為主要運具外（運量比例分別為 35.96 %、30.15 %）其餘各縣市住戶多係以公路局為主（約為 28.75 %），其次才為鐵路（約為 22.86 %）及自用小客車。其中東部地區尤其依賴鐵路運輸，運量比例佔 73.4 % 之高，顯見鐵 路為東部地區對外活動之主要交通工具。

表4. 各縣市地區使用運具別延人公里、百分比相關矩陣 單位：延人公里，%/每戶、每人

地區 運具	臺北市		高雄市		北部地區		中部地區		南部地區		東部地區		臺灣地區	
	每戶	每人	每戶	每人	每戶	每人	每戶	每人	每戶	每人	每戶	每人	每戶	每人
(1)步行	1.08 2.40	0.27 4.41	1.43 4.41	0.36 4.41	1.20 2.33	0.26 3.90	2.55 3.90	0.58 2.27	0.91 2.27	0.21 3.17	0.99 3.17	0.23 2.8	1.42 2.8	0.34
(2)自行車	0.73 1.62	0.18 9.44	3.06 9.44	0.75 9.44	0.98 1.90	0.21 4.24	2.77 4.24	0.61 4.36	1.75 4.36	0.43 4.55	1.42 4.55	0.33 3.2	1.63 3.2	0.37
(3)機車	7.79 17.32	1.94 43.20	14.0 43.20	3.42 43.20	9.16 17.80	1.96 24.34	15.91 24.34	3.58 37.07	14.88 37.07	3.63 54.95	17.15 54.95	4.03 24.7	12.56 24.7	2.89
(4)自用 小客車	8.24 18.32	2.05 10.24	3.32 10.24	0.81 16.44	8.46 16.44	1.89 17.01	11.12 17.01	2.50 14.95	6.0 14.95	1.46 17.40	5.43 17.40	1.27 16.3	8.28 16.3	2.01
(5)計程車	1.68 3.73	0.41 1.60	0.52 1.60	0.12 2.62	1.35 2.62	0.31 2.34	1.53 2.34	0.34 3.59	1.44 3.59	0.35 9.26	2.89 9.26	0.68 2.9	1.47 2.9	0.33
(6)公車、 客運	20.14 44.77	5.0 22.74	7.37 22.74	1.80 37.07	19.08 37.07	4.28 9.09	5.94 9.09	1.33 16.29	6.54 16.29	1.59 1.59	1.04 3.33	0.24 23.6	11.99 23.6	2.75
(7)臺灣 汽 客 運	1.64 3.65	0.41 1.36	0.44 8.98	0.11 14.99	4.62 8.98	1.04 14.99	9.80 14.99	2.21 11.63	4.67 11.63	1.14 1.14	1.78 5.70	0.42 5.70	5.42 10.7	1.31
(8)鐵路	0.85 1.89	0.21 0.77	0.25 8.16	0.06 11.12	4.20 8.16	0.95 11.12	7.27 11.12	1.63 4.58	1.84 4.58	0.44 0	0 0	0 0	4.09 8.1	0.95
(9)交通車	1.77 3.93	0.43 5.58	1.81 5.58	0.44 4.37	2.25 4.37	0.51 8.00	5.23 8.00	1.18 3.16	1.27 3.16	0.31 0.93	0.29 0.93	0.07 5.1	2.59 5.1	0.60
(10)其 他	1.09 2.42	0.28 0.71	0.23 1.28	0.06 5.00	0.66 1.28	0.15 5.00	3.27 5.00	0.73 1.99	0.80 1.99	0.20 1.99	0.22 0.70	0.06 0.70	1.29 2.5	0.29
合 計	44.99 100%	11.17 100%	32.41 100%	7.90 100%	51.47 100%	11.65 100%	65.37 100%	14.72 100%	40.14 100%	9.78 100%	31.21 100%	7.34 100%	50.8 100%	11.73 100%

表5. 家庭住戶工作、就學、通勤、城際旅次分析 *

	每戶工作人 口總工作距 離 (公里)	每戶就學人 口總就學距 離 (公里)	每戶平均長 途通勤人口 (工作、就 學) (人)	平均每戶長 途通勤距離 (公里/日))	全年產生長 途城際旅次 戶數百分比 %
臺北市	13.19	8.35	0.21	5.71	68.41
高雄市	12.02	3.58	0.034	2.50	67.16
北部區域	15.47	10.26	0.19	6.02	69.58
中部區域	13.48	6.43	0.20	8.32	67.66
南部區域	11.71	5.57	0.069	5.37	62.37
東部區域	3.34	2.31	0.048	0.96	75.90
臺灣地區	13.59	7.82	0.15	6.19	67.37

* 城際旅次係指旅次長度在 25 公里以上者

表 6. 各地區家庭住戶長途城際旅次運具別延人公里分佈 單位：百分比／每戶、每月

地 區	運 具 旅次 目的	百分比／每戶、每月						
		自用 小客車	計程車	公 車 客 運	台汽客運	鐵 路	其 他	合 計
臺 北 市	工作(公、商務)	23.27	0	1.64	10.31	15.45	6.98	57.65
	社交旅遊	9.58	0.9	2.31	6.49	6.54	3.49	29.31
	其他	3.11	0.21	2.21	3.90	2.82	0.79	13.04
高 雄 市	工作(公、商務)	2.92	0	2.17	8.80	8.05	1.98	23.91
	社交旅遊	12.45	0.33	4.88	25.27	21.95	8.74	73.63
	其他	0	0	0	0.54	1.92	0	2.46
北 部 地 區	工作(公、商務)	19.31	0.92	4.59	16.39	10.79	6.95	58.93
	社交旅遊	9.4	0.84	1.29	8.06	7.87	4.70	32.17
	其他	1.44	0.069	1.43	3.83	1.67	0.46	8.90
中 部 地 區	工作(公、商務)	15.66	2.25	4.67	7.69	4.67	10.43	45.36
	社交旅遊	5.18	0.10	5.93	14.01	5.82	5.47	36.50
	其他	0.52	0.19	5.0	7.83	3.57	1.0	18.14
南 部 地 區	工作(公、商務)	7.39	0	2.08	8.61	9.35	7.04	34.49
	社交旅遊	8.36	0.48	5.61	19.65	18.9	7.40	60.40
	其他	0.07	0	0.61	1.57	2.72	0.14	5.11
東 部 地 區	工作(公、商務)	4.9	0	0	0	18.3	0.63	23.85
	社交旅遊	5.96	0	1.33	10.8	27.8	0	45.86
	其他	0	0	0.2	2.6	27.3	0.2	30.29
臺 灣 地 區	工作(公、商務)	14.98	0.92	3.83	12.17	9.25	7.59	48.73
	社交旅遊	8.20	0.58	3.46	12.59	10.87	5.55	41.24
	其他	0.85	0.07	1.91	3.99	2.74	0.47	10.03

總而言之，透過調查訪問所得結果，雖然不能全盤代表各縣市之運輸系統狀況，然而由各家庭住戶所表現的運輸行為，在瞭解國內現存之各類運輸問題，車輛耗油與環境、經濟、社會，乃至於空間結構等的關係時，提供了極大的幫助。

四、自用車輛燃油消費特性與結構分析

一般人購買持有自用車輛，不外基於以下理由：(1)工作上的需要；(2)方便、機動性；(3)舒適感、隱私權的滿足；(4)炫耀的心理；(5)現有大眾運輸工具無法提供適當的服務。一旦擁有自用車輛，必然會降低使用其他交通工具的機會。換言之，自用車輛的燃油消費過程，直接地與車輛使用者一個人及其家庭屬性有關，間接地舉凡駕駛者行為，車輛本身燃油效率、使用頻率、維護保養以及道路狀況等亦都與其有密切的關係。

本文僅從旅次行為面着手，探討(1)個人及家庭屬性與自用車輛耗油之關係；(2)地區別車輛燃油消費之差異。另由本研究之調查結果，參見表 7.、表 8.，發現機車的普及率甚高，尤其是中、南、東部地區，擁有機車的戶數高達 85 % 以上，且有許多住戶擁有數不只一輛，在車型分佈上，以中型 (51 ~ 125 cc) 約 61.24 % 最多，在購買使用年限上，平均約為 4 年，較 73 年調查資料 [4] 稍為低，顯示機車汰舊換新的

觀念已逐漸為人接受。另一方面，本調查亦發現現存實際車輛數和政府公佈的車輛登記數有一段差異，約僅為其 75 %。

表 7. 住戶自用小客車持有及耗油結構

項 地 目 區	各車型(cc) 車數百分比				每車平均 購買使用 年 限 (年)	擁有自用 小客車戶 數百分比 (%)	每戶每月 自用小客 車平均耗 油量(公升)	每車每月 平均耗油 量(不分 車型)(公升)	每車每月平 均行駛里程 (公里)
	600 1,200cc	1,201 1,800cc	1,801 2,400cc	2,401cc 以上					
臺北市	26.17	59.73	9.40	4.70	7.544	27.73	40.66	119.28	1312.08
高雄市	43.23	46.67	3.33	6.67	7.313	11.27	13.53	95.17	1046.87
北部區域	31.02	56.51	9.7	2.77	6.637	26.84	34.62	106.39	1170.29
中部區域	37.87	53.85	7.69	0.59	8.575	23.61	22.61	77.47	852.17
南部區域	43.37	44.58	8.43	3.61	5.787	10.29	11.13	86.27	948.97
東部區域	30.00	60.00	10.00	0.00	6.875	10.84	7.74	58.36	641.96
臺灣地區	34.51	54.25	8.99	2.25	7.034	20.97	24.45	95.23	1047.53

表 8. 住戶機車持有及耗油結構

項 地 目 區	各車型(cc) 車數百分比				每車平均 購買使用 年 限 (年)	擁有機車 戶數百分 比(%)	每戶每月 機 車 耗 油 量 (公升)	每車每月 平均耗油 量(不分 車型)(公升)	每車每月平 均行駛里程 (公里)
	50 cc 及 以 下	51 cc 125 cc	126 cc 150 cc	151 cc 750 cc					
臺北市	14.86	59.42	24.28	1.45	3.507	46.14	23.50	37.20	1287.12
高雄市	37.74	43.58	18.68	0	4.311	82.84	21.33	16.87	583.70
北部區域	21.50	61.21	16.46	0.82	3.505	61.03	25.66	28.84	997.86
中部區域	22.29	66.75	10.36	0.60	4.252	86.80	26.12	17.16	593.74
南部區域	29.21	55.47	14.99	0.33	4.277	86.48	24.54	17.61	609.31
東部區域	20.94	66.21	12.85	0	3.681	85.54	36.22	21.02	727.29
臺灣地區	24.16	61.24	14.04	0.56	3.977	74.79	25.83	21.48	743.21

在自用小客車方面，住戶的擁有率日益提高，尤以臺北市最為明顯，平均約每 3.5 戶有一輛，全臺灣地區則平均每 5 戶有一輛，多數的車輛車型則集中在 1201 ~

1800 cc.，其次 600~1200 cc.，車輛平均購買使用年限為七年。另外，有兩點特別值得我們注意的是：

1.由前節之內容，機車在臺北市及北部地區的普及率雖較低，然調查結果，發現其平均每月耗油量並不低於其他地區，這表示真正影響耗油量的因素，並不單純，非但與使用者本身屬性有關，舉凡都市道路設施狀況、空間結構、社會經濟環境等，都可能為其影響因素。而自用小客車事實上也有這種現象，只不過沒有機車明顯罷了。

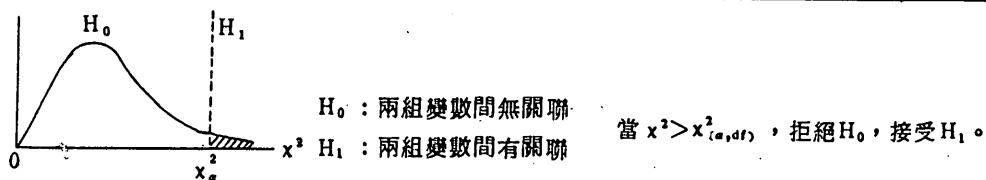
2.歷年來之調查研究〔1,4〕雖計算出各型車輛大致的行駛里程，燃油消費量，但由於各項調查結果差異甚大，無法評定其真確性，加上並未建立可信的關係模式，以致於在做車輛耗油預測時，仍缺乏解釋能力，而在評估各項系統變量所造成的影響時，亦難令人滿意，因此全國性的普查，建立較具公信力的運輸能源資料庫，為未來能源規劃工作最重要之課題。

為明瞭家庭住戶結構與自用車輛燃油消費關係，本文首先利用關聯分析，找出初步之影響變數，如表 9，再利用數量化 I 類模型，以電腦進行分析，建立自用車輛耗油關係式。

表 9. 燃油消費與家庭住戶結構影響要因之關聯分析

$\alpha = 0.05$

檢定數基準		實住人口數	就業人口數	住戶每月總收入數	汽車持有數	機車持有數	汽車駕照數	機車駕照數	長程通勤人口數	就業人口工作總距離	就學總距離	長程通勤總距離	工	商	公	學	無職業人口數	自由業
自用小客車	自由度(d.f.)	4x5	4x3	4x5	4x3	4x3	4x3	4x3	4x5	4x5	4x5	4x5	4x3	4x3	4x3	4x3	4x3	4x3
	χ^2	66.03	68.07	81.15	272.16	33.0	210.7	84.08	16.59	60.7	38.1	31.3	18.44	116.3	19.02	53.09	7.52	30.56
	$\chi^2(\alpha, df)$	39.97	28.3	39.97	28.3	28.3	28.3	28.3	39.97	39.97	39.97	39.97	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3
機車	有無關聯	有	有	有	有	有	有	無	有	無	無	無	無	有	無	有	無	有
	自由度(d.f.)	4x5	4x3	4x5	4x3	4x3	4x3	4x3	4x5	4x5	4x5	4x5	4x3	4x3	4x3	4x3	4x3	4x3
	χ^2	52.73	69.8	61.43	10.82	234.99	39.36	102.97	14.58	71.85	53.77	23.18	83.39	60.96	38.4	95.49	26.74	31.1
車	$\chi^2(\alpha, df)$	39.97	28.3	39.97	28.3	28.3	28.3	28.3	39.97	39.97	39.97	39.97	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3
	有無關聯	有	有	有	無	有	有	無	有	有	無	有	有	有	有	無	有	



由表10.，我們可以看出影響機車耗油量的主要因素依序為：機車持有數、就業人口數、就業人口總工作距離。一般人認為住戶所得愈高，機車耗油量愈多的觀念顯然並不正確，蓋住戶所得高低，只間接影響機車的持有。機車使用者的個人屬性、家庭就業人口的多寡、工作距離的遠近，才是和耗油量有最直接而密切的關係。更由於機車是個人最方便而迅速的交通工具，可以推論因人而異所造成的差異程度必定極大，因此地區性的差別也較大，分群歸類的結果勢必不十分理想。除此之外，在研擬機車節約能源措施時，出發點自然應集中在駕駛者及車輛本身上，才能發揮較佳的成效，這點是規劃者必須先有的重要觀念。

在自用小客車方面，由表11.吾人發現影響其耗油量的最主要因素依序為：汽車持有數、就業人口數、及住戶所得。由於住戶所得是汽車購買力的主要來源，亦代表其維護保養及支付燃油消費金額的能力，因此扮演較重要的角色，這點與機車耗油的分析結果不同。然由這點我們可以推論地區性的差異應該較機車明顯，而在研擬自用小客車節約能源措施時，便可從較多的角度出發，例如可以根據各縣市實際的產業、經濟結構、都市型態、道路設施運作狀況、針對車輛使用、交通管制等方面，訂定具體而可行的方法，有關車輛節約能源的措施，根據本文研究結果，將在下節做詳細說明。

在圖2.的架構方法，本文分別就與機車、自用小客車燃油消費有關之因素，選取20個代表性變數，以群落分析進行臺灣地區22個縣市（澎湖縣除外）之分類歸群工作。

在圖3.中，我們發現各縣市機車的燃油消費差異性甚大，其主要原因如前所述，係因機車的使用因人而異，和個人的工作屬性及旅次行為有最直接的關係。大致的分群如下〔註：縣市代號參照表12.〕：

第一群：基隆市

第二群：嘉義市

第三群：臺北市、臺北縣、桃園縣、新竹市、新竹縣、臺中市、臺中縣、彰化縣

第四群：宜蘭縣、苗栗縣、南投縣、高雄市、高雄縣、臺南市、屏東縣

第五群：雲林縣、嘉義縣、臺南縣

第六群：花蓮縣、臺東縣

其中基隆市和嘉義市與其他各群的差異性最大，可能和其特殊的地理位置和都市功能有關。第三群中桃園縣和新竹縣在消費結構上較為類似，同屬工業化密集度高的縣市。第四群中，臺南市和高雄市是所有群落中最為類似的縣市，而宜蘭縣和苗栗縣同為農業化縣市，類似性也很高。第五群中雲林縣和臺南縣同為農業、工業化並存之

表10. 機車樣本數量化 I 類模型分析結果

說明變數	範疇說明	範疇係數	全 距
實住人口數	1人	- 2.598	(1) 3.574
	2人	- 2.586	
	3人	- 0.360	
	4人	0.502	
	4人以上	0.976	
就口業人數	1人	4.138	(2) 10.45
	2人	1.610	
	2人以上	6.312	
住戶每月總收入	2萬元以下	- 2.140	(8) 4.009
	2~3萬元	- 2.286	
	3~4萬元	1.723	
	4~5萬元	- 2.121	
	5萬元以上	1.706	
持機有數車	無	-15.872	(1) 33.073
	1輛以上	17.201	
駕汽照數車	無	1.896	(6) 5.608
	1人以上	- 3.712	
駕機照數車	無	- 0.261	(13) 0.694
	1人以上	0.433	
總就工作距人離口	10.公里以下	0.206	(3) 10.148
	10~20.公里	3.949	
	20.公里以上	- 6.199	
總就學距人離口	10.公里以下	1.510	(5) 6.038
	10~20.公里	- 4.062	
	20.公里以上	- 4.528	
工	無	- 0.532	(12) 3.31
	1人以上	2.778	
商	無	2.879	(4) 9.083
	1人	0.932	
	2人以上	- 6.204	
公教	無	- 1.002	(10) 3.785
	1人以上	2.783	
學	無	- 0.536	(7) 4.566
	1人	- 2.596	
生	2人以上	1.970	
	無	0.790	(9) 3.482
自由業	1人以上	- 2.692	

$$\bar{Y} = 16.2027 \text{ 公升 / 每戶、每月、每輛}$$

$$R = 0.415$$

附註：

(1)總計 13 個說明變數， 37 個範疇。

(2)目的變數為家庭住戶機車每月之耗油量。

表11. 自用小客車樣本數量化 I 類模型分析結果

說明變數	範疇說明	範疇係數	全 距
實住人口數	1~2人	- 3.882	(7) 8.183
	3人	- 2.360	
	4人	- 2.084	
	5人以上	4.301	
	就業人口數	1人	
住戶每月總收入	2人	13.778	(2) 26.049
	3人以上	- 12.271	
	2 萬元以下	10.988	
持汽有數車	2~3萬元	0.392	(3) 23.858
	3~4萬元	- 6.404	
	4~5萬元	- 12.870	
	5萬元以上	6.901	
	無	-33.014	
持機有數車	1輛以上	80.912	(1) 113.926
	無	1.865	
照機駕數車	1輛以上	- 2.162	(9) 4.027
	無	2.291	
工就業總距離人口	1人以上	- 3.853	(6) 6.144
	10.公里以下	- 3.058	
學	10~20.公里	0.890	(6) 8.887
	20.公里以上	5.829	
	無	- 0.965	
商	1人	5.948	(5) 12.486
	2人以上	- 6.538	
生	無	5.823	(4) 14.39
	1人	- 8.576	
自由業	2人以上	- 1.760	
	無	- 0.052	(10) 0.229
	1人以上	0.177	

$$\bar{Y} = 33.6936 \text{ 公升 / 每戶、每月、每輛}$$

$$R = 0.728$$

附註：

(1)總計 13 個說明變數， 29 個範疇。

(2)目的變數為家庭住戶自用小客車每月之耗油量。

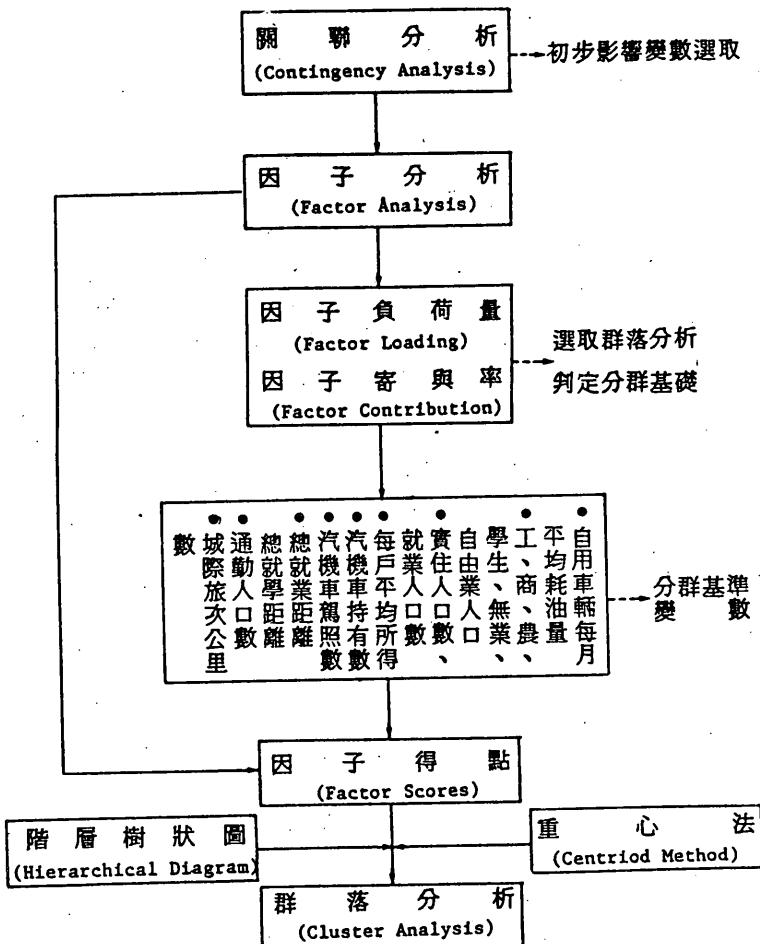


圖 2. 地區別自用車輛耗油特性群落分析架構圖

表12 各縣市代號一覽圖

縣 市	基 隆 市	臺 北 市	臺 北 縣	宜 蘭 縣	桃 園 縣	新 竹 市	新 竹 縣	臺 中 市	臺 中 縣	苗 栗 縣	南 投 縣	彰 化 縣	雲 林 縣	高 雄 市	高 雄 縣	嘉 義 市	嘉 義 縣	臺 南 市	臺 南 縣	屏 東 縣	花 蓮 縣	臺 東 縣
代 號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

縣市，因此類似性也相當高。第六群，花蓮縣和臺東縣為東部區域兩個主要縣市，機車為其主要的交通工具，故消費型態較為接近。

綜而言之，各縣市的機車燃油消費量難以做嚴格的分群是相當合理的，若是按照一般北、中、南、東區的劃分方式，認定各區域中機車耗油具有相同的特性，便是錯誤的作法，這點結論可供規劃者進行相關政策擬定時之參考。

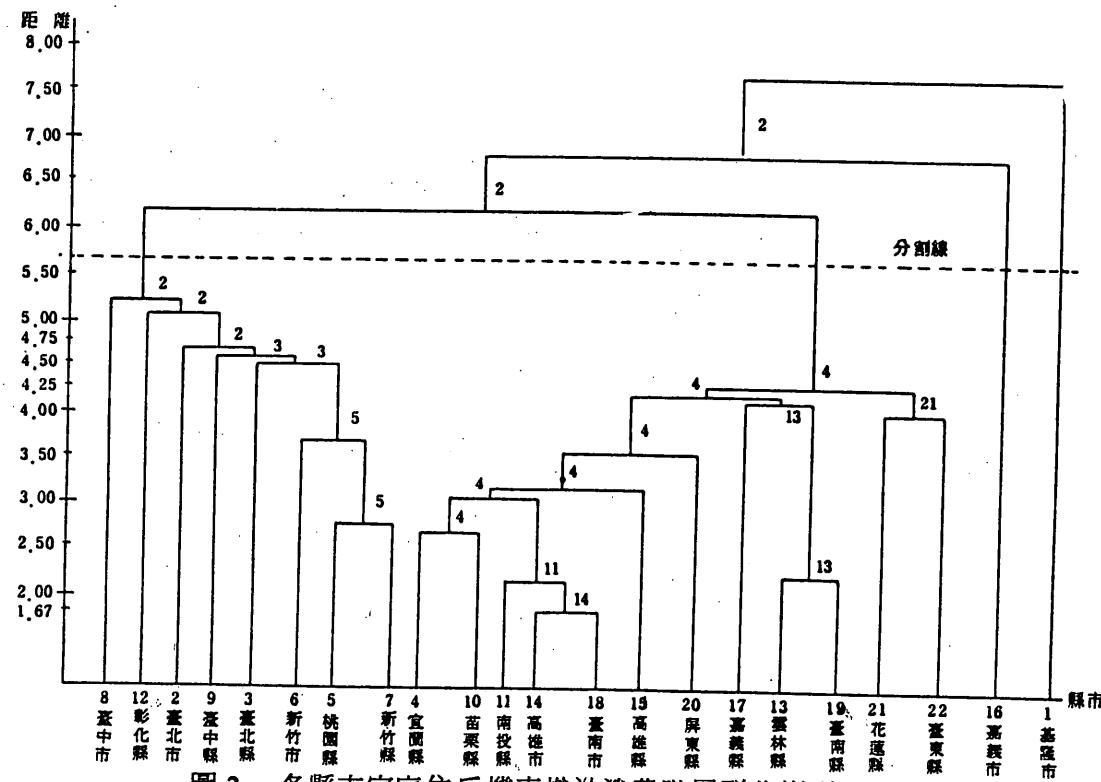


圖 3. 各縣市家庭住戶機車燃油消費階層群落樹形圖

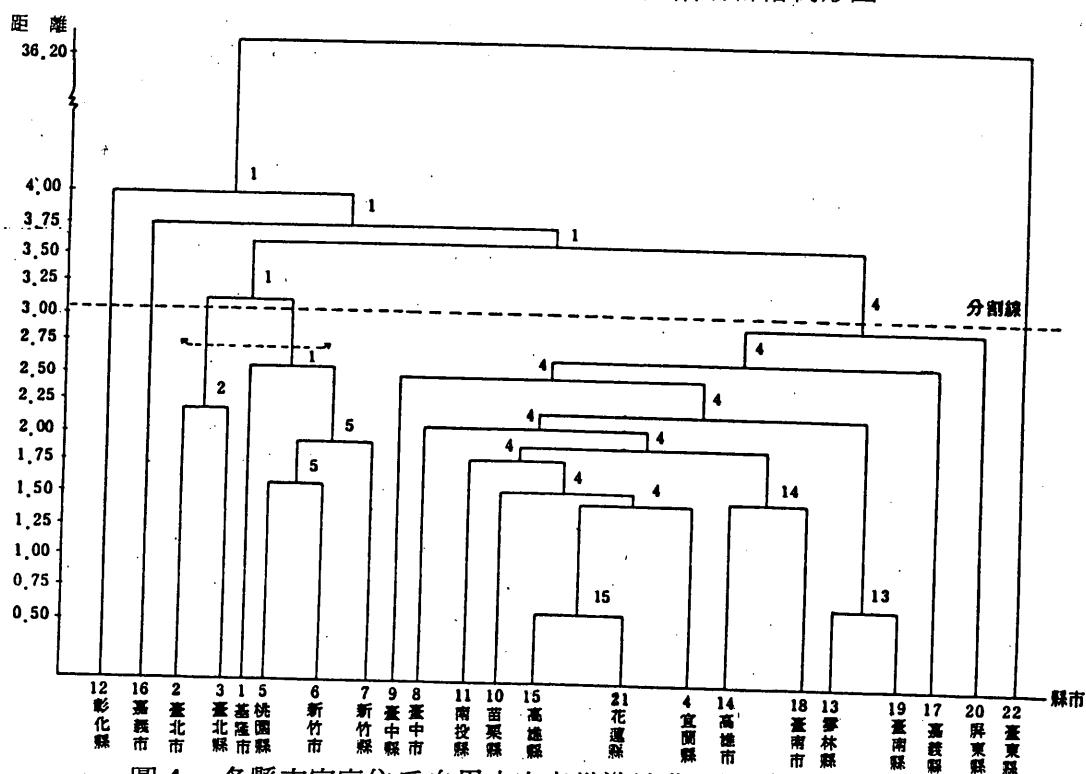


圖 4. 各縣市家庭住戶自用小客車燃油消費階層群落樹形圖

另由圖 4.，我們則發現各縣市在自用小客車的燃油消費上較機車明顯，地區性的差異也較小。這點亦不難解釋：從數量化 I 類分析結果，已說明了住戶所得對車輛耗油具有相當的影響力，而臺灣地區各縣市在產業、經濟結構上雖不盡相同，都市發展的程度也有差別，然都會區，一般縣市和鄉村較農業化的都市，在車輛持有與旅次行為上必然會有某些程度的共通性，造成車輛耗油的分群化是必然的結果。

大致的分群如下：

第一群：臺北市、臺北縣

第二群：基隆市、桃園縣、新竹市、新竹縣

第三群：宜蘭縣、臺中市、臺中縣、苗栗縣、南投縣、雲林縣、高雄市、高雄縣、
嘉義縣、臺南市、臺南縣、屏東縣、花蓮縣

第四群：彰化縣、嘉義市

第五群：臺東縣

臺北市和臺北縣為臺北都會區所在，為全國汽車密集度最高的地區，加上經濟活動頻繁，其耗油需求較其他縣市多，私人活動旅次量亦大，故可合併歸於第一群。第二群和第一群的類似度很大，除宜蘭縣外，若將北部區域歸為同一類群，亦甚合理。除北部區域外，其他各縣市的差異性則較不顯著，在第三群中，高雄縣和花蓮縣、雲林縣和臺南縣，是所有縣市中類似度距離最接近者，然和宜蘭縣及其他縣市的距離亦差距不大，可知自用小客車在這些縣市的使用率不及北部區域，尤其是不像臺北都會區，道路面積已不敷其停車使用，交通擁擠程度也因車輛數的激增而達飽和，是故為推廣交通管制及節約能源措施最有希望，而各縣市各有關主管機關，應積極規劃的區域。第四群中，嘉義市的自用小客車和機車在群落分析上，都有其特殊性，可能和其都市結構有關係，值得再進一步探討，而臺東縣因其車輛數為全省最少者，擁有率更僅有 0.068 車 / 每戶〔民國 74 年〕，故可單獨考慮。

總括而論，機車的群落分析結果，證實各縣市的差異性甚大，探討其燃油消費問題，應直接由車輛本身及使用者着手。而由自用小客車群落分析結果，顯示地區性差異確實存在，其中以北部區域較為類似，可合併歸為一群做整體考慮，其餘縣市雖有共通性，但尚不足以提供足夠證據作明確的區域性劃分，然就各種節約能源措施推展的效果言，這些地區應是較有潛力的。

五、節約能源方法研議

民國 75 年 1 月 16 日，交通部宣布計程車牌照即日起全面凍結，並公佈民國 76 年

起將陸續施行機車及自用小客車之耗用能源標準，參見表13及表14。政府此舉，針對現存車輛燃油不經濟問題，採取了當機立斷的措施，在提倡節約運輸能源的今天，更具有正面而積極性的意義。

表13. 臺灣地區機車容許耗用能源標準及施行日期表（單位：公里／公升）

施 行 日 期	機 車 等 別		
	50 cc以下	51 ~ 100 cc	100 cc以上
76年1月1日起 (所有車型)	41	33.5	32.5
76年7月1日起 (新車型)	49	48	44.5

表14. 臺灣地區小客車（轎式、旅行式）容許耗用能源標準及施行日期表（單位：公里／公升）

施 行 日 期	車 輛 等 級 (公 斤)							
	1020 以 下	1021 1250	1251 1470	1471 1700	1700 1930	1931 2150	2151 以 上	
76年1月1日起 (所有車輛)	11.3	9.2	7.8	6.7	6.0	5.3	4.0	
77年1月1日起 (新型車)	13.5	10.9	9.1	7.8	6.8	6.1	4.9	

運輸部門節約能源方法的研議，是能源分析工作中最具意義的部分，而無論是長期或短期性的措施，皆是以人、車、路為主要對象，且基於以下三種考慮：(1)改變需求水準及結構；(2)改變運輸工具，改善車輛效率；(3)道路設施之興建與改善管理。就國內實質環境，吾人茲研擬以下節約能源方法：

- 1.配合公路監理電腦連線作業之完成，搜集各項有關車輛耗油資料，為建立國內完整之運輸能源資料庫鋪路，供未來能源規劃及追蹤考核之用。
- 2.即將施行之自用車輛耗油標準，政府應嚴格執行，並加強對新車之出廠管制，使這項措施能澈底落實。
- 3.計程車牌照已全面凍結，對於空車率太高及營運管理問題，有關單位應儘速研擬有效措施。
- 4.道路設施（Road Infrastructure），如交通號誌系統、道路維修保養等，應積

極建設改善，提高車輛行駛時之燃油效率。

5. 加強大眾運輸服務水準及營運績效，重視車輛維修及駕駛者行為訓練，藉此吸引更多使用自用車輛的旅次，提高大眾運輸整體能源耗用效率。

6. 規劃都市內限區限時禁行自用車輛的措施。

7. 規劃零耗油的自行車運輸系統，就某些都市的部分地區，如大專校區附近，有文教及市場等大型社區，皆可考慮規劃與建立自行車專用系統，以提高這些地區的能源效益。

8. 鼓勵機關團體推行合車共乘（Car Pool）及合租共乘（Van Pool）措施。

9. 都市地區，採彈性、錯開工作時間及改變上學時間的措施，在國外如新加坡，有良好的成果。不僅可直接影響尖峯時間之旅次需求，更可減少交通擁擠並增加能源效率，值得各有關單位，進一步研析其在國內之可行性。

10. 小客車停車管制及停車場規劃的良莠，乃至於小客車的各項稅捐（如牌照稅、燃料稅、停車稅等）徵收問題，不僅直接與都市運輸系統的運作績效及能源使用效益有關，間接地對政府分配社會福利的公平性、抑制與加強自用小客車的使用上亦具有影響力，值得深入研究探討。

11. 加強電信功能。以通信及電訊方式代替移動旅次，即以交談（Tele-Conferencing）替代商業旅行及集中辦公區降低相互來往之旅次；達到節約運輸能源的效果。

12. 利用大眾傳播體系，宣導正確的駕駛行為。

13. 就長期而言，改變土地使用，配合都市結構之發展，是節約運輸能源最具深遠的方法。多核心都市，或核心都市包括幾個高密度住宅或工作中心，平衡社區功能，尤其是對新開發，即將開發之郊區社區，更要積極規劃、使居住、購物、娛樂設施及工作地等非汽車運輸工具（Non-vehicle Modes）之可及性提高，避免住戶被迫採用自用運輸；凡此都具有節約能源的功能。當然這些政策的影響需要一段較長的時間，才能顯現出來。

14. 積極籌建都會區大眾捷運系統，並對未來運量及運具結構之可能影響，研擬適當的因應配合措施。

六、結論與建議

透過本研究進行之「臺灣地區家庭住戶運輸行為暨能源消耗調查」，經各項分析結果，可得以下結論：個人運輸行為，皆有其共通性，然由於各縣市地區所處地理、社經環境、都市結構及運輸系統發展程度皆不盡相同，造成運具及運量需求結構的不

同。由旅次行爲面探討運輸能源問題，係國內首創，不僅就現況車輛耗油過程之各項因果關係能有一全盤了解，作為能源規劃及模式建立之參考，更可推導出較具實效性之節約能源措施。此外，本研究則用數量化 I 類模型及群落分析法進行自用車輛燃油消耗關係式的建立，並比較各地區別的差異性；分析結果發現：機車之耗油結構地區性差異很大，即各縣市沒有明顯的分群現象；換言之，車輛使用者個人屬性及其工作上的特性（如距離遠近、工作性質等），才是最主要的耗油影響因素。而自用小客車的耗油結構則和使用者的個人及家庭屬性皆有關係，各地區別也較有類似的消費行爲傾向。而在節約能源方法的研擬方面，素來為能源分析最具意義與實用性的部分，本文從旅次行爲面出發，透過調查分析結果，證實改變需求水準及結構，即從車輛使用者行爲誘因着手，擬定節約能源方法，具有積極而深遠的意義。

本文在進行研究調查工作、資料整理分析及模式建立過程中，發現甚多問題，就此模式驗證結果，一併提出以下建議，俾供各方參考：

- 1.家庭住戶調查研究，有其必要性，應持續進行；又配合臺灣地區公路監理業務電腦連線作業之完成，有關單位應加強國內運輸能源資料庫之建立工作。
- 2.有關單位應嚴格執行「車輛容許耗用能源標準檢查管理辦法」，對現行車輛及新車出廠進行管理及考核。
- 3.全國性車輛普查工作應着手進行，針對歷年各類調查研究結果，作修正更新工作，俾使車輛耗油需求模式之建立，有更具可靠性與公信力的資料依據，提高模式之實用性與準確度。
- 4.儘速建立舊車淘汰檢核標準與制度。
- 5.機車及自用小客車持續成長所帶來的種種問題，如空氣污染、噪音、停車問題等，應儘速擬定有效措施。
- 6.應儘速建立公共運輸業營運績效考核制度，例如針對路線、班次之規劃、車輛的保養維修、駕駛員優良駕駛行爲的訓練等，皆可以提高大眾運輸的服務水準，達到改善能源效益的作用。
- 7.節約運輸能源的各項措施，無論就長、短期或硬體、軟體方面的考慮，有關單位皆應積極研判其可行性，透過有效的途徑，使能源分析的工作澈底落實。
- 8.為緩和私人運輸工具之成長，提高大眾運輸服務水準及營運績效，交通主管機構應從速規劃興建臺北、高雄都會區大眾捷運系統，並事先做好各項因應措施。

參考文獻

1. 經濟部能源委員會：臺灣地區家庭能源消費調查報告，民國 72 年 11 月。
2. 曾國雄：「臺灣地區運輸工具能源效率之分析」，能源季刊，第 11 卷第 3 期，民國 70 年。
3. 曾國雄：「都市運輸之節約能源對策及其評價」，運輸計畫季刊，第 10 卷第 3 期，民國 70 年 9 月。
4. 曾國雄：臺灣地區運輸部門能源消費調查報告，共四冊，經濟部能源委員會／交通大學能源研究小組，民國 74 年 7 月。
5. 楊國樞、文崇一、吳聰賢、李亦園編著：社會及行為科學研究法（上、下冊），東華書局，民國 73 年。
6. 陳海曙：「從能源效益探討都市運輸問題」，運輸計畫季刊，第 14 卷第 4 期，民國 74 年 12 月。
7. 陳海曙：「家庭能源耗用特性調查結果與分析」，能源季刊，第 16 卷第 1 期，民國 75 年 1 月。
8. 于宗先主編：空間經濟學，經濟學百科全書第八冊，聯經出版事業公司，民國 75 年 5 月。
9. 連文光：臺灣地區旅客道路運輸車輛耗油需求模式之研究，交大交通運輸研究所碩士論文，民國 75 年 6 月。
10. 平井和夫，「自動車用 エネルギー - 需求のモデル化と予測」，エネルギー - 經済，第 11 卷第 7 期，1985。
11. Beaton, W.P., Energy Forecasting for Planners: Transportation Models, Piscatway, Rutgers University, 1982.
12. Gwo-Hshiung Tzeng, "Prospects of a New Pattern on Energy Needs and Socio-Economic Development for Taiwan, R.O.C.", 13th of the World Energy Conference, France, October 5-11, 1986.
13. Gwo-Hshiung Tzeng, "Prospects of Energy Demand in Automobile Vehicles in Taiwan, IAEE, The Eighth Annual International Conference, Tokyo, Japan, June 5-2, 1986.
14. Nathan Erlbaum, "Gasoline Demand by Owner Characteristics", Transportation Research Record, No. 561, TRB, Washington, D.C., 1976, pp. 37-44.