

DE
1251
1996
HG

乗用車保有・利用構造の地域別時系列把握のための
集計パネル分析

博士（都市・地域計画） 学位請求論文

伊藤 雅

筑波大学大学院博士課程社会工学研究科

1997年1月

寄	贈
伊	平成
藤	年
雅	月
氏	日

98000133

第1章 序論	
1. 1 研究の背景	1
1.1.1 日本におけるモータリゼーションの進展	
1.1.2 モータリゼーションに伴う社会的影響	
1.1.3 自動車利用に関わる諸政策	
1. 2 研究の目的と構成	3
1.2.1 研究の目的	
1.2.2 研究の構成	
第2章 乗用車利用に関わる政策のための需要予測方法	
2. 1 日本におけるモータリゼーションの進展と社会的影響	7
2.1.1 乗用車保有の推移	
2.1.2 保有と利用の関係の推移	
2.1.3 モータリゼーションの進展に伴う影響	
2. 2 乗用車利用に関わる政策のための需要予測方法	10
2.2.1 道路整備計画における需要予測方法	
2.2.2 その他の政策における交通需要予測	
2. 3 パネル分析手法を用いた政策評価モデルの作成	13
2.3.1 乗用車利用に関わる政策の評価方法の検討	
2.3.2 保有・利用構造の地域差とその時系列推移の把握	
2.3.3 地域別時系列分析とパネル分析手法	
2.3.4 保有・利用構造の変化を踏まえた将来予測	
2. 4 まとめ	17
第3章 乗用車保有・利用構造と地域集計データ	
3. 1 従来の保有・利用構造の考え方	22
3.1.1 保有台数の予測方法	
3.1.2 保有要因の分析	
3.1.3 利用量の分析	
3.1.4 従来の分析の問題点	
3. 2 乗用車保有・利用構造の仮説	24
3.2.1 乗用車保有・利用構造の考え方	
3.2.2 乗用車保有・利用への影響要因仮説	
3.2.3 政策的観点から見た保有・利用への影響要因	
3.2.4 利用可能な地域統計	
3. 3 乗用車保有・利用分析における地域単位と時点間隔	29

3.3.1	保有・利用を表すデータ	
3.3.2	分析地域単位、分析時点間隔、及び分析対象期間の考え方	
3. 4	まとめ	33
第4章 都道府県別乗用車保有率の地域・時系列分析		
4. 1	乗用車保有率の推移に基づく地域・時系列特性	36
4.1.1	乗用車保有率の推移の概観	
4.1.2	乗用車保有率の推移に基づいた地域分類	
4.1.3	乗用車保有率の推移に基づいた時点分類	
4.1.4	保有率の推移に基づく地域・時系列特性の考察	
4. 2	乗用車保有率に影響を及ぼす要因との関係に基づく地域・時系列特性	41
4.2.1	乗用車保有率への影響要因	
4.2.2	保有率と影響要因との関係に基づいた地域分類	
4.2.3	保有率と影響要因との関係に基づいた時点分類	
4. 3	パネル分析モデルを用いた乗用車保有率の地域・時系列特性の把握	51
4.3.1	パネル分析モデルを用いた乗用車保有率の地域・時系列特性の把握方法	
4.3.2	パネル分析モデルの定式化と推定方法	
4.3.3	保有率モデルの推定と地域・時系列特性の考察	
4. 4	保有率モデルの予測力の評価	60
4.4.1	外挿テストの方法	
4.4.2	各モデルの予測力の比較	
4. 5	まとめ	63
第5章 都道府県別乗用車ガソリン消費量の地域・時系列分析		
5. 1	乗用車利用水準指標としてのガソリン消費量	65
5.1.1	乗用車利用水準指標と都道府県別利用量	
5.1.2	自動車利用調査データ	
5.1.3	都道府県別乗用車ガソリン消費量の推定	
5. 2	台当り乗用車ガソリン消費量の地域・時系列特性の把握	70
5.2.1	台当りガソリン消費量の推移に基づいた時系列特性	
5.2.2	都道府県別台当りガソリン消費量の推移に基づく地域特性	
5.2.3	台当り消費量の推移に基づく地域・時系列特性の考察	
5. 3	台当りガソリン消費量に影響を及ぼす要因との関係に基づく地域・時系列特性	75
5.3.1	台当りガソリン消費量への影響要因	

5.3.2	台当り消費量と影響要因との関係に基づいた地域分類	
5.3.3	台当り消費量と影響要因との関係に基づいた時点分類	
5. 4	パネル分析手法を用いた台当りガソリン消費量の地域・時系列特性の把握	84
5.4.1	パネル分析モデルを用いたガソリン消費量モデルの構築	
5.4.2	台当りガソリン消費量モデルの推定と地域・時系列特性の考察	
5. 5	台当りガソリン消費量モデルの予測力の評価	90
5.5.1	外挿テストの方法	
5.5.2	各モデルの予測力の比較	
5. 6	保有率モデルと台当りガソリン消費量モデルの特徴の比較	92
5.6.1	保有率と台当り消費量の時系列推移の特徴の比較	
5.6.2	保有率と台当り消費量の影響要因の時系列的特徴の比較	
5.6.3	保有率モデルと台当り消費量モデルの説明力の比較	
5.6.4	保有率モデルと台当り消費量モデルの予測力の比較	
5. 7	まとめ	97
第6章 保有・利用のパネル分析モデルを用いた需要予測方法の検討		
6. 1	政策シミュレーションの概要	99
6. 2	政策シミュレーションの条件設定	102
6.2.1	政策シミュレーションの視点	
6.2.2	外生変数と政策変数の設定	
6.2.3	各種パラメータの設定	
6. 3	政策シミュレーション	105
6.3.1	シミュレーションの精度	
6.3.2	各種政策の効果	
6.3.3	複数の政策の組合せによる効果	
6. 4	まとめ	112
第7章 結論		
7. 1	結論	114
7. 2	今後の課題	116
謝辞		117

第1章 序論

1. 1 研究の背景

1.1.1 日本におけるモータリゼーションの進展

わが国の自動車保有台数は1965年に約790万台であったのが、1996年3月には7,000万台を越えており、世界でも有数の自動車保有国である。この中でも、乗用車の普及はめざましく、自家用乗用車と軽自動車を合わせた保有台数を見ると、1965年は総保有台数の約半数であったのが、1996年には総保有台数の約8割を占めるまでに至っている。保有台数の推移に比例して、自動車の利用量を示す総走行台キロも増加の一途をたどってきており、その中でも乗用車の占める割合が年々増加している。

乗用車の保有と利用は保有台数、走行台キロといった全国値で見れば同様の伸びを示しているが、世帯当たり保有台数（保有率）や1台当たり年間走行距離といった保有水準、利用水準を示す指標に着目すると、地域による違いや時系列の変化が見られる。例えば、自動車がまだ高級品であった1960年代においては、相対的に平均所得の高い大都市地域において保有率が高かったのが、現在では大都市地域では保有が他地域と比較して低くなっている。また、保有率の上昇に伴って、台当たりの年間走行距離は減少する傾向が現れている。このように、乗用車の保有・利用動向は地域差を伴って大きな時系列変化を示しており、地域によって保有行動や利用行動が大きく変化していることを示唆している。

1.1.2 モータリゼーションに伴う社会的影響

モータリゼーションの進展による最たるメリットは個々人のモビリティを大幅に向上させたことである。クルマを持つことにより人々は好きなときに好きなところへ行くことが可能になり、また行動範囲も大きく広がった。このことは就業機会の増大、商圈の拡大、レジャーの広がりへとつながり、豊かな生活が享受できるようになっていった。その反面、人々のライフスタイルや都市・地域の構造がクルマなしでは暮らせないような形へと移りつつあり、それがさらに保有・利用の増加を促進していく構造へと変化してきている。そのため、自動車利用需要を満たす道路整備が進まず、道路混雑の問題が顕在化するようになってきている。また自動車利用の増加は、排出ガスによる大気汚染や燃料消費の増大に伴う二酸化炭素排出量の増大などの環境問題と密接に関わっている。また、従来より地方圏において公共交通利用が低下しているが、これは車社会の進展とともに人々のライフスタイルや都市・地域構造が自動車利用を促進する形態に移行していることが原因の一つである。さらに、車利用の増加に伴う交通事故の増加も重要な問題となっている。

このように、モータリゼーションの進展は人々の暮らしをより便利なものへと変えていった一方で、道路混雑や環境問題をはじめとする様々な問題が起きている。従来から道路混雑の解消方策として、インフラとしての道路の供給を増やすことがなされてきた。しか

し道路供給を増やした分だけ利用が増加するために、環境負荷もそれだけ増加してしまう悪循環を繰り返す可能性がある。そのため今後、道路混雑の解消と環境負荷の軽減をめざすためには、自動車の需要量をコントロールすることが必要になると考えられる。このことは、自動車交通に代わる交通手段としての公共交通機関利用の促進や自動車利用の抑制による交通事故の減少策といった事柄とも関連することであり、どのような方策が需要をコントロールする政策として有効であるかを評価できるような分析の枠組みが必要となってくる。

1.1.3 自動車利用に関わる諸政策

近年、交通渋滞の緩和、環境負荷の軽減を目標として交通需要を管理する交通需要マネジメント (TDM: Transportation Demand Management) という考えが示されている (太田(1995), OECD(1994)など)。これは、車の利用者などの移動を行う人の交通行動の変更を促すことにより渋滞の緩和、排気ガスの減少を目指すもので、交通手段の変更や、車の効率的な利用を利用者に対して直接的に働きかける政策である。例えば、アメリカにおける通勤時の相乗り促進条例、シンガポールにおける都心流入時の料金徴収などがある。日本においても、各地で交通実験の形で時差出勤やバス利用による通勤時の混雑緩和の試みがなされている (建設省(1996))。

TDM 政策は、局所的な交通需要を管理する短期的な政策として位置づけられる。一方、交通需要の発生要因としては、都市や地域の構造も大きく関わっており、例えば、ヨーロッパのように都市が高密度でコンパクトに形成されているところとアメリカのように低密度な広がりをもった都市では乗用車の利用の仕方も自ずと異なってくる。また、都市・地域構造は公共交通の成立性を左右する要因の一つでもある。都市や地域の人口の分布や密度を変更することは長期にわたるものであるが、乗用車保有や利用に与える影響は大きいものと考えられるため、今後の乗用車利用需要をコントロールしていく上で都市の開発密度と地域の構造がどの程度影響を与えているのかを把握することは重要である。

しかし、従来の乗用車利用の需要予測においては、全国値の予測しかなされておらず、都市・地域構造の違いによる影響が考慮されていないために、都市・地域構造が乗用車利用とそれに伴う環境負荷に対してどの程度影響を及ぼすのかを考慮することができなかった。また、排出ガスの排出量や二酸化炭素排出量の推計に関しても、国全体の試算は様々なところで行われているものの、地域毎に評価を行っている例は少ない。

従って、本研究は環境負荷を考慮した車利用のあり方の長期的な政策を考慮できるように、地域構造が乗用車保有と利用に対してどの程度の影響を及ぼすのかを把握し、環境負荷の評価ができるような分析の枠組みを示していく。

1. 2 研究の目的と構成

1.2.1 研究の目的

(1)パネル分析手法を用いた乗用車保有・利用の地域別時系列分析方法の提示

乗用車の保有と利用は、地域によりその状況が大きく異なっており、地域差が時間の経過とともに大きく変化している。そして、乗用車を取り巻く、交通渋滞、エネルギー消費、環境負荷の問題に対して、地域の状況に即した対応策の検討・評価が望まれている。

しかし、従来より乗用車保有・利用に関する地域別分析（クロスセクション分析）、時系列分析は様々な形でなされてきたが、地域別かつ時系列で分析を行っているものはあまり多くない。また、地域別時系列分析を行っているとしても、複数時点毎に地域別分析を行っているだけで、地域別の時系列の推移を十分説明していることになっていないものも見受けられる。

本研究では、保有・利用の地域特性、時系列特性を考慮し、また地域属性の影響度合の地域的時系列的差異を考慮することができるパネル分析手法を用いた乗用車保有・利用の分析方法を提示する。このことにより、乗用車保有・利用の地域・時系列構造を明らかにし、乗用車利用に伴う諸問題の解決のための政策が検討できるような分析ツールとしての活用を図ることをめざす。

(2)乗用車保有・利用構造の地域・時系列特性の把握

自動車の保有と利用は、それぞれ保有台数、総走行台キロの全国値で互いの関係をみると相関がほぼ1に近く、総有台数が増えれば総走行台キロも同様に増えるという関係である。しかし、保有と利用の度合、すなわち保有水準として「世帯当り保有台数」、利用水準として「台当り年間走行距離」をみると、地域的な違い、時系列的な変化が明確となり、また地域属性の違いによる保有と利用の違いを説明することが可能となる。

そこで本研究は、上述したパネル分析手法を用いた地域別時系列分析方法により、乗用車利用に関わる政策変数を含む地域属性が保有水準、利用水準に与える影響の地域・時系列特性を明らかにする。

保有水準としては、乗用車の世帯当り保有台数を取り上げる。利用水準としては、乗用車の台当り年間走行距離を考慮すべきであるが、データの利用可能性から年間走行距離データを都道府県別に毎年のデータを揃えることができないため、代理指標として乗用車の台当りガソリン消費量を取り上げる。そして、モータリゼーションの進展が急速に進んできた1965年（昭和40年）から最近の1993年（平成5年）までの毎年の都道府県別データを用いて、地域・時点の特徴を考慮したパネル分析モデルを構築し、保有水準、利用水準の過去の推移を高精度で再現することを目指すと同時に、将来予測モデルとしての適用可能性も検討する。

(3) 乗用車利用に対する地域的政策の評価

乗用車の普及は、道路整備の考え方を変え、地域構造をも変えてきた。そして、さらにその道路整備と地域構造が乗用車の普及を進めてきているのがこれまでの経過であるといえる。その反面、道路インフラの不足による道路混雑、排気ガスによる大気汚染、燃料消費に伴う二酸化炭素濃度の上昇、交通事故の増加といった問題が顕在化し、このまま乗用車の増加を野放しにすることは出来ない時に来ている。

今後、乗用車利用の増加の問題に対応するためには、TDMのような局所的・短期的な政策だけではなく、地域全体としての長期的な視点から保有・利用の構造を変革させていく政策も必要である。

本研究は、乗用車利用の需要発生と関わる政策変数となりうる地域属性に焦点をあて、その政策変数の変化が乗用車利用の増減、および乗用車利用に伴う環境負荷の増減に対してどの程度影響するのかを地域別に明らかにする。

具体的な政策要因としては、乗用車の普及、利用に大きな影響を与えてきたと考えられる、道路整備水準、人口分布からみた地域構造、ガソリン価格を取り上げる。これらの要因は、将来政策的に変えていくことが可能であり、乗用車利用の需要を地域レベルでコントロールすることが出来る可能性を持つものである。

1.2.2 研究の構成

本研究の構成は、図 1.2.1 に示す通りである。

研究の背景で述べたように、日本におけるモータリゼーションの進展に伴い乗用車の保有・利用構造に変化が起きていることを背景に、地域構造に関わる政策の必要性が出てきている。第 2 章においては、モータリゼーションによる影響と従来の政策の考え方についてまとめ、今後の政策立案のために必要となる乗用車保有・利用分析手法の考え方について述べる。

第 3 章では、乗用車保有・利用の地域別時系列分析を進めるにあたっての、保有・利用と地域構造との関係の考え方、地域・時点区分の考え方、そして保有・利用に影響を及ぼす要因の抽出を行う。

第 2、3 章において提示した、保有・利用分析の枠組みを踏まえて、第 4 章においては乗用車の保有水準に関して、第 5 章においては利用水準に関して、都道府県別の 1965 年から 1993 年までの毎年のデータを用いて地域・時系列特性の把握を行う。

第 4 章の保有水準の分析では、保有水準として世帯当たり保有台数（保有率）を取り上げ、保有率の動向、影響要因との関係の地域・時系列特性を踏まえた上で、パネル分析モデルの適用を試みる。そして、パネル分析モデルの説明力と予測力の評価を行う。

第 5 章では、利用水準指標として台当たりガソリン消費量を用いることを提案し、台当たり消費量と影響要因の地域・時系列特性を踏まえて、パネル分析モデルを構築する。そして、

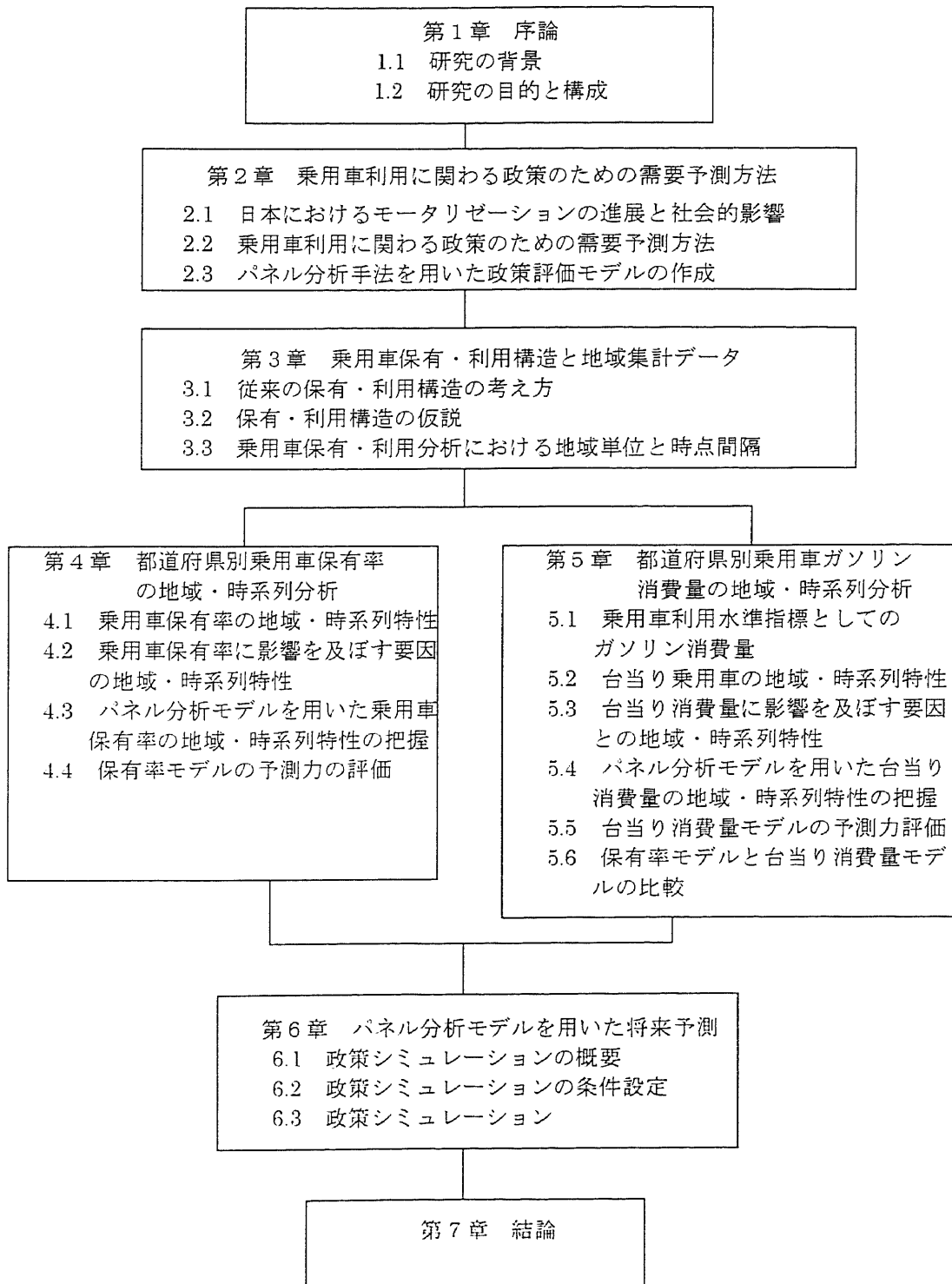


図 1.2.1 研究の構成

このモデルの説明力と予測力の検討を行う。

第6章では、第4章と第5章において構築した保有率モデルと台当り消費量モデルを用いて、2000年時点における乗用車利用の将来予測を試みる。ここでは、単に将来予測を行うのではなく、モデルの説明変数として、乗用車利用の需要をコントロールできる可能性のある政策変数を用いていることから、政策が乗用車利用や利用に伴う環境負荷に対してどの程度影響を及ぼすのかを検討する。

以上の分析を通じて得られた知見を取りまとめて第7章で本研究の結論を示す。

<第1章参考文献>

太田勝敏(1995),「都市環境改善への交通需要マネジメント(TDM)によるアプローチ」, 資源環境対策, Vol.31, No.1, pp.17-25.

建設省(1996), わが国における交通需要マネジメント実施の手引き(平成8年度版), 交通需要マネジメントに関する調査研究委員会.

OECD(1994), Congestion Control and Demand Management.

第2章 乗用車利用に関わる政策のための需要予測方法

本章では、日本におけるモータリゼーションの進展の過程とモータリゼーションに伴う社会的影響を踏まえた上で、乗用車利用の増加に伴う様々な問題に対して、どのような需要予測手法を用いて乗用車利用量を予測し、政策の立案を行ってきたのかを整理し、需要予測手法と政策評価における問題点を指摘する。そして、今後の政策立案のために必要となる地域別需要予測手法としてパネル分析手法を適用することの意義を示す。

2.1 日本におけるモータリゼーションの進展と社会的影響

2.1.1 乗用車保有の推移

わが国の自動車保有台数は、1965年に約790万台であったのが、1996年には約7,000万台に達している。このうち、一般世帯において用いられる自家用乗用車と軽自動車の保有台数を見ると、1965年は総保有台数の44.6%であったのが、1996年には総保有台数の80.1%を占めるまでになっている。

乗用車の保有台数は増加の一途を辿っているが、世帯当りの保有台数（世帯保有率）という保有水準に着目してみると、地域による違いや時系列の変化が見られる（図2.1.1）。自動車がまだ高級品であった1960年代においては、相対的に平均所得が高く、また法人所有の比率が高かった大都市地域において保有率が高かった。現在では大都市地域の方が他

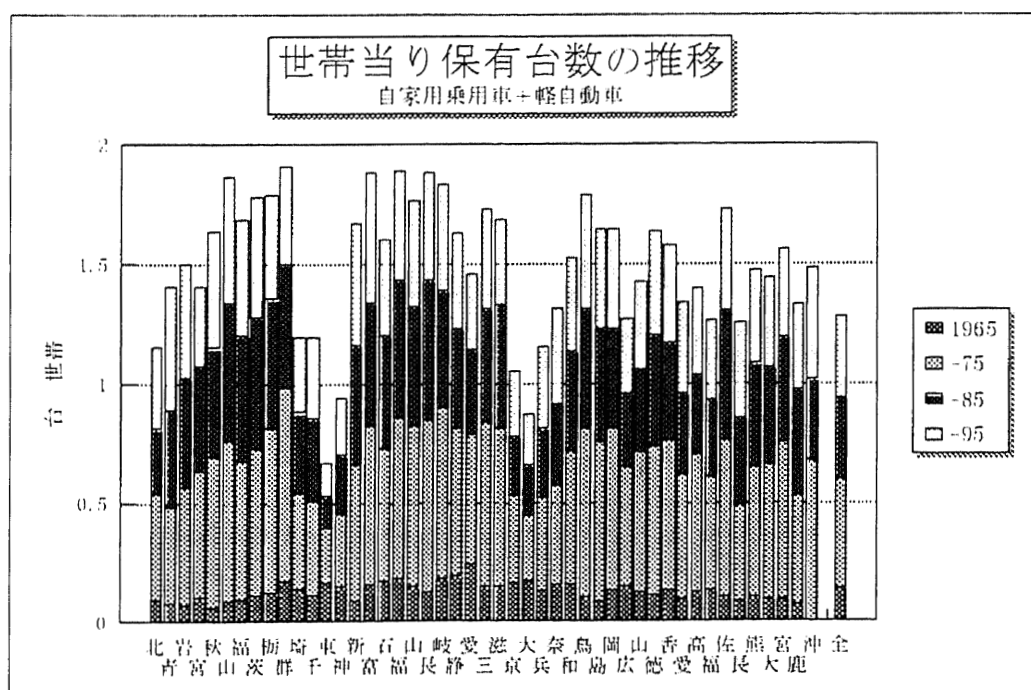


図 2.1.1 世帯当り保有台数の推移（自家用乗用車+軽自動車；都道府県別；1965-95年）

地域と比較して保有率が低くなっており、地方においては、急速に保有率が上昇しているところもあればそうでないところもあり、地域における様々な要因が影響していると思われる。

2.1.2 保有と利用の関係の推移

自家用乗用車の保有台数と走行台キロを全国値で比較すると、利用が保有に比例して増加している関係となっているが、利用水準の指標として走行台キロを保有台数で除した「年間走行距離」を、保有水準の指標として「世帯保有率」をとって両者の関係を見ると（図 2.1.2）、保有水準が概ね 0.2 台/世帯までは増加しているがそれ以降は、保有水準の上昇に

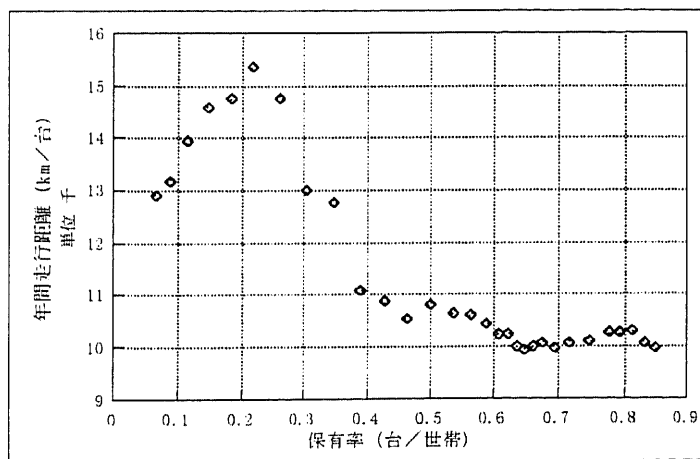


図 2.1.2 年間走行距離と世帯保有率の関係
(自家用乗用車；全国平均；1965～94年)

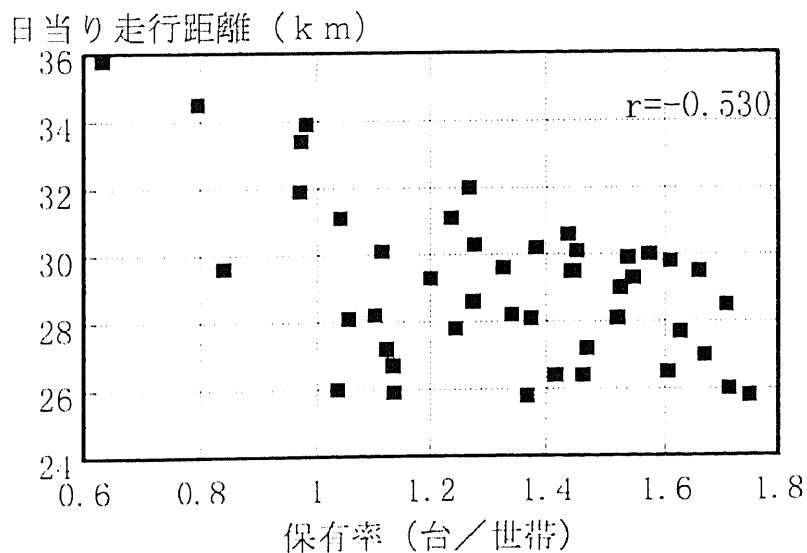


図 2.1.3 日当り走行距離と世帯保有率の関係
(自家用乗用車+軽自動車；都道府県別；1990年)

に伴い利用水準が低下し、近年は1万 km 前後で推移している。

一方、道路交通センサスのデータを用いてある1日の利用状況における保有と利用の関係をみる。その日に運行された車両の日当り走行距離と世帯保有率との関係を1990年のデータを用いて県別に見てみると(図2.1.3)、保有率が高いほど走行距離が短くなる負の相関が見られ、地域別に見ても保有水準が高いところほど利用水準が低くなる傾向が見られる。

このように、保有と利用とは概ね負の相関関係が認められるが、同時に時系列的、地域的な違いも見られる。このことから、将来の保有と利用は地域により異なる状況が表われるものと考えられ、これを十分に政策立案・評価に反映することの重要性が指摘できる。

2.1.3 モータリゼーションの進展に伴う影響

人々の生活の中に乗用車が普及していくにつれ、人々のライフスタイルは大きく変化し、またそれに伴って、商業施設の立地変化に代表されるような都市施設の立地や人々の居住地・居住形態が大きく変化してきた。その一方で、ますます増加する自動車需要に道路整備が追いつかず、道路渋滞の発生が顕著になってきている。さらには、自動車交通の増加に伴って排ガスによる大気汚染や交通事故の増加、燃料消費の増大による地球温暖化問題への危惧といった影響が懸念されている。

乗用車利用の普及による影響を具体的に挙げてみると、生活環境の変化に関しては、乗用車を所有することで多少交通不便なところでも住むことが可能となるため、都市の郊外部でマイホームを持つということが可能となる。その結果、比較的低密な市街地が拡大することになり、これは例えば人口集中地区(D I D)の人口密度の単調な減少という形で端的に表れている。また、商業立地も乗用車保有を前提にして、郊外部の幹線道路沿いに大規模駐車場を備えたいいわゆるロードサイド店が多くなっている。

このように乗用車利用がますます増加していく生活環境の中で、道路整備はあまり進んでいない。そのため、道路混雑が各所で発生し、平均走行速度は年々遅くなっていく傾向にある。また、自動車利用の増加とともに交通事故件数も増加しており、道路整備の拡充とともに交通安全対策も重要な課題となっている。

さらに、自動車利用の増加は、排気ガスに伴う大気汚染にも影響を与えており、排出される汚染物質の一つである二酸化窒素濃度はあまり改善されていない状況にある。また、近年では二酸化炭素濃度の上昇に伴う地球温暖化が懸念されており、二酸化炭素の排出源として運輸部門が2割近くを占めているといわれている(環境白書(1995))。主として化石燃料をエネルギーとして用いている自動車の利用増加は、すなわち二酸化炭素排出量の増加に直接つながっており、地球環境の面からも自動車利用を管理していくことが望まれている。

2. 2 乗用車利用に関わる政策のための需要予測方法

2.2.1 道路整備計画における需要予測方法

自動車利用に関わる最も重要な政策の一つは道路整備政策であり、我が国では昭和 29 年に策定された道路整備五箇年計画から本格的な道路整備が始まっている（富樫(1954)）。昭和 30 年代の第 2 次～第 4 次五箇年計画においては、経済発展のために必要な道路の整備目標を設定し、その整備目標に向かって道路整備がなされていた（関盛(1959), 豊田(1964), 三野(1965)）。昭和 40 年代に入ってから第 5 次五箇年計画になると、交通量の増大、交通事故の増加を背景に、自動車走行台キロの予測を基礎指標として整備量の算定が行われるようになった（建設省道路局企画課(1968)）。さらに、昭和 44 年（1969 年）の新全国総合開発計画を受けた第 6 次五箇年計画では、地域別に走行台キロの予測が行われるようになった（建設省道路局企画課(1971)）。これ以降の道路整備五箇年計画においては、地域別走行台キロの予測をもとに整備目標と道路種別ごとの事業量が決定されている（野村(1977), 野村(1978)）。しかし、道路整備五箇年計画における計画内容は国全体の道路整備目標をマクロに策定しているに過ぎず、具体、個別の整備計画を示していない。そのため、地域別に交通量の予測を行っていても、実際の整備量の地域配分は予算要求の時点で決定される形となっている。

次に、具体的な予測方法について見てみると、第 7 次道路整備五箇年計画（建設省道路局(1972)）においては旅客（乗用車、バス）の交通需要を、全国を 14 ブロックに分割した上で、「人口フレーム」→「旅客輸送量」→「自動車輸送量」→「自動車保有台数」→「走行台キロ」の段階を追って、地域別の原単位を用いて推計を行っている。そして、各地域の走行台キロをもとに将来 OD 交通量を推計した上で、必要となる道路整備量の算定を行っていた。

しかし、第 10 次道路整備五箇年計画（建設省道路局(1988)）においては、人口フレームから走行台キロに至る推計が全国値のみの予測が示されるようになり、各項目の推計に用いられる原単位の地域による違いが明示されないような形に変わっている。現実としては、近年ほど自動車の保有水準の地域差が大きく、台当りの年間走行距離も変化してきており、むしろこの頃からの方が地域別の走行台キロの予測の重要性が高くなっていると考えられる。

一方、道路五箇年計画における走行台キロ予測のインプットデータは人口データだけであり、社会的な状況の変化や政策を考慮することが困難な推計フレームであった。そこで、橋口ら(1992)は、保有台数の予測のために免許保有率等を取り入れた改善の試みを行ってはいるが、依然として全国値のみの推計方法であり、地域による違いが考慮できる方法ではない。様々な政策や変数を取り入れる方法としては、Reza and Spiro(1979) による線形回帰モデルを用いた走行台キロの推計方法の方がより汎用性の高い方法であろう。

地域レベルにおいて走行台キロと道路整備量を考慮している例としては、神崎ら(1989)

が、中部地方の10都市を取り上げ、社会経済属性と走行台キロ、そして、走行台キロと道路整備量の関係を分析しているが、全国の都市あるいは地域を対象とした分析は見られない。

このように、交通需要の地域別将来予測は道路整備五箇年計画において行なわれているものの、原単位を用いて積み上げていく方法であるために、予測フローにおいて取り入れられた項目だけしか状況の変化を組み込むことのできない点で、硬直的な方法であるといえる。今後の自動車の使われ方が様々な要因の影響を受けて変化し、また地域により影響の受け方が違うことを考えると、様々な要因が考慮でき、地域の違いを反映した交通需要予測手法に基づく道路計画が必要になってくるであろう。

2.2.2 その他の政策における交通需要予測

(1)環境政策

道路交通に関わる環境問題としては、排出ガスに含まれる汚染物質による大気汚染が大きな問題の一つとなっている。

環境庁は従来より窒素酸化物の濃度測定を全国各地で継続的に行い、大気汚染状況の監視を続けているが、今日のモータリゼーションの進展により環境基準を達成されない地点が減らない状態が続いている。この問題に対しては、従来より自動車の構造等の改善による排出量削減策がとられ、排ガス規制を年々強化してきている。しかし、自動車台数が増加している中においては、この発生源対策だけでは根本的な対策とはならないため、近年においては、低公害車の普及促進、交通運用管理、道路構造の改善などの対策を複合的に行うことを目指している（環境白書(1995)）。

自動車の利用に伴う環境に与える影響を評価する研究としては、ディーゼル車の普及率によるNO_xの排出量の推計を行ったものとして森杉・大野・川俣(1990)、都市圏における自動車排出ガス排出量の推定を行った例として黒川・石田・谷口(1993)、都市レベルでの交通分担の違いによるCO₂排出量を推計した例として林ら(1995)などがある。

森杉・大野・川俣(1990)は、コーホートモデルによりディーゼル車の普及率を推計しているため、全国レベルの分析となっており、地域別に適用することは難しい。黒川・石田・谷口(1993)は、交通配分シミュレーションにより各リンクの走行台キロ及び走行速度を算出し、これにNO_xの排出係数を乗じることにより算出しているが、しかし、配分計算対象とならない内々交通量については別途に排出量の推定を行う必要があるほか、四段階推定法を応用しているために、考慮できる政策が限られることや推定作業が煩雑であるといった問題がある。また、四段階推定法の応用による走行台キロの推定であるため、発生・集中交通量と道路ネットワークに関する施策しか取り込むことができず、自動車以外の交通手段との関係を表現することができない問題がある。林ら(1995)は、交通分担の変更という政策に絞って分析を行っており、それ以外の政策を考慮することは難しい。

(2)エネルギー政策

1973年に原油供給の縮小による原油価格の急騰により、石油危機といわれる問題が発生した。この時人々は、石油の供給が少ないなりに、石油製品利用の自粛、自動車利用の自粛によって生活してきた。それ以後、1979年に第二次石油危機が発生したものの、それ以降は原油の供給に問題が起こることなく、石油製品の需要や自動車の利用は順調に伸び続けた。省エネルギーが叫ばれているにも関わらず、世の中はますますエネルギー多消費型の生活へと移行してきた。

しかし、近年になって、化石燃料消費に伴う二酸化炭素排出量の増加が地球環境に影響を与える可能性が指摘されており、省エネルギー型の生活様式への移行、そして自動車利用に関していえば、利用の抑制や他の燃料消費の少ない交通手段への転換を図る必要性が指摘されている（資源エネルギー庁(1993)）。

燃料消費の少ない生活は、石油危機の時に経験はしているものの、それを無理なく実行できるような形に生活様式を変えたり、社会の構造を変える必要がある。自動車交通に関しても、自動車を使わなくてもよい都市づくりや公共交通機関の整備を行うことにより、自動車利用を抑制し、地球環境問題やエネルギー消費の抑制へ貢献する必要がある。

交通関連のエネルギー消費に関する研究は、オイルショックによるエネルギー問題に端を発したものが多く、自動車燃料消費量に関する研究が行われた例としては、Reza and Spiro(1979)がアメリカにおける1969年から76年までの四半期データを用いてガソリン消費量を説明するために、所得、保有台数等を説明変数として走行台マイルの推定を行ったものがある。

近年の研究は、地球温暖化という地球環境問題と関連しており、自動車から排出されるCO₂排出量の推定は、CO₂排出量が燃費に比例することから燃料消費量の推移を分析することと相通じるアプローチとなる。この点は、オイルショック時におけるエネルギー問題と共通する問題意識である。

(3)交通安全政策

日本の道路交通事故による死傷者数は昭和40年代の前半期にモータリゼーションの進展とともに急速に増加し、昭和45年において史上最多の死傷者数を記録した。その後、交通安全対策基本法の制定により交通安全対策が強化され、昭和52年には昭和45年の約半数にまで死傷者数を減らすことができた。しかし、それ以後は死傷者数、事故件数の増加が続いている。この要因としては、経済活動の活発化や国民生活の変化に伴って自動車交通が量的に増加しているだけでなく、夜型生活の普及に代表される質的な変化が起きていることが考えられている。

今後の交通安全政策を考えていくためには、従来のような施設整備の推進だけでなく、経済活動や生活様式の面から自動車交通のあり方を見直していく視点が必要となっている（交通安全白書(1995)）。

2. 3 パネル分析手法を用いた政策評価モデルの作成

2.3.1 乗用車利用に関わる政策の評価方法の検討

本研究では乗用車利用の観点から今後の自動車社会のあり方が検討できるように、図 2.3.1 のような政策評価の枠組みを考える。この評価方法には、次のような特徴がある。

- (1)乗用車利用需要を説明するモデルの中に、需要をコントロールできる可能性のある道路整備方策や都市・地域構造を政策変数として取り入れる。
- (2)評価指標として、保有台数、利用距離といった直接的な指標だけでなく、利用に伴うガソリン消費量や、二酸化炭素排出量、排ガス中に含まれる汚染物質排出量といった環境負荷に関わる指標を算出し、自動車利用に関わる総合的な評価ができるようにする。
- (3)地域毎に政策目標の検討と評価が可能となるよう、地域別に指標を算出する。
- (4)各地域における保有と利用の将来動向を評価するために、保有・利用の過去の推移を説明するモデルを地域別時系列データを用いることにより構築する。

以下では、乗用車の保有と利用の把握において地域別時系列データを扱うにあたって、どのような分析方法が提案され、それぞれの分析方法の特徴、限界は何であるかを踏まえ、本研究において用いる分析方法を検討する。

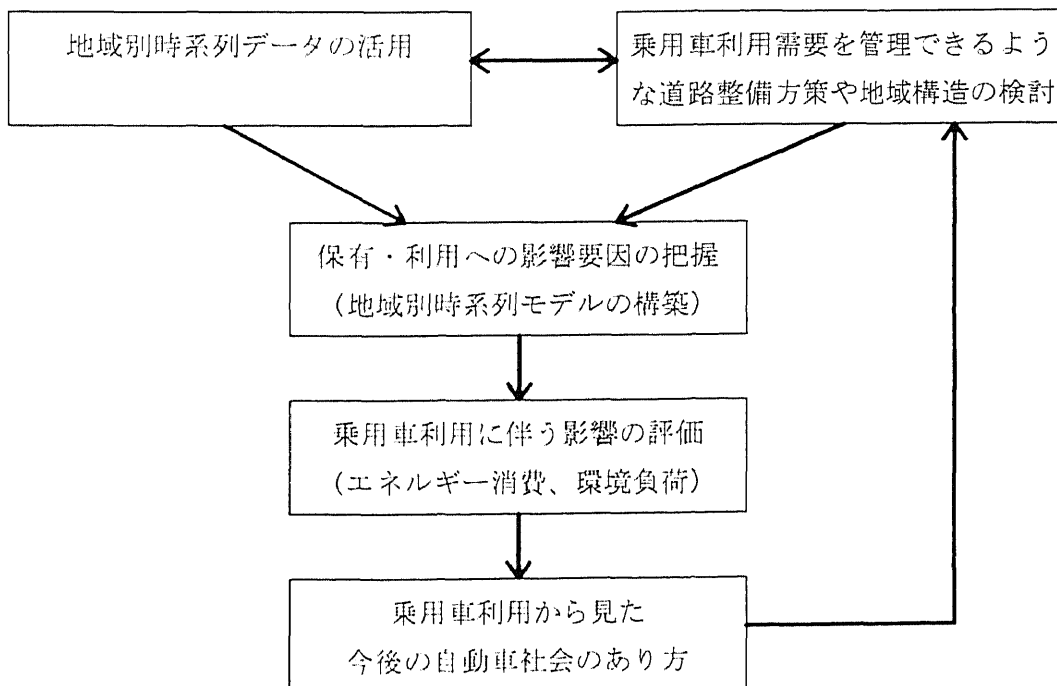


図 2.3.1 乗用車利用に関わる政策評価の枠組み

2.3.2 保有・利用構造の地域差とその時系列推移の把握

モータリゼーションの進展は乗用車の保有と利用の増大をもたらしたが、それはどのような要因が影響してきたのか、そしてまた地域による保有・利用水準の違いはどのような要因の差が影響しているのかを明らかにする必要がある。そのことにより、乗用車利用をコントロールするという需要管理政策への知見を得ることが可能になると考えられる。

従来の分析の考え方として、通常、地域差を把握するにはある時点における各地域のデータを用いて分析をする「クロスセクション分析」を行い、時系列推移を把握するにはある地域についての各時点のデータを用いて分析する「時系列データ分析」を行っていた。

従来の保有分析手法をこの観点から見ると、Chow(1957), Nerlove(1957), Suit(1958)をはじめとするフローストック分析（日本の例では、小出(1970)、大山・川嶋(1983)など）と、Tanner(1962), Tanner(1978), Button, Fowkes and Pearman(1980)などの成長曲線分析は、一国あるいは一地域を対象として、時系列推移の把握と将来予測を行うものである。しかし、複数の地域の時系列推移を同一のモデル式で表現することができないため、地域間の差を明確に表現することはできない。

一方、所得、人口密度などの地域属性を説明変数として保有を説明する回帰分析の多くは、Tanner(1963), Beesley and Kain(1964), Button(1973), Fairhurst(1975)などのように地域間の差を説明するクロスセクション分析の形をとっており、ある時点における保有や利用に対する社会経済属性の影響度合の地域差を説明している。しかし、分析時点においてその関係が成り立っているとしても、将来においてもその関係が続くとは限らないため、クロスセクションモデルは正しく将来予測ができるとは限らない。そこで、芦沢(1979)、鹿島ら(1980)、肥田野・鹿島(1985)においては、複数の時点についてクロスセクションモデルを構築し、地域差の時系列推移を表現しようとしているが、各時点のモデルは別個なモデルであるために、モデル間のパラメータ比較を行うことはできず、変化しているということは分かるが、何がどの程度影響しているかを比較することはできない。また、各地域の時系列データをプールして、同一のモデル式により保有を説明するという「プーリングモデル」を作るという考え方もあるが（Block 推計ともいわれる（Bennet;1979））、地域差あるいは時間的な系列を持つデータの場合、異常なパラメータ値を推計してしまう生態学的相関の問題が生じることが知られており、将来予測モデルとしては不適當であるといえる。また、「回帰分析」によるアプローチでは、ある地域についての時系列データを用いて分析することも可能であるが、一般的に時系列データは上方トレンドを持つものが多く、変数間の相関が高いため、回帰モデルのパラメータ推定の際に多重共線性の問題が生じやすく、保有の時系列分析にはあまり適していないといえる（刈谷(1985)）。

このように、従来の時系列分析やクロスセクション分析においては保有・利用構造の地域差とその時系列推移を十分把握できていないのが現状である。

2.3.3 地域別時系列分析とパネル分析手法

時系列変化の地域による違い、地域間の関係の時系列的な変化の把握に対応するためには、各地域の時系列データを用いた分析が必要となる。この地域別時系列データを用いる分析の方法としては、時系列モデルを多地域について同時に分析する方法（古藤(1993)）や、空間的時局的な相関関係を自己相関モデルにより表現する方法（Bennett(1979)）、線形回帰モデルに地域、時点の違いを導入する方法（Zellner(1962), Hsiao (1986)）などがある。

地域毎の時系列成長曲線の時間的遅れを検討している古藤(1993)のモデルは、乗用車保有水準のように増加を続けている事象を説明するには適しているが、利用水準のように推移の傾向が明確でない場合には、地域による時間的遅れを考慮することができなくなる。Bennett(1979)などによる時空間相関の利用においては、事象そのものの推移を時空間的な推移行列により表すため、他の要因の影響を明示的に考慮できない。本研究においては、乗用車保有と利用に影響を及ぼす要因の地域による違いや時系列推移を明らかにすることを目的としており、その点においては、様々な要因の影響を明示的に考慮することができる線形回帰モデルを応用した方法、すなわち Hsiao(1986)において示されている「パネル分析」の手法が最も適した分析方法であるといえる。

パネル分析手法の発想はもともと個人や世帯といった非集計データを扱ったモデル構築であり、各個人の履歴のデータを用いることにより、より精度の高いモデルの構築を目指して提案されている。パネル分析を用いた代表的な分析例としては、Hartog ら(1990)の労働市場における分析や、交通行動分析においては Kitamura(1987)などの自動車保有行動に関する分析がなされている。

パネル分析手法としては、連続量の変数に対応した線形回帰モデルや自己回帰モデルだけでなく、離散量に対応したモデルも提案されており、非集計データの取り扱いを中心とした研究が多くなされている。日本においても、交通行動分析を中心に、杉恵・羽藤・藤原(1992)、西井・近藤(1992)、内田・飯田(1993)、兵藤・森地(1994)、佐々木・杉山・森川(1995)、西井・北村・近藤・弦間(1995)などの研究がある。しかし、個人データはデータの収集に多くの費用と労力がかかり、繰り返し調査による被調査者への過大な負担、回答疲れによるバイアスの発生、回答の質の低下といった問題を含んでいるほか、離散量データであることにより複雑なモデル構造と推定技術の問題が存在する。

一方、地域レベルのデータを考えると、従来より様々な統計が取られており、日本における統計データの蓄積は世界的に見て充実している。しかし、従来はこのような地域時系列データを分析する方法が確立していなかったために、単なるクロスセクション分析にとどまっているものが多かった。このような集計データは人口や所得のように定量的なものを表す連続量であり、比例尺度であることから、モデルとして取り扱いが容易である線形モデルを適用することができる。近年では、集計データによるパネル分析の適用もみられ、日本の例では、都市別の生産関数に適用した小林(1992)の研究や地価分析に適用している

吉田・大西(1993), 廣瀬・青山・井上(1995) などがあるが、交通分野において最初に適用を試みているのは伊藤・石田(1993)である。

パネル分析における集計データと非集計データの違いをデータの定義、特徴、分析方法の観点からまとめると、表 2.3.1 のようになる。集計パネルは、地域を単位としたデータであるため、地域間の独立性の保証がなく、パネルデータの定義からすると擬似的なパネルデータである。しかし、モデル分析を行う場合、地域間の独立性が保たれていると仮定すれば、統計分析上は非集計データに適用されるモデルと同様に扱うことが可能である。さらに、集計データの多くは連続量データとなるため分析手法が簡便になることから、非集計データによる分析と比較して、データの豊富さ、分析方法の簡便さゆえに、手軽に数多くの知見を得ることが可能な分析手法であることが言える（伊藤・石田(1994)）。

そこで、本研究は乗用車保有・利用に関わる地域別時系列データを集計パネルデータとみなすことにより、パネル分析手法として提案されている線形回帰モデルを応用したモデルを用いて、乗用車保有と乗用車利用のモデルの構築を行う。その際に、時系列データの特徴やクロスセクションデータの特徴を捉えるために、従来の時系列分析とクロスセクション分析による事前分析を踏まえた上で、パネル分析手法を適用するプロセスを提案する。

表 2.3.1 集計パネルと非集計パネルの比較

	集計パネル	非集計パネル
データの定義	疑似パネルデータ →同一地域単位で同一の調査方法に基づく時系列データ	真のパネルデータ →意志決定主体として位置づけられる個人に対しての繰り返し調査データ
データの特徴	・収集コストが安い ・広い範囲をカバー（人口、交通、産業、…等）	・データ収集、調査に多大な費用と労力 ・調査疲れ、Attrition Bias 等の問題
モデル分析の方法	主として連続量データであるので線形回帰モデルのように推定が比較的容易なモデルを用いることができる	離散データに基づく個人行動を表すモデルであるため複雑なモデル構造となり推定が難しい

2.3.4 保有・利用構造の変化を踏まえた将来予測

地域別にある指標の予測をする場合に行われる従来からの方法としては、各地域毎に時系列データを用いたトレンド予測を行う方法、ある時点の各地域のクロスセクションデータを用いて地域属性との関係から因果モデルを構築しそのモデルを用いて将来予測を行う方法、がある。しかし、地域毎のトレンド予測においては、予測モデルが通常は時間を説明変数とした成長モデルであることが多く、地域属性や政策が考慮できる形になってい

いこと、またモデルを各地域毎に構築しなければならないため、地域相互の関係が考慮されない、といった問題点が存在する。他方、クロスセクションデータによる予測においては、構築するモデルにおいて地域属性を考慮できる因果関係モデルを用いることができる反面、構築したモデルはその時点における関係を示しているに過ぎないために将来においてその関係が成り立つことが保証できないため、予測が正しいとは限らない。

パネル分析手法を適用して構築したモデルは、地域・時系列特性を考慮して過去のデータの再現性を高めるばかりでなく、時系列分析とクロスセクション分析の欠点を互いに補っている点から、予測精度を向上させるモデルとしての有用性も大きいと考えられている。

本研究では、保有と利用に関するデータの地域・時系列特性の十分な吟味を行ってモデルの構築を行うとともに、地域・時点特性や要因の地域差・時系列変化を考慮できるような予測モデルとしての活用も考慮する。

2. 4 まとめ

本章では日本におけるモータリゼーションの進展に伴って、乗用車利用が増加することによる社会的影響を概観した上で、道路整備をはじめとする乗用車利用に関わる政策における予測手法と政策評価における問題点を指摘した。そして、今後の道路交通政策のための予測評価手法としてパネル分析手法を適用することの意義を示した。

(1)モータリゼーションの進展に伴う社会的影響について

乗用車の普及は急速に進展してきたが、保有状況を地域別に見るとその進展の度合いが大きく異なっている。また、保有の進展状況の違いは利用状況の差異を生んでいる。乗用車保有と利用の状況の地域的な違いは、各地域における様々な要因が影響していると考えられるが、逆に乗用車の保有・利用の進展が人々のライフスタイルを大きく変化させ、都市や地域の構造をも変化させるに至っている。

そのような状況を考えた上で、ますます増加する自動車需要に道路整備が追いつかないために起きる道路渋滞等の道路交通事情の悪化、排ガスによる大気汚染や交通事故の増加、燃料消費の増大による地球温暖化問題への危惧といった影響への対応策としては、人々のライフスタイルや都市・地域構造を政策的に誘導することにより乗用車の利用需要を管理することが必要となることを示した。

(2)乗用車利用に関わる政策のための予測手法に関して

道路整備計画に関わる交通需要予測は、原単位を用いて積み上げていく方法であるために、予測フローにおいて取り入れられた項目だけしか状況の変化を組み込むことのできない点で硬直的な方法であること、地域別に予測を行っていても実際の予算配分においては

その予測結果が十分に反映されていないという問題がある。今後の自動車の使われ方が様々な要因の影響を受けて変化し、また地域により影響の受け方が違うことを考えると、様々な要因が考慮でき、地域の違いを反映した交通需要予測手法に基づく道路計画が必要となることを指摘した。

また、環境政策、エネルギー政策等においても、低公害車の普及促進、交通需要管理、道路構造の改善などの政策が唱えられているものの、従来の予測・分析においては、ある特定の政策のみの効果分析にとどまっており、複数の政策の比較検討をする評価フレームの必要性を指摘した。

(3) パネル分析手法の適用について

線形回帰モデルは、地域レベルの集計データを用いて、様々な政策変数を考慮して行うことができる点において、諸政策の地域別予測評価モデルとしてふさわしく、また簡便に取り扱えるメリットもある。さらに、パネル分析手法を応用することにより、地域別時系列データを用いて、過去の推移を忠実に再現し、将来予測を高精度で行うことができる可能性を持っている。

地域別にある指標の予測をする場合に行われる従来からの方法としては、各地域毎に時系列データを用いたトレンド予測を行う方法、ある時点の各地域のクロスセクションデータを用いて地域属性との関係から因果モデルを構築しそのモデルを用いて将来予測を行う方法、があった。しかし、地域毎のトレンド予測においては、予測モデルが通常は時間を説明変数とした成長モデルであることが多く、地域属性や政策が考慮できる形になっていないこと、またモデルを各地域毎に構築しなければならないため、地域相互の関係が考慮されない、といった問題点が存在する。他方、クロスセクションデータによる予測においては、構築するモデルにおいて地域属性を考慮できる因果関係モデルを用いることができる反面、構築したモデルはその時点における関係を示しているに過ぎないために将来においてその関係が成り立つことが保証できないため、予測が正しいとは限らない。

パネル分析手法を適用して構築したモデルは、地域・時系列特性を考慮できることから、過去のデータの再現性を高めるばかりでなく、時系列分析とクロスセクション分析の欠点を互いに補なっていることから、予測精度を向上させるモデルとしての有用性も大きいと考えられる。

従って、地域・時点特性や要因の地域差・時系列変化を考慮できるような政策評価ツールとして、パネル分析手法を適用して乗用車保有と利用のモデルを構築することは、十分意義があることを示した。

<第2章参考文献> (※印は、筆者註)

- 芦沢哲蔵(1979),「自動車保有率と都市構造との関係についての研究」,日本都市計画学会学術研究論文集, No.14, pp.205-210.
- 伊藤 雅・石田東生(1993),「都道府県別乗用車保有率のパネル分析:地域・時点差を考慮した保有率モデルの構築とその説明力・予測力の比較」,土木計画学研究・論文集, No.11, pp.73-80.
- 伊藤 雅・石田東生(1994),「パネル分析における集計データの活用」,日本行動計量学会第22回大会発表論文抄録集,pp.84-87.
- 内田 敬・飯田恭敬(1993),「交通行動パネル調査の方法論的検討」,土木計画学研究・論文集, No.11, pp.319-326.
- 大山俊雄・川嶋弘尚(1983),「乗用車の需要構造の分析と予測」,オペレーションズ・リサーチ, 1983年7月号, pp.314-321.
- 鹿島 茂・本多 均・森 浩(1980),「乗用車保有構造の分析」,日本都市計画学会学術研究論文集, No.15, pp.403-408.
- 環境庁(1995) 環境白書, 平成7年版.
- 神崎紘郎・山中義之(1989),「都市規模に応じた道路整備必要量の推計モデル」,土木計画学研究・講演集, No.12, pp.575-82.
- 刈屋武昭監修, 日本銀行調査統計局編(1985), 計量経済分析の基礎と応用, 東洋経済新報社.
- 黒川 洸・石田東生・谷口 守(1993),「広域幹線道路整備が都市圏の交通環境に及ぼす影響」, 高速道路と自動車, Vol.36, No.10, pp.21-28.
- (※建設省道路局)富樫凱一(1954),「(※第一次)道路整備五カ年計画について」, 道路, 1954年5月号.
- (※建設省道路局)関盛吉雄(1959),「(※第二次)道路整備五カ年計画閣議決定までの経緯」, 道路, 1959年4月号.
- (※建設省道路局)豊田栄一(1964),「(※第三次)新道路整備5カ年計画について」, 道路, 1964年7月号.
- (※建設省道路局)三野 定(1965),「(※第四次)新道路整備5カ年計画について」, 道路, 1965年1月号.
- 建設省道路局企画課(1968),「第五次道路整備5カ年計画の概要」, 道路, 1968年5月号.
- 建設省道路局企画課(1971),「第六次道路整備5カ年計画の概要」, 道路, 1971年5月号.
- 建設省道路局(1972),「第七次道路整備五箇年計画(案)の概要」, 道路, 1972年10月号.
- 建設省道路局編(1988), 豊かさを支える道づくりー第10次道路整備五箇年計画のめざす道
- ー.
- 小出恭一(1970),「自動車需要の予測について」, オペレーションズ・リサーチ, 1970年8月号, pp.12-19.
- 古藤 浩(1993), 多地域の時系列データの分析ー市街地密度の変化曲線を中心としてー, 筑波大学大学院社会工学研究科博士論文.
- 小林潔司(1992),「非日常的サービスに着目した地方都市活力の変動過程に関する研究」, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.27, pp.433-438.
- 佐々木邦明・杉山幸司・森川高行(1995),「パネルサンプルの母集団代表性を考慮した買物目的選択モデル」,土木計画学研究・講演集, No.18(2), pp.493-496.

- 資源エネルギー庁(1993), エネルギー政策の歩みと展望, 通商産業調査会.
- 杉恵頼寧・羽藤英二・藤原章正(1992), 「パネルデータを用いた交通機関選好意識のダイナミック分析」, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp.31-38.
- 総務庁(1995), 交通安全白書, 平成7年版.
- 西井和夫・北村隆一・近藤勝直・弦間重彦(1995), 「観測されていない異質性を考慮した繰り返しデータに関するパラメータ推定法」, 土木学会論文集, No.506/IV-26, pp.25-34.
- 西井和夫・近藤勝直 (1992), 「対数線形モデルによる休日買物行動パネルデータの動的特性分析」, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.27, pp.403-408.
- 野村和正(1977), 「交通需要予測手法(その1) - 全国および地域別予測の例 -」, 道路交通経済, No.1(1977年10月号), pp.139-145.
- 野村和正(1978), 「交通需要予測手法(その2) - 全国および地域別予測の例 -」, 道路交通経済, No.2(1978年1月号), pp.135-147.
- 橋口賢治・山田晴利・中村英樹・谷口栄一・安田泰二(1992), 「自動車走行台キロの将来推計」, 土木計画学研究・講演集, No. 15, pp.739-45.
- 林 良嗣・加藤博和・木本 仁・菅原敏文(1995), 「都市旅客交通のモーダルシフト政策に伴う CO₂ 排出量削減効果の推計」, 土木計画学研究・論文集, No.12, pp.277-282.
- 肥田野登・鹿島 茂(1985), 「乗用車保有の現状と将来予測」, 高速道路と自動車, Vol.28, No.1, pp.38-47.
- 兵藤哲朗・森地 茂(1994), 「パネルデータを用いた交通行動変化に関する実証分析」, 日本行動計量学会第22回大会発表論文抄録集, pp.72-75.
- 廣瀬義伸・青山吉隆・井上雅晴(1995), 「地価の空間波及要因に関するパネルデータ分析」, 土木計画学研究・論文集, No.12, pp.187-194.
- 森杉壽芳・大野栄治・川俣智計(1990), 「コーホート型ディーゼル車普及率予測モデルの提案と燃料価格弾力性分析」, 土木計画学研究・論文集, No.8, pp.41-48.
- 吉田 朗・大西 隆(1993), 「パネル分析による地価形成要因の推定と容積率指定の影響分析」, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.28, pp.133-138.

- Beesley M E and Kain J F(1964), "Urban form, car ownership and public policy : an appraisal of Traffic in Towns", Urban Studies, Vol.1, No.2, pp.174-203.
- Bennett R J(1979), Spatial Time Series : Analysis-Forecasting-Control, Pion.
- Button K J(1973), "Motor car ownership in the West riding of Yorkshire : some findings", Traffic Engineering and Control, Vol.15, pp.76-78.
- Chow G C(1957), Demand for Automobiles in the United States, North-Holland.
- Fairhurst M H(1975), "The influence of public transport on car ownership in London", Journal of Transport Economics and Policy, Vol.9, pp.193-208.
- Hartog J, Ridder G and Theeuwes J Eds.(1990), Panel Data and Labor Market Studies, North-Holland.
- Hsiao C(1986), Analysis of Panel Data, Cambridge University Press.
- Kitamura R(1987), "A panel analysis of household car ownership and mobility", Proceedings of JSCE, No.383(IV-7), pp.13-27.
- Nerlove M(1957), "A note on long-run automobile demand", Journal of Marketing, Vol.22, pp.57-64.

- Reza A M and Spiro M H(1979), "The demand for passenger car transport and for gasoline", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.13, No.2, pp.304-319.
- Suits D B(1958), "The demand for automobiles in the USA 1929-1956", *Review of Economics and Statistics*, Vol.40, pp.273-280.
- Tanner J C(1963), "Car and motorcycle ownership in the counties of Great Britain 1960", *Journal of the Royal Statistical Society (series A)*, Vol.26, pp.276-284.
- Zellner A(1962), "An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias", *Journal of the American Statistical Association*, Vol.57, pp.348-368.

第3章 乗用車保有・利用構造と地域集計データ

本章では、乗用車保有・利用構造に関して、従来の研究で取り上げられてきた手法と考え方を整理し、本研究で考慮する乗用車保有・利用構造についての考え方と利用可能な統計データの検討を行う。また、保有・利用のモデル分析を行なうのに適当な地域単位、時点間隔の検討のために、乗用車保有と利用に関する統計データの種類・調査方法の整理と、保有・利用特性の分析を行う。

3. 1 従来の保有・利用構造の考え方

3.1.1 保有台数の予測方法

従来より、保有台数の予測に関しては様々な考え方が示されてきた。

古くは Chow(1957) による、新規需要（フロー）と保有台数（ストック）の関係から保有台数を説明する「フローストック分析」あるいは「ストック調整分析」に始まる。このもとの考えは、耐久消費財の普及過程を説明するモデルとして考えられたもので、ストックが上昇するにつれ、フローが小さくなっていくという仮定をしているものである。しかし、乗用車のフロー量を考えると、景気変動や燃料価格、インフレによる自動車価格の変動などの影響により全く不安定な状態になる傾向にあり予測が難しい面もあることが指摘されている（アルシュトラ他;1984）。

つづいて出てきたアプローチは、Tanner(1962) に代表される成長曲線による分析である。これは、時間を軸とした保有台数の増加の過程をロジスティック曲線などの曲線で近似することを試みたものである。この分析により保有の時系列推移はある程度表現することができるが、保有レベルの上限と考えられる飽和水準に達しつつある先進諸国以外の国ではモデルの適合度があまり高くないなどの問題点が指摘されている（佐藤;1982）。保有の飽和水準をあらかじめ仮定していることや、時間以外の要因が考慮されていないために、飽和水準を誤って設定する可能性があるためである。また、社会経済状況が異なる場合にはモデルの適合度が悪くなる問題も生じる。

3.1.2 保有要因の分析

そこで、次にでてきた考え方が、人当り保有台数や世帯当り保有台数といった保有率すなわち保有水準を所得などの社会経済属性との関係から求めようというものである。

この分析においては、乗用車保有に対してどのような社会経済属性が影響しているかを明らかにするために線形回帰モデルや曲線回帰モデルが用いられている。

影響要因として最も多く取り上げられているのは所得であり、地域の所得レベルにより保有率を分析しているもの（Button(1980)など）や所得分布から保有率を求める方法

(Mogridge(1967), 伊吹山(1986)など) がみられる。その他の社会経済属性を扱った例としては、ガソリン価格との関係を分析したもの (Blomqvist and Haessel;1978) や道路へのアクセスのしやすさや公共交通の整備水準との関係を扱ったもの (Fairhurst(1975)など) がある。

3.1.3 利用量の分析

乗用車利用に関する分析には、個人・世帯の交通行動における乗用車保有と利用の関係を説明しているもの (Golob(1990)、Hensher and Smith(1990)) をはじめとする数多くの研究がある。地域レベルにおける保有と利用の関係を分析しているものとしては、保有率をもとに乗用車の分担率を求めている Kain and Beesley(1965)や保有率と年間走行距離の同時方程式を構築している Button et al.(1982)という例は見られるが、近年は発展途上国における保有・利用予測として Khan and Willumsen(1986), Button, Ngoe and Hine(1993)などの研究が行われている。

石油危機の時期には、自動車によるガソリン消費の動向を分析する観点から、石油価格との関係から保有と利用の推移を分析したもの Mogridge(1978)やガソリン消費需要に関する分析として Verleger and Sheehan(1976), Reza nad Spiro(1979), Wheaton(1982)といった研究がなされてきた。

地域レベルの利用量に関する分析は、研究ベースとしては分析手法の観点からは特に目新しいものがないために、石油危機や発展途上国の開発といった世界情勢の面でのトピックに沿った研究が主なものであった。

3.1.4 従来の分析の問題点

従来の地域レベルの保有・利用分析においては、主に保有に焦点があてられ、利用水準の変化は無視されている形になっていた。マクロレベルでは、保有率の上昇に伴い走行距離が減少している現象が表れているものの、研究としては個人・世帯の行動の結果であると考え、ミクロベースの行動を説明することに焦点があてられたことによる。

一方、保有の分析においては、保有台数そのものの予測から保有率を地域属性により説明する要因分析が行なわれるようになり、保有に対して影響を及ぼす様々な要因を明らかにしようとしてきた。しかし、これらの分析の多くは、単年度におけるクロスセクション分析であり、要因の時間的な変化に対する影響を把握することはできないものである。

これまで、保有・利用は地域的な差を伴って変化し続けており、今後も様々な要因の影響を受けながら変化することが考えられる中で、従来の分析の枠組みでは保有・利用構造の推移を十分把握することができず、将来の動向をつかむことも困難であると考えられる。

3. 2 乗用車保有・利用構造の仮説

3.2.1 乗用車保有・利用構造の考え方

2.1.2において述べたように、保有台数の増加に伴って利用量も増加しているが、保有水準（保有率）と利用水準（年間走行距離）の関係で見ると、保有水準の上昇とともに利用水準は低下しつつある。また、都道府県別に見ても、保有水準の高いところほど利用水準が低いという関係が見られている。

保有水準と利用水準は互いに関係しながら推移している一方で、それぞれの水準は、様々な地域属性により影響を受けていると考えられる。従来の保有・利用分析においては、保有台数、走行台キロを直接求めようとしているものが多かったが、本研究は、地域における様々な要因をもとに保有水準、利用水準をそれぞれ説明し、この保有水準と利用水準をもとにして、保有台数、走行台キロ、そして利用に伴う影響を表す指標を算出することを目指す。

本節では、まず保有・利用に対して影響すると考えられる要因を列挙し(3.2.2)、その中でモデルの説明変数として政策的に利用をコントロールできる可能性のある要因を抽出する(3.2.3)。そして、保有水準モデルと利用水準モデルの説明要因として用いる変数として利用可能なデータについて述べる(3.2.4)。

3.2.2 乗用車保有・利用への影響要因仮説

従来の研究においては、前述のように、所得水準、道路へのアクセシビリティ、公共交通の整備水準、ガソリン価格などが保有・利用の説明要因として取り上げられている。しかし、現実にはこれ以外にも様々な要因が乗用車の保有・利用と関連していることが考えられ、また、保有・利用の進展が地域属性を変化させ、それがさらに保有・利用を変化させていることも考えられる。ここでは、表 3.2.1 にまとめた観点から、保有・利用に関わる仮説を列挙する。

(1)交通サービス水準との関係

道路整備が進むことにより自動車による移動が便利な環境が整うために、乗用車を保有する家庭が増える。すると、交通量が増加するため、その交通量をまかなおうとする道路を整備することで道路整備水準が上昇する、というように、道路整備は保有を増長させ、保有の上昇が道路整備を促進させているという関係となっている。また、道路整備が進み乗用車の利用が増えると、鉄道やバスなどの利用が減少するという影響も考えられ、これがまた乗用車の保有・利用を増加させているとも考えることができる。

(2)地域構造との関係

地域構造を表す指標の中でも人口規模や人口密度は、上述の交通サービス水準により変

表 3.2.1 保有・利用に関わる要因

要因	具体的な指標
(1)交通サービス水準	道路整備水準 公共交通整備水準
(2)地域構造	人口密度 住宅の郊外化 郊外商売店の増加 商圈 通勤・通学圏 地域内・地域間のつながり 距離抵抗
(3)地形	可住地面積比率 可住地の形状
(4)世帯の経済条件	所得水準 ガソリン価格 自動車税 車庫代
(5)社会情勢	免許取得率 家族構成 主婦の就業率 ライフスタイルの変化

化することが考えられる。例えば、郊外地域においては人口密度が低いために、公共交通サービスが低く、都市施設が集積していないが、人々が乗用車で移動することにより、多くの人々が駐車場付きの商業施設へ行くことができるようになる。また、一戸建て住宅を持つためには、比較的人口密度の低い郊外へ行かなければならない。郊外に行くと通勤が不便になるが、乗用車を保有することにより最寄りの駅まで車で行き、そこから電車で通勤することが可能になる。このように、郊外地域での距離抵抗の削減に乗用車が役立つ面もあり、地域のアクティビティを活発にしている。

(3)地形との関係

山がちな地域と平野の多い地域では、保有や利用の程度が変わると考えられる。例えば、長崎のように山が多く少ない平野部に人やモノが集積しているところでは、公共交通が成立しやすく、乗用車がなくてもモビリティを確保することができる。

(4)世帯の経済条件との関係

自動車の価格の相対的な低下により自動車の購入は昔に比べると容易になっており、所得水準は関係なくなっているといえる。しかし、近年は1世帯に複数の乗用車を保有するようになってきており、確かに自動車の価格は安くなっているが、2台、3台と保有するにはやはりそれだけの所得が必要となる。また、取得税や自動車税等の税金を支払う必要

がある。したがって、今後とも所得水準は保有に対する重要な要因として影響を及ぼすことが考えられる。

また、自動車の取得に際しては車庫の確保が不可欠であり、地価の高い大都市では車庫の確保が難しく、保有水準が低くなると考えられる。

乗用車の運行のためには当然のことながら燃料が必要であり、この燃料価格の変動により利用度合に変化が生じる可能性もある。

(5)社会情勢の変化との関係

自動車免許の取得率は年々上昇している。この背景としては、乗用車の保有意欲の高まりもさることながら、女性の社会進出に伴い、通勤のために保有の必要が生じている、主婦層が買い物やレクリエーションのために乗用車で移動するといったことが増えていることも考えられる。

3.2.3 政策的観点から見た保有・利用への影響要因

前項に述べた保有・利用構造に関わる仮説と本研究で考慮しようとしている乗用車利用の管理に関わる政策という観点と、列挙した要因の保有・利用への影響度合の大きさの統計的検討を踏まえ、保有・利用への影響要因との関係の地域特性と時系列特性の把握を行う要因を以下の点に絞った。

(1)経済要因

乗用車の保有・利用のためには所得が不可欠であり、所得の影響の推移を把握する。また、燃料価格の変動は乗用車の利用量を左右することが考えられ、税率の変更などによる燃料価格の操作により利用量をコントロールすることも考えられる。以上のような観点から、保有・利用に関わる経済的な要因として、世帯の所得水準と燃料価格の影響が考慮できるものを取り上げる。

(2)交通サービス水準

乗用車の保有・利用に対しては、交通施設の整備状況が大きく左右していると考えられ、その中でも、道路の整備状況は大きな影響を及ぼしていると考えられる。従来は道路混雑の緩和、地域間の連絡のために道路の供給が進められてきたが、今後は、環境負荷を考慮した上で道路整備を考える必要がある。このようなことから、地域における道路整備水準を要因として考えるとともに、近年整備が進んできた高速道路の整備の影響についても考慮する。

(3)都市・地域構造

地域の構造は道路の整備水準や公共交通の整備水準を規定する要因でもあり、それが乗

用車の保有・利用に対しても大きく影響を与えていると考えられる。特に、人口の集中度合や密度は、人口や都市施設の分布状況や密度を反映しており、鉄道・バスなどの公共交通の整備水準とも大きく関わっている。また、都市構造や土地利用を操作することにより人口の集中度合や密度を変えることが可能であり、それによって交通の発生量が変わってくるということが考えられる。従って、人口の集中度合・密度を表す指標を影響要因として取り上げる。

以上の検討により、保有水準モデルと利用水準モデルにおいて次のような要因を考慮することとする。

<保有水準モデルで考慮する要因>

- ・経済要因：世帯当り所得
- ・交通サービス水準：道路整備水準
- ・都市・地域構造：人口の集中度合に関する指標

<利用水準モデルで考慮する要因>

- ・経済要因：世帯当り所得、ガソリン価格
- ・交通サービス水準：道路整備水準、高速道路整備水準
- ・都市・地域構造：人口の集中度合に関する指標

3.2.4 利用可能な地域統計

(1)世帯の経済状況を示す要因

○所得

所得に関する統計としては、県民経済計算によるもの（経済企画庁「県民経済計算年報」）や、家計調査によるもの（総務庁「家計調査年報」）がある。家計調査によるものは特定の都市におけるサンプル調査であるため、地域全体の傾向を捉えることが難しく、また回答の信頼性などの問題がある。県民経済計算によるものは、各都道府県が毎年個別に推計しているものである。推計方法は国の経済活動を示す国民経済計算と同じ新SNA（国民経済計算体系）方式で、1982年からすべての都道府県がこの方式により推計を行なっているが、それ以前は、旧SNA方式による推計であり、また、毎年年次をさかのぼって推計されているため、年毎の報告書によって同一年次でも数値が異なっている。このため、厳密には時系列の比較ができず、また計算方式が都道府県により異なる時期があるため都道府県毎の比較が厳密にはできない時期もあるが、この県民所得の推計以外に地域全体として所得を集計しているものがなく、上記のような問題点はあるものの、この県民所得の推計値は用いることができると考えられる。

○ガソリン価格

燃料価格については、ガソリン、軽油の価格調査統計として総務庁による「小売物価統計調査」がある。これは、時系列的に見ればオイルショックの影響を受けてかなり変動が見られ、時系列変動の説明要因として考えることができる。しかし、全国の主要都市を対象とした調査であるため、ある都市の価格がその所属する都道府県の価格を代表していると仮定する必要がある。

(2)交通サービス水準に関連する要因

○道路整備水準を表す指標

道路延長に関する統計としては、建設省の「道路統計年報」がある。これにより毎年状況を把握することができるが、道路延長として総延長を考えた場合、年により延長が大きく変動しており、これは建設省以外の管轄の道路との関係と見られるため、建設省が自動車の円滑な通行を目的に整備を進めている改良済道路の延長距離が適当な指標であると考えられる。

また、近年では高速道路の整備が全国的になされてきており、欧米諸国並の成熟した車社会へと向かってきており、日常の利用だけでなくレジャー等の目的で乗用車が利用されることが多くなるものと考えられる。この高速道路の整備水準に関しても乗用車保有・利用に影響を与えていると考えられ、これを表すことのできる指標が必要となる。しかし、整備延長だけでは、高速道路整備の状況、効果を表すには不十分であるため、本研究では、荻野(1996)により計測された高速道路インターチェンジ（IC）までの時間距離を用いて指標を作成する。この時間距離は全国の各市町村役場から最も近い高速道路のICまでの道路走行時間を毎年計測したものであり、各市町村における高速道路サービスを楽しむ程度を時系列に表現できる指標として用いる。

(3)都市・地域構造

○人口密度

人口密度は道路整備、公共交通の整備に大きく影響することが考えられることや、一戸建てか集合住宅かといった居住形態にも影響することから、乗用車保有や利用に大きく影響する要因と考えられる。人口密度としては、総面積当り、可住地当り、人口集中地区当りなどが考えられる。総面積当りで考えると、実際に人がいない地域を考慮していることと、面積が時系列では不変となるため単に人口に依存するなど、保有・利用の影響を表す指標としては適当でない。可住地で考えれば、実際に人が住める地域の人口密度が分かるが、可住地の定義をすることが難しいこともあり算出できない。それよりも、ここで考える人口密度はむしろ平均的なものより、市街地のようにある程度の密度のある地域での推移、例えば都市の広域化の状況が表せるものが乗用車保有の動向を説明できると考え、人口集中地区の人口密度を考えることとする。この人口密度のデータは、国勢調査によるも

のであるため5年毎のデータとなるが、既知のデータから調査時点間の年次のデータを内挿することによりデータを作成する。

3. 3 乗用車保有・利用分析における地域単位と時点間隔

3.3.1 保有・利用を表すデータ

(1)保有を表すデータ

保有台数のデータは、運輸省の「車種別自動車保有車両数月報」によりその値が公表されている。自動車の保有に際しては、陸運事務所に届け出る必要があり、運輸省ではこの登録状況の報告をもとに毎月、車種別に市町村別の登録台数をまとめている。従って、保有に関するデータとしては、最小の地域単位として市町村、最も短い時点間隔として1ヶ月単位でデータを入手することが可能である。

本研究で分析対象とする車両は、一般の個人が通勤、買い物、レジャーなどの目的に用いる車両であるので、統計として集計されている車種のうち、自家用小型乗用車、自家用普通乗用車、軽乗用車、軽貨物車を分析対象車種とし、この保有台数により乗用車の保有動向を分析する。ここで、軽自動車すべてを対象としているのは、一般家庭で用いられているのが、登録上軽乗用車と軽貨物車の双方に渡っていることと自家用と営業用が統計上区別されていないためである。

(2)利用を表すデータ

自動車の利用に関する調査を行っているものとしては、建設省の「道路交通センサス」と運輸省の「自動車輸送統計調査」がある。

建設省の「道路交通センサス」は、3～5年毎に行なわれており、路側で交通量を観測する一般交通量調査と自動車所有者に1日の使用状況を聞く自動車OD調査に分かれる。

一般交通量調査においては、12時間交通量をもとに走行台キロを算出しているが、12時間交通量であることと調査対象路線が都道府県道以上であることからすべての自動車交通について把握できていないこと、そして車種区分において自家用、営業用の区別をすることができないという欠点がある。

もう一方の自動車OD調査は、約130万台をサンプルとする訪問留置方式のアンケート調査で、1日の運行状況、運行目的、旅行人数などを細かく調査しており、その中の集計項目の1つとして、1日に運行している車の割合と1日に走行する距離から、都道府県別の走行台キロが算出されている。しかし、この調査は昭和46年(1971年)より開始され、3～5年毎にしかなされていないため、時点数が少ないこと、サンプル調査データであることから単純に年度間の比較ができないという問題点がある。

運輸省の「自動車輸送統計調査」は年間約20万台を対象に行なわれており、自家用乗用

車については走行台キロが地方ブロック別に集計されている。この調査は年間の利用状況を毎年集計しているものの、対象車が約 20 万台と少ないために、都道府県単位ではなく、全国を 9 地域に分けてしか集計されていないという問題がある。

表 3.3.1 自動車OD調査の調査台数

年度	登録台数 (千台)	有効調査台数 (千台)	抽出率 (%)
昭和 46 年度	15,584	1,292	8.3
49 年度	24,037	1,672	7.0
52 年度	31,366	1,248	4.0
55 年度	36,563	1,374	3.7
60 年度	44,054	1,392	3.2
平成 2 年度	56,597	1,282	2.3

出典：富山(1992)

表 3.3.2 自動車利用調査の概要

	道路交通センサス 自動車OD調査	自動車輸送統計
調査主体	建設省	運輸省
集計期間	1 日	1 年
最小集計地域単位	都道府県別	運輸局別
調査時点	3～5 年	毎月
調査対象台数 (平成 2 年) (抽出率)	約 130 万台 (2.3%)	年間約 20 万台 (0.3%)

このように、既存の利用実態調査により特定の地域単位で利用実態の推移を把握しようとしても、集計されている地域単位、時点間隔が調査により異なることと、サンプル調査であることから、分析の限界がある。

一方、自動車の燃料の面から考えると、通産省により石油元売り会社が各都道府県において販売している、ガソリン、軽油等の年間販売量が集計されており、燃料面から逆に自動車の利用実態を都道府県別に時系列で捉えることが可能である。この統計は石油元売り会社が、販売店に卸す販売量を集計しているもので、小規模の輸入会社が販売した分はカウントされていない。また、ガソリンは自動車だけでなく他の用途にも用いられているため、この販売量は自動車の消費量とは必ずしも一致しない。しかし、販売量の全数調査であり、同一の地域単位で集計されていることから、利用に関する地域別時系列把握のためのデータとしては、最も有用なものであると考える。

3.3.2 分析地域単位、分析時点間隔、及び分析対象期間の考え方

分析する地域単位については、乗用車保有・利用の地域的な差を把握することを目的としているため、これが表れる地域の大きさであること、差が表現できるだけの地域数であること、そして統計資料として収集可能であることが条件となる。また、分析する時点間隔については、時系列変動を把握するのに適当な時点間隔であることと保有の推移を説明するのに十分な時点数が必要であり、さらに乗用車の普及の初期から現在に至るまでの期間を網羅する必要もある。以上の点について、データの収集可能性とともに考慮していく。

(1)地域単位の考え方

保有と利用に関する地域差の把握のための考え方としては、保有水準指標である世帯当り保有台数や利用水準指標である台当り走行距離の違いがどのような地域単位であれば地域差を表すことができるかが重要である。また、乗用車利用を考える場合には、乗用車の利用状況が把握できる地域単位、すなわち乗用車の運行範囲をカバーできるような地域単位であることが重要な点となる。

保有の地域差を表現できる地域単位という観点から、乗用車保有率データを市町村別、都道府県別、運輸局別の3つの場合で、平均値、最小値、最大値、標準偏差、変動係数の比較を行った(表3.3.3)。変動係数を見ると、市町村別が0.3程度、都道府県別が0.2前後、運輸局別が0.15程度の値を示しており、市町村別の区分が最も大きな変動を示している。運輸局単位になると、最大値と最小値の範囲が小さく、またサンプル数も9となってしまう

表 3.3.3 登録乗用車保有率の地域区分による変動の違い

市町村別	80	85	90	94
平均	0.701	0.777	0.860	0.957
最小値	0.004	0.031	0.040	0.064
最大値	1.624	2.270	2.233	2.926
標準偏差	0.207	0.229	0.255	0.274
変動係数	0.295	0.295	0.296	0.287
サンプル数	3258	3258	3258	3258

都道府県別	80	85	90	94
平均	0.629	0.703	0.795	0.893
最小値	0.393	0.444	0.514	0.561
最大値	0.877	0.979	1.115	1.253
標準偏差	0.121	0.141	0.162	0.181
変動係数	0.193	0.201	0.204	0.202
サンプル数	47	47	47	47

運輸局別	80	85	90	94
平均	0.598	0.670	0.759	0.850
最小値	0.460	0.537	0.634	0.706
最大値	0.763	0.867	0.988	1.100
標準偏差	0.093	0.107	0.118	0.130
変動係数	0.156	0.160	0.155	0.153
サンプル数	9	9	9	9

うために地域の差を表すには不十分であるが、都道府県単位であれば、適度なばらつきもあり、サンプル数も46と地域差を十分検討することができると考えられる。

次に、乗用車の利用を運行範囲の観点から見てみると、平成2年の道路交通センサスOD交通量調査によれば、運行されている自家用乗用車の約90%が1日に70km以内の走行となっている(表3.3.4)。これは、1県当たりの平均面積(約8000km²; $\sqrt{8000} \approx 90\text{km}$)を考えると、ほぼ同一県内において一日の行動が完結しているといえる。ちなみに、1市町村の平均面積は約120km² ($\sqrt{120} \approx 11\text{km}$)であるので市町村を越境する交通は多数存在するといえる。また、1994年の自動車輸送統計によれば図3.3.1に示すように、自動車旅客のほぼ90%以上は同一県内で完結していることが裏付けられる。従って、都道府県を地域単位としてみると、利用実態をほぼ把握することが可能になると考えられる。

以上から、本研究における保有・利用分析は、都道府県を単位として行うことが利用実態の観点から妥当であるといえ、保有の地域差という観点からも都道府県単位で十分表現することが可能である。また、データの収集可能性からも、都道府県単位であれば、利用

表 3.3.4 自家用乗用車の日当り走行距離分布 (建設省道路交通センサス; 平成2年)

走行距離区分	台数	比率(%)	累積比率(%)
0-2 (km)	94354	0.45	0.45
2-5	2035882	9.77	10.22
5-10	2887644	13.85	24.07
10-15	3173314	15.22	39.30
15-20	1917661	9.20	48.50
20-30	3375951	16.20	64.69
30-40	2200451	10.56	75.25
40-50	1456092	6.99	82.24
50-70	1622203	7.78	90.02
70-100	1029349	4.94	94.96
100-	1050827	5.04	100.00

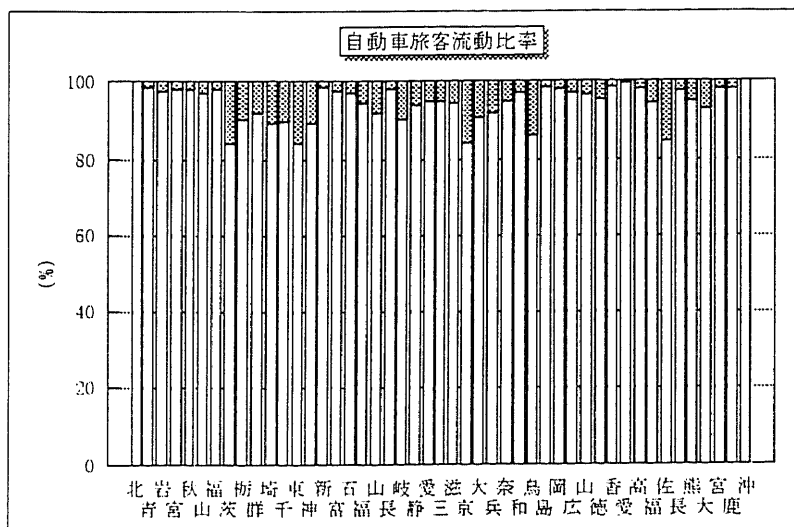


図 3.3.1 同一都道府県内の自動車旅客流動比率 (運輸省自動車輸送統計; 平成6年)

を表すガソリン消費量データを用いることができ、これらを説明する地域属性データに関しても多くの項目に関して統計がとられているため、データの収集が比較的容易であるというメリットがある。

(2)分析対象期間と時点間隔

分析期間については、モータリゼーションの進展が急速に進みはじめ、地域による保有の差が明確になり始めた、1965年より現時点でデータ入手可能な最新年の1993年までの期間を考える。そして、分析する時点間隔については、乗用車保有台数は前述のように毎月の統計が発表されているが、本研究では月別の変動を詳細に見るのではなく、約30年間の大きな流れを把握するのが目的であるため、毎月の間隔よりも長い間隔で十分であると考え。しかし、5年毎という間隔に広げてしまうと、分析対象時点数が6時点と時系列推移を把握するには時点数が少なくなるため毎年の29時点分のデータを用いることとする。ただし、説明変数として用いる統計データの中には5年おきに調査されているものも少なくなく、その場合にはデータの内挿等の加工を行った上で用いることとする。

3. 4 まとめ

保有・利用構造の把握のための方法を従来の研究のレビューをもとに検討した。また、保有・利用構造として重要な仮説を政策評価との関連から位置づけた。さらに、保有・利用構造の把握のために適当な分析地域単位と分析期間・時点間隔を示した。

(1)保有・利用構造の把握方法に関して

従来の保有・利用分析においては、個人・世帯の行動の結果として表れる現象であるために、マイクロベースの行動を説明することに焦点があてられ、地域レベルの分析はあまりなされていなかった。保有のみの分析においては、保有台数そのものの予測や保有率を地域属性により説明する要因分析が行なわれているが、一地域の時系列分析、あるいは単年度の多地域分析（クロスセクション分析）にとどまっていた。

しかし、第2章で示したように保有・利用は地域的な差を伴って変化し続けており、今後も様々な要因の影響を受けながら変化することが考えられる中で、従来の分析の枠組みでは保有・利用構造の推移を十分把握することができないことを示し、本研究におけるパネル分析手法による地域別時系列分析の位置づけを明らかにすることができた。

(2)保有・利用構造の仮説

保有・利用構造に関わる仮説として様々な事柄が言われているが、以下の点に絞った要因の絞り込みを行うことにより、保有・利用への影響要因との関係の地域特性と時系列特性の把握が可能になることと、交通混雑、環境負荷の緩和のために乗用車の利用需要を管

理できるような政策の評価が可能となることを示した。

①経済要因

- ・所得水準の影響：乗用車の保有・利用のためには所得が不可欠であり、世帯における所得水準の影響を把握する。
- ・燃料価格：乗用車の利用量を左右するものであり、燃料価格操作による利用量のコントロールを考慮する。

②交通サービス水準

- ・道路整備水準：従来は道路混雑の緩和、地域間の連絡のために道路の供給が進められてきたが、今後は、環境負荷を考慮した上で道路整備を考える必要がある。この道路整備による影響を一般道路と高速道路の双方の整備水準について考慮する。

③都市・地域構造

- ・人口密度：人口の集中度合や密度は、人口や都市施設の分布状況や密度を反映しており、公共交通の整備水準とも大きく関わっている。都市構造や土地利用を操作することにより人口の集中度合や密度を変えることが、保有・利用に対してどのような影響を及ぼすのかを把握する。

(3)保有・利用構造の分析単位

乗用車の利用実態からみると、同一都道府県で行動が完結するものがほとんどであり、また地域差を捉える際にも十分な地域差が存在することから、本研究における保有・利用分析は、都道府県を単位として行うことが妥当であることを示した。また、データの収集可能性からも、都道府県単位であれば、利用を表すガソリン消費量データを用いることができ、これらを説明する地域属性データに関しても多くの項目に関して統計がとられているため、データの収集が比較的容易であるというメリットがあることを示した。

分析期間については、1965年より現時点でデータ入手可能な最新年の1993年までの期間を考えることにより、モータリゼーションの進展が急速に進みはじめ、地域による保有の差が明確になり始めた期間の状況が把握できることを示した。また、分析する時点間隔については、1965～1993年の毎年29時点分のデータを用いることにより、過去約30年間の変遷を的確に把握できることを示した。

<第3章参考文献>

- アルシュトラー A.他著；中村英夫他訳(1984), 自動車の将来, 日本放送出版協会.
- 伊吹山四郎編著(1986), 交通量の予測, 交通工学実務双書第2巻, 技術書院.
- 荻野久仁子(1996), 高速道路が全国の市町村に及ぼしてきた長期的効果に関する実証的研究, 京都大学工学部土木工学科卒業研究.
- 佐藤 清(1982), 「自動車保有率の推移分析と将来予測」, 高速道路と自動車, Vol.25, No.3, pp.20-28.
- 富山英範(1992), 「平成2年度道路交通センサス報告(その2)自動車起終点調査」, 道路交通経済, No.60(1992年7月号), pp.36-53.
- Blomqvist A G and Haessel W(1978), "Small cars, large cars, and the price of gasoline", Canadian Journal of Economics, Vol.11, pp.470-489.
- Button K J(1980), "The geographical distribution of car ownership in Great Britain - some recent trends", Annals of Regional Science, Vol.14, pp.23-38.
- Button K J et al.(1982), Car Ownership Modelling and Forecasting, Gower.
- Button K J, Ngoe N and Hine J(1993), "Modelling vehicle ownership and use in low income countries", Journal of Transport Economics and Policy, Vol.27, No.1, pp.51-67.
- Chow G C(1957), Demand for Automobiles in the United States, North-Holland.
- Fairhurst M H(1975), "The influence of public transport on car ownership in London", Journal of Transport Economics and Policy, Vol.9, pp.193-208.
- Golob T F(1990), "The dynamics of household travel time expenditure and car ownership decisions", Transportation Research, Vol.24A, pp.443-463.
- Hensher D A and Smith N C(1990), "Estimating automobile utilization with panel data: an investigation alternative assumptions for the initial conditions and error covariances", Transportation Research, Vol.24A, pp.417-426.
- Kain J F and Beesley M E(1965), "Forecasting car ownership and use", Urban Studies, Vol.2, pp.174-203.
- Khan M A and Willumsen L G(1986), "Modelling car ownership and use in developing countries", Traffic Engineering and Control, Vol.27, pp.554-560.
- Mogridge M J H(1967), "The prediction of car ownership", Journal of Transport Economics and Policy, Vol.1, pp.52-74.
- Reza A M and Spiro M H(1979), "The demand for passenger car transport and for gasoline", Journal of Transport Economics and Policy, Vol.13, No.2, pp.304-319.
- Tanner J C(1962), "Forecasts of future numbers of vehicles in Great Britain", Roads and Road Construction, Vol.40, pp.273-80.
- Verleger P K and Sheehan D P(1976), "A study of the demand for gasoline" in Jorgenson D W(ed.), Econometric Studies of US Energy Policy, American Elsevier.
- Wheaton W C(1982), "The long-run structures of transportation and gasoline demand", Bell Journal of Economics, Vol.13, pp.439-454.

第4章 都道府県別乗用車保有率の地域・時系列分析

本章では、モータリゼーションの進展に伴い保有水準が地域別にみてどのような推移をしてきたか、そしてその推移に対してどのような要因がどの程度影響を与えてきたかという点について、基礎的な統計分析とパネル分析手法を用いたモデルの構築によりその地域的な特徴と時系列的な特徴を明らかにする。4.1では保有率そのものの推移に基づく地域・時系列特性を把握し、4.2では保有率への影響要因との関係に基づく地域・時系列特性を把握する。4.3では保有率そのものと影響要因の地域・時系列特性を踏まえたパネル分析モデルを構築し、地域・時系列特性を考慮しない場合との比較に基づいたモデルの再現性の検討を行う。最後に、4.4では、構築したモデルの将来予測モデルとしての適用可能性の検討を行う。

4.1 乗用車保有率の推移に基づく地域・時系列特性

4.1.1 乗用車保有率の推移の概観

本研究における保有分析は、乗用車の保有・利用を人々の生活との関連から分析することを目的としているため、人が自ら移動するときの手段として用いる車種である、自家用乗用車及び軽自動車を分析の対象とする（以下、本研究で言う乗用車とはこれら車種のことを指す）。そして、乗用車の保有の意思決定単位であると考えられる世帯に着目し、世帯において平均的に何台乗用車を所有しているかを表す、対象車種の保有台数を世帯数で割った世帯保有率（以下、単に保有率と呼ぶ）を保有水準指標として用いる。この保有率を、乗用車利用がほぼ完結している都道府県単位の地域で考えることにより、世帯における保有台数の増加が1台の乗用車の利用度合にどのような影響を及ぼすのかを把握することへつなげていく。

ここで対象とする車種は、普通乗用車（排気量 2,000cc 以上：3ナンバー）と小型乗用車（排気量 660cc 以上 2,000cc 未満：5、7ナンバー）で、自家用と営業用の2種類あるが、自家用の台数について考える。さらに、軽乗用車（排気量 660 cc 未満：5ナンバー）と軽貨物車（排気量 660cc 未満：4ナンバー）を加えたものを、本研究でいう乗用車と見なす。つまり、自家用普通乗用車と自家用小型乗用車、軽自動車全体の合計台数が本研究でいう乗用車保有台数となる。

本章の分析では1965年から1993年までの毎年のデータを用いるが、自治省によりまとめられている住民基本台帳による世帯数のデータが年度末の値になっていることから、各年の3月31日時点での保有台数を用いて、世帯当たり保有台数すなわち保有率を算出した。

はじめに、乗用車保有率の地域毎の推移を概観するために、各都道府県ごとに10年ごとに区切った積み重ね棒グラフでみることにする（図4.1.1）。

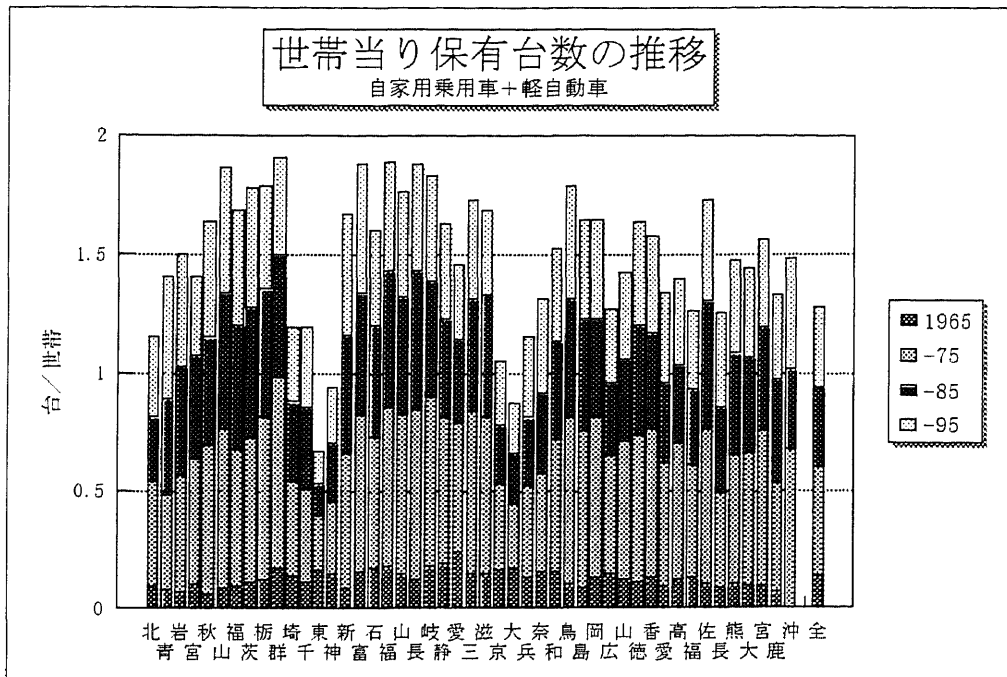


図 4.1.1 世帯当り乗用車保有台数の推移

1965年の時点では、東京、愛知、大阪といった大都市を含む都府県において高い値を示している。この当時においては自動車はまだ高価なものであり、比較的所得水準の高いと思われる地域において普及が進んでいる。

1975年にかけては、自動車価格の相対的低下により全国各地で乗用車の普及が進んできた。一方、東京、大阪周辺の都府県では人口が集中して過密状態にあるために乗用車を保有することが困難であり、保有の伸びが鈍くなっている。

1985年にかけては、東京、大阪の周辺を除いて保有台数が順調に伸び続けている。しかし、次第に地域による保有レベルの差が広がりつつあり、中部、北関東で特に保有率が高くなっている。一方、西日本で保有率が低いという傾向があらわれ始めている。

1995年にかけても、東京、大阪の周辺以外では依然として保有が伸び続け、世帯における複数保有が大きく進展していると見られる。平均して世帯に2台という大台にまもなく達する県も見られるようになってきている。

このように、保有率そのものの推移に関しては、地域的に見ると大都市周辺の地域、本州の中央部の地域といった地域の違いによって保有推移のパターンに特徴が表れているように見られる。時系列的な変化については、高度経済成長や石油危機、バブル経済のような経済動向の推移と関連があるように見られる。次項以後では、地域による保有の推移の違い、時系列で見た保有の推移の特徴を踏まえて保有率の推移をもとにした地域・時点の分類を行う。

4.1.2 乗用車保有率の推移に基づいた地域分類

保有率の推移を見ると、1965年の時点では保有レベルが高いにもかかわらず、以後保有率がそれほど伸びていない地域や、1965年時点では保有レベルが低かったのが現在では高いレベルにある地域があるように、1965年当初の保有レベルと保有率の増加傾向の差により地域の保有レベルの移り変わりに特徴が表れている。

そこで、1965年時点の保有レベルと1965年から93年までの保有率の増加量を軸にとり、各県の座標間のユークリッド距離の二乗に基づいて群間平均を取ることで分類を行うクラスタ分析を用いて都道府県を6つの地域に分類した（図4.1.2）。

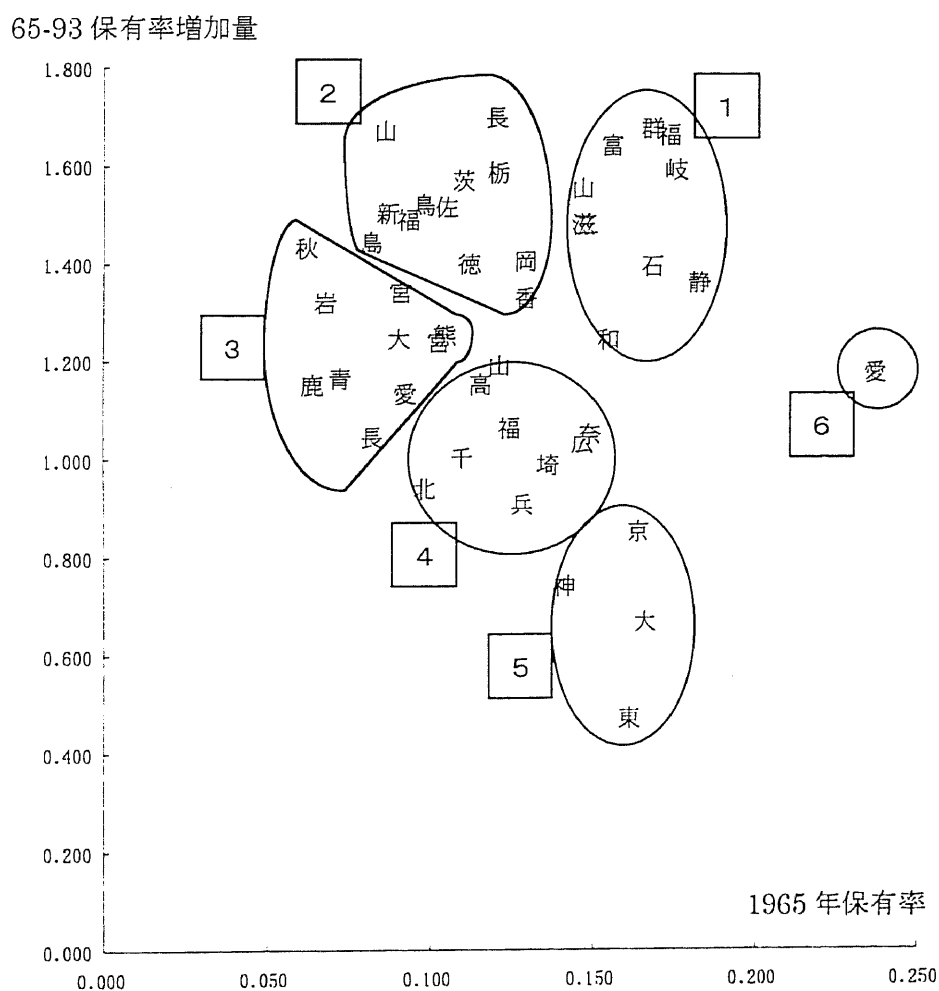


図 4.1.2 保有率推移の地域的特徴

「地域1」は各時点において常に保有レベルが高い地域であり、北陸地方の県などがこれに該当している。

「地域2」は1965年当初は保有レベルが低かったものの、この25年間で大きく保有率が伸び、現在は高い保有レベルとなっている地域である。南東北、北関東、中国・四国地方の県がこれに該当している。

「地域3」は1965年に保有レベルが比較的 low、保有の増加量は全国平均程度にとどまっている地域である。地域としては、日本列島の両端に位置するような東北・北海道地方や九州・四国地方の県がこれに該当している。

「地域4」は1965年当初は保有レベルは高かったものの、それ以後あまり保有率が上昇せず、現在は低い保有レベルとなっているところである。これに該当する地域としては、東京、大阪の周辺の都府県や100万都市をもつ広島、福岡がこれに該当しており、大都市周辺地域がこのような傾向をもつといえる。

「地域5」は保有の伸びが極端に低く、人口密度が高いために保有が抑制されている可能性が考えられる。

「地域6」の愛知県は、1965年時点における保有率が突出しており、他の地域とは傾向が異なるため、独立した地域として取り扱う。

4.1.3 乗用車保有率の推移に基づいた時点分類

保有率の増加傾向の時系列的特徴を捉える場合、各年において保有がどれだけ伸びたか、すなわち前年からの増加量を見ることにより、その年の保有率増加の傾向がある程度把握できるものと考えられる。ここでは、各年における全国平均の保有率増加量の時系列推移を見ることにより、時点の分類を行った。

1966～93年の保有率増加量の全国平均の推移は図4.1.3に示すとおりである。これをもとに各年の景気動向を考え合わせて時点を5つの時期に分類した。

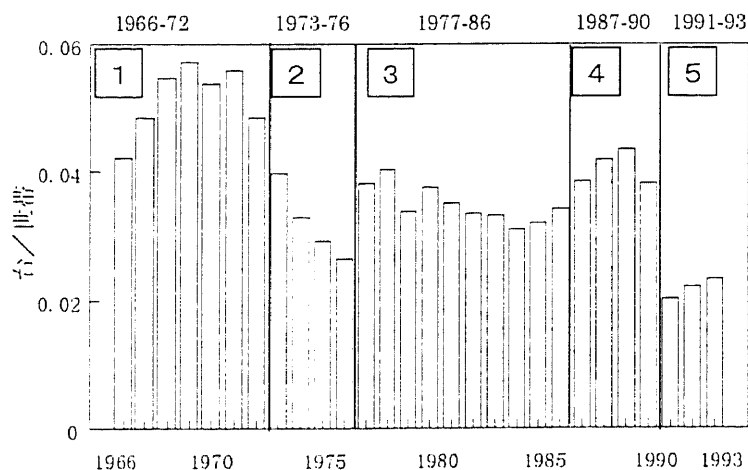


図 4.1.3 保有率増加量の時系列推移 (全国平均)

「期間1」は、高度成長の時期であり、これとともに保有率も大きく増加している。

「期間2」は、高度成長も落ち着き、1973年の石油危機による増加量の低下が見られる。

「期間3」は、石油危機の影響も消え、安定した増加が続く時期となっている。

「期間4」になると好景気に支えられ、複数保有が増加することによりさらに増加量が大きくなってきている。

「期間5」には、バブル経済の破綻により、増加量の大幅な低下が見られる。

4.1.4 保有率の推移に基づく地域・時系列特性の考察

乗用車保有率の推移をもとにした地域分類、時点分類の結果を表4.1.1と表4.1.2に示す。

地域的な傾向としては、大都市圏とその周辺地域において増加量が小さく、北関東、中部地方の各県においては増加量が多い傾向が表れている。大都市圏では、車庫代をはじめとする保有コストが高いことと、公共交通などの交通手段の利便性が高いために、保有水準が低くとどまっている。一方、地方の各県においては、所得水準の上昇とともに、乗用車保有が容易になってきていることと、乗用車以外の交通手段が不便であることにより、保有水準が大きく上昇している傾向が読みとれる。

時系列的な傾向としては、常に保有率が上昇しているが、その時点の経済情勢による影響を少なからず受けている。高度経済成長の時期の飛躍的な増加は車社会への進行を大きく進めてきたが、80年代後半の好景気の時期に、保有水準が高くなってきたにも関わらず、

表 4.1.1 保有率に基づく地域分類と地域特性

地域	該当する都道府県	推移の特徴
地域1 (10県)	群馬、富山、石川、福井、山梨、岐阜、静岡、三重、滋賀、和歌山	65年高水準 65-93年の高い増加量
地域2 (12県)	山形、福島、茨城、栃木、新潟、長野、鳥取、島根、岡山、徳島、香川、佐賀	65年平均水準 65-93年の高い増加量
地域3 (10県)	青森、岩手、宮城、秋田、愛媛、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島	65年低水準 65-93年の平均的な増加量
地域4 (9道県)	北海道、埼玉、千葉、兵庫、奈良、広島、山口、高知、福岡	65年平均水準 65-93年の比較的小さい増加量
地域5 (4都府県)	東京、神奈川、大阪、兵庫	65年高水準 65-93年低増加
地域6 (1県)	愛知	65年最高水準 65-93年平均増加

表 4.1.2 保有率を中心とした時点分類と期間特性

期間	該当する年次	推移の特徴
期間1 (8時点)	1965-72年	高度経済成長とともに大幅に増加
期間2 (4時点)	1973-76年	石油危機による増加量の低下
期間3 (10時点)	1977-86年	安定成長の時期
期間4 (4時点)	1987-90年	好景気に伴う保有の増加
期間5 (3時点)	1991-93年	バブル経済の破綻に伴う増加量の低下

増加量で見ても大きな成長を示しているのは注目すべき点である。一方、石油危機に伴う増加量の低下、バブル経済破綻に伴う増加量の低下も大きく表れているが、それでもなお増加を続けていることから、乗用車無しでは生活できない社会環境となっていることがうかがえる。

以上のような、保有率の推移に基づく地域・時点分類は、各地域、各時点における保有水準の違いを端的に表すものである。つまり、都道府県別保有率の時系列推移における地域・時系列特性を浮き彫りにしたものである。これは、線形回帰モデルにおける切片の地域・時点による違いに相当するものであり、4.3でのパネル分析モデルの構築においては、ここで示した地域・時点分類を考慮する。

4. 2 乗用車保有率に影響を及ぼす要因との関係に基づく地域・時系列特性

本節は、パネル分析モデルの適用の際に影響要因の地域差、時点差の考慮を行うために、保有とその影響要因との関係の地域的・時系列的な違いを把握するものである。保有に大きく影響すると考えられる複数の影響要因を取り上げ、それぞれの要因の保有に対する影響の地域的な違いと時系列的な違いを総合的に判断し、地域と時点のグルーピングを行う。

具体的には、各都道府県の時系列データについて各影響要因との関係の推移を単回帰分析により捉え、各要因の単回帰パラメータを用いた主成分分析により地域分類を行う。(都道府県別時系列分析)。また、時点の分類については、各時点のクロスセクションデータを用いて各要因毎に単回帰分析を行い、その単回帰パラメータを用いて主成分分析を行う(多時点クロスセクション分析)。複数の変数の影響を同時に把握するためには、単回帰分析ではなく重回帰分析を用いるべきであるが、時系列データを行う際に、多重共線性の問題によりパラメータ推定ができなくなることから、各要因について単回帰分析を行う方法に統一することとした。

4.2.1 乗用車保有率への影響要因

乗用車保有に対して影響を及ぼす要因は様々であるが、ここでは、保有に対する影響がある程度大きく、保有の進展と関わりのある交通政策や地域構造との関係を考慮するために、以下の3つの変数を取り上げる。

(1)世帯当り県民所得(所得/世帯)

地域における所得水準により保有水準がある程度決定づけられると考えられることから、世帯当りの所得を説明変数として用いる。

ここでは、毎年発表されている「県民経済計算」による県民分配所得を用いるが、この推計値は推計年の現在価値をもとに算出された名目値であるため、1985年の全国平均を

100 とした消費者物価指数（総務庁統計局「消費者物価指数年報」）を用いてデフレートし、実質価格の県民分配所得に加工した。そして、この実質の県民分配所得を世帯数で割ることにより世帯当り県民分配所得の平均値とし、本研究でいう世帯当りの所得とした。

(2) 1人当り改良済一般道路延長（道路／人）

道路整備水準すなわち道路の供給水準が保有水準にどの程度影響を及ぼすかを把握するとともに、今後の道路整備政策を考慮できるようにこれを用いる。

道路延長のデータとしては、建設省の「道路統計年報」により集計されたものを用いるが、道路の種別としては、高速道路を除外したいわゆる一般道路（国道、都道府県道、市町村道）延長距離を用いる。その中でも、自動車の円滑な通行を目的に改良された道路、すなわち「改良済道路」の延長距離を考える。

この改良済一般道路実延長を総人口で割ることにより、その都道府県の道路整備状況を表す指標とし、この1人当り改良済一般道路延長を本研究で用いる道路延長の指標とする。

(3) 人口集中地区人口密度（D I D密度）

人口の集積の度合により車庫が持てないなどの制約が生じ、保有水準が低くなることが考えられる。また、公共交通機関の整備水準や都市の郊外化によっても保有水準が異なってくると考えられる。この状況をうまく表わしていると考えられる人口集中地区人口密度を説明変数として用いる。

人口集中地区(Density Inhabited District)とは、国勢調査における調査区を基礎単位として人口密度が 4,000 人/km²以上の調査区が隣接し、その区域の人口が 5,000 人以上となる地域のことをいう。

この人口集中地区の人口を人口集中地区面積で割ることにより、人口集中地区人口密度を求める。しかし、国勢調査は5年毎の調査であるため、その中間の年についての値が存在しない。そこで、以下の方法により中間年の値について数値の内挿を行なう。

人口集中地区の人口と面積については、各都道府県ともにほぼ単調増加の傾向が見られることから、5年間の増加分を毎年の増加分として5等分し、各年次の人口面積を算出する。一部、減少が見られる場合があるが、そのときには減少分を5等分し各年次に割り振る。こうして算出された各年次の人口と面積を用いて、人口集中地区人口密度を算出した。

4.2.2 保有率と影響要因との関係に基づいた地域分類

(1) 単回帰分析による地域的傾向の考察

都道府県別に 1965 年から 93 年の 29 時点のデータを用いて、3つの要因それぞれについて単回帰直線を推定し、そのパラメータにより地域的な傾向を考察する。

都道府県別の保有率と所得の単回帰式のパラメータを図 4.2.1 に示す。いずれの都道府県

でも所得が正の影響を及ぼしているが、パラメータの大きさを見ると地域差が大きく現れている。パラメータ値が大きいのは、北海道、秋田、山形、群馬、岐阜、高知、佐賀、宮崎といった道県で、必ずしも現在保有率が高い県と一致していないが、1970年代に保有率が急速に伸びた影響が現れていると考えられる。逆に、パラメータ値が小さいのは埼玉、千葉、東京、神奈川、滋賀、京都、大阪、兵庫といった都府県で、これらは保有率が低い地域と一致しており、大都市周辺の地域では所得の上昇がそれほど保有率の上昇に効いていないことが分かる。

都道府県別の保有率と道路延長単回帰式のパラメータを見ると、各都道府県とも道路整備が保有率に正の影響を及ぼしていることが分かる。地域的な傾向を見ると、東京周辺、大阪周辺においてパラメータ値が高い傾向を示しているが、これらの地域では道路整備水準、すなわち1人当り道路延長は低く、また保有率も低い水準にあることから、変化率としては大きいものの保有率そのものの値の大きさはそれほど変化しないものと思われる。一方、北関東や東海地方などは道路整備水準も比較的高いうえにパラメータ値も比較的高く、保有率も高いことから、道路整備が保有の増加に拍車をかけていると見ることができる。

DID密度との単回帰分析では、いずれも負のパラメータ値となっており、人口密度が高いほど保有率が抑制される傾向にある。地域的な傾向としては、人口密度の高い東京においてはパラメータ値が大きくなっている。一方、保有率の高い地域においても、パラメータ値が大きくなっているが、これはDID密度が系年的に低くなっており、このことが逆に保有を促進していることを表していると考えられる。

(2)主成分分析による地域分類

3つの説明変数の影響度合の違いの地域的な特徴を明らかにするために地域分類を行う。その際に、地域による各変数のパラメータの違いを総合的に判断するために各都道府県の単回帰モデルのパラメータ値を用いて主成分分析を行なう。

3変数のパラメータ値の相関係数行列から固有値を算出し、それぞれの固有値に対応する固有ベクトルを用いて主成分の値を算出した結果、表4.2.1に示すように、第1主成分と第2主成分で9割以上の説明力があることが分かる。表4.2.2で各変数と主成分の相関(因子負荷量)を見ると、第1主成分は所得パラメータに対して強い正の相関を持ち、他の2つのパラメータに対しては負の相関を持っていることから、所得弾力性が高い状況の下では道路やDIDの影響が小さくなることを表す「保有への所得効果」の大きさを表す軸である。第2主成分は道路パラメータに対して負の相関、DIDパラメータに対して正の相関を持っていることから、道路整備をしてもあまり保有が伸びないところでは、人口密度の影響もそれほど大きくない、逆に道路整備により保有が大きく伸びるところでは人口密度の影響も大きいということを表す「保有への地域条件の効果」の大きさを表す軸であり、主成分得点が高いほど地域条件効果が小さく、主成分得点が高いほど地域条件効果が大きい

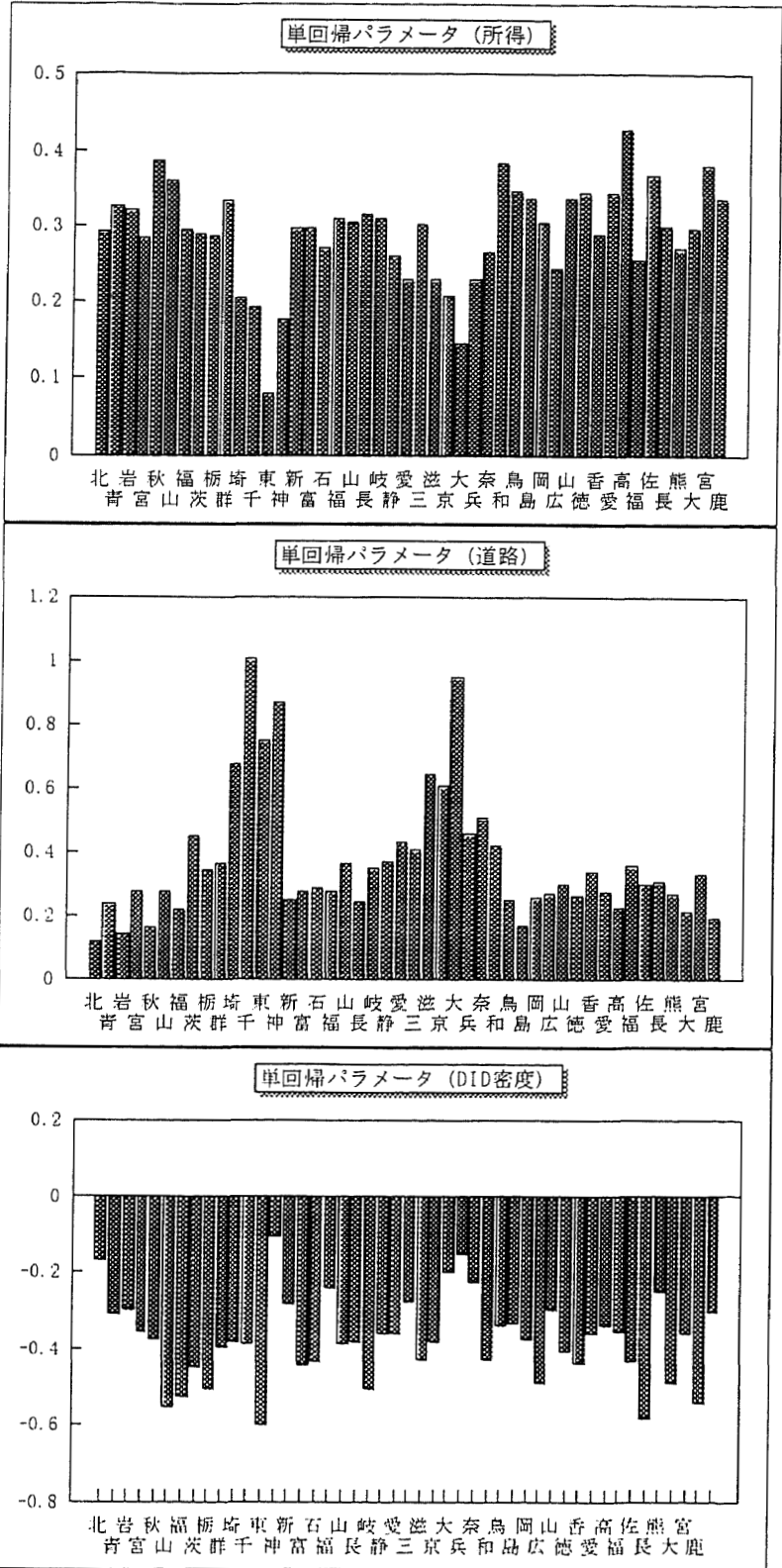


図 4.2.1 保有率と各説明変数の都道府県別単回帰分析

表 4.2.1 都道府県別単回帰パラメータの相関行列にもとづく固有値

	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分	2.030	0.677	0.677
第2主成分	0.782	0.261	0.937
第3主成分	0.188	0.063	1.000

表 4.2.2 都道府県別単回帰パラメータにもとづく主成分と因子負荷量

	因子負荷量 (変数との相関)			寄与率	主成分軸の解釈
	所得	道路	DID密度		
第1主成分	0.941	-0.848	-0.652	0.677	所得効果を表す軸
第2主成分	0.106	-0.459	0.749	0.261	地域条件効果を表す軸
第3主成分	0.322	0.266	0.118	0.063	

ことを示すと解釈できる。

変動の9割以上を説明している第一主成分と第二主成分を軸として主成分得点をもとに散布図を描き(図 4.2.2)、各県の座標間のユークリッド距離の二乗に基づいて群間平均を取るにより分類を行うクラスター分析により 46 都道府県を8つのグループに分類した(表 4.2.3)。

各地域グループの特徴を見ると、大都市圏と周辺地域が多く含まれる、「地域F、G、H」は、所得効果が小さく、所得水準が高くてあまり保有が進展しない地域となっている。一方、所得効果、地域条件効果ともに高い「地域D、E」は、保有進展のための有利な条件を備えている地域であるといえ、今後も保有がますます進展する可能性のある地域であるといえる。「地域A、B」は、人口密度の地域条件においては保有の進展の可能性が低いものの、所得の上昇に伴い大きく保有が進展する可能性のある地域である。これらの地域には比較的所得水準の低いところが含まれていることもあり、所得の影響が大きく表れていると考えられる。

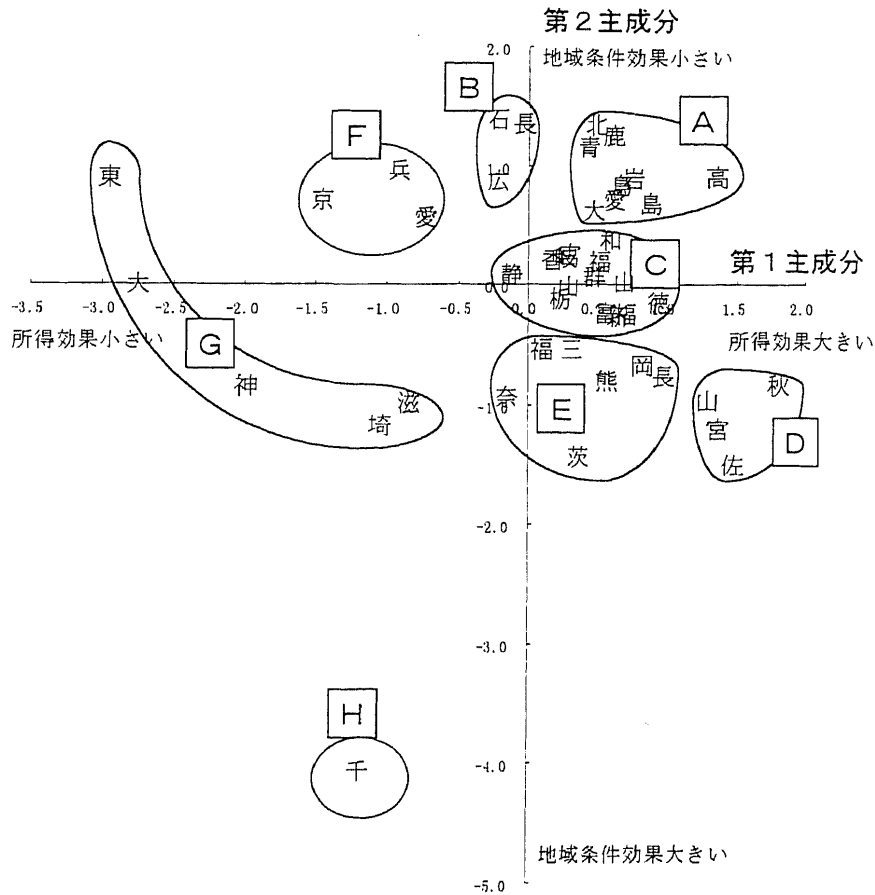


図 4.2.2 主成分得点による各都道府県の散布図

表 4.2.3 主成分分析による地域分類と地域特性

地域	該当する都道府県	所得効果	地域条件効果
地域A (9道県)	北海道、青森、岩手、鳥取、島根、 愛媛、高知、大分、鹿児島	大きい	小さい
地域B (3県)	石川、広島、長崎	平均	小さい
地域C (14県)	宮城、福島、栃木、群馬、新潟、 富山、福井、山梨、岐阜、静岡、 和歌山、山口、徳島、香川	平均	平均
地域D (4県)	秋田、山形、佐賀、宮崎	大きい	大きい
地域E (7県)	茨城、長野、三重、奈良、岡山、 福岡、熊本	平均	大きい
地域F (3府県)	愛知、京都、兵庫	小さい	小さい
地域G (5都府県)	埼玉、東京、神奈川、滋賀、大阪	小さい	平均
地域H (1県)	千葉	小さい	非常に大きい

(3)保有率の推移の地域的特徴と影響要因との関係の地域的特徴の比較

前節における保有率の推移に基づく地域分類と先の主成分分析による地域分類の関係を示したものを表 4.2.4 に示す。

保有率の推移は、所得効果の大小と関係していることが見受けられる。所得効果が平均的な地域に保有の増加量の高い地域が含まれている。所得効果が大きい地域は、1965 年当初において所得水準が低く、あまり保有水準が高くなかった地域となっている。所得効果の小さい地域は、現在において保有水準が低い傾向にある地域が含まれている。

表 4.2.4 保有率と影響要因に基づく地域分類の比較

			地域 1	地域 2	地域 3	地域 4	地域 5	地域 6
	所得効果	地域条件	高→高	中→高	低→中	中→中	高→低	高→中
地域 B	平均	小さい	石川		長崎	広島		
地域 C	平均	平均	群馬等	福島等	宮城	山口		
地域 E	平均	大きい	三重	茨城等	熊本	奈良等		
地域 A	大きい	小さい		鳥取等	青森等	高知等		
地域 D	大きい	大きい		山形等	秋田等			
地域 F	小さい	小さい				兵庫	京都	愛知
地域 G	小さい	平均	滋賀			埼玉	東京等	
地域 H	小さい	大きい				千葉		

4.2.3 保有率と影響要因との関係に基づいた時点分類

(1)単回帰分析による時系列推移の考察

保有率に影響すると考えられる「世帯当り所得」、「1人当り道路延長」、「D I D人口密度」の3つの要因について、1965,75,85,93年の4時点のデータを用いた各年の散布図を示す。そして、各年次について単回帰直線を推定し、この回帰直線の傾向について考察する。

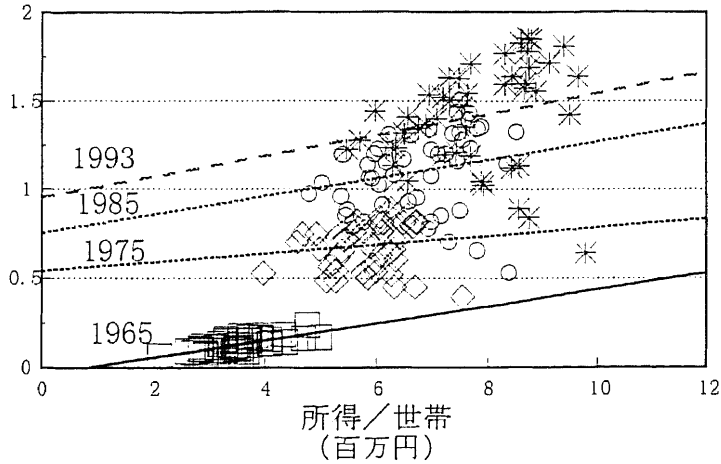
所得との関係は、図 4.2.3 に示すように正の影響が見られる。回帰直線の動きを見ると、各年次の回帰直線の傾きはほぼ同様の傾向を示しているが、切片が年々大きくなっているために、直線が上方にシフトしている。直線のあてはまりを決定係数で見ると分布のばらつきが年々大きくなっているために、1975年以降は値がかなり低く、単一時点においては所得との相関がほとんど無い状態になっている。

道路延長との関係では、1965年ではほとんど無相関であったのが、次第に正の相関が強くなってきていることが分かる。回帰直線は年々上方へとシフトし、決定係数も上昇しており、道路整備との関係が強くなっていることがわかる。

D I D人口密度との関係は、1965年では人口密度の高い大都市地域で保有が進んでいた

保有率
(台/世帯)

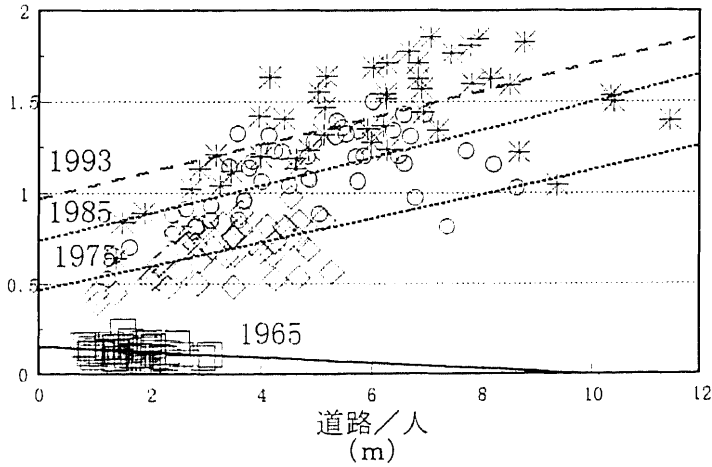
保有率と所得の関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	-0.487	0.211	0.582
1965	-0.038	0.047	0.541
1975	0.538	0.025	0.015
1985	0.753	0.052	0.045
1993	0.953	0.059	0.051

保有率
(台/世帯)

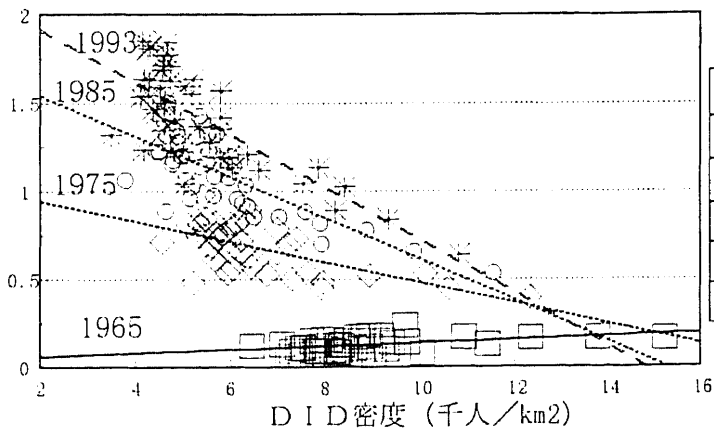
保有率と道路の関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	0.183	0.167	0.604
1965	0.154	-0.015	0.052
1975	0.466	0.066	0.271
1985	0.738	0.076	0.355
1993	0.970	0.074	0.362

保有率
(台/世帯)

保有率とDID密度の関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	1.901	-0.166	0.483
1965	0.042	0.010	0.183
1975	1.059	-0.058	0.399
1985	1.772	-0.116	0.567
1993	2.212	-0.149	0.609

図 4.2.3 保有率と各説明変数の時点別単回帰分析

ため正の関係が表われているが、次第に直線の負の傾きが大きくなり、回帰直線は年々上方へシフトしている。回帰式の決定係数に関しても値が上昇しており、D I D密度の影響が年々大きくなっていることがわかる。

従って、これら3つの変数についてそれぞれ全データをプールして回帰式を推定すると、他の時点よりも傾きの大きい直線を推定してしまう生態学的相関の問題が表れており、時点による切片や傾きの違いを考慮しなければ、各時点の状況を正しく反映したパラメータ値を推定することができない(Hsiao 1986, pp.6-7)。

(2)主成分分析による時点分類

3つの説明変数の時点による影響の違いの特徴をもとに時点分類を行う。ここでも地域分類の方法と同様に、1965年から1993年までの各時点について保有率を被説明変数とし、「所得」、「道路延長」、「D I D密度」の3つをそれぞれ説明変数とした単回帰モデルの変数パラメータを用いて、主成分分析を適用する。

3変数のパラメータ値の相関係数行列から固有値を算出すると表4.2.4のようになり、第1主成分と第2主成分でパラメータの変動がほぼ説明される。主成分と各変数の相関を見ると(表4.2.5)、都道府県別時系列分析の場合と同様に、第1主成分は道路延長とD I D密度に強い相関を持っていることから「保有への地域条件の効果」を表し、第2主成分は所得と強い相関を持っていることから「保有への所得効果」を表すと解釈できる。

この第一主成分と第二主成分を軸として主成分得点の散布図を描き(図4.2.4)、各点の座標間のユークリッド距離の二乗に基づいて群間平均を取ることで分類を行うクラスタ分析により時点を4つのグループに分類した。

表4.2.4 時点別単回帰パラメータの相関行列にもとづく固有値

	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分	1.938	0.646	0.646
第2主成分	1.012	0.338	0.984
第3主成分	0.049	0.016	1.000

表4.2.5 時点別単回帰パラメータにもとづく主成分と因子負荷量

	因子負荷量(変数との相関)			寄与率	主成分軸の解釈
	所得	道路	D I D密度		
第1主成分	0.374	0.907	-0.988	0.646	保有の必要性に関する軸
第2主成分	0.925	-0.395	-0.013	0.338	保有の可能性を表す軸
第3主成分	0.064	0.144	0.156	0.016	

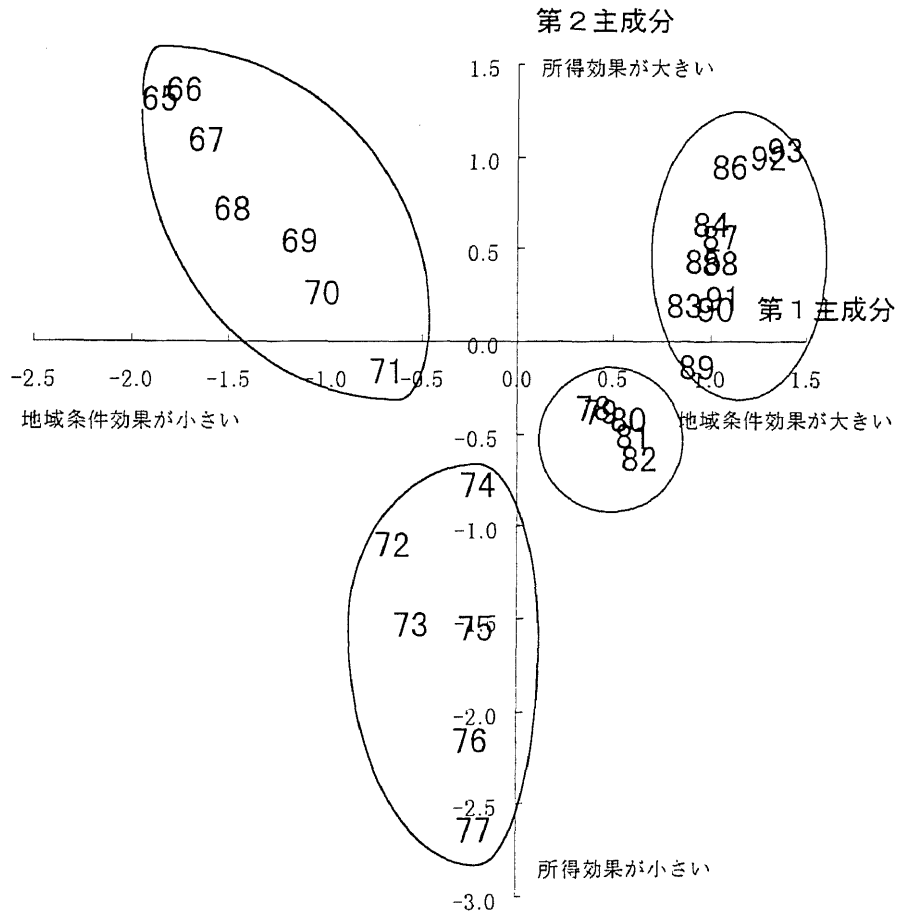


図 4.2.4 主成分得点による各時点の散布図

「期間A」にあたる、1965～71年は、地域条件は負の方向へ働いており、所得の影響が保有の増加に貢献した時期であるといえる。「期間B」の1972～77年は、石油危機の時期でもあり、所得の上昇による保有の伸びが低く、地域条件もあまり影響しなかった時期である。「期間C」の1978～82年になると、所得による効果も少しずつ高まり、地域条件の効果も高まりつつある時期となっている。そして、「期間D」の1983年以降は、所得上昇による効果、地域条件が整うことによる効果ともに高く、ますます乗用車保有が進展する可能性を示している。

(3)保有率の推移の時系列的特徴と影響要因との関係の時系列的特徴の比較

前節の保有率の推移に基づく時点分類と先の主成分分析による地域分類の関係を示したものが表 4.2.6 である。

保有率そのものの推移における各期間の増加状況と要因の影響度合の違いの関係をみることができる。「期間1」における保有率の大きな上昇は、所得上昇によるところが大きいことがわかる。「期間3」からの安定増加は、地域条件が整うことによる影響から所得

による影響も加わってきており、その結果として「期間4」の大幅な増加につながったと見ることができる。なお、「期間5」の増加量の低下に関しては、十分説明できていないが、過去30数年間の時系列的な変動の特徴を表しているといえよう。

表 4.2.6 主成分分析による時点分類と時期特性

	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
各年の保有率増加量による地域分類	期間1					期間2					期間3					期間4					期間5								
期間の特徴	大幅増加					小増加					安定増加					高増加					小増加								
影響要因との関係による時点分類	期間A					期間B					期間C					期間D													
地域条件効果	小さい					やや小					やや大					大きい													
所得効果	大きい					小さい					やや小					大きい													

4. 3 パネル分析モデルを用いた乗用車保有率の地域・時系列特性の把握

4.3.1 パネル分析モデルを用いた乗用車保有率の地域・時系列特性の把握方法

4.2の予備分析を踏まえ、保有率そのものの地域的・時系列的変動を考慮した保有率モデルと、保有率に影響を及ぼすと考えられる3つの要因（所得、道路延長、D I D人口密度）の影響度合の地域的・時系列的変動を考慮した保有率モデルの2種類のモデルの構築を行う。これらのモデルを検討するために次の3種類の線形回帰モデルを考える。

1) プーリングモデル

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad , \quad t = 1, \dots, T. \quad (4.3.1)$$

2) ダミー変数モデル

$$y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad , \quad t = 1, \dots, T. \quad (4.3.2)$$

3) 可変パラメータモデル

$$y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} x_{kit} + u_{it} \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad , \quad t = 1, \dots, T. \quad (4.3.3)$$

ただし、y：乗用車保有率、x：説明変数、u：誤差項、 β_0 ：定数項、 β ：変数パラメータ、i：都道府県(1, ..., 46)、t：時点(1, ..., 25)、k：説明変数の番号(1, ..., K)。

各モデルは、切片、説明変数パラメータを共通と見るか、あるいは地域・時点により変動すると見るかの違いがある。

1)の「プーリングモデル」は、切片・説明変数パラメータともに地域・時点に関わらず共通としていることから、地域・時点間の差異を考慮しないモデルであると考えられる。

2) の「ダミー変数モデル」は、切片が地域・時点により変動し、説明変数パラメータは地域・時点に関わらず共通としていることから、説明変数以外の影響要因を地域・時点に関するダミー変数として表すものである。言い換えれば、説明変数パラメータを共通としていることから、保有率そのものの地域差・時点間の差を表現するモデルである。

3) の「可変パラメータモデル」は、切片・説明変数パラメータともに地域・時点により変動するものとして扱うことから、影響要因の影響度合が地域・時点により異なることを表現するモデルである。

4.3.2 パネル分析モデルの定式化と推定方法

「ダミー変数モデル」、「可変パラメータモデル」の2つのパネル分析モデルを用いて、地域差・時点間の差を考慮した保有率モデルの構築を試みる。その際に、「ダミー変数モデル」の地域ダミー、時点ダミーとしては、4.1において保有率そのものの推移をもとに分類した、地域区分1～6、時点区分1～5を用いる。一方、「可変パラメータモデル」に対しては、4.2において影響要因の関係をもとに分類した地域区分A～H、時点区分A～Dによりパラメータが異なるように設定する。

従って、本項において保有率の地域・時系列特性の把握のための比較対照として構築するモデルは次の5つのモデルとなる。

1) プーリングモデル

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{e}_T \beta_0 + X_i \beta + \mathbf{u}_i, \quad i = 1, \dots, N, \quad (4.3.4)$$

$$\text{もしくは、} \mathbf{y}_t = \mathbf{e}_N \beta_0 + X_t \beta + \mathbf{u}_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (4.3.5)$$

2) 地域別ダミーモデル

$$\mathbf{y}_i = (\mathbf{e}_T \mathbf{p}_i) \beta_0 + X_i \beta + \mathbf{u}_i, \quad i = 1, \dots, N, \quad (4.3.6)$$

3) 地域別パラメータモデル

$$\mathbf{y}_i = \left([\mathbf{e}_T | X_i] \otimes \mathbf{p}_i \right) \beta + \mathbf{u}_i, \quad i = 1, \dots, N, \quad (4.3.7)$$

4) 期間別ダミーモデル

$$\mathbf{y}_t = (\mathbf{e}_N \mathbf{p}_t) \beta_0 + X_t \beta + \mathbf{u}_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (4.3.8)$$

5) 期間別パラメータモデル

$$\mathbf{y}_t = \left([\mathbf{e}_N | X_t] \otimes \mathbf{p}_t \right) \beta + \mathbf{u}_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (4.3.9)$$

ただし、

$$\mathbf{e}_T = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}_{T \times 1}, \text{あるいは、} \mathbf{e}_N = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}_{N \times 1}.$$

$$P_{N \times G} = \begin{bmatrix} \mathbf{p}_1 \\ \mathbf{p}_2 \\ \mathbf{p}_3 \\ \vdots \\ \mathbf{p}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \text{あるいは、} P_{T \times G} = \begin{bmatrix} \mathbf{p}_1 \\ \mathbf{p}_2 \\ \mathbf{p}_3 \\ \vdots \\ \mathbf{p}_T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$$X_i^{T \times K} = \begin{bmatrix} x_{1i1} & \cdots & x_{Ki1} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{1iT} & \cdots & x_{KiT} \end{bmatrix}, \text{あるいは、} X_i^{N \times K} = \begin{bmatrix} x_{11t} & \cdots & x_{K1t} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{1Nt} & \cdots & x_{KNt} \end{bmatrix}.$$

y : 被説明変数、 X : 説明変数、 β : パラメータ、 u : 誤差項、 K : 変数の数、
 G : グループ数、 T : 時点数、 N : 都道府県数、 P は県と地域グループ、時点と時点グループの対応を表す行列 (N 県 \times G 地域の行列で 0 / 1 でその対応を示す)。
 また、 $[e_T | X_i]$ は、

$$[e_T | X_i] = \begin{bmatrix} 1 & x_{1i1} & \cdots & x_{Ki1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{1iT} & \cdots & x_{KiT} \end{bmatrix},$$

と表記するものとする。

さらに、 $[e_T | X_i] \otimes \mathbf{p}_i$ はクロネッカー積で、例えば $\mathbf{p}_i = [1 \ 0 \ 0 \ 0]$ とすると、

$$[e_T | X_i] \otimes \mathbf{p}_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & x_{1i1} & 0 & 0 & 0 & \cdots & x_{Ki1} & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & & & & \vdots & & & & & \vdots & & & \\ 1 & 0 & 0 & 0 & x_{1iT} & 0 & 0 & 0 & \cdots & x_{KiT} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

と計算されるものである。

式 4.3.4、4.3.5 のプーリングモデルは、通常の線形回帰モデルであり、通常の最小二乗法によりパラメータ推定を行う。一方、地域別・期間別ダミー変数モデル、地域別・期間別パラメータモデルは、複数の県、時点をひとまとめにしているために、地域・期間グループ内において、県・時点の誤差項の間に相関が生じる。従って、パラメータ推定は誤差項間の相関を考慮した一般化最小二乗法を用いる必要がある。ここでは、式 4.3.9 の期間別パラメータモデルを例に推定方法を述べる。

式 4.3.9 より、モデル式を 1 つの式で表すと、次のように表される。

$$\mathbf{y} = [XP] \cdot \beta + \mathbf{u} \quad (4.3.10)$$

$NT \times 1$ $NT \times (K+1)G$ $(K+1)G \times 1$ $NT \times 1$

ただし、

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_T \end{bmatrix}, [XP] = \begin{bmatrix} [e_N | X_1] \otimes \mathbf{p}_1 \\ \vdots \\ [e_N | X_T] \otimes \mathbf{p}_T \end{bmatrix}, \mathbf{u} = \begin{bmatrix} \mathbf{u}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{u}_T \end{bmatrix}.$$

変数パラメータ β の推定量は、時点間の相関を考慮して一般化最小二乗法を用いると、次のように表される。

$$\hat{\beta} = ([XP]'\Omega^{-1}[XP])^{-1}[XP]'\Omega^{-1}\mathbf{y}. \quad (4.3.11)$$

ただし、

$$\Omega = \Sigma \otimes I_N = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1T} \\ \vdots & & \vdots \\ \sigma_{1T} & \cdots & \sigma_{TT} \end{bmatrix} \otimes I_N, \quad (4.3.12)$$

ゆえに、

$$\Omega^{-1} = \Sigma^{-1} \otimes I_N. \quad (4.3.13)$$

ここで、分散共分散行列 Σ は未知であるのでその推定量として、

$$\hat{\sigma}_{ts} = \frac{1}{N} \left(\mathbf{y}_t - ([X_t | \mathbf{e}_N] \otimes \mathbf{p}_t) \hat{\beta}_{OLS} \right) \left(\mathbf{y}_s - ([X_s | \mathbf{e}_N] \otimes \mathbf{p}_s) \hat{\beta}_{OLS} \right), \quad (4.3.14)$$

ただし、

$$\hat{\beta}_{OLS} = ([XP]'[XP])^{-1}[XP]'\mathbf{y}, \quad (4.3.15)$$

を与えることにより β の効率の高い推定量が得られる(Zellner 1962)。

ダミー変数モデルに関しては、変数パラメータを地域・期間によらず共通とすることにより、同様の方法で推定することができる。

4.3.3 保有率モデルの推定と地域・時系列特性の考察

(1)モデルの評価方法

前項で示したモデルに、被説明変数を乗用車保有率、説明変数に世帯当り所得、1人当り道路延長、DID人口密度を取り上げ、46都道府県の1965~93年の29時点分1334サンプルのデータを適用し、パラメータ推定を行う。

そして、地域別、期間別のパラメータの違いを見ることにより、保有率推移の地域的・時系列的特徴を考察する。また、モデルにおいて、地域・期間による違いを考慮することによって、モデルの説明力がどの程度異なるかについても同時に考察していく。

なお、モデルの説明力の評価に関しては、自由度調整済決定係数によりモデル全体の説明力を評価するとともに、不一致係数を用いて、時点毎にモデルの再現状況の評価を行う。

ここで、不一致係数とは、実測値 y_{it} とモデルの推定値 \hat{y}_{it} との一致の程度を示す指標で、例えば時点 t における N 個のデータによる不一致係数 U_t は、次のように表される(タイル 1964)。

$$U_t = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{y}_{it} - y_{it})^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{y}_{it}^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{it}^2}}. \quad (4.3.16)$$

すなわち、 U の値が0に近いほど推定値と観測値が一致しており、1に近いほど一致していないことを表す。

さらに、モデルの再現性に対してパラメータ数を考慮した評価を行うために赤池の情報量基準(AIC)を用いる。これは、モデルの尤度関数を $L(\theta|y) = f(y|\theta)$ とし、 θ の次元を p とするとき、

$$AIC = -2\log L(\hat{\theta}|y) + 2p \quad (4.3.17)$$

と定義されるもので、右辺の第1項がモデルの適合度を表す最大尤度の-2倍を示し、第2項が未知パラメータ数 p の増加によるペナルティを示すものである。従って、AIC 指標が小さければ小さいほど適合度が高いことを示す。

線形回帰モデルにおいては、サンプル数を n 、誤差分散の推定値を $\hat{\sigma}^2$ とすると、最大尤度 L は、

$$L = -\frac{n}{2}\log(2\pi) - \frac{n}{2}\log(\hat{\sigma}^2) - \frac{n}{2} \quad (4.3.18)$$

と表され、これをもとに AIC を算出することができる(佐和 1979)。

(2)地域別モデルの推定結果と考察

地域別モデルの推計結果を示したのが、表 4.3.1 である。地域特性と関連づけた解釈をしやすいうように、パラメータ値の大きさ順に地域の並べ替えを行っている。また、各地域特性を地域 1～5 については、保有水準の高、中、低により、地域 A～H に関しては、所得による効果と地域条件による効果の大、中、小により示している。

モデル全体の説明力を自由度調整済決定係数により見ると、地域差の考慮をしていないプーリングモデルと比較して、2つのパネル分析モデルは値が高くなっており、地域の違いを考慮した効果が現れている。しかし、パラメータ数を考慮した AIC 指標を見ると、地域別パラメータモデルの値が悪くなっており、地域別ダミーモデルの方が地域構造を端的に表したモデルとなっている。

地域別ダミーモデルについてダミー変数パラメータ値の挙動を見ると、1965年当初の保有水準の高さを反映したものとなっており、そのことが若干ではあるが、決定係数の上昇に貢献したものと見られる。

地域別パラメータモデルに関しては、定数項から見ると、所得の影響度合の順に値が並んでおり、所得効果の高い地域ほど保有のポテンシャルが高いことがうかがえる。所得パラメータに関しては、所得効果が大きいところ以外は、地域条件効果の大小により影響が変化している。道路パラメータについては、所得効果の小さいところ、すなわち大都市圏などにおいて影響が大きく、道路整備を進めることにより保有が大きく伸びる可能性を示唆している。DID 密度については、地域条件効果と同様の傾向であり、各地域とも密度の低下が保有の上昇につながることを示している。

このように、地域の特徴を踏まえたモデルを構築することにより、地域毎の特徴を明確に表すことができると同時に、モデルの再現性を時点毎の不一致係数により見てみると(図 4.3.1)、石油危機前後を除いては概ね地域別パラメータモデルの当てはまりが良い状況を示

表 4.3.1 地域別モデルの推定結果

	地域特性	アーリング モデル		地域別ダミー モデル		地域別パラメータ モデル	
		係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
定数項		0.089	2.911	—	—	—	—
地域5	高→低水準	—	—	0.278	4.993	—	—
地域1	高→高	—	—	0.248	5.937	—	—
地域6	高→中	—	—	0.212	4.142	—	—
地域4	中→中	—	—	0.201	4.837	—	—
地域2	中→高	—	—	0.196	5.010	—	—
地域3	低→中	—	—	0.188	4.825	—	—
地域D	所得大;地域大	—	—	—	—	1.417	8.333
地域C	中 中	—	—	—	—	0.512	7.146
地域B	中 小	—	—	—	—	0.506	6.004
地域A	大 小	—	—	—	—	0.229	1.508
地域E	中 大	—	—	—	—	0.137	1.645
地域H	小 大	—	—	—	—	-0.118	-0.407
地域F	小 小	—	—	—	—	-0.352	-3.980
地域G	小 中	—	—	—	—	-0.486	-8.065
所得/世帯		0.151	57.178	0.139	39.997	—	—
地域A	所得大;地域小	—	—	—	—	0.178	11.038
地域D	大 大	—	—	—	—	0.169	17.133
地域E	中 大	—	—	—	—	0.158	24.023
地域H	小 大	—	—	—	—	0.131	9.094
地域C	中 中	—	—	—	—	0.128	15.696
地域G	小 中	—	—	—	—	0.099	21.719
地域F	小 小	—	—	—	—	0.092	10.642
地域B	中 小	—	—	—	—	0.082	10.455
道路/人		0.072	25.353	0.073	24.458	—	—
地域G	所得小;地域中	—	—	—	—	0.253	19.124
地域F	小 小	—	—	—	—	0.250	13.332
地域H	小 大	—	—	—	—	0.220	4.937
地域B	中 小	—	—	—	—	0.103	15.972
地域E	中 大	—	—	—	—	0.076	17.534
地域C	中 中	—	—	—	—	0.072	10.422
地域A	大 小	—	—	—	—	0.023	4.225
地域D	大 大	—	—	—	—	-0.001	-0.171
DID密度		-0.075	-25.033	-0.083	-21.155	—	—
地域G	所得小;地域中	—	—	—	—	-0.005	-1.204
地域F	小 小	—	—	—	—	-0.019	-3.283
地域A	大 小	—	—	—	—	-0.083	-5.904
地域B	中 小	—	—	—	—	-0.084	-11.910
地域E	中 大	—	—	—	—	-0.088	-10.229
地域H	小 大	—	—	—	—	-0.108	-2.876
地域C	中 中	—	—	—	—	-0.121	-16.991
地域D	大 大	—	—	—	—	-0.261	-12.711
自由度調整済 決定係数		0.897		0.899		0.915	
AIC		-1523		-1538		-1492	

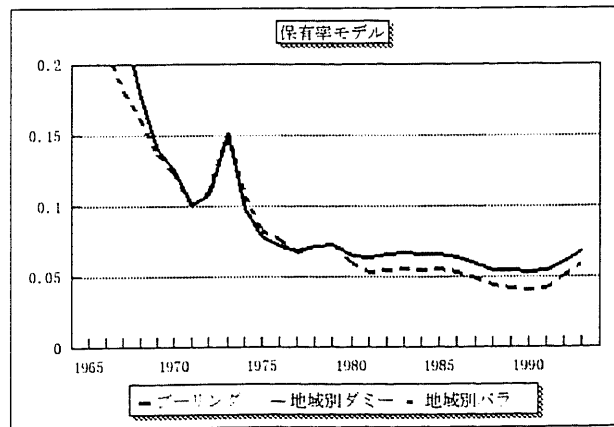


図 4.3.1 地域別モデルの不一致係数の推移

している。なお、地域別ダミーモデルは、プーリングモデルとほぼ一致した推移となっている。

(3) 期間別モデルの推定結果と考察

期間別モデルの推計結果を表 4.3.2 に示す。モデル全体の説明力を自由度調整済決定係数により見ると、期間の差の考慮をしていないプーリングモデルと比較して、2つのパネル

表 4.3.2 期間別モデルの推定結果

保有率 モデル	プーリング モデル		期間別ダミー モデル		期間別パラメータ モデル	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
定数項	0.089	2.911	—	—	—	—
1965-72	—	—	0.335	10.659	—	—
1973-76	—	—	0.373	10.898	—	—
1977-86	—	—	0.524	15.012	—	—
1987-90	—	—	0.596	14.731	—	—
1991-93	—	—	0.668	15.969	—	—
1965-71	—	—	—	—	0.016	0.536
1972-77	—	—	—	—	0.622	13.295
1978-82	—	—	—	—	0.980	21.247
1983-93	—	—	—	—	1.062	23.662
所得/世帯	0.151	57.178	0.094	25.592	—	—
1965-71	—	—	—	—	0.099	30.075
1972-77	—	—	—	—	0.059	13.003
1978-82	—	—	—	—	0.063	13.689
1983-93	—	—	—	—	0.098	27.431
道路/人	0.072	25.353	0.040	13.738	—	—
1965-71	—	—	—	—	0.038	7.188
1972-77	—	—	—	—	0.036	6.826
1978-82	—	—	—	—	0.030	7.944
1983-93	—	—	—	—	0.027	8.363
DID密度	-0.075	-25.033	-0.065	-21.937	—	—
1965-71	—	—	—	—	-0.029	-11.831
1972-77	—	—	—	—	-0.062	-15.147
1978-82	—	—	—	—	-0.096	-21.623
1983-93	—	—	—	—	-0.125	-27.510
自由度調整済 決定係数	0.897		0.906		0.937	
AIC	-1523		-1643		-1524	

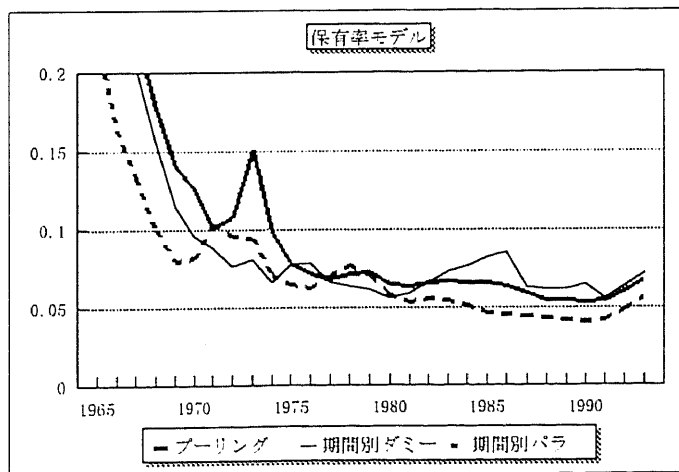


図 4.3.2 期間別モデルの不一致係数の推移

分析モデルは値が高くなっており、期間の違いを考慮した効果が表れている。ただし、期間別パラメータモデルはパラメータ数の多さから、AIC 指標の値が大きくなっている。

2つのパネル分析モデルにおいては、期間の違いを考慮することにより、所得と道路のパラメータにおいて、プーリングモデルに比べて過大な推定が緩和されており、生態学的相関の影響が取り除かれた形となっている。

期間別ダミーモデルについてダミー変数パラメータ値の挙動を見ると、期間を経るにつれて、値が上昇しており、保有の進展を反映したものとなっている。

期間別パラメータモデルに関しては、定数項から見ると、ダミー変数モデルと同様に、期間の経過に伴い値が大きくなっている。所得パラメータに関しては、最初の時期に大きな値を示し、72～82年の期間は低い値となっているが、近年では再び大きな影響を示しており、時点毎の単回帰分析では相関は小さくなっているものの、全期間を通じたモデルからは、現在でも有意な影響を示していることがいえる。道路パラメータについては、次第に、値が小さくなってきており、昔に比べると道路整備により保有がそれほど増えなくなってきたことがうかがえる。DID 密度については、年々影響が大きくなっており、密度の低下傾向がますます保有を増やす構造へ変化していると見ることができる。

このように、期間の特徴を踏まえたモデルを構築することにより、期間毎の特徴を明確に表すことができる。また、モデルの再現性を時点毎の不一致係数により見てみると（図 4.3.2）、期間の違いを考慮しないプーリングモデルに比べ、概ね2つのパネル分析モデルの方が当てはまりが良い状況を示している。

(3)地域別モデルと期間別モデルの比較

地域と期間の考慮の仕方の違いによるモデルの再現性の違いを考察する。ここでは、プーリングモデル、期間別ダミーモデル、地域別ダミーモデルに加え、期間区分と地域区分の双方に関してダミー変数を導入する「期間・地域別ダミーモデル」も推定し、比較を行う。表 4.3.3 にこれらのモデルの自由度調整済決定係数 (\bar{R}^2) と AIC 指標を示す。

期間・地域別ダミーモデルは、パラメータ数の増加（ダミー変数の数は、5期間×6地域=30）にも関わらず、 \bar{R}^2 、AIC とともに良好な値を示しており、地域・時系列の構造を良く表していると言える。

図 4.3.3 に、時点別と都道府県別の不一致係数を示す。時点別に見ると、期間の違いを考慮した期間別ダミーモデルがよい当てはまりを示し、期間と地域の双方の違いを考慮した期間・地域別ダミーモデルがさらに良い当てはまりを示している。

都道府県別の当てはまりについては、期間・地域別ダミーモデルが最も良い当てはまりを示しているのは明白であるが、地域別ダミーモデルは地域の違いを考慮しているにもかかわらず、地域の違いを考慮していない期間別ダミーモデルよりも当てはまりが悪い結果を示している。

つまり、時間に関する考慮の方が地域の考慮に比べ、モデルの再現性の向上に対して大

大きく効いていることがいえる。また、時間的な考慮と地域的な考慮を同時に行うことにより、パラメータ数の増加のペナルティを上回る再現性向上の効果があることが示された。この再現性の向上が示唆するのは、保有状況が地域と時間で複雑な動きをしているということであり、この動きを表現することが重要であるという点である。逆に、地域と時間の複雑な動きを表現できなければ、正しい推定をすることができない可能性を示唆している。

表 4.3.3 保有率モデルの決定係数と AIC

モデル	プーリングモデル	期間別ダミーモデル	地域別ダミーモデル	期間・地域ダミーモデル
パラメータ数	4	8	9	33
\bar{R}^2	0.897	0.906	0.899	0.947
AIC	-1523	-1643	-1538	-2340

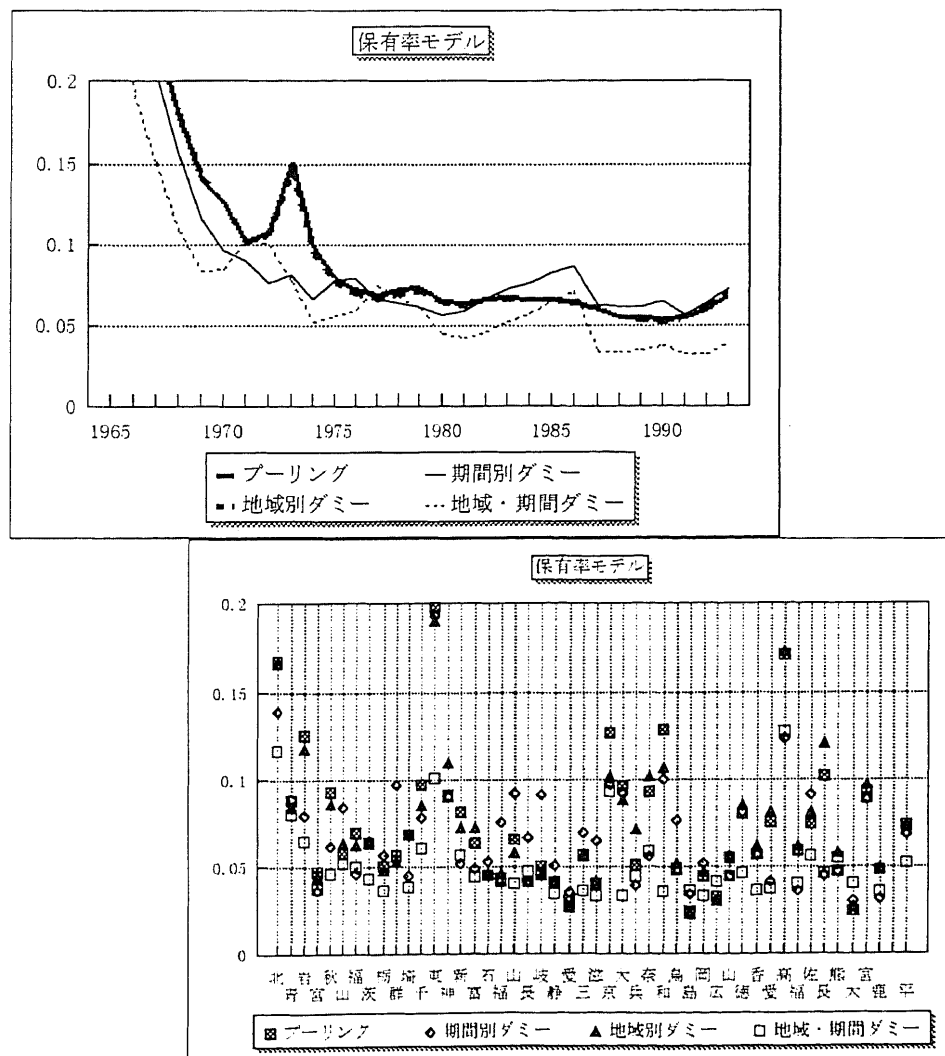


図 4.3.3 ダミー変数モデルの説明力の比較

4. 4 保有率モデルの予測力の評価

一般にモデルはパラメータ数の増加により説明力が向上するが、これに反して予測力は低下するといわれる。本研究で適用したパネル分析はパラメータ数の増加を志向するモデルであるが、単にパラメータ数を増やしているのではなく、地域・時点による差を表現するための変数を導入しているため、地域・時点に関する動向が忠実に表現されていることを前節において示した。このことから、パネル分析モデルはパラメータ数が多くとも、予測モデルとしての適用可能性を持っていることが考えられる。そこで、外挿テストにより予測値の推定を行い、観測値との当てはまりからモデルの予測力を検討した。

4.4.1 外挿テストの方法

1965年から10年間、1965年から20年間を推計のための期間として設定し、

- プーリングモデル
- ダミー変数モデル（地域別、期間別、地域・期間別）
- 可変パラメータモデル（地域別、期間別）

の3種類のモデルを推定する。そして、それ以後の期間を予測期間とし、推定した各モデルにより保有率の将来値の推計を行う。なお、期間別ダミー、期間別パラメータについては将来値が必要となるが、モデル推計の最新の時点におけるパラメータ値を将来値として用いることとする。各モデルの諸元は表 4.4.1 に示すとおりである。

4.4.2 各モデルの予測力の比較

モデルによって推定された将来値と観測値がモデルによりどのように当てはまりが異なるかどうかを見るために、時点別に見た不一致係数を算出した。

表 4.1.1 外挿テストの比較モデル一覧

	1965-75モデル(サンプル数506)			1965-85モデル(サンプル数966)		
	パラメータ数	決定係数	AIC	パラメータ数	決定係数	AIC
プーリングモデル	4	0.832	-1047	4	0.856	-1256
地域ダミーモデル	9	0.832	-1037	9	0.858	-1268
期間ダミーモデル	5	0.799	-953	6	0.862	-1294
地域・期間ダミーモデル	15	0.831	-1022	21	0.860	-1253
地域パラメータモデル	32	0.867	-620	32	0.881	-1242
期間パラメータモデル	8	0.854	-668	16	0.911	-1274

地域と時間の考慮の違いによる予測力の違いを見るために、プーリングモデルと3つのダミー変数モデルによる不一致係数の推移を見る(図 4.4.1)。大きな傾向としては、推計期間が短いモデル(1965-75モデル)において、予測期間における当てはまりが急速に悪化している。また、1965-75モデルにおいては、いずれのダミー変数モデルもプーリングモデルの予測より悪い傾向となっており、AIC指標にも表れているように、サンプル数に比してパラメータ数が多いために予測精度が悪くなっている。一方、推計期間の長い1965-

85モデルでは、期間別ダミーモデルを除いては、プーリングモデルとほぼ同様の予測精度になっており、サンプル数が増加するにつれパネル分析モデルの予測精度が向上していく傾向が読みとれる。

次に、可変パラメータモデルの予測精度の比較のために、地域別モデル、期間別モデルのそれぞれについて、プーリングモデル、ダミー変数モデル、可変パラメータモデルの比較を行う。

地域別モデルによる外挿テストの結果を見ると（図 4.4.2）、10年間のモデル（1965-75モデル）の方では、推計期間内ではパネル分析モデルの方がよい当てはまりを示しているのに対し、予測期間の後半では地域差を考慮しないプーリングモデルの方が良い傾向を示している。20年間のモデル（1965-85モデル）では、それほど差はないもののここでもプーリングモデルの方が良い傾向を示している。これは、保有率の変化が地域差よりむしろ時系列的な構造変化によるところが大きいものと考えられる。

一方、期間別モデルの方の結果をみると（図 4.4.3）、予測値の当てはまりの傾向として、推計期間が10年間の場合、期間別ダミーモデルにおいて急速に当てはまりが悪化している。これは、ダミー変数の将来値が最新の時点から変化していないことが原因の一つであると考えられる。期間別パラメータモデルの方は比較的良好な当てはまりを示しているが、予測期間の後半では、プーリングモデルが良い傾向を示している。推計期間が20年間のモデルは、10年間推計のモデルに比べ、期間別ダミーモデルを除いては、良好な当てはまりとなっており、期間別パラメータモデルが最もよい当てはまりとなっている。このことから、推計期間が長いほど予測精度が高まることが言え、また期間による影響度合の変化を考慮する方がさらに精度が高まることが言える。すなわち、サンプル数を多く取り、時系列的な構造を考慮すれば、パラメータ数が多くとも高精度の予測を期待することができると言える。しかし、期間別ダミーモデルにおける当てはまりの悪さに見られるように、期間の区切り方と、将来値の設定方法に関しては、改善の余地が存在すると言える。

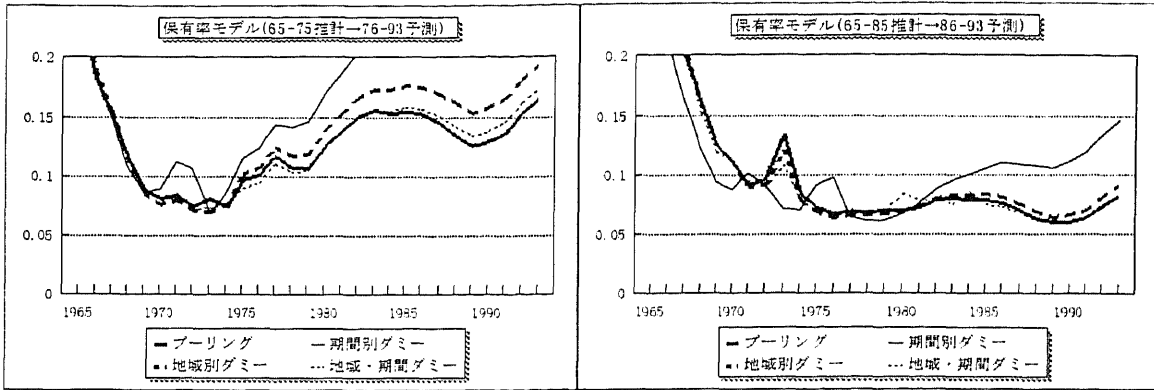


図 4.4.1 推計期間と予測期間における不一致係数の推移 (ダミー変数モデル)

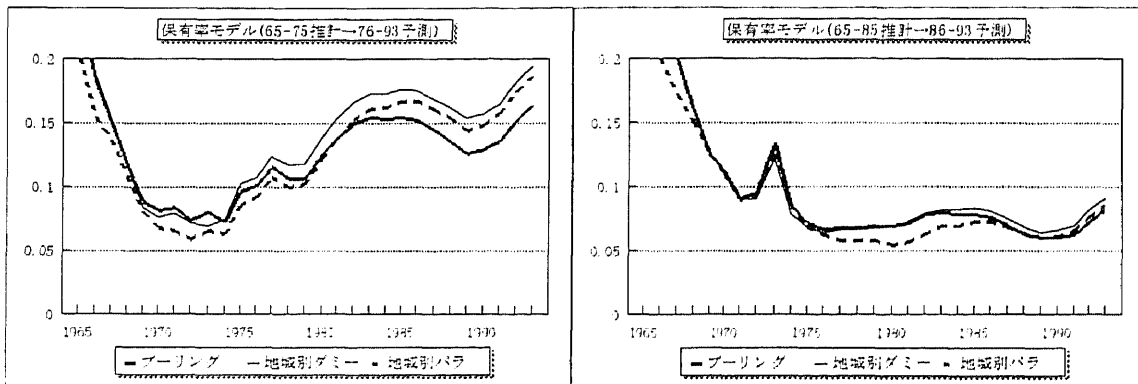


図 4.4.2 推計期間と予測期間における不一致係数の推移 (地域別モデル)

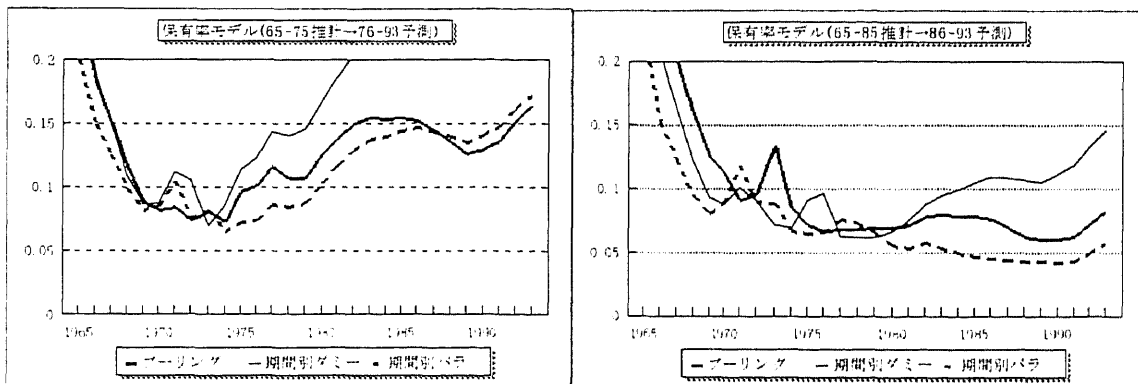


図 4.4.3 推計期間と予測期間における不一致係数の推移 (期間別モデル)

4. 5 まとめ

本章では、乗用車保有水準と地域属性との地域的時系列的特徴を把握するために、乗用車保有率モデルの構築を行った。モデルの構築に先立って、基礎分析として、都道府県別乗用車保有率の過去約30年間にわたる推移をもとに、保有率そのものの地域・時点差の把握、並びに保有要因の影響度合の地域・時点差の把握を行い、保有率の地域、時点に関する構造化を図った。そして、その地域・時点の特性を考慮し、「ダミー変数モデル」、「可変パラメータモデル」の2つのパネル分析モデルを用いて乗用車保有率モデルを構築し、地域・時点の特性を考慮しない「プーリングモデル」との比較によりモデルの説明力及び予測力を検討した結果、次のような知見を得た。

(1)保有率そのものの地域・時点差に関して

自家用乗用車と軽自動車の世帯当り保有台数推移を都道府県別に1965～93年の推移の地域的・時系列的な特徴を捉えるために、地域的な変動に関しては、地域により保有の増加の仕方が異なることから、1965年当初の保有レベルと1965～93年の増加量に着目して地域的な特性を明らかにした。また、時系列的な変動に関しては、各時点において保有の増加の仕方が異なることから、保有率増加量の推移に着目して時点による増加傾向の差を明らかにすることができた。

(2)保有要因の影響度合の地域・時点差に関して

保有に影響を及ぼす要因として、政策変数として考慮できるという観点から、「世帯当り所得」、「1人当り改良済み道路延長」、「D I D人口密度」を取り上げ、その影響度合の地域的・時系列的な特徴を捉えるために、都道府県別時系列分析と多時点クロスセクション分析を行った。

その結果、地域的な傾向に関しては、各要因とも地域により影響度合が異なることが示され、主成分分析により地域分類を行った結果、「保有への所得の効果」と「保有への地域条件の効果」という軸により地域の特徴を表す地域分類を行うことができた。

時系列的な傾向に関しては、各時点について単回帰分析を行った結果、「所得」の影響度合はほぼ一定であるのに対し、「道路」と「D I D」は年々大きくなってきている傾向が見られた。また、「所得」との相関は低くなってきているのに対し、「道路」と「D I D」の相関は高くなってきている傾向が見られた。

(3)パネル分析モデルの再現性と保有の地域・時系列特性に関して

保有率そのものの地域・期間の特性を考慮した「ダミー変数モデル」と、保有要因の影響度合の地域・期間の特性を考慮した「可変パラメータモデル」を構築し、地域・期間の特性を考慮しない「プーリングモデル」との比較により、保有の地域・時系列特性を明ら

かにするとともに、地域と期間の考慮の違いによるモデルの再現性の違いを検討した。

その結果、ダミー変数、可変パラメータと地域・期間の違いをより多く考慮することによりモデルの再現性が高まることが確認され、地域や期間の違いによる要因の影響度合の違いを表現することができた。また、地域別と期間別の考慮の違いについては、期間別の違いを考慮した方が、時点別、都道府県別ともにモデルの再現性が高いことを示した。

(5) パネル分析モデルの予測力に関して

パネル分析モデルは地域・時系列の構造を表現するモデルであることから予測モデルとして適用可能であることが考えられるため、外挿テストにより予測力の検討を行った。その結果、推計期間が長いほど将来予測において当てはまり良い傾向が表れた。また、地域差を考慮したモデルにおいては、将来予測の当てはまりがプーリングモデルよりも悪くなってしまいう傾向が表れた。期間別の影響度合を考慮した期間別パラメータは最も良い当てはまりを示したが、期間別ダミーモデルに関しては、将来値の設定方法や期間区分の問題により、良好な予測値を得ることができなかった。

< 第4章 参考文献 >

- 伊藤 雅・石田東生(1993), 「都道府県別乗用車保有率のパネル分析：地域・時点差を考慮した保有率モデルの構築とその説明力・予測力の比較」, 土木計画学研究・論文集, No.11, pp.73-80.
- 刈屋武昭監修、日本銀行調査局編(1985), 計量経済分析の基礎と応用, 東洋経済新報社.
- 佐和隆光(1979), 回帰分析, 朝倉書店.
- J・ジョンストン著、竹内 啓他共訳(1975), 計量経済学の方法, 全訂版, 上・下巻, 東洋経済新報社.
- A.タイル著、岡本哲治訳(1964), 経済の予測と政策, 創文社.
- G.S.マダラ著、和合肇訳著(1992), 計量経済学の方法, マグロウヒル.
- Hsiao C(1986), Analysis of Panel Data, Cambridge University Press.
- Judge G G, Griffiths W E, Hill R C, Lutkepohl H and Lee T-C(1985), The Theory and Practice of Econometrics, 2nd. Edt., Chap. 12 and 13, John Wiley and Sons.
- Judge G G, Hill R C, Griffiths W E, Lutkepohl H and Lee T-C (1988), Introduction to the Theory and Practice of Econometrics, 2nd. Edt., Chap. 11, John Wiley and Sons.
- Srivastava V K and Giles D E A(1987), Seemingly Unrelated Regression Equations Models, Marcel Dekker.
- Zellner A(1962), "An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias", Journal of the American Statistical Association, LVII, pp.348-68.

第5章 都道府県別乗用車ガソリン消費量の地域・時系列分析

本章は、乗用車利用水準の地域・時系列変動の把握のために、利用水準の指標として「乗用車1台当り年間ガソリン消費量」（以後、単に「台当り消費量」と呼ぶ）を取り上げ、その地域差、時系列推移の考察、及びモデル構築による要因の影響力の違いについて考察する。

5.1では、乗用車利用を把握するための指標としてガソリン消費量を用いることの妥当性について検討する。そして、前章の保有率モデルの構築と同様の考え方により、台当り消費量の都道府県別時系列推移を説明するパネル分析モデルを構築するために、5.2では、台当り消費量そのものの推移の地域・時系列特性を把握する。5.3では、台当り消費量に影響を及ぼす要因との関係の地域・時系列特性を明らかにする。そして、5.4で台当り消費量の地域・時系列特性を踏まえたパネル分析モデルを構築し、5.5においてモデルの再現性及び予測力の評価を行う。

5.1 乗用車利用水準指標としてのガソリン消費量

5.1.1 乗用車利用水準指標と都道府県別利用量

本研究で定義する乗用車利用水準指標とは、ある県に存在する乗用車がその県の中で一年間に走行する距離の平均を意図している。しかし、現実には、その県に存在する乗用車はその県内だけではなく、県外において走行することもあり、厳密にその県内だけの走行距離を計測することは不可能である。また、本研究では、利用指標としてガソリン消費量を取り上げるが、これについても、必ずしもその県で販売されたガソリンがその県の中で消費されるとは限らず、実際の利用実態との乖離が生じる可能性がある。

しかし、平成6年の自動車輸送統計の自動車旅客流動調査（営業車によるトリップは除く）によると、関東、近畿地方では都道府県内々トリップが全トリップに占める割合は90%程度であるが、その他の地域では概ね95%を超えており、ほとんどのトリップは同一県内で完結している。つまり、都道府県の地域単位であれば、ほぼその県内で行動が完結しており、越境している交通があっても、他県の乗用車の走行距離により互いに埋め合わされものと考えられる。従って、ガソリンの消費量に関しても同様の考え方で他県での消費分も互いに埋め合わされるものと考えられる。

5.1.2 自動車利用調査データ

自動車の利用指標となる走行台キロは、我が国では建設省の「全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）」と運輸省の「自動車輸送統計調査」において、自動車交通・自動車輸送の実態把握のために調査されており、建設省の道路整備五箇年計画における道路整備総

量の地域配分のための基礎資料などとして用いられている。

これらの調査における走行台キロの算出値に関する特徴を以下に示す。

(1)「道路交通センサス・一般交通量調査」(2～3年毎に実施)

<概要> 路側で交通量をカウント。12時間(あるいは24時間)交通量をもとに都道府県別走行台キロを算出。

<問題点>

- ・調査対象路線が都道府県道以上と限られているために交通量が観測されていない路線上の交通量を考慮できない。
- ・車種区分において自家用とそれ以外の区別ができない。
- ・この調査を行ったある一日の12時間交通量から1年間の値に換算する際に誤差を伴う。
- ・時点数が少ない。

(2)「道路交通センサス・自動車OD調査」(3～5年毎に実施)

<概要> 抽出率約3%(対象車:約100万台)のサンプル調査でこれから1日に運行している車の割合と1日に走行する距離を運転者自身が記入したアンケート用紙から集計し、都道府県別に走行台キロを算出している。

<問題点>

- ・3～5年毎にしか実施されていないため、時点数が少ない。
- ・運転者自身が記入を行うために誤差を伴う。
- ・1日の走行の記録であり、年間の利用量が把握できない。

(3)「自動車輸送統計調査」(年2回)

<概要> 約3万台のサンプル調査。自家用乗用車については走行台キロが地域ブロックごとに集計されている。

<問題点>

- ・公表されている集計データが9地域ブロック単位であるために都道府県ごとの地域差を把握することができない。

このように、既存の調査データは、集計している時間単位、集計している最小地域単位、調査間隔、サンプル数がいずれも異なっているため、自動車輸送統計では時系列の傾向はある程度読み取れるものの、全国を9ブロックに分けた運輸局単位では地域変動をみるには不十分である。

一方の道路交通センサスでは、一日単位の詳細な運行状況が都道府県別に集計されており、地域変動のより細かな分析が可能である。しかしその反面、年間の利用状況が把握できず、また調査間隔が3～5年毎であり時系列変動が十分把握できないといった欠点があ

る。そこで、利用量の代理指標として、乗用車の主な燃料源であり、環境負荷指標の算出が容易であり、また、統計データとしても都道府県別に毎年集計されているガソリンの消費量に着目することにした。

5.1.3 都道府県別乗用車ガソリン消費量の推定

(1) 乗用車利用とガソリン消費量の関係

乗用車の燃料別構成の推移を見ると（図 5.1.1）、1980 年頃まではほぼガソリン車で占められてきたが、近年ディーゼル車の割合が増加してきている。しかし本研究では、過去約 30 年間にわたる長期的な乗用車利用特性の変化に着目することから、ガソリン車に限定して分析を行う。

ガソリン消費量は乗用車利用と燃費の関係により決まるが、自家用乗用車のガソリン消費量と走行台キロの関係を見ると相関はほぼ 1 になっている（図 5.1.2）。最近 4 時点において傾向が異なっているが、これは自動車輸送統計の調査方法の変更に伴う影響であると見られる。

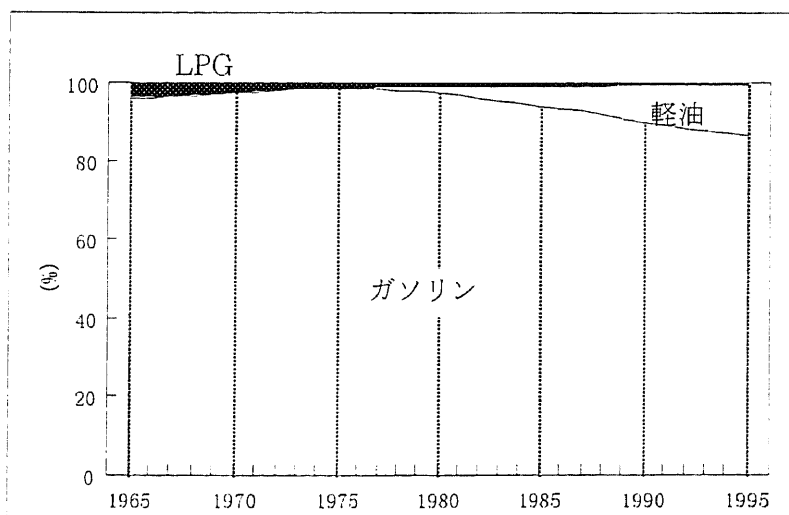


図 5.1.1 登録乗用車の燃料構成の推移（全国；1965～95年）

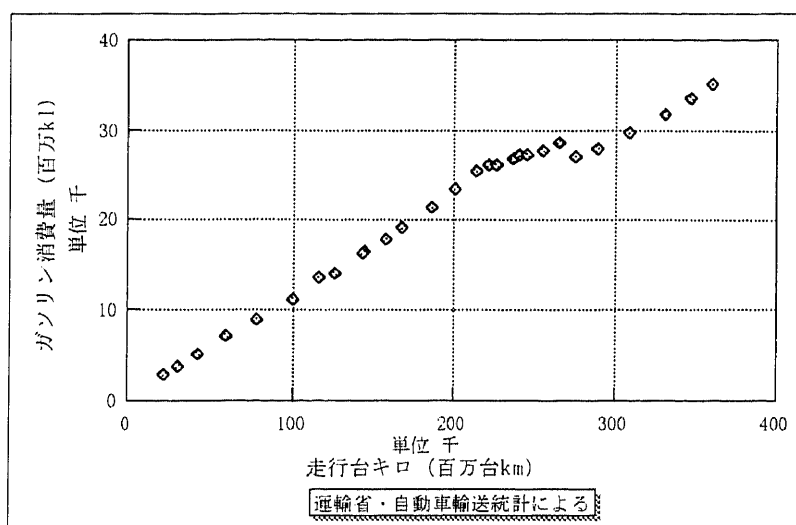


図 5.1.2 ガソリン消費量と走行台キロの関係（自家用乗用車；全国；1965～92年）

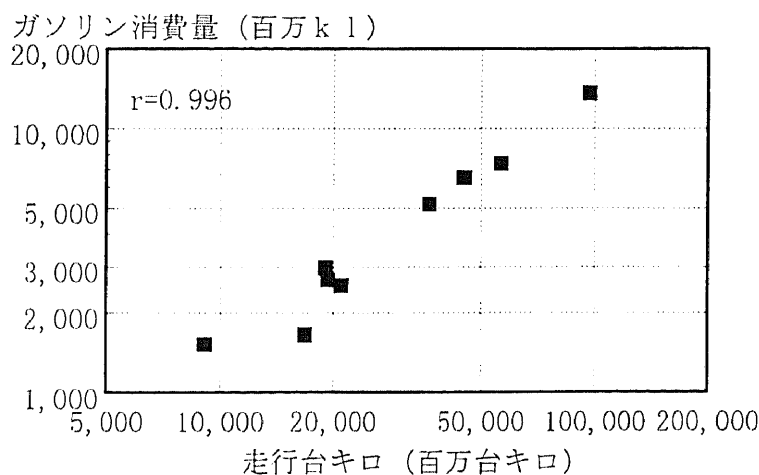


図 5.1.3 ガソリン消費量と走行台キロの関係（自家用乗用車；運輸局別；1990年）

また、データが集計されている運輸局単位で見ても消費量と台キロの関係は相関が1に近い状況になっており（図 5.1.3）、ガソリン消費量と乗用車利用はほぼ一定の関係で推移していると見ることができ、つまり、ガソリン消費量がわかれば走行台キロの推定がある程度可能となる。加えて、ガソリン消費量を求めることにより、地球温暖化に影響を与えると考えられている二酸化炭素の排出量の推定も可能となり、乗用車利用の度合を表す代理指標であると同時に環境負荷の算出のための指標としても有用である。

(2)乗用車分のガソリン消費量の推定

乗用車のガソリン消費量は、自動車輸送統計において調査されているものの、運輸局単位でしか集計されていない。一方、通産省の「エネルギー需給・統計調査」においては、石油元売り各社が一年間に小売店に卸したガソリンの量を都道府県別に毎年集計しているため、地域別時系列分析を行うことが可能となる。しかし、ガソリンの用途は自動車だけ

ではない。また、ガソリン車の中にも貨物車が含まれるため、本研究で対象とする乗用車が消費する分のガソリン量を何らかの方法で推定する必要がある。

そこで、ガソリンの用途割合の全国平均値をもとに自動車分のガソリン消費量の都道府県別時系列データを算出し、その値から保有台数等の既知データを用いて、乗用車分のガソリン消費量を推定する方法を検討した（海老原ら(1995)）。1975年と1989年における自動車輸送統計の運輸局別ガソリン消費量を真値とみなし、推定値との比較を行った結果において最もあてはまりのよい、「ガソリン車に占める乗用車の台数比率を自動車分ガソリン消費量を乗じる方法」によって分析対象とする乗用車のガソリン消費量を推定した（図5.1.4）。

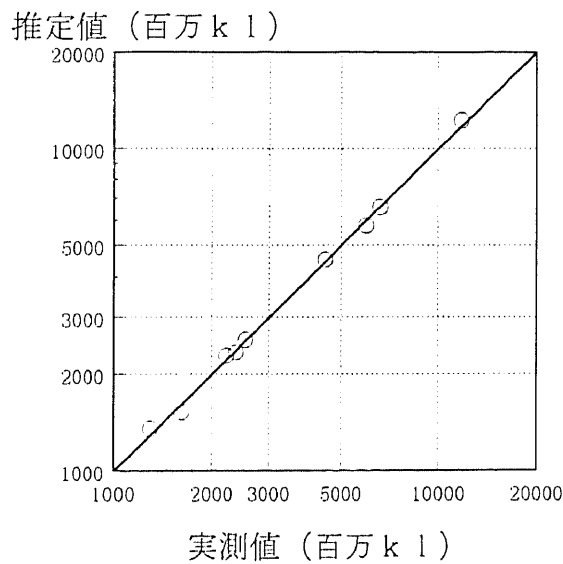


図 5.1.4 乗用車ガソリン消費量の実測値と推定値の比較（運輸局別；1989年）

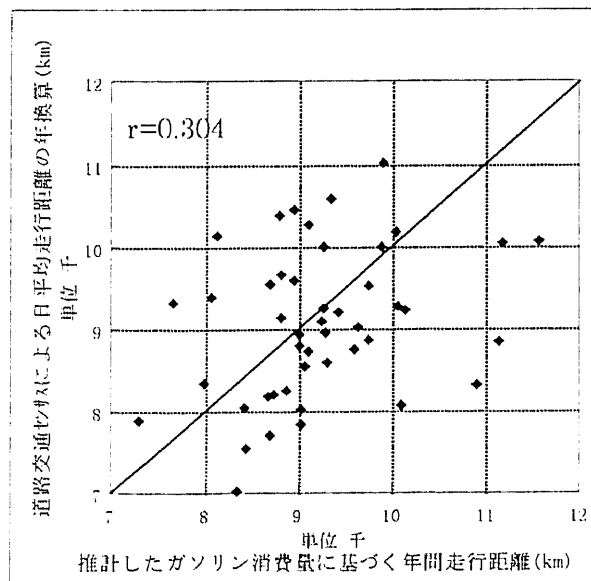


図 5.1.5 推定した乗用車ガソリン消費量による年間走行距離の算出(都道府県別；1990年)

上述の方法により推定したガソリン消費量を用いて、都道府県別の年間平均走行距離を算出した(図 5.1.5)。都道府県別の年間走行距離データを捉えた調査は存在しないため、建設省の道路交通センサスによる日平均走行距離を年間の数値に換算したものと比較した。両者の数値の間にはかなりのばらつきが見られるが、ある仮定をもとにして推定した双方の数値がある程度似通った値を示していることから、ガソリン消費量に基づいて乗用車の利用状況を把握することは可能であると考えられる。

5. 2 台当り乗用車ガソリン消費量の地域・時系列特性の把握

乗用車の利用水準、すなわち利用の度合を示す指標の1つとして、年間走行距離が考えられる。前節において乗用車の走行台キロとガソリン消費量が密接な関係にあることを示したことを踏まえ、利用水準指標として、乗用車一台が年間に消費するガソリン消費量を取り上げる。この指標は、前節で推定した自家用ガソリン乗用車と軽自動車消費したと推定されるガソリン消費量を、自家用ガソリン乗用車及び軽自動車の台数で除したものと定義する。本節では、この「台当りガソリン消費量」の都道府県別の時系列推移を説明するモデルの構築のための基礎分析として、「台当りガソリン消費量」そのものの推移の地域差と時系列的な特性を把握する。

5.2.1 台当り乗用車ガソリン消費量の推移に基づいた時系列的特性

台当りガソリン消費量の推移を見ると(図 5.2.1)、1960年代は増加傾向にあったものの、第1次オイルショックの1973年前後に落ち込みがあり、第2次オイルショックの1979年を境に消費量が緩やかに減少し、1989年からは増加の兆候がわずかながら表われ始めている。

ところで、乗用車の利用量の代理指標として台当たりガソリン消費量を分析していく際には、自動車の燃費が時系列的にどのように変化してきたのかということも考慮しなければならない。そこで、自動車輸送統計による自家用乗用車の走行台キロとガソリン消費量の調査をもとに燃費を算出すると、図 5.2.2 に示すように、自家用乗用車の燃費は1980年頃まではほぼ横ばいに推移していたが、80年代前半に自動車の性能の向上による燃費の向上が見られる。87年以降燃費が急に向上しているが、これは自動車輸送統計の調査方法の変更による影響と自家用乗用車の走行台キロに占めるディーゼル車の比率の上昇による影

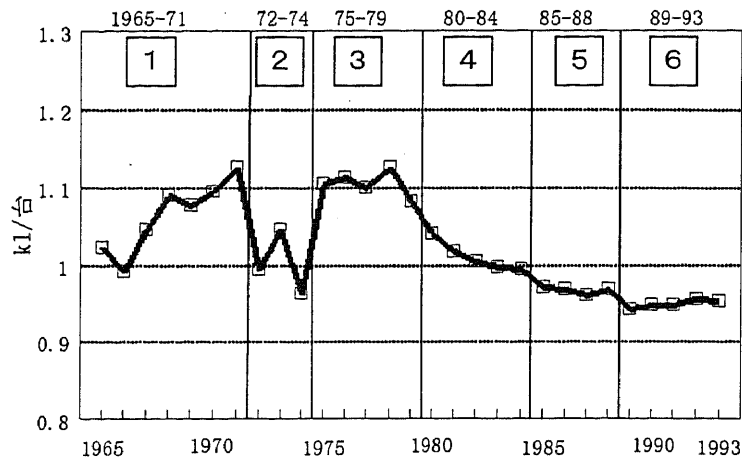


図 5.2.1 台当りガソリン消費量の推移 (全国平均)

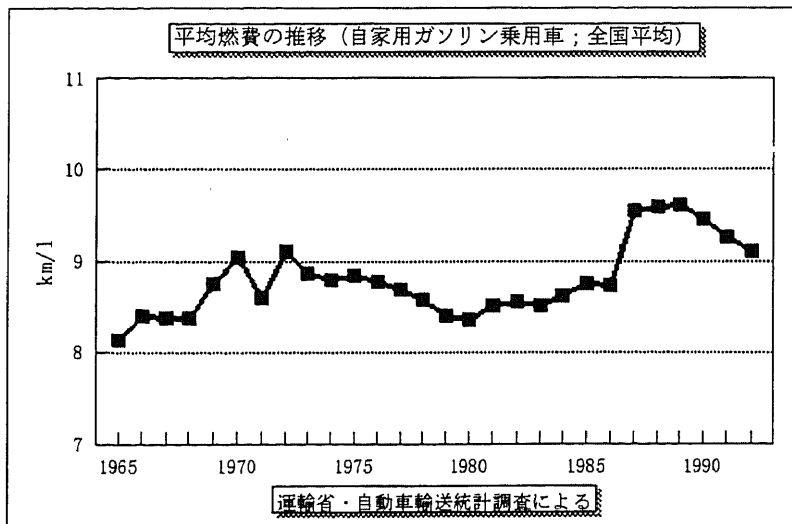


図 5.2.2 平均燃費の推移 (自家用ガソリン乗用車；全国平均)

響が含まれていると見られる。しかし、これらを差し引いたとしても横ばいの推移となっていることから、近年の道路交通事情の悪さや排気量の多い普通乗用車の普及などが起因しているものと考えられる。

次に、図 5.2.1 から台当り乗用車ガソリン消費量の時系列推移をもとに 6 つの期間に分類し、その特徴を考察する。

「期間 1」においては、高度経済成長に支えられ、台当り消費量が大きく上昇している。「期間 2」では、第 1 次石油危機に伴い 3 年間にわたって消費量が大きく落ち込んでいる。「期間 3」になると、再び石油危機以前の水準に回復し、分析期間の中では最大の水準に達している。「期間 4」では、保有率の上昇、走行性能の向上に伴い、台当り消費量が次第に減少している。「期間 5」では、減少傾向がある程度落ち着き、安定した推移が見られる。最近の「期間 6」は、台当り消費量が微増する傾向に変わっており、渋滞の増加、

高排出量の車種の増加などによる影響が表れていると見られる。

5.2.2 都道府県別台当り乗用車ガソリン消費量の推移に基づく地域特性

各都道府県における台当り乗用車ガソリン消費量の時系列推移に基づいて地域的な特性を考察する。図 5.2.3 は X 軸に 1965 年の台当り乗用車ガソリン消費量、Y 軸に 1993 年の台当り乗用車ガソリン消費量をとったものである。

前項の時系列特性の把握において台当り消費量は全体的な傾向として減少傾向にあることを示したが、図をみると、大都市を含む都府県では逆に消費量が増加しているところがある。また、減少している県でも東北地方の県のように大幅に減少しているところもあれば、それほど減少していない県もあり、地域による違いが表れている。

各県の違いを、1965 年と 1993 年のそれぞれで見てみると（図 5.2.4、図 5.2.5）、1965 年においては、東北地方や九州南部で消費量が比較的多くなっており、全国的に見て消費量のばらつきが大きくなっている。一方、1993 年においては、1965 年当時において消費量が多かった地域で消費量が大幅に減少したために、地域間の差が縮小している。しかし、最小値の山形県（0.756kl）と最大値の千葉県（1.243kl）では約 1.6 倍の格差があり、地域差が縮小しているとはいえ、依然として無視できない差が存在している。

このような台当り消費量の地域的な推移の特徴を踏まえ、図 5.2.3 をもとに、各県の座標間のユークリッド距離の二乗に基づいて群間平均を取ることにより分類を行うクラスター分析を用いて増減の傾向の似通っている地域を 11 グループに分類した。

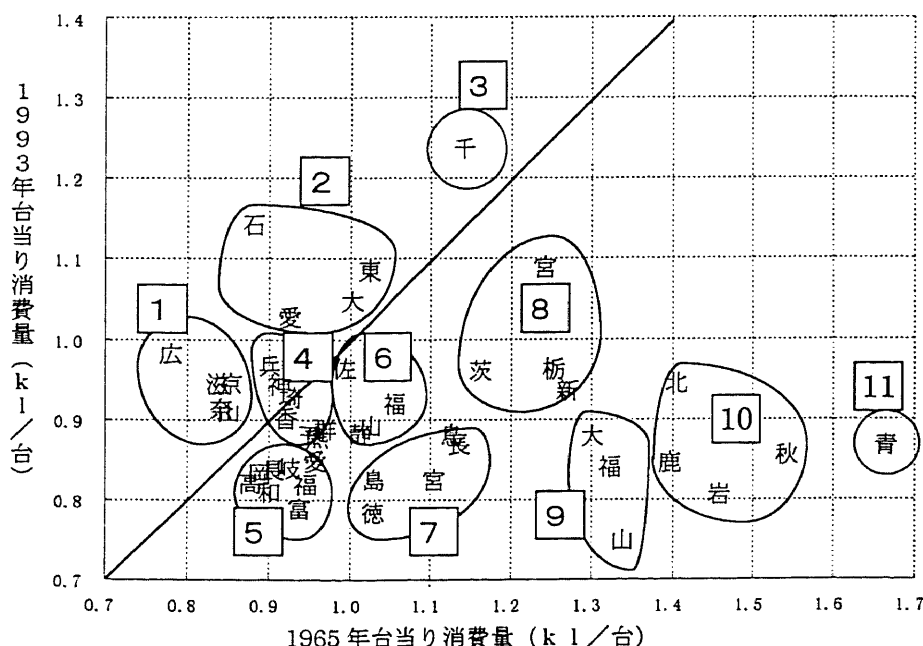


図 5.2.3 都道府県別台当りガソリン消費量の推移（1965 年と 1993 年の比較）

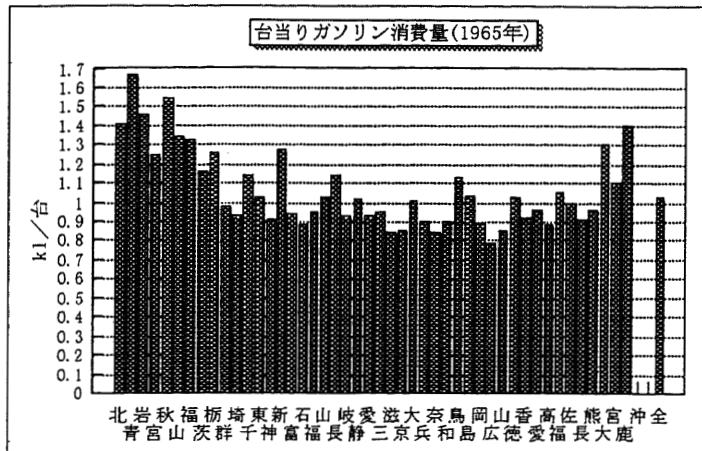


図 5.2.4 都道府県別台当りガソリン消費量 (1965 年)

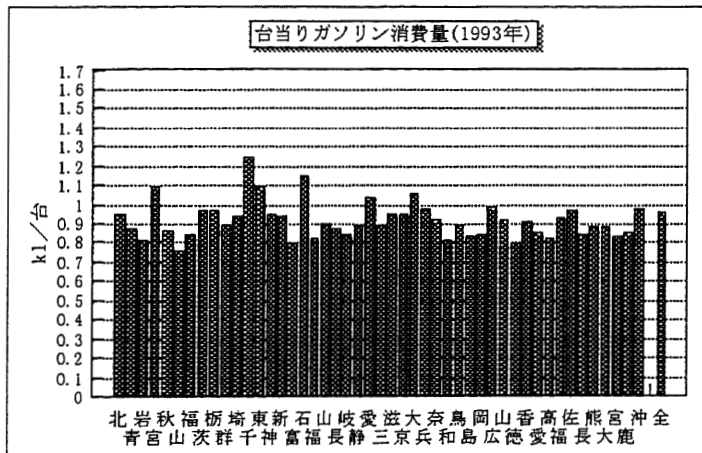


図 5.2.5 都道府県別台当りガソリン消費量 (1990 年)

「地域 1」から「地域 3」までは、全国的な傾向とは逆に消費量が増加している地域であり、大都市圏とその周辺の地域が多くなっている。消費量の変動があまりない「地域 4」も大都市圏周辺の県が多く、大都市圏では保有水準が小さいかわりに、乗用車を保有している人は、多く利用している傾向が見られる。

「地域 5」から「地域 8」は、消費量がある程度減少している地域で、関東から九州までの大都市圏以外の多くの県がこれに該当している。これは、世帯における乗用車の複数保有による保有水準の上昇に伴い、1台当りの利用が少なくなっている傾向を反映していると見られる。

「地域 10」、「地域 11」の北海道・東北地方、及び鹿児島は、1965 年時点において高い消費水準にあったのが、急速に減少している。1965 年当時においては、保有水準が最も低い地域であり、乗用車を保有するからには相当の利用を行おうとしていたものと見られる。

5.2.3 台当り消費量の推移に基づく地域・時系列特性の考察

台当りガソリン消費量の推移をもとにした、時点分類、地域分類の結果を、表 5.2.1 と表 5.2.2 に示す。

時系列推移に関する特徴としては、概ねその時点の経済情勢の影響を受けて増減を繰り返しているが、保有水準の上昇に伴う 1 台当りの利用量の減少を反映して消費量が減少してきていることがうかがえる。しかし、近年における微増の傾向に関しては、排気量の多い車両の比率の増加や、道路渋滞等による走行環境の悪化による燃費の低下が要因の一つとして考えられる。

一方、地域的な傾向の違いについては、消費量の全国的な傾向として減少傾向にあるものの、大都市圏とその周辺の地域においては、消費量の増加が見られる。また、北海道や東北地方のように 1965 年当時においては消費水準が非常に高くなっている地域が見られた。これらの地域において共通する点の 1 つとしては、保有水準が低いということがあり、どうしても乗用車により多くの距離を移動する必要のある人しか乗用車を利用していないことが反映されていると見られる。

以上のように、台当り消費量の特徴を期間毎、地域毎にグルーピングすることにより、台当り消費量の推移と地域差を浮き彫りにすることができ、モデル構築の際には、線形回帰モデルの定数項に相当する部分にこの特徴を反映させることとする。

表 5.2.1 台当り消費量の時系列推移にもとづく時点分類

期間	該当する年次	期間の特徴
期間 1 (7 時点)	1965-71 年	台当り消費量が着実に増加した時期
期間 2 (3 時点)	1972-74 年	石油危機の影響を受けた時期
期間 3 (5 時点)	1975-79 年	台当り消費量が高水準に回復した時期
期間 4 (5 時点)	1980-84 年	台当り消費量が減少してきた時期
期間 5 (4 時点)	1985-88 年	台当り消費量が安定してきた時期
期間 4 (5 時点)	1989-93 年	台当り消費量が微増している時期

表 5.2.2 台当り消費量の変動にもとづく地域分類

地域	該当する都道府県	推移の特徴
地域 1 (5 府県)	滋賀、京都、奈良、広島、山口	低い水準で増加した地域
地域 2 (3 都府県)	東京、石川、愛知、大阪	中程度の水準で増加した地域
地域 3 (1 県)	千葉	高い水準で増加した地域
地域 4 (7 県)	群馬、埼玉、神奈川、三重、兵庫、香川、熊本	中程度の水準で変動のない地域
地域 5 (8 県)	岐阜、富山、福井、和歌山、岡山、高知、愛媛、長崎	低水準で若干減少した地域
地域 6 (4 県)	静岡、山梨、福岡、佐賀	中水準で若干減少した地域
地域 7 (4 県)	長野、鳥取、島根、徳島、宮崎	中水準で減少している地域
地域 8 (5 県)	宮城、茨城、栃木、新潟	高水準で若干減少した地域
地域 9 (3 県)	山形、福島、大分	高水準で減少した地域
地域 10 (4 道県)	北海道、岩手、秋田、鹿児島	大幅に減少した地域
地域 11 (1 県)	青森	最も減少した地域

5.3 台当りガソリン消費量に影響を及ぼす要因との関係に基づく地域・時系列特性

台当り消費量、すなわち乗用車利用水準は地域により異なっていることを示したが、これは乗用車利用に対して地域構造などの要因が影響していることを示唆している。そこで、台当りガソリン消費量に影響を及ぼすと考えられるいくつかの要因を取り上げ、それぞれの要因の台当り消費量に対する影響度合の地域的な違いと時系列的な違いを総合的に判断し、都道府県と時点のグルーピングを行う。

分析方法としては、4章の保有分析と同様に、都道府県別の時系列回帰分析と、時点別のクロスセクション回帰分析を行い、各要因の影響度合の違いを総合的に判断するために、単回帰パラメータを用いた主成分分析を行い、都道府県と時点の分類を行う。

5.3.1 台当りガソリン消費量への影響要因

台当りガソリン消費量に対する影響要因としては、ガソリンの購入や消費に際して影響する所得水準とガソリン価格を取り上げるほか、乗用車の利用を促進あるいは抑制するような政策と関わる地域構造や道路整備に関する指標を取り上げる。

具体的には、人口分布の違いが利用水準を変えするという視点から、都市・地域構造として、人口の集中度合を表す「人口集中地区（D I D）人口比率」。世帯の経済状況が利用水準を左右するという視点から、「世帯当りの所得」と「世帯におけるガソリン支出割合」。そして、地域の交通サービスにより利用水準が変化するという視点から道路整備水準に着目し、一般道路に関する指標として「ガソリン乗用車1台当り改良済一般道路延長」、高速道路に関する指標として「インターチェンジまで30分以内で到達できる人口の比率」（荻野(1996)による）を取り上げた（表 5.3.1）。

表 5.3.1 台当り消費量の説明要因

影響要因	変数	内容
都市・地域構造	・ D I D人口比	・ 人口集中地区（D I D）の人口を総人口で除したもの
経済要因	・ 所得／世帯 ・ ガソリン価格	・ 世帯当りの県民所得 ・ レギュラーガソリン1リットル当りの小売価格
道路整備水準	・ 道路延長／台 ・ IC30分圏人口比	・ 一般道路の改良済道路延長をガソリン乗用車台数で除したもの ・ 高速道路 IC まで30分で到達できる市町村の人口をその県の総人口で除したもの

5.3.2 台当り消費量と影響要因との関係に基づいた地域分類

(1) 単回帰分析による地域的傾向の考察

都道府県別に 1965 年から 93 年までの 29 時点のデータを用いて、5 つの要因それぞれに対する単回帰直線を推定し、その変数パラメータの大小により各要因の影響度合の違いの地域的特徴を考察する。

都道府県別の各変数パラメータ値を図 5.3.1 に示す。台当り消費量の場合、保有率のように全ての都道府県で単純増加しているのではなく、増減を繰り返しているところなどが含まれているために、一概に影響要因の増減が台当り消費量にどのような影響を与えるかを判断することができない。例えば、ガソリン価格に対する影響としてほとんどの県で正のパラメータとなっているが、ガソリン価格の上昇が台当り消費量の上昇に影響を与えるとは現実には考えにくく、単回帰分析の限界がここに表れていると言える。

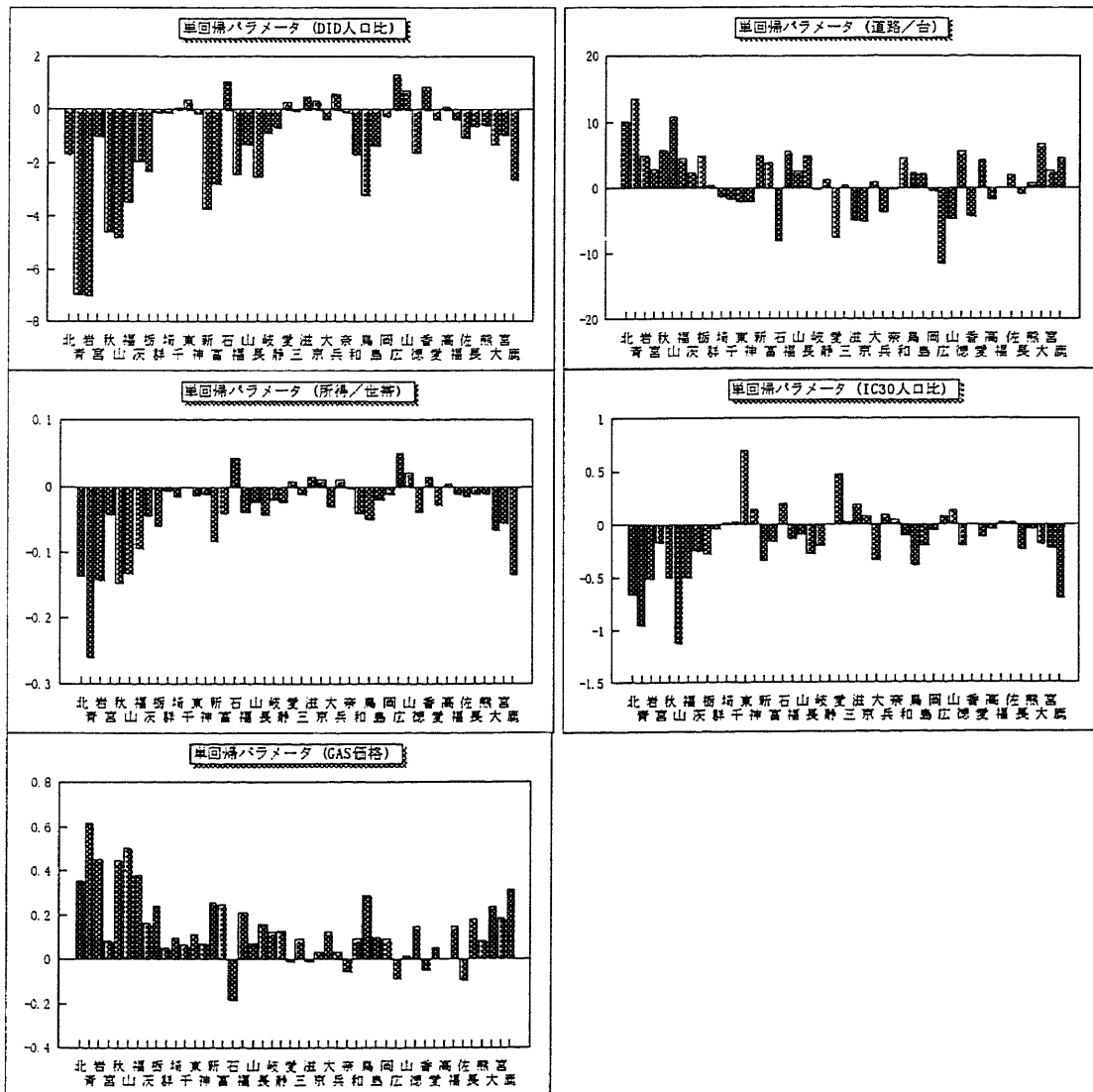


図 5.3.1 台当り消費量と各影響要因の都道府県別回帰パラメータ

(2)主成分分析による地域分類

各影響要因の単回帰パラメータは、影響の度合を表すのに十分なものとはなっていないが、次節において構築するパネル分析モデルも線形回帰モデルであり、基本的にはこれらの単回帰パラメータの動向を反映するものとなるため、このパラメータ値を用いて要因の影響度合の地域的構造を表す分類を行う。分類の方法は、4章と同様に主成分分析を用いる。

5つの変数パラメータ値の相関行列をもとに算出した固有値が表 5.3.2 であり、それぞれの固有値に対応する固有ベクトルをもとに算出された主成分を表 5.3.3 に示す。第1主成分は、寄与率が9割近くあり、また全ての要因に対して非常に高い相関を示していることから、5つの要因全ての影響度合を総合的に表す指標と解釈できる。その他の成分は寄与率が小さいが、地域分類のための軸として DID 人口比や道路整備水準などの地域構造の影響を表している第2主成分を用いる。

第1主成分と第2主成分を軸にして主成分得点の散布状況を示したのが図 5.3.2 であり、各県の座標間のユークリッド距離の二乗に基づいて群間平均を取ることで分類を行うクラスター分析を用いて各都道府県を10地域に分類した。分類した地域に属する都道府県と主成分から見た地域の特徴をまとめたものが、表 5.3.4 である。全般的な特徴としては、大都市圏と周辺の地域が第1主成分の「総合指標」の影響が大きく、東北地方において「総合指標」の影響が小さい状況となっている。

表 5.3.2 都道府県別単回帰パラメータの相関行列にもとづく固有値

	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分	4.378	0.876	0.876
第2主成分	0.236	0.047	0.923
第3主成分	0.208	0.042	0.964
第4主成分	0.108	0.022	0.986

表 5.3.3 都道府県別単回帰パラメータにもとづく主成分と因子負荷量

	因子負荷量 (変数との相関)					寄与率	主成分軸の解釈
	DID	所得	GAS	道路	I C		
第1主成分	0.940	0.966	-0.954	-0.910	0.907	0.876	全要因の影響の総合指標
第2主成分	0.232	0.097	-0.177	0.244	-0.285	0.047	地域構造の影響の指標
第3主成分	0.222	-0.030	-0.300	0.331	0.310	0.042	
第4主成分	0.248	-0.120	0.176	-0.033	0.023	0.022	
第5主成分	-0.008	0.207	0.161	0.038	-0.004	0.014	

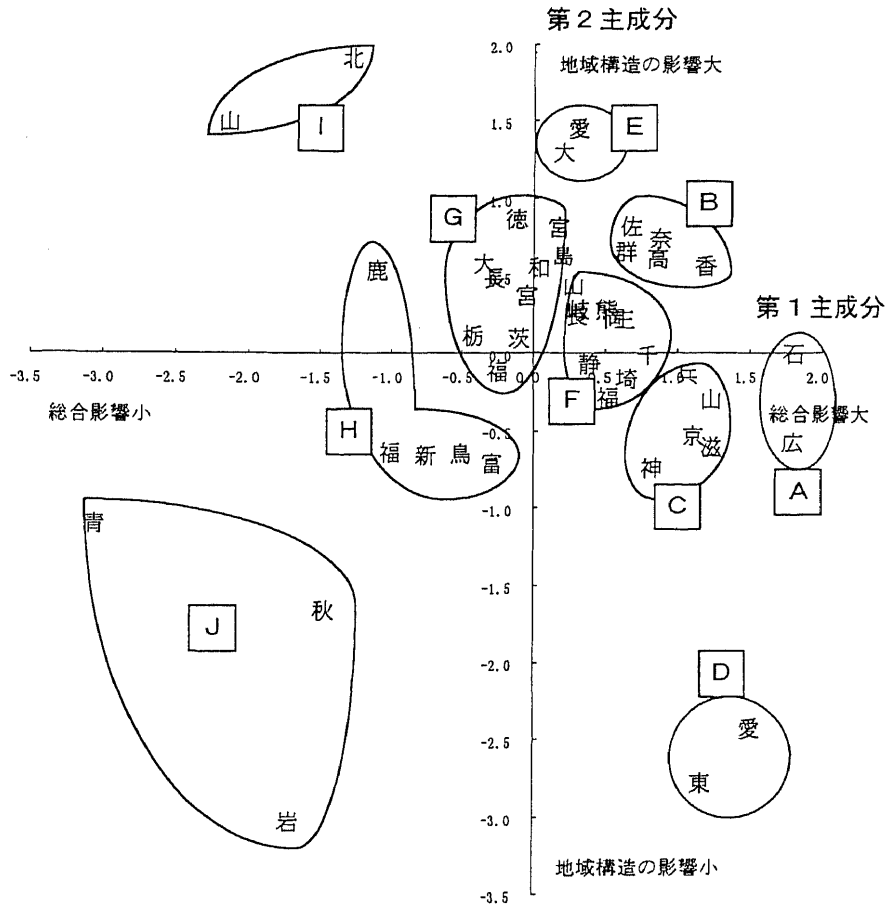


図 5.3.2 主成分得点による各都道府県の散布図

表 5.3.4 主成分分析による地域分類と地域特性

地域	該当する都道府県	総合的な影響	地域構造の影響
地域 A (2 県)	石川、広島	非常に大きい	平均
地域 B (5 県)	群馬、奈良、香川、高知、佐賀	大きい	大きい
地域 C (5 府県)	神奈川、滋賀、京都、兵庫、山口	大きい	平均
地域 D (2 都県)	東京、愛知	大きい	小さい
地域 E (2 府県)	大阪、愛媛	やや大きい	大きい
地域 F (10 県)	埼玉、千葉、山梨、静岡、岐阜、三重、岡山、福岡、長崎、熊本	やや大きい	平均
地域 G (10 県)	宮城、茨城、栃木、福井、長野、和歌山、島根、徳島、大分、宮崎	やや小さい	平均
地域 H (5 県)	福島、新潟、富山、鳥取、鹿児島	小さい	平均
地域 I (2 道県)	北海道、山形	非常に小さい	大きい
地域 J (3 県)	青森、岩手、秋田	非常に小さい	小さい

(3) 台当り消費量の推移の地域的特徴と要因の影響度合の地域的特徴の比較

台当り消費量の増減の傾向で分類した地域区分と先の要因の影響度合に基づいた地域区分との対応関係を示したのが表 5.3.5 である。

これを見ると、総合指標の大きい地域ほど消費量の増加傾向を示す地域が含まれており、逆に総合指標が小さい地域では消費量が減少している傾向を示している。逆に言えば、消費量が増加している地域では、要因が正の影響を示し、消費量が減少している地域では要因が負の影響を示していることを反映した形になっている。

表 5.3.5 台当り消費量と影響要因に基づく地域分類の比較

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	総合	地域構造	増加 低	増加 中	増加 高	一定	減少 低	減少 中	減少 中	減少 高	減少 高	大幅 減少	最大 減少
地域A	非常に大	中	広島	石川									
地域B	大	大	奈良			群馬	高知	佐賀					
地域C	大	中	滋賀			神奈							
地域D	大	小		東京									
地域E	やや大	大		大阪			愛媛						
地域F	やや大	中			千葉	埼玉	岐阜	山梨					
地域G	やや小	中					福井		長野	宮城	大分		
地域H	小さい	中					富山			新潟	福島	鹿児島	
地域I	非常に小	大									山形	北海道	
地域J	非常に小	小										岩手	青森

(注：上記のセルに該当する県を1つだけ示している)

5.3.3 台当り消費量と影響要因との関係に基づいた時点分類

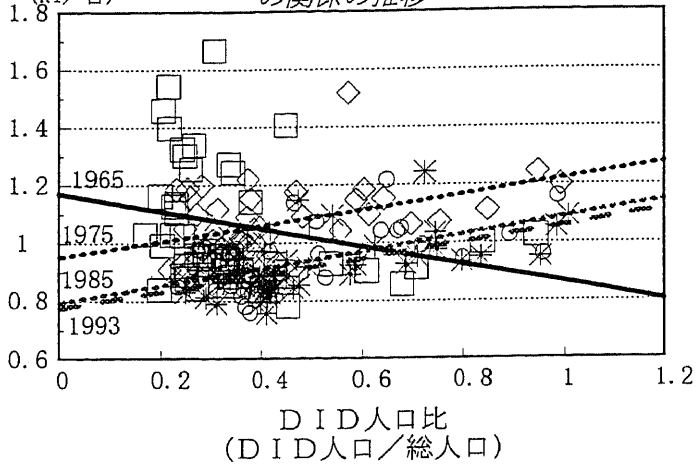
(1) 単回帰分析による時系列推移の考察

台当り消費量に影響すると考えられる5つの要因について、1965,75,85,93年の4時点のデータを用いた各年の散布図を示す。そして、各年次について単回帰直線を推定し、この回帰直線の傾向について考察する(図 5.3.3)。

DID 人口比との関係については、1965 年は負の関係となっているものの、75 年以降は正の関係となり相関も高くなってきている。すなわち、DID 人口の比率が高い地域ほど消費量が多くなる傾向が強くなってきている。所得に関しても、決定係数の値は低いものの同様の傾向が表れている。

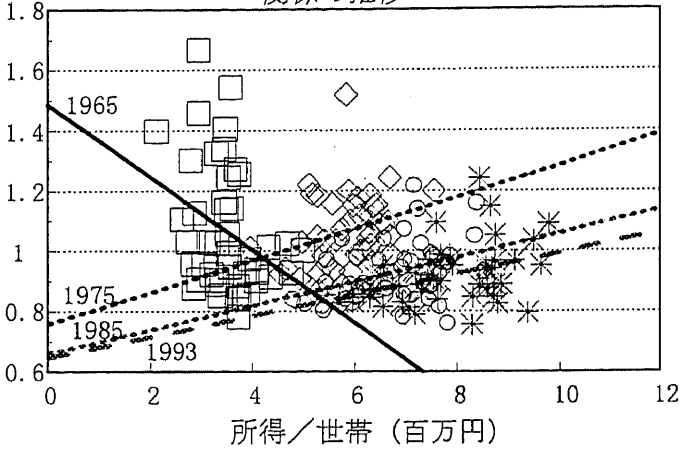
ガソリン価格に関しては、県によるばらつきが小さいためにほとんど相関がないが、傾向としては、期間の前半に正の関係であったのが、後半からは負の関係となり、ガソリン

台当り消費量 台当り消費量とDID人口比
(kl/台) の関係の推移



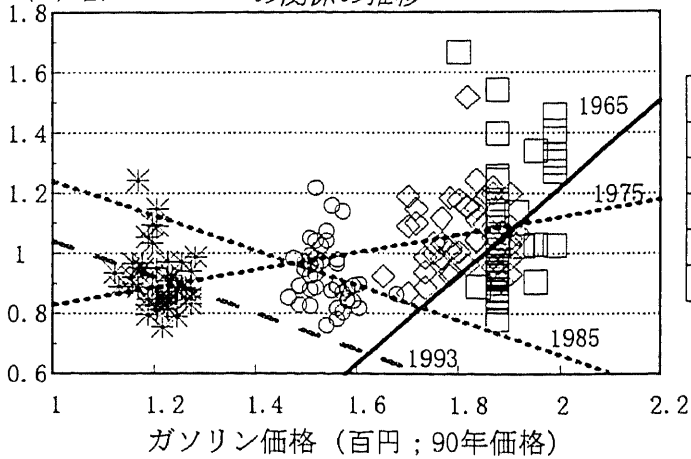
	切片	傾き	決定係数
POOL	0.906	0.184	0.058
1965	1.170	-0.307	0.064
1975	0.950	0.271	0.181
1985	0.793	0.294	0.314
1993	0.773	0.284	0.322

台当り消費量 台当り消費量と所得の
(kl/台) の関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	1.071	-0.014	0.021
1965	1.489	-0.121	0.114
1975	0.757	0.053	0.088
1985	0.658	0.040	0.142
1993	0.645	0.035	0.154

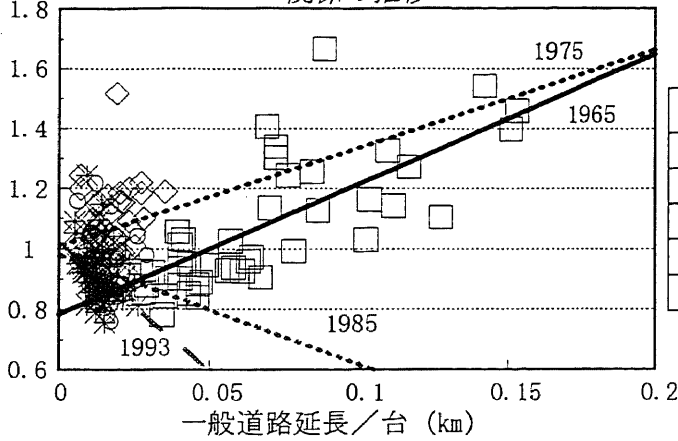
台当り消費量 台当り消費量とガソリン価格
(kl/台) の関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	0.775	0.134	0.044
1965	-1.694	1.455	0.095
1975	0.535	0.292	0.027
1985	1.818	-0.578	0.058
1993	1.646	-0.604	0.058

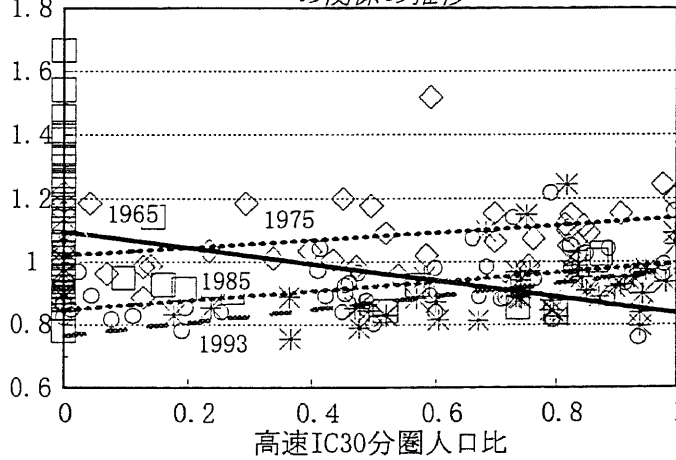
図 5.3.3 台当り消費量と各説明変数の時点別単回帰分析

台当り消費量 台当り消費量と一般道路整備の
(kl/台) 関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	0.921	3.228	0.122
1965	0.783	4.334	0.542
1975	1.009	3.276	0.026
1985	0.980	-3.635	0.033
1993	1.023	-8.533	0.160

台当り消費量 台当り消費量と高速IC30分圏人口比
(kl/台) の関係の推移



	切片	傾き	決定係数
POOL	0.982	0.007	0.000
1965	1.094	-0.258	0.098
1975	1.020	0.118	0.123
1985	0.847	0.148	0.223
1993	0.765	0.208	0.190

図 5.3.3 台当り消費量と各説明変数の時点別単回帰分析 (続き)

価格の上昇が消費量を減らす傾向にある。

台当り道路延長との関係は、65、75年においては道路整備水準が高いほど消費量が多い傾向であったが、85年からは、整備水準が高いほど消費量が少ない傾向にあり、その関係も少しずつ強くなってきている。

高速 IC30 分圏人口比との関係では、高速道路の整備が進むに連れ消費量が多くなってきていることを示している。

以上、各要因との関係を見てきたが、台当り消費量は分析期間を通じて増減を繰り返しているために、各要因との決定係数がそれほど高くない結果となっている。ただ、回帰直線の全体的な傾向としては、台当り消費量の減少傾向を反映して下方へとシフトしている様子がみられる。

(2)主成分分析による時点分類

5つの説明変数の時点による影響の違いの特徴をもとに時点分類を行うために、1965年から1993年までの各時点について台当り消費量を被説明変数とした単回帰モデルの変数パラメータを用いて、主成分分析を適用する。

5変数のパラメータ値の相関係数行列から固有値を算出すると表5.3.6のようになり、第1主成分と第2主成分でパラメータの変動がほぼ説明される。主成分と各変数の相関を見ると(表5.3.7)、第1主成分は全ての要因に対して高い相関を示していることから、「全要因の影響の総合指標」を表し、第2主成分は道路パラメータ「道路整備の影響指標」を表すと解釈できる。

表 5.3.6 時点別単回帰パラメータの相関行列にもとづく固有値

	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分	3.947	0.789	0.789
第2主成分	0.737	0.147	0.937
第3主成分	0.257	0.051	0.988
第4主成分	0.046	0.009	0.997
第5主成分	0.014	0.003	1.000

表 5.3.7 時点別単回帰パラメータにもとづく主成分と因子負荷量

	因子負荷量 (変数との相関)					寄与率	主成分軸の解釈
	DID	所得	GAS	道路	I C		
第1主成分	0.974	0.920	-0.894	-0.624	0.981	0.789	全要因の影響の総合指標
第2主成分	0.184	0.307	-0.068	0.777	-0.037	0.147	道路整備の影響の指標
第3主成分	0.087	0.213	0.441	-0.062	0.077	0.051	
第4主成分	-0.013	-0.104	0.031	0.055	0.175	0.009	
第5主成分	0.097	-0.058	0.014	0.000	-0.030	0.003	

この第一主成分と第二主成分を軸として各時点の主成分得点の散布図を描き(図5.3.4)、各点の座標間のユークリッド距離の二乗に基づいて群間平均を取ることにより分類を行うクラスター分析を用いて時点を4つのグループに分類した。

「期間A」にあたる1965～67年は、総合指標、道路指標ともに低く、これから伸びようとしている時期である。「期間C」の1975～82年になると、総合指標が最も大きく各要因の影響が強まっている時期になっている。「期間D」の1983～85年、「期間E」の1986年以降は、道路整備による影響が次第に低下してきているが、総合的な影響は高い水準を維持している状況である。

(3)保有率の推移の時系列的特徴と影響要因との関係の時系列的特徴の比較

前節の保有率の推移に基づく時点分類と先の主成分分析による時点分類の関係を示したものが表5.3.8である。

70年代前半の時期までは、総合指標、道路指標ともに大きくなっていくのに伴って消費

量が増加していき、70年代後半に両指標が最大値に達した時期に消費量が最高水準に達しており、変数の影響力の増大と消費量の増加が対応している時期である。

その後、総合指標は高い水準で安定しているものの、道路影響指標の低下とともに台当り消費量が低水準に移り変わってきている。

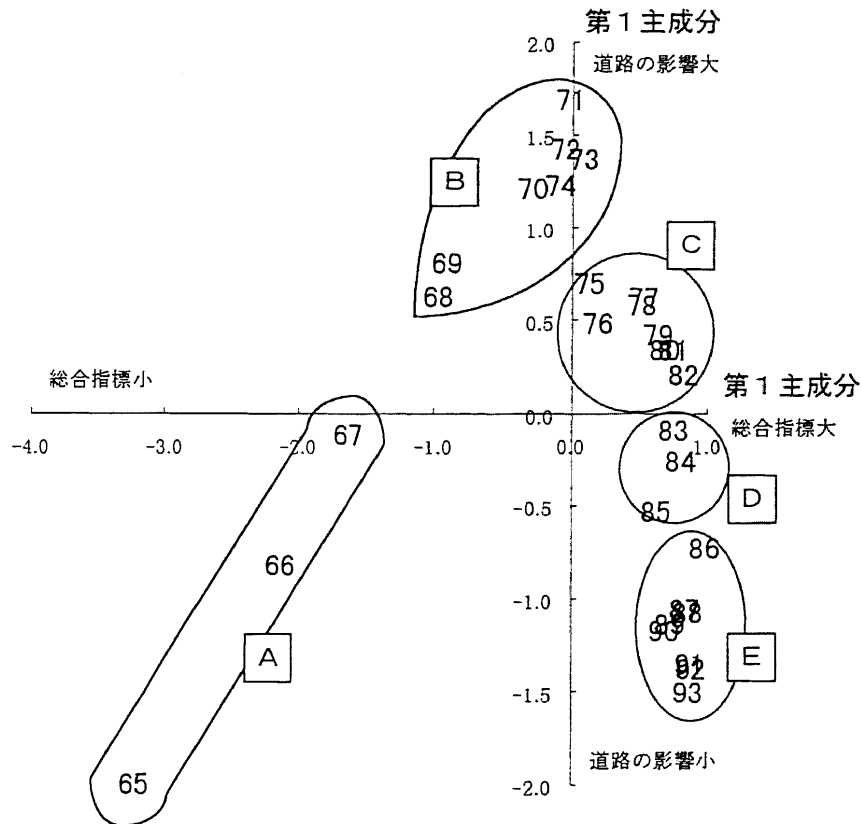


図 5.3.4 主成分得点による各時点の散布図

表 5.3.8 台当り消費量と主成分分析による時点分類の比較

	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
台当り消費量の推移の傾向	期間 1			期間 2			期間 3			期間 4			期間 5			期間 6													
期間の特徴	上昇			落込			高水準			下降			安定			微増													
影響要因との関係による時点分類	期間 A		期間 B				期間 C				期間 D		期間 E																
総合指標	小さい		やや小さい				やや大きい				大きい		大きい																
道路指標	小さい		大きい				やや大きい				やや小		小さい																

5. 4 パネル分析手法を用いた台当りガソリン消費量の地域・時系列特性の把握

5.4.1 パネル分析モデルを用いた台当りガソリン消費量モデルの構築

5.2 においては、台当り消費量そのものの推移に基づいた地域・時系列特性の把握、5.3 においては、台当り消費量への影響要因の影響度合に基づく地域・時系列特性の把握を行ったが、ここではその地域・時系列特性を踏まえて、パネル分析モデルの構築を行う。

第4章の保有率モデルと同様にして、地域・時系列特性を考慮しない通常の線形回帰モデルである「プーリングモデル」、台当り消費量の推移の地域・時系列特性を踏まえた「ダミー変数モデル」、要因の影響度合の地域・時系列特性を踏まえた「可変パラメータモデル」を構築する。その際に、「ダミー変数モデル」の地域別ダミーとしては、5.2.2 において分類した 11 の地域区分を、期間別ダミーとしては、5.2.1 において分類した 6 つの期間区分を用いる。また、「可変パラメータモデル」の地域区分としては 5.3.2 における 10 地域、期間区分としては 5.3.3 における 5 つの期間を用いる。

構築するモデルは、表 5.4.1 のようにまとめられる。このモデルは、1965 年から 1993 年までの 29 時点の都道府県別データ (1334 サンプル) により、5 つの説明要因を用いて推定する。

表 5.4.1 構築するモデルの一覧

		地域/期間数	パラメータ数
プーリングモデル	$y_i = e_T \beta_0 + X_i \beta + u_i$ $(y_t = e_N \beta_0 + X_t \beta + u_t)$ <small> $T \times 1$ $T \times 1$ $T \times K$ $K \times 1$ $T \times 1$ $N \times 1$ $N \times 1$ $N \times K$ $K \times 1$ $N \times 1$ </small>	0	6
地域別ダミーモデル	$y_i = (e_T p_i) \beta_0 + X_i \beta + u_i$ <small> $T \times 1$ $T \times G$ $G \times 1$ $T \times K$ $K \times 1$ $T \times 1$ </small>	11	16
地域別パラメータモデル	$y_i = ([e_T X_i] \otimes p_i) \beta + u_i$ <small> $T \times 1$ $T \times (K+1)G$ $(K+1)G \times 1$ $T \times 1$ </small>	10	60
期間別ダミーモデル	$y_t = (e_N p_t) \beta_0 + X_t \beta + u_t$ <small> $N \times 1$ $N \times G$ $G \times 1$ $N \times K$ $K \times 1$ $N \times 1$ </small>	6	11
期間別パラメータモデル	$y_t = ([e_N X_t] \otimes p_t) \beta + u_t$ <small> $N \times 1$ $N \times (K+1)G$ $(K+1)G \times 1$ $N \times 1$ </small>	5	30

5.4.2 台当りガソリン消費量モデルの推定と地域・時系列特性の考察

(1) 地域別モデルの推定結果と考察

地域別モデルの推定結果を示したのが表 5.4.2 である。地域特性との関連から解釈しやすいように、パラメータ値の昇順に地域を並び替えている。そして、地域の特徴を地域 1 ~ 11 に関しては、台当り消費量の増減の傾向と 1965 年当時の台当り消費量の水準の高低で、地域 A ~ J に関しては、2 つの主成分得点の大小により表している。

表 5.4.2 台当り消費量：地域別モデルの推定結果

定数項			プーリング モデル		地域別ダミー モデル		地域別パラメータ モデル	
			係数	t値	係数	t値	係数	t値
			0.544	12.227	-	-	-	-
地域3	増加	高水準	-	-	0.676	17.465	-	-
地域6	弱減	中水準	-	-	0.686	17.528	-	-
地域1	増加	低水準	-	-	0.698	17.726	-	-
地域2	増加	中水準	-	-	0.714	17.882	-	-
地域5	弱減	低水準	-	-	0.755	18.991	-	-
地域9	減少	高水準	-	-	0.767	18.729	-	-
地域10	大幅減	高水準	-	-	0.786	19.943	-	-
地域4	一定	中水準	-	-	0.835	19.322	-	-
地域8	弱減	高水準	-	-	0.850	20.575	-	-
地域11	最大減	高水準	-	-	0.946	22.784	-	-
地域7	減少	中水準	-	-	0.984	22.007	-	-
地域D	総合	道路小	-	-	-	-	0.291	1.071
地域G	中	中	-	-	-	-	0.298	3.317
地域F	中	中	-	-	-	-	0.487	5.405
地域E	中	大中	-	-	-	-	0.562	3.711
地域A	中	大	-	-	-	-	0.691	5.546
地域C	大	中	-	-	-	-	0.739	11.197
地域H	小	中	-	-	-	-	0.852	11.499
地域B	大	大	-	-	-	-	0.893	15.266
地域I	小	大	-	-	-	-	1.621	13.246
地域J	小	小	-	-	-	-	1.843	11.196
DI人口比			0.345	15.442	0.232	10.787	-	-
地域A	総合	道路中	-	-	-	-	-0.834	-7.577
地域H	小	中	-	-	-	-	-0.297	-2.324
地域B	大	大	-	-	-	-	-0.175	-2.668
地域D	大	小	-	-	-	-	-0.109	-0.830
地域C	大	中	-	-	-	-	0.143	7.069
地域J	小	小	-	-	-	-	0.206	1.082
地域E	中	大	-	-	-	-	0.239	0.712
地域I	小	大	-	-	-	-	0.324	3.866
地域F	中	中	-	-	-	-	0.439	10.082
地域G	中	中	-	-	-	-	0.724	8.858
所得/世帯			0.010	2.617	-0.003	-0.905	-	-
地域J	総合	道路小	-	-	-	-	-0.137	-10.036
地域I	小	大	-	-	-	-	-0.118	-10.634
地域D	大	小	-	-	-	-	-0.012	-1.757
地域E	大	中	-	-	-	-	-0.011	-0.961
地域C	大	中	-	-	-	-	-0.000	-0.029
地域H	小	中	-	-	-	-	0.001	0.222
地域F	中	中	-	-	-	-	0.012	1.542
地域B	大	大	-	-	-	-	0.012	2.880
地域G	大	中	-	-	-	-	0.018	2.601
地域A	大	中	-	-	-	-	0.086	9.687
GAS価格			0.089	4.985	0.063	4.230	-	-
地域I	総合	道路大	-	-	-	-	-0.044	-1.209
地域B	大	大	-	-	-	-	-0.036	-1.560
地域J	小	小	-	-	-	-	-0.034	-0.638
地域D	大	小	-	-	-	-	0.048	1.239
地域E	大	大	-	-	-	-	0.086	2.078
地域C	大	中	-	-	-	-	0.091	3.926
地域A	大	中	-	-	-	-	0.091	2.807
地域H	大	中	-	-	-	-	0.104	3.108
地域G	大	中	-	-	-	-	0.122	3.481
地域F	大	中	-	-	-	-	0.144	4.231
道路/台			4.908	17.851	2.995	12.156	-	-
地域C	総合	道路中	-	-	-	-	-3.167	-3.591
地域A	大	中	-	-	-	-	0.175	0.128
地域J	小	中	-	-	-	-	1.216	1.928
地域F	小	中	-	-	-	-	1.669	2.713
地域B	大	大	-	-	-	-	1.905	3.508
地域I	小	大	-	-	-	-	2.088	2.365
地域H	小	中	-	-	-	-	3.044	8.733
地域D	大	小	-	-	-	-	3.664	0.688
地域E	大	中	-	-	-	-	4.735	2.133
地域G	大	中	-	-	-	-	5.870	11.421
C30分人口比			-0.015	-1.033	-0.013	-1.032	-	-
地域J	総合	道路小	-	-	-	-	-0.168	-4.158
地域I	小	大	-	-	-	-	-0.149	-2.151
地域H	小	中	-	-	-	-	-0.125	-5.144
地域F	中	中	-	-	-	-	-0.041	-1.636
地域G	中	中	-	-	-	-	-0.032	-1.169
地域A	大	中	-	-	-	-	-0.008	-0.393
地域B	大	大	-	-	-	-	0.000	0.010
地域C	大	中	-	-	-	-	0.041	1.907
地域E	大	中	-	-	-	-	0.273	1.504
地域D	大	小	-	-	-	-	0.986	2.979
自由変数調整係数			0.304		0.530		0.562	
AIC			-1857		-2361		-2273	

モデルの全体的な説明力に関しては、ダミー変数、可変パラメータと地域による違いを詳細に考慮することにより決定係数が上昇している。しかし、AIC 指標は地域別ダミーモデルが最も良好な値を示しており、地域構造を最も良く表していることが示唆される。

地域別パラメータモデルによる地域別のパラメータ値を見ると、地域により正負が異なるパラメータが表れている。これは、台当り消費量の推移が地域により増加しているところと減少しているところがあるためであり、それゆえに変数の影響が地域により正に影響する場合と負に影響する場合が生じる結果となっている。従って、このような地域の違いを考慮せずに推計するプーリングモデルにおける変数パラメータは、ガソリン価格パラメータが正の値となっていたり、所得と高速 IC のパラメータ値が低く、影響が小さく見積もられてしまっているように、正しい変数の影響を示すことができていないと考えられる。

モデルの再現状況を時点毎の不一致係数により見てみると（図 5.4.1）、地域ダミーの導入だけでもかなり良好な当てはまりを見せている。地域別パラメータモデルの場合は、期間の始めと終わりの時期において最も良い当てはまりとなっている。

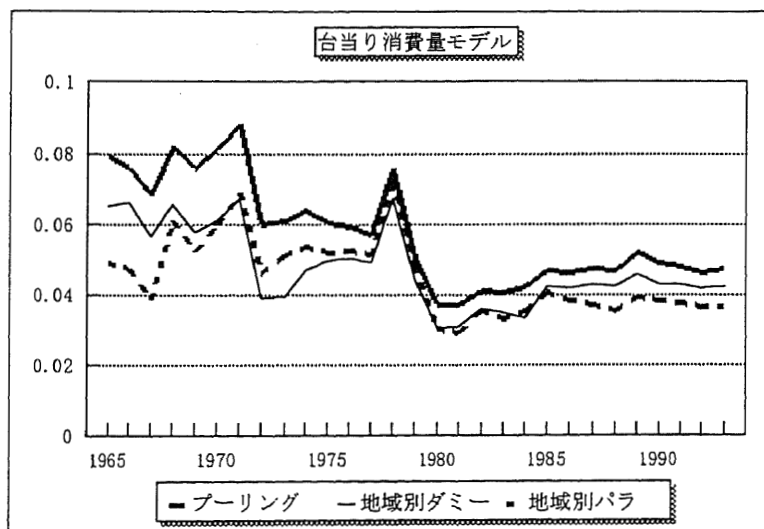


図 5.4.1 地域別モデルの不一致係数の推移

(2) 期間別モデルの推定結果と考察

期間別モデルの推計結果を、表 5.4.3 に示す。モデル全体の説明力は、期間別ダミーモデル、期間別パラメータモデルの順に良くなっており、ここでも期間の違いの考慮による効果が現れているが、AIC 指標で見れば、期間別ダミーモデルが最も良好な値を示している。

各変数パラメータの特徴を見ると、期間別ダミーを導入することにより、ガソリン価格のパラメータが負に、IC30 分人口比のパラメータが正へと変わり、予想された影響の符号と一致するようになっている。また、ダミー変数パラメータ値は、各期間における台当り消費量水準を反映した値となっている。期間別パラメータモデルにおいては、各期間の変数の影響度合がはっきりと表現されており、IC30 分人口比を除いては、パラメータの絶

表 5.4.3 台当り消費量：期間別モデルの推定結果

	プーリング モデル		期間別ダミー モデル		期間別パラメータ モデル	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
定数項	0.544	12.227	—	—	—	—
1965-71	—	—	0.863	17.486	—	—
1972-74	—	—	0.791	15.407	—	—
1975-79	—	—	0.907	17.462	—	—
1980-84	—	—	0.825	14.795	—	—
1985-88	—	—	0.695	14.490	—	—
1989-93	—	—	0.639	13.451	—	—
1965-67	—	—	—	—	0.726	2.879
1968-74	—	—	—	—	0.752	7.508
1975-82	—	—	—	—	0.992	17.553
1983-85	—	—	—	—	0.611	8.433
1986-93	—	—	—	—	0.782	8.743
DID人口比	0.345	15.442	0.321	16.095	—	—
1965-67	—	—	—	—	0.391	4.633
1968-74	—	—	—	—	0.412	8.356
1975-82	—	—	—	—	0.387	13.248
1983-85	—	—	—	—	0.333	11.347
1986-93	—	—	—	—	0.279	10.882
所得/世帯	0.010	2.617	0.028	7.325	—	—
1965-67	—	—	—	—	0.000	0.009
1968-74	—	—	—	—	0.018	2.247
1975-82	—	—	—	—	0.007	1.262
1983-85	—	—	—	—	0.012	2.304
1986-93	—	—	—	—	0.010	2.759
GAS価格	0.089	4.985	-0.150	-5.874	—	—
1965-67	—	—	—	—	-0.058	-0.461
1968-74	—	—	—	—	-0.156	-3.092
1975-82	—	—	—	—	-0.187	-9.282
1983-85	—	—	—	—	-0.006	-0.193
1986-93	—	—	—	—	-0.107	-1.717
道路/台	4.908	17.851	4.983	18.877	—	—
1965-67	—	—	—	—	5.623	12.604
1968-74	—	—	—	—	11.192	14.140
1975-82	—	—	—	—	8.494	9.977
1983-85	—	—	—	—	5.089	4.929
1986-93	—	—	—	—	2.025	2.005
C30分人口比	-0.015	-1.033	0.001	0.115	—	—
1965-67	—	—	—	—	-0.088	-1.829
1968-74	—	—	—	—	0.026	0.999
1975-82	—	—	—	—	0.027	2.025
1983-85	—	—	—	—	0.024	1.529
1986-93	—	—	—	—	0.045	2.712
自由度調整済 決定係数	0.304		0.468		0.527	
AIC	-1857		-2204		-2166	

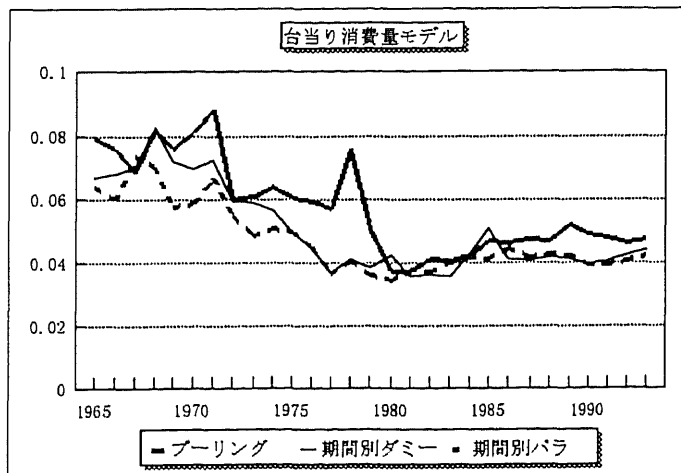


図 5.4.2 期間別モデルの不一致係数の推移

対値が小さくなっており、要因の影響が小さくなりつつあることを示唆している。

時点別のモデルの再現状況に関しては(図 5.4.2)、期間の違いを考慮していないプーリングモデルに比べると2つのパネル分析モデルは良好な当てはまりを見せており、期間の前半において期間別パラメータモデルが最も良い当てはまりを示している。

(3)地域別モデルと期間別モデルの比較

地域と期間の考慮の違いによる再現性の特徴の違いを見るために、3つのダミー変数モデルを推定した。表 5.4.4 を見ると、期間あるいは地域の特徴を表すダミー変数を導入することにより、プーリングモデルに比べ2倍近い決定係数の向上がみられる。さらに、期間と地域の双方を考慮すると、変動の8割まで説明することが可能になり、パラメータ数の増加にもかかわらず AIC 指標も最も良好な値を示す結果となっている。

次に、時点別の当てはまりの状況と、都道府県別の当てはまりの状況を見ると(図 5.4.3)、時点別の当てはまりに関しては、1978 年に見られる変動はうまく再現できていないものの、地域別ダミーモデルが比較的良好的な当てはまりを示している。期間・地域別ダミーモデルは各時点を通じて安定した当てはまりを示している。一方、都道府県別の状況では、期間・地域別ダミーモデルが最も良い当てはまりを示しているが、期間別モデルと地域別モデルの間にはそれほど大きな差はみられない。このことから、時系列的な違いを表現できる分、期間別パラメータモデルの方が有用であると見ることができる。

表 5.4.4 台当たり消費量モデルの決定係数と AIC

モデル	プーリングモデル	期間別ダミーモデル	地域別ダミーモデル	期間・地域ダミーモデル
パラメータ数	6	11	16	71
\bar{R}^2	0.304	0.468	0.530	0.821
AIC	-1857	-2204	-2361	-3537

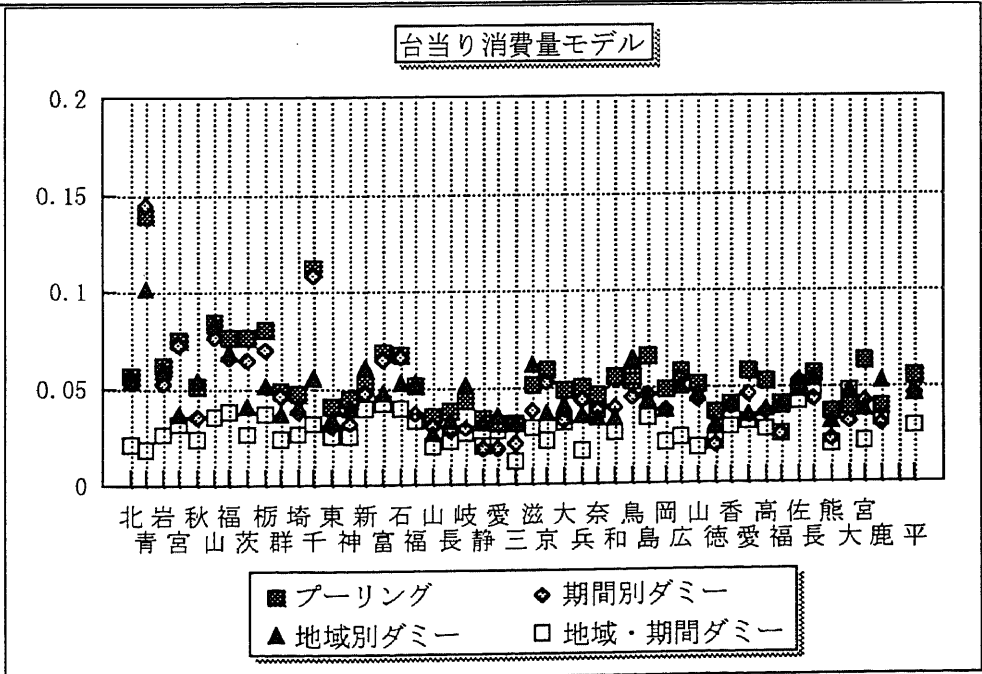
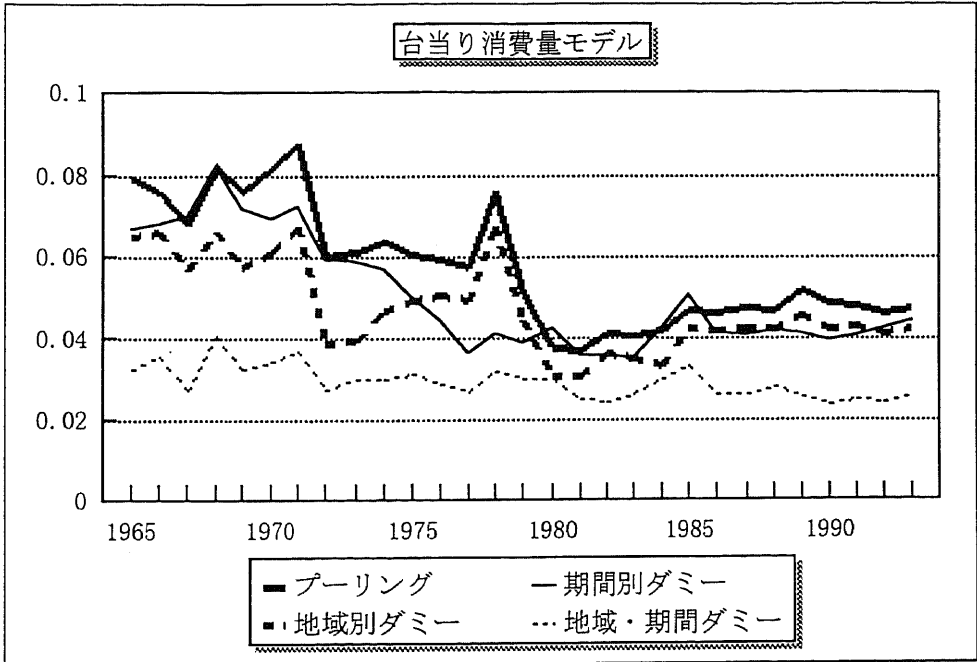


図 5.4.3 ダミー変数モデルの説明力の比較

5. 5 台当りガソリン消費量モデルの予測力の評価

5.5.1 外挿テストの方法

保有率モデルと同様に、1965年から10年間、1965年から20年間で推計のための期間として設定し、

- プーリングモデル
- ダミー変数モデル（地域別、期間別、地域・期間別）
- 可変パラメータモデル（地域別、期間別）

の3種類のモデルを推定し（表5.5.1）、それ以後の期間を推定した各モデルにより保有率の将来値の推計を行った。なお、1965-75モデルの中の地域別モデルについては、サンプル数が少ないために推定することができなかった。将来推計における期間別ダミー、期間別パラメータの将来値はモデル推計の最新の時点におけるパラメータ値を将来値として用いる。

表 5.5.1 外挿テストの比較モデル一覧

	1965-75モデル(サンプル数506)			1965-85モデル(サンプル数966)		
	パラメータ数	決定係数	AIC	パラメータ数	決定係数	AIC
プーリングモデル	4	0.327	-530	4	0.340	-1327
地域ダミーモデル	16	推定不可		16	0.592	-1773
期間ダミーモデル	8	0.160	-414	11	0.151	-1076
地域・期間ダミーモデル	38	推定不可		60	0.329	-1203
地域パラメータモデル	60	推定不可		60	0.595	-1203
期間パラメータモデル	18	0.482	-657	24	0.490	-1274

5.5.2 各モデルの予測力の比較

(1)推計期間の違いによる予測力の違い

2つの推計期間についてモデルの推定を行うことができた期間別モデルについて、推計期間の長さの違いによる予測力の違いを見る（図5.5.1）。

推計期間が短い場合（1965-75推計）においては、いずれのモデルも予測期間において大きくはずれている。一方、21時点分のデータによるモデルでは、時系列考慮をしていないプーリングモデルは、大きくはずれているものの、期間別ダミーモデル、期間別パラメータモデルの順に予測精度が向上している。すなわち、サンプル数を多く取り、時系列の考慮を詳細に行うほど予測精度が向上することが言える。

(2)地域・期間の取り扱いの違いによる予測精度の違い

地域と期間の考慮の違いによる予測力の違いを見るため、3種類のダミー変数モデルと2種類の可変パラメータモデルについて推計期間と予測期間における不一致係数の推移を比較する（図5.5.2）。

ダミー変数モデル、可変パラメータモデル双方とも、推計期間においては地域の違いを

考慮したモデルが最も良い当てはまりを示しているが、予測期間においてはプーリングモデルほどではないが予測値がはずれる傾向になる。一方、期間別モデルは再現性はあまり高くないものの、予測においては非常に良好な当てはまりを示している。さらに、地域と期間の双方を考慮した地域・期間別ダミーモデルは予測精度が最も高くなっている。つまり、推計期間における再現性向上のためには地域的な構造が大きく効いているものの、予測精度の向上を考えると、時系列的な構造を表現することが必要であると言える。その意味では、この台当り消費量モデルの場合、地域と期間の双方を考慮したモデルが再現性、予測精度ともに高くなることが期待される。

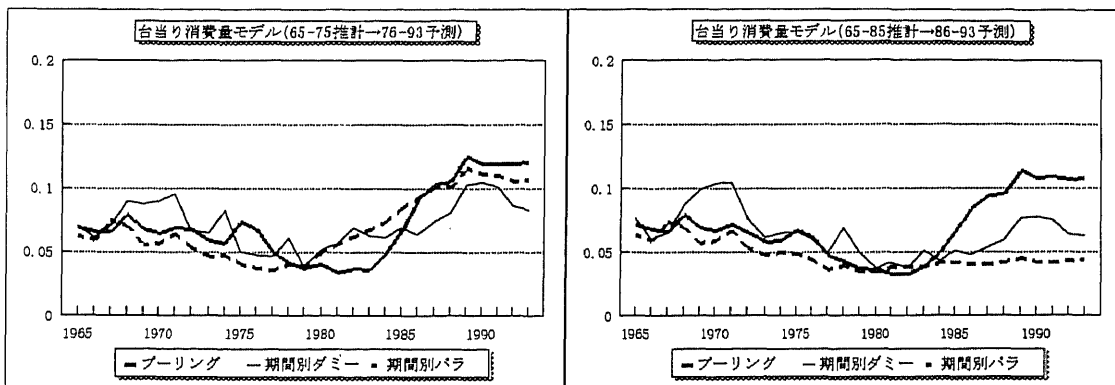


図 5.5.1 推計期間と予測期間における不一致係数の推移 (期間別モデル)

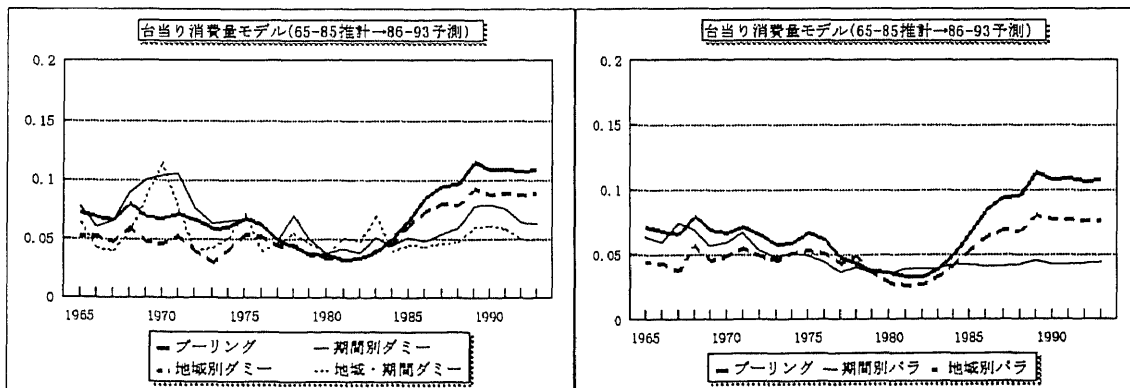


図 5.5.2 推計期間と予測期間における不一致係数の推移
(左：ダミー変数モデル；右：可変パラメータモデル)

5. 6 保有率モデルと台当りガソリン消費量モデルの特徴の比較

第4章、第5章を通じて、乗用車保有率と台当りガソリン消費量を対象に、パネル分析を適用し、モデルの構築を行った。モデルの適用対象である、保有率と台当り消費量は都道府県別の時系列の推移の傾向が全く異なっており、パネル分析モデルの構築にあたっていくつかの相違点が見られた。以下では、保有率モデルと台当り消費量モデルの特徴を時系列的な観点から考察する。

5.6.1 保有率と台当り消費量の時系列推移の特徴の比較

モデルの適用対象とした乗用車保有率と台当りガソリン消費量の推移を今一度見てみる。図5.6.1は、乗用車保有率と台当りガソリン消費量の全国平均値の推移をそれぞれ示したものである。保有率の方は常に増加を続けており、単調増加の形になっている。このため、保有率そのものの推移による時点の分類の際には、毎年の変化量の変動をもとにして行った。また、影響要因との時系列的な関係を考察する際には、保有率が単調増加であるために、相関がほぼ1になる関係が表れてしまうが、その分傾向をつかみやすい指標となっている。一方、台当りガソリン消費量は増減を繰り返しているため、それを時系列的な推移の特徴として捉えることができる。しかし、影響要因との時系列的な関係の考察の際には、増減を繰り返しているために、線形回帰分析ではその関係を十分表すことができない面がある。

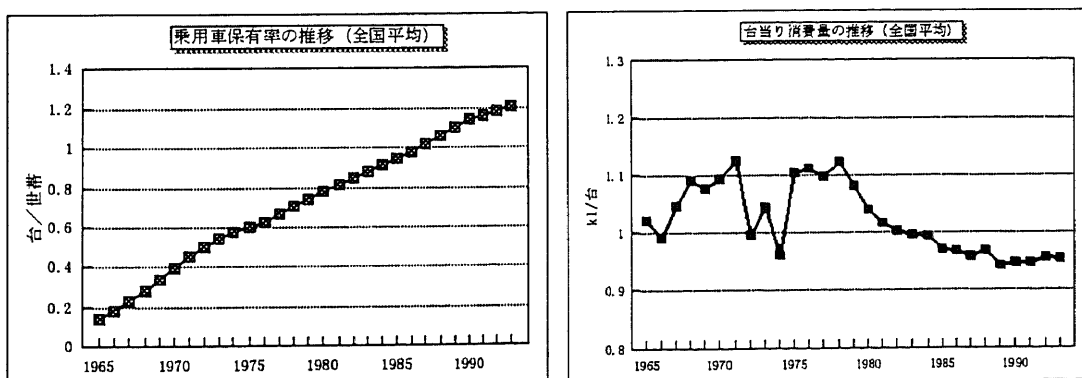


図 5.6.1 乗用車保有率と台当りガソリン消費量の推移 (全国平均)

5.6.2 保有率と台当り消費量の影響要因の時系列的特徴の比較

保有率モデルと台当り消費量の説明変数として双方で用いている世帯当り所得について、時点別クロスセクション分析の結果の比較を行う。図5.6.2は、1965,75,85,93年の4時点についての散布図と単回帰直線を示したものである。

保有率に関しては、保有率の上昇に伴い年々回帰直線が上方へとシフトしている。つまり、所得が影響する度合の変化はそれほどないものの、その他の要因による影響が大きく

なり、切片が上昇している様子が表れている。

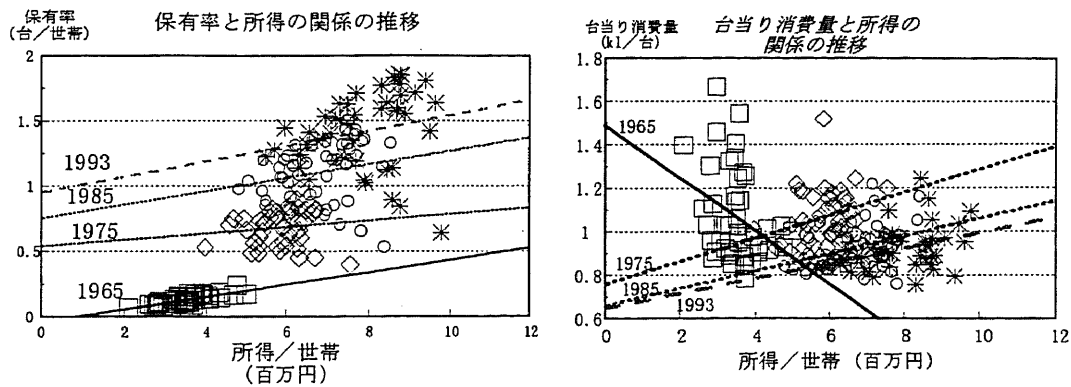


図 5.6.2 保有率と台当り消費量の影響要因の時系列特性の比較

一方、台当り消費量は、1960年代後半における消費量の上昇期においては、傾きが負の直線になっており異なる傾向を示しているが、消費量がピークに達した後に減少傾向になってくるにつれ、傾きは変わらないものの切片が少しずつ小さくなり、直線が下方へとシフトしている。

このように、被説明変数の推移の違いにより、影響要因との関係も大きく異なっていることがわかる。

5.6.3 保有率モデルと台当り消費量モデルの説明力の比較

保有率と台当り消費量についての期間別モデルの推定結果を示したものが、表 5.6.1 である。モデル全体の再現性は、単調増加を続けている保有率モデルの方が格段に高い値を示している。台当り消費量モデルにおいては、増減を繰り返しながら推移しているため、期間の違いを考慮しないプーリングモデルにおいて変動の約3割しか説明できない。しかし、期間による違いを考慮に入れることで、2つのパネル分析モデルにおいては、変動の約5割を説明することが可能となっている。つまり、通常の線形回帰モデルでは表現しにくい増減を繰り返す被説明変数でも、時系列の構造を表現するパネル分析モデルにおいては十分説明することが可能であると言える。

パラメータの推移に関しては、定数項においては、保有率モデルでは保有率の上昇に伴い値が大きくなっているが、台当り消費量モデルでは一旦上昇するものの、以後減少しており、台当り消費量の推移をそのまま反映する形になっている。

影響要因のパラメータの推移を見ると、保有率モデルでは、道路と DID においてパラメータ値の絶対値が大きく変化していることがわかる。一方、台当り消費量モデルにおいては、IC30 分人口比以外はパラメータ値の変化があまり大きくない。これは、台当り消費量が分析期間を通じて大きな変化をしていないことが理由の一つとして考えられる。

次に、各モデルの時点別の当てはまりの状況を不一致係数により見てみると（図 5.6.3）、

保有率モデルにおいては、期間初期において不一致係数が大きな値を取っている。これは、保有率の値が 0.1 台/世帯とまだ小さかったために、例えば 0.001 の誤差でも不一致係数の計算では大きく評価されてしまう影響が見られた。また、期間別ダミー変数モデルに比べ、期間別パラメータモデルにおいて不一致係数がより大きく改善されているのは、影響要因が大きく変化していることを考慮したことによるものと考えられる。一方の台当り消

表 5.6.1 保有率モデルと台当り消費モデルの推定結果 (期間別モデル)

保有率 モデル	プーリング モデル		期間別ダミー モデル		期間別パラメータ モデル	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
定数項	0.089	2.911	—	—	—	—
1965-72	—	—	0.335	10.659	—	—
1973-76	—	—	0.373	10.898	—	—
1977-86	—	—	0.524	15.012	—	—
1987-90	—	—	0.596	14.731	—	—
1991-93	—	—	0.668	15.969	—	—
1965-71	—	—	—	—	0.016	0.536
1972-77	—	—	—	—	0.622	13.295
1978-82	—	—	—	—	0.980	21.247
1983-93	—	—	—	—	1.062	23.662
所得/世帯	0.151	57.178	0.094	25.592	—	—
1965-71	—	—	—	—	0.099	30.075
1972-77	—	—	—	—	0.059	13.003
1978-82	—	—	—	—	0.063	13.689
1983-93	—	—	—	—	0.098	27.431
道路/人	0.072	25.353	0.040	13.738	—	—
1965-71	—	—	—	—	0.038	7.188
1972-77	—	—	—	—	0.036	6.826
1978-82	—	—	—	—	0.030	7.944
1983-93	—	—	—	—	0.027	8.353
DID密度	-0.075	-25.033	-0.065	-21.937	—	—
1965-71	—	—	—	—	-0.029	-11.831
1972-77	—	—	—	—	-0.062	-15.147
1978-82	—	—	—	—	-0.096	-21.623
1983-93	—	—	—	—	-0.125	-27.510
自由度調整済 決定係数	0.897		0.906		0.937	
AIC	-1523		-1643		-1524	

台当り消費量 モデル	プーリング モデル		期間別ダミー モデル		期間別パラメータ モデル	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値
定数項	0.544	12.227	—	—	—	—
1965-71	—	—	0.863	17.486	—	—
1972-74	—	—	0.791	15.407	—	—
1975-79	—	—	0.907	17.462	—	—
1980-84	—	—	0.825	14.795	—	—
1985-88	—	—	0.695	14.490	—	—
1989-93	—	—	0.639	13.451	—	—
1965-67	—	—	—	—	0.726	2.879
1968-74	—	—	—	—	0.752	7.508
1975-82	—	—	—	—	0.992	17.553
1983-85	—	—	—	—	0.611	8.433
1986-93	—	—	—	—	0.782	8.743
DID人口比	0.345	15.442	0.321	16.095	—	—
1965-67	—	—	—	—	0.391	4.633
1968-74	—	—	—	—	0.412	8.356
1975-82	—	—	—	—	0.387	13.248
1983-85	—	—	—	—	0.333	11.347
1986-93	—	—	—	—	0.279	10.882
所得/世帯	0.010	2.617	0.028	7.325	—	—
1965-67	—	—	—	—	0.000	0.009
1968-74	—	—	—	—	0.018	2.247
1975-82	—	—	—	—	0.007	1.262
1983-85	—	—	—	—	0.012	2.304
1986-93	—	—	—	—	0.010	2.759
GAS備後	0.089	4.985	-0.150	-5.874	—	—
1965-67	—	—	—	—	-0.058	-0.461
1968-74	—	—	—	—	-0.156	-3.092
1975-82	—	—	—	—	-0.187	-9.282
1983-85	—	—	—	—	-0.006	-0.193
1986-93	—	—	—	—	-0.107	-1.717
道路/台	4.908	17.851	4.983	18.877	—	—
1965-67	—	—	—	—	5.623	12.604
1968-74	—	—	—	—	11.192	14.140
1975-82	—	—	—	—	8.494	9.977
1983-85	—	—	—	—	5.089	4.929
1986-93	—	—	—	—	2.025	2.005
C30人口比	-0.015	-1.033	0.001	0.115	—	—
1965-67	—	—	—	—	-0.088	-1.829
1968-74	—	—	—	—	0.026	0.999
1975-82	—	—	—	—	0.027	2.025
1983-85	—	—	—	—	0.024	1.529
1986-93	—	—	—	—	0.045	2.712
自由度調整済 決定係数	0.304		0.468		0.527	
AIC	-1587		-2204		-2166	

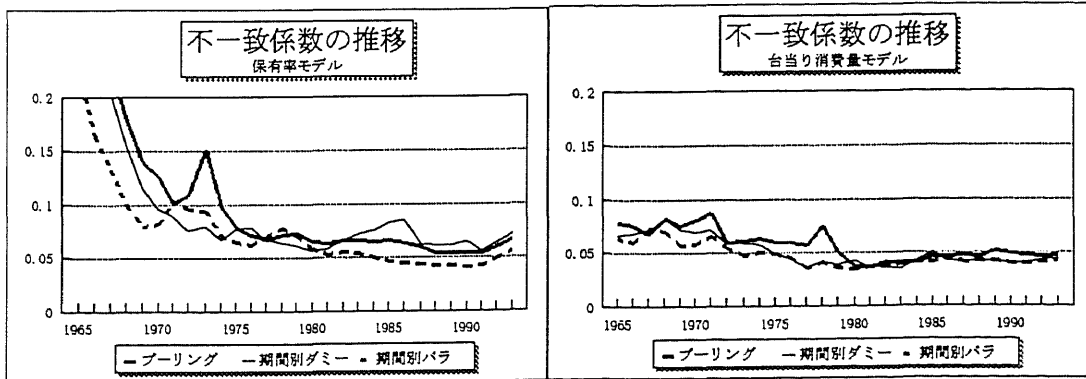


図 5.6.3 保有率モデルと台当り消費量モデルの不一致係数の推移の比較

費量モデルにおいては、消費量そのものの値がそれほど大きく変化していないため、各年次を通じてほぼ安定した不一致係数となっている。2つのパネル分析モデルの間において不一致係数の差があまり大きくないのは、要因の影響度合の変化がそれほど大きくないためであると考えられる。

5.6.4 保有率モデルと台当り消費量モデルの予測力の比較

モデルの再現性と予測力は、モデルのサンプル数とパラメータ数とのバランスにより傾向が異なることが考えられる。表 5.6.2 は、保有率モデルと台当り消費量モデルについて、1965～75 年のデータ、1965～85 年のデータ、1965～93 年のデータによりそれぞれモデル推計を行った結果を示したものである。

表 5.6.2 サンプル数とパラメータ数の違いによるモデルの再現性
(上：保有率モデル；下：台当り消費量モデル)

保有率モデル	1965-75モデル(サンプル数：506)			1965-85モデル(サンプル数：966)			1965-93モデル(サンプル数：1334)		
	パラメータ数	決定係数	AIC	パラメータ数	決定係数	AIC	パラメータ数	決定係数	AIC
プーリングモデル	4	0.832	-1047	4	0.856	-1256	4	0.897	-1523
期間ダミーモデル	5	0.799	-953	6	0.862	-1294	8	0.906	-1643
地域・期間ダミーモデル	15	0.831	-1022	21	0.860	-1253	33	0.947	-2340
期間パラメータモデル	8	0.854	-668	16	0.911	-1274	16	0.937	-1524

台当り消費量モデル	1965-75モデル(サンプル数：506)			1965-85モデル(サンプル数：966)			1965-93モデル(サンプル数：1334)		
	パラメータ数	決定係数	AIC	パラメータ数	決定係数	AIC	パラメータ数	決定係数	AIC
プーリングモデル	6	0.327	-530	6	0.340	-1327	6	0.304	-1587
期間ダミーモデル	8	0.160	-414	11	0.151	-1076	11	0.468	-2204
地域・期間ダミーモデル	38	推定不可		60	0.329	-1203	71	0.821	-3537
期間パラメータモデル	18	0.482	-657	24	0.490	-1274	30	0.527	-2166

サンプル数の少ない 1965-75 モデルにおいては、ダミー変数や可変パラメータの導入により決定係数の向上は見られるものの、AIC 指標は低くなってしまふ場合が多い。しかし、サンプル数が増加するほどダミー変数や可変パラメータの導入により良好な AIC 値が得られる傾向にある。特に、地域・期間ダミーについては、1965-75 モデルと 1965-85 モデルにおいては十分な説明力が得られないが、1965-93 モデルにおいては、パラメータ数が多いにもかかわらず決定係数、AIC とともに最も良い値を示しており、パネル分析モデルはサンプル数が多くなるほど地域・時系列構造を良く表現できることがいえる。

1965-75 モデルと 1965-85 モデルにおいて将来予測のテストを行った結果を、毎年の不一致係数の推移により示す(図 5.6.4、図 5.6.5)。

1965-75 モデルにおいては、保有率モデル、台当り消費量モデルともに、ダミー変数や可変パラメータを導入してもプーリングモデルと同程度の予測精度しか保つことができない。しかし、1965-85 モデルでは、サンプル数が多くなるため、パネル分析モデルの予測精度はプーリングモデルよりも高くなっている。ただし、保有率モデルにおいては、予測期間において期間別ダミーモデルの当てはまりが非常に悪い。これはダミーパラメータ値が年々上昇しているにも関わらず、推計期間の最新時点のパラメータ値を将来において適

用しているためである。一方の台当り消費量モデルの期間別ダミーモデルは、ダミーパラメータ値が一定の傾向にあることから良好な予測精度を示している。

1965-85モデルにおいて、保有率モデル、台当り消費量モデルともに最も良好な予測精度を示しているのは期間別パラメータモデルである。このモデルはパラメータ数が多く、AIC値で見ると最良の値を示してはいないが、影響要因の時系列構造を表現していることが予測精度の向上につながっていると考えられる。

今回の予測テストにおいては、パラメータの将来値を推計期間の最新値のまま続くことを想定しているために、保有率の期間別ダミーモデルのように、年々上昇傾向にあるパラメータ値の場合、最新のパラメータ値を用いると当てはまりが悪くなるケースが生じてしまう。逆に、台当り消費量モデルのようにパラメータが一定値で推移する場合には、良好な予測結果を示している。従って、パラメータ値の将来値の設定の際には過去のパラメータ値の推移の傾向から将来の傾向をあらかじめ予測した上で設定する方法なども考慮する必要があると考えられる。

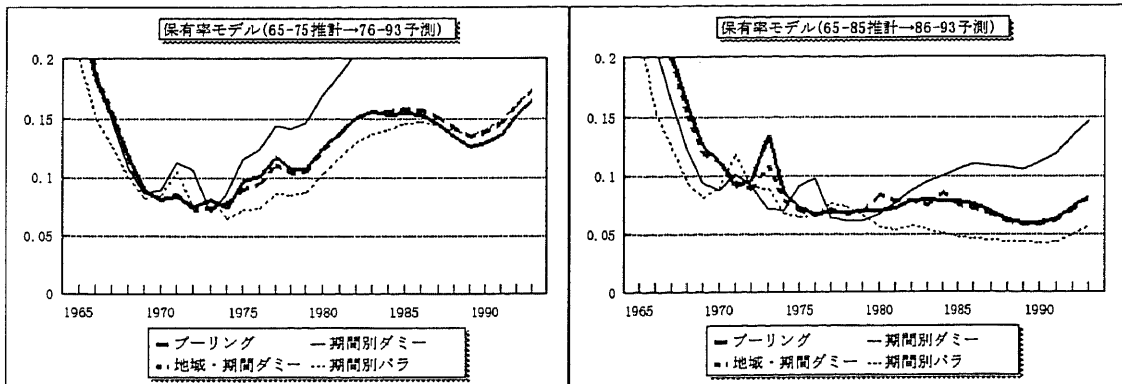


図 5.6.4 推計期間と予測期間における不一致係数の推移 (保有率モデル)

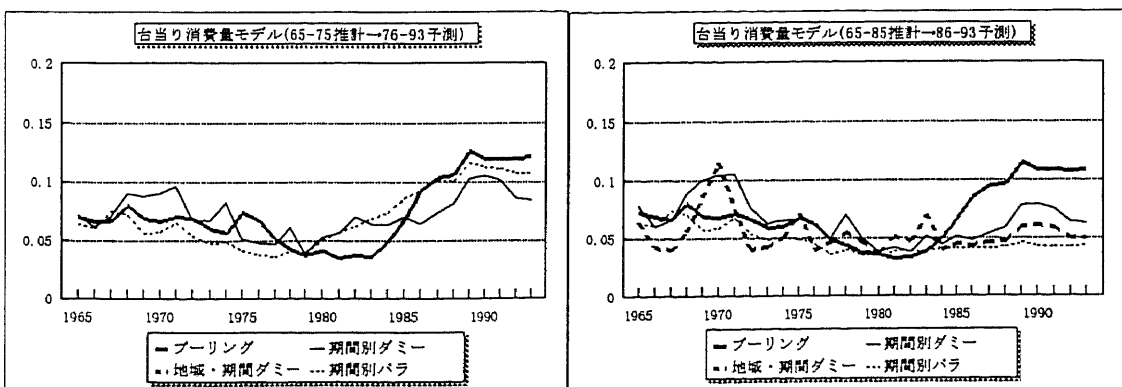


図 5.6.5 推計期間と予測期間における不一致係数の推移 (台当り消費量モデル)

5. 7 まとめ

本研究は、モータリゼーションの進展に伴って、乗用車の利用に対して地域的な構造や属性がどの程度影響を及ぼしているか、また今後の乗用車利用の需要管理という観点から地域構造と利用構造の関係を捉えるための基礎的分析として、乗用車利用水準指標として「台当りガソリン消費量」を取りあげ、過去約30年にわたる動向とその影響要因に関する考察を行なった。

(1)利用水準指標としてのガソリン消費量

乗用車の利用に関する調査はいくつかこなされているが、乗用車の年間の利用状況を地域別にかつ時系列で比較することのできるデータが存在していない。そこで、利用量との相関の高さ、乗用車の主たる燃料源であること、CO₂等の環境負荷量が簡便に推計できる、そして統計データが十分整備されている観点から、ガソリン消費量を乗用車利用の代理指標として用いることを提案した。

利用量とガソリン消費量の相関、燃費、燃料構成の地域的・時系列的関係の検討を通して、代理指標としての有用性を確認し、利用水準の地域差、時系列変化の把握を十分行うことのできる指標であることを示した。

(2)利用水準の地域的・時系列的特徴

台当り消費量の時系列的な変化と都道府県別の推移の違いを、台当り消費量そのものの推移を見ることにより、時系列的な特徴と地域的な特徴を明らかにした。時系列的な傾向としては、高度成長期には消費量が増加し、乗用車利用に対する意欲が旺盛であったことをうかがわせていたが、オイルショックを契機に車両の性能の向上や保有率の上昇に伴い次第に消費量が減少してきた。しかし、近年では車両の大型化や混雑状況の悪化などにより消費量がほぼ横ばいに推移している状況となっている。その結果、この30年間では、1台当りのガソリン消費量は、全国平均で0.9~1.2kl/台の水準で推移している。

また、地域的に見ると大都市圏およびその周辺地域を中心に消費量が増加傾向にある一方で、東北地方などのように大幅に消費量の減少が見られるところもあり、地域によって利用度合が大きく異なっていることを明らかにすることができた。

(3)利用水準に対する影響要因の地域的・時系列的影響度合の特徴

台当り消費量への影響要因に関しては、地域構造や経済条件、道路整備水準に関わる変数を取り上げ、都道府県別の時系列回帰分析と時点別のクロスセクション回帰分析により、地域的・時系列的特性の把握を行った。

影響要因の地域的特徴に関しては、5つの全ての影響要因の特性が1つの主成分によりほぼ説明され、台当り消費量の増減の傾向との関連が大きいことが示された。

また、時系列的な傾向に関しても、1つの主成分軸により時点の特徴を表すことができ、

1975年までの台当り消費量の増加傾向を表している。しかし、その後の消費量の減少傾向に関しては、道路パラメータの影響と関連する第2主成分の減少と関係があることが示された。

(4)台当り消費量モデルの再現性と地域・時系列特性

台当り消費量の推移と影響要因との関係の地域・時系列特性を踏まえてパネル分析モデルを構築した結果、地域・時系列特性を考慮しないプーリングモデルに比べて、再現性が大幅に向上したモデルを構築することができた。これは、台当り消費量が増減を繰り返す傾向を示す被説明変数であり、線形回帰モデルでは表現しにくいためである。しかし、地域差や時系列の特徴を考慮することで、線形回帰モデルの基本的な構造は維持しつつも、再現性の高いモデルを構築することができた。

(5)台当り消費量モデルの予測力に関して

外挿テストの結果、推計期間が長いほど予測の当てはまりが良い傾向が示された。また、期間によるパラメータの影響度合の違いを考慮するほど推計期間、予測期間を通じてモデルの当てはまりが高いことが示された。

(6)保有率モデルと台当り消費量モデルの比較に関して

保有率は全国平均で0.1台/世帯から1.2台/世帯へと上昇し続けている指標である一方、台当り消費量は0.9~1.2kl/台の間で増減している指標という大きな違いがある。これらの指標に対して、それぞれ影響要因との地域・時系列的特性を踏まえてパネル分析モデルの適用を行った。影響要因との関係では、保有率モデルの方ではパラメータ値が大きく変化しているものがある一方で、台当り消費量モデルはパラメータ値が比較的安定しているものが多く見られた。その結果、将来予測において、保有率モデルでは予測値が大きくはずれる場合が生じたのに対し、台当り消費量モデルでは比較的良好な予測結果が得られるという違いが見られた。

<第5章 参考文献>

- 伊藤 雅・石田東生(1996),「ガソリン消費量モデルによる乗用車利用の地域・時系列特性の把握」,土木計画学研究・論文集, No.13, pp.525-533.
- 海老原毅・石田東生・伊藤 雅(1995),「都道府県別乗用車ガソリン消費量の推定と分析」,土木学会第50回年次学術講演会講演概要集, 第4部, pp.716-717.
- 荻野久仁子(1996), 高速道路が全国の市町村に及ぼしてきた長期的効果に関する実証的研究, 京都大学工学部土木工学科卒業研究.

第6章 保有・利用のパネル分析モデルを用いた需要予測方法の検討

第4章、第5章において、パネル分析手法を用いて構築したモデルは、時点・地域を考慮しない回帰モデルに比べて高い説明力を有することを示すことができた。

本章においては、パネル分析手法を用いて構築した保有率モデルと台当りガソリン消費量モデルを用いて、各都道府県の将来の乗用車利用需要と利用に伴う環境負荷が、利用需要をコントロールするような政策によりどの程度変化するかを検討する。

政策シミュレーションは保有率モデルと台当りガソリン消費量モデルの説明変数に政策を考慮した将来値を代入することにより、保有台数、ガソリン消費量、二酸化炭素排出量、排気ガス排出量などの乗用車利用に関わる指標を算出するものである。これらの指標を算出するにあたっては、算出途上における各種パラメータの設定、政策変数の予測値に関していくつかのシナリオに基づいた条件設定を行い、設定条件間での算出指標の比較をもとに政策による影響・効果の考察を試みる。

6.1 政策シミュレーションの概要

本研究において構築した「乗用車保有率モデル」と「ガソリン乗用車台当り消費量モデル」を用いることにより、乗用車の保有台数、利用量、利用に伴う環境への負荷に関わる指標を算出する。そして、2つのモデルにおける政策変数を変化させることにより、政策による影響の比較を行う。

世帯当り所得、道路整備水準、D I D人口・面積、ガソリン価格の政策変数をもとに、保有台数、台キロ、排出ガス排出量を算出するための計算式は以下のように表され、算出過程のフローチャートは図6.1.1に示す通りである。

$$y = X_1 \beta_1 \quad (6.1.1)$$

$$z = X_2 \beta_2 \quad (6.1.2)$$

$$CN = H * y \quad (6.1.3)$$

$$GSN = CN * R = H * R * y \quad (6.1.4)$$

$$GSA = GSN * z = H * R * y * z \quad (6.1.5)$$

$$GSCK = GSA * E = H * R * E * y * z \quad (6.1.6)$$

$$NOX = GSCK * COEF_{nox} \quad (6.1.7)$$

$$CO = GSCK * COEF_{co} \quad (6.1.8)$$

$$CO_2 = GSA * COEF_{co2} \quad (6.1.9)$$

<内生変数>

y : 乗用車保有率、 z : 台当りガソリン消費量、

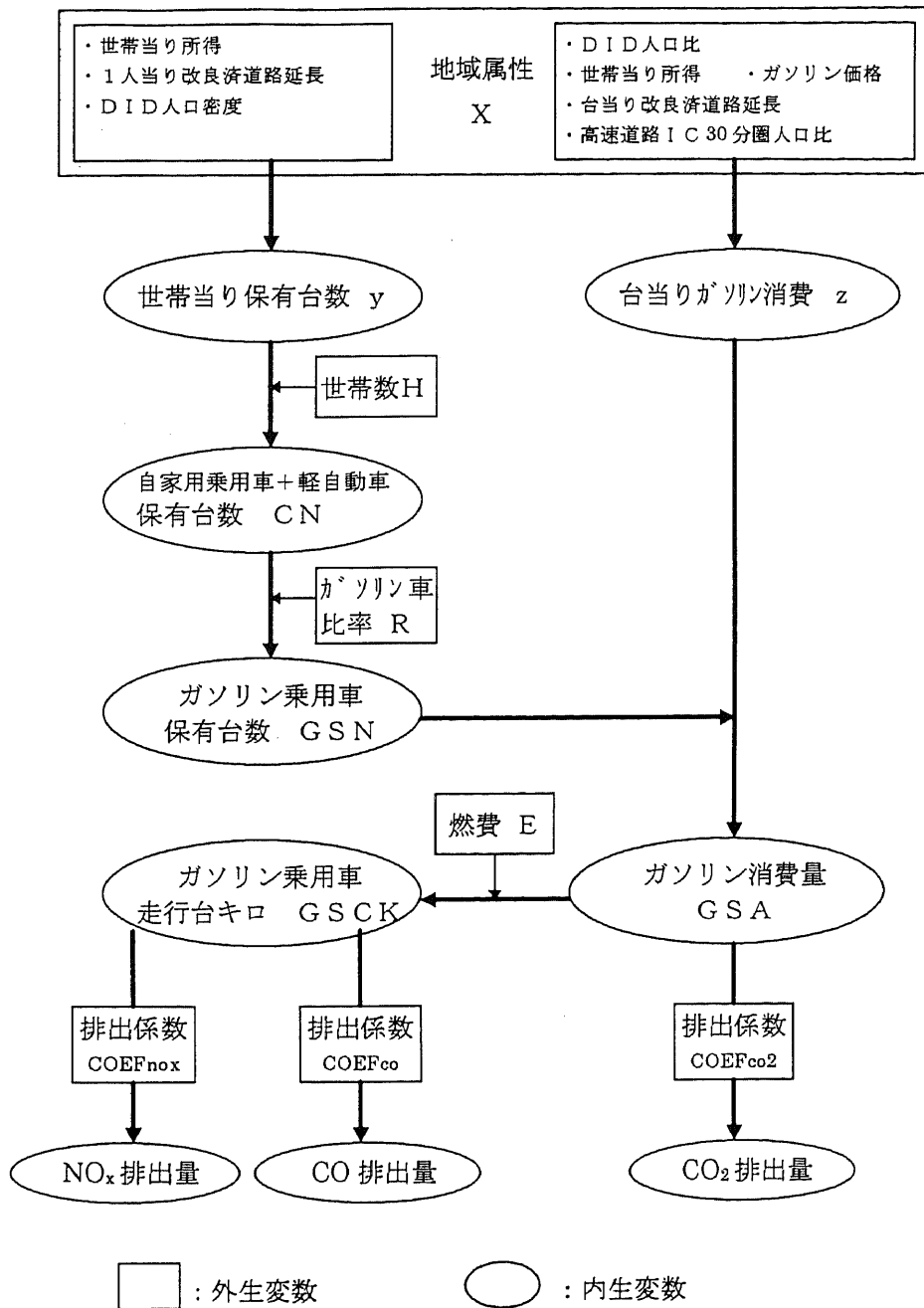


図 6.1.1 政策シミュレーションのフロー

CN : 乗用車保有台数、GSN : ガソリン乗用車台数、
 GSA : ガソリン乗用車ガソリン消費量、GSCK : ガソリン乗用車走行台キロ、
 NOX : ガソリン乗用車 NO_x 排出量、CO : ガソリン乗用車 CO 排出量、
 CO2 : ガソリン乗用車 CO_2 排出量、

<外生変数>

X_1 : 保有率の説明変数 (世帯当たり所得、1人当り改良済道路延長、DID人口密度)、

X_2 : 台当りガソリン消費量の説明変数 (D I D人口比率、世帯当たり所得、ガソリン価格、台当り改良済道路延長、高速道路 I C 30 分圏人口比率) 、

H : 世帯数、R : ガソリン乗用車比率、E : 燃費、

COEF_{nox} : NO_x 排出係数、COEF_{co} : CO 排出係数、COEF_{co2} : CO₂ 排出係数

<その他>

β_1, β_2 : 変数パラメータ、

<推計手順>

$$\text{式(6.1.1)} : y = X_1 \beta_1$$

第4章で推定した乗用車保有率モデルにより保有率 y を算出する。

$$\text{式(6.1.2)} : z = X_2 \beta_2$$

第5章で推定した台当り消費量モデルにより台当り消費量 z を算出する。

$$\text{式(6.1.3)} : \text{CN} = H * y$$

保有率 y に世帯数 H を乗じることにより、保有台数 CN を求める。

$$\text{式(6.1.4)} : \text{GSN} = \text{CN} * R = H * R * y$$

各都道府県の乗用車に占めるガソリン車の比率 R を乗じることにより、ガソリン乗用車の保有台数 GSN を導く。

$$\text{式(6.1.5)} : \text{GSA} = \text{GSN} * z = H * R * y * z$$

式(6.1.4)で導いた保有台数 GSN に、台当り消費量 z を乗じることによりガソリン乗用車のガソリン消費量 GSA を算出する。

$$\text{式(6.1.6)} : \text{GSCK} = \text{GSA} * E = H * R * E * y * z$$

式(6.1.5)で算出したガソリン消費量 GSA に燃費 E を乗じることにより、ガソリン乗用車の走行台キロ GSCK を求める。

$$\text{式(6.1.7)} : \text{NOX} = \text{GSCK} * \text{COEF}_{\text{nox}}$$

$$\text{式(6.1.8)} : \text{CO} = \text{GSCK} * \text{COEF}_{\text{co}}$$

式(6.1.6)で算出した走行台キロ GSCK に、 NO_x 、 CO の排出係数を乗じることにより、それぞれの排出量を算出する。

$$\text{式(6.1.9)} : \text{CO}_2 = \text{GSA} * \text{COEF}_{\text{co2}}$$

式(6.1.5)で算出したガソリン消費量 GSA に発熱量と単位発熱量当りの CO_2 排出量に基づく排出係数を乗じることにより、 CO_2 の排出量を算出する。

このシミュレーションシステムは、保有率と台当り消費量の説明変数の将来値、想定値を代入し、また算出過程における各種係数を変化させることにより、乗用車保有・利用に与える影響と、それに伴う環境負荷への影響の比較を行うことができるものである。

6. 2 政策シミュレーションの条件設定

6.2.1 政策シミュレーションの視点

本シミュレーションで考慮する点として、①地域構造の変更に伴う需要管理の可能性、②ガソリン価格の操作による需要管理の可能性、③道路整備の進展が乗用車利用へ与える影響、を取り上げる。これらの政策を評価する際には、走行台キロ、ガソリン消費量の増減だけでなく、二酸化炭素、排気ガスの排出量の増減も評価指標として算出する。予測時点としては、地球温暖化対策としていわれている、2000年における二酸化炭素の排出量を1990年レベルに抑えるという視点から、推計基準時点を1990年、予測時点を2000年として推計を行う。

6.2.2 政策変数の設定

本シミュレーションにおいて取り上げる政策変数はいずれも保有率モデルと台当りガソリン消費量モデルにおいて用いられている説明変数に相当する。これらの政策変数の将来値の設定のためには表6.2.1に挙げる各指標の将来値を設定する作業が必要となる。以下、各政策変数の将来値の設定の考え方と、それ以外の指標の将来値の設定方法について述べる。

表 6.2.1 シミュレーションシステムの政策変数

モデル中の説明変数	算出する指標
ガソリン価格	ガソリン価格
DID 密度 DID 人口比	DID 人口 DID 面積 人口
道路／人 道路／台	改良済道路延長 人口 ガソリン乗用車台数 (保有率モデルにより推計されたものから算出する)
高速 IC30 分圏人口比	高速 IC30 分圏市町村数 市町村別人口

(1)政策変数の将来値

政策変数として用いる変数の将来値はトレンドとして推移する状況を基本ケースとし、基本ケースとの対比として政策的な状況を表した場合の将来ケースを表6.2.2のように設定する。各変数は、以下に述べる考え方で設定する。

ガソリン価格：2000年時点におけるガソリン価格は、近年の低価格傾向を考慮し、全国平均で100円／lとなるものとする。比較する価格政策としては、1990年時点の水準（全

国平均 129 円/1)。および、現在の 2 倍の 200 円/1 に引き上げることを想定する。

D I D 人口・面積：2000 年における DID 人口・面積は過去のトレンドで推移するものとし、DID 人口と面積の双方の増加により、DID 密度が 1990 年よりもさらに低下することを基本とする。政策的な状況としては、DID 人口と DID 人口比はトレンドに従うものとするが、都市の再開発を促進することにより、DID 面積を 90 年のレベルに抑える場合と 80 年のレベルに抑える場合を想定する。つまり、人口密度がトレンドの 6,232 人/km² から 7,471 人/km²、8,741 人/km² へと高水準になるようにすることにより、公共交通の利用促進を図り、乗用車利用を抑制できるような地域構造にすることを考慮する。

改良済道路延長：2000 年における改良済の道路延長は、各都道府県の最近 4 年間の平均の伸び率（全国平均年率 2.21%）で増加することを基本とする。比較する道路整備政策としては、1990 年時点の水準のまま道路整備をしない場合、および 1990 年時点で存在する全ての道路が改良された場合を想定する。

高速 1030 分圏人口比：計測可能な最新時点の 1994 年における人口の比率を基本とし、1990 年時点のまま道路整備をしない場合と、現在計画されている総延長 14,000km の高速道路が整備された場合を政策として考慮する。

表 6.2.2 想定ケース一覧表

	ガソリン 価格	D I D 人口・比率 D I D 面積・密度	改良済 道路延長	高速道路整備
基準ケース (1990 年)	全国平均 129 円/1	7815 万人 (63.2%) 11732km ² (6661 人/km ²)	総延長 55 万 km	総延長 4661km
基本ケース (2000 年)	全国平均 100 円/1	トレンドで推移 8765 万人 (68.8%) 14065 km ² (6232 人/km ²)	トレンドで推移 総延長 68 万 km	1994 年水準 総延長 5568km
ガソリン価格 政策 1	90 年の水準 129 円/1			
ガソリン価格 政策 2	2 倍の水準 200 円/1			
密度構造の 改変 1		面積を 90 年水準に固定 11732km ² (7471 人/km ²)		
密度構造の 改変 2		面積を 80 年水準に固定 10028km ² (8741 人/km ²)		
道路改良政策 1			90 年水準に固定 総延長 55 万 km	
道路改良政策 2			全道路の改良 総延長 110 万 km	
高速道路整備 1				90 年水準に固定 総延長 4661km
高速道路整備 2				整備計画の達成 総延長 14000km

(2)その他の外生変数の将来値

県民所得：近年の低成長傾向を考慮し、実質成長率1%（年間）で所得が増加することを仮定し、2000年時点の所得を設定する。

人口・世帯数：1990年の国勢調査をもとに推計された、2000年時点における都道府県別の将来推計人口と世帯数を用いる（厚生省人口問題研究所(1992),(1995)）。

6.2.3 各種パラメータの設定

シミュレーションシステムにおいては、保有率モデル、台当り消費量モデルにおける変数パラメータのほか、各種指標を算出する際に用いる原単位等のパラメータがある。これらのパラメータの設定方法について述べる。

(1)保有率モデル・台当り消費量モデルのパラメータ

シミュレーションにおいて用いるモデルは、モデルの再現性が最も高く、将来予測において良好な予測値を得ることが期待される、「期間別パラメータモデル」を用いる。そして、2000年時点における予測は、モデルの推計期間の最終時点におけるパラメータ値をそのまま適用することにより行う。

(2)シミュレーションシステム内の各種パラメータ

シミュレーションシステムにおいて用いられているパラメータは次の通りである。

- ①R：ガソリン乗用車比率
- ②E：燃費
- ③COEFco2：CO₂排出係数
- ④COEFnox：NO_x排出係数
- ⑤COEFco：CO排出係数

以下、これらのパラメータの設定方法について述べる。

①ガソリン乗用車比率

保有率モデルにおいて推定する保有率は、「自家用乗用車+軽自動車」の世帯当り保有台数となる。一方の台当りガソリン消費量モデルは、「ガソリン燃料の自家用乗用車+軽自動車」1台当りの消費量となるため、保有率モデルにより算出される台数にガソリン車比率を乗じる必要がある。近年、乗用車に占めるディーゼル車の比率が少しずつ上昇しつつあるが（1996年3月現在、12.6%）、ここでは1990年時点のレベル（ガソリン車比率90.9%）が続く場合を想定して計算を行う。

②燃費

都道府県レベルでの燃費を調査したデータはないため、運輸省「自動車輸送統計」にお

いて運輸局別に集計された、自家用乗用車と軽自動車の走行台キロ、及びガソリン消費量のデータを用いて燃費（ガソリン1リットル当り走行距離）を算出する。そして、各運輸局に該当する県においてその運輸局別の燃費の値を採用する。なお、近年の燃費の推移を見ると、1990年の9.5km/lから1992年は9.1km/lへと若干悪化しているが、90年のレベルが継続するものと仮定する。

③ CO₂ 排出係数

CO₂の排出量は、具体的な算出式は見られないが、

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (g/km)} = \text{燃費 (l/km)} \times \text{高発熱量 (cal/l)} \times \text{加リー当り排出係数 (g/cal)}$$
により概算することは可能である。いま、ガソリン消費量がわかっているので、高発熱量と加リー当り排出係数を設定すれば、ガソリン1リットル当り排出係数を求めることができる。

ガソリン1リットル当り排出係数を2.253kg/lとすると、1990年の対象車のガソリン消費量は4147万klであるので、CO₂排出量は9343万tとなる。

OECD(1994)によれば、日本において運輸部門から排出されるCO₂は、約2億600万t(1990年)と推計されており、総保有台数の約半数がガソリン乗用車であることを考えると妥当な係数である。従って、このガソリン1リットル当りCO₂排出係数の値を本シミュレーションで用いる。

④ NO_x 排出係数、⑤ CO 排出係数

NO_xとCOの排出係数は、ガソリン乗用車1台が1km走行する排出量のある特定の走行条件の下で計測されている（金安(1986)）。これを参考に、自動車の平均走行速度が30km/h前後であることを考慮して、その走行速度帯における排出係数としてNO_x排出係数を0.510g/km・台、CO排出係数を3.280g/km・台とする。

6. 3 政策シミュレーション

6.3.1 シミュレーションの精度

はじめに、基準年である1990年におけるシミュレーションシステムによる推計を行う。

実測値がわかっている保有台数とガソリン消費量により、モデルによる推計値と実測値との比をみると（表6.3.1）、各都道府県における誤差は、約-20%～35%の範囲にあり、全国値では3～4%の過大推計となっている。推計値のはずれ方としては、

①保有台数・ガソリン消費量とも過大（過小）推計

②保有台数が過大（過小）推計であるがガソリン消費量は当たっている

③保有台数は当たっているがガソリン消費量が過大（過小）推計となっている

の3種類がある。保有台数の推計は保有率に世帯数を乗じるため保有率の推計精度が、ガ

表 6.3.1 モデルの推計値と実測値の比較 (1990 年)

	保有台数 (自家用乗用車+軽自動車) (千台)		ガソリン消費量 (ガソリン乗用車+軽自動車) (千kl)	
		実測値との比		実測値との比
北海道	2748	31.43%	2109	34.13%
青森	647	19.27%	513	21.03%
岩手	631	13.31%	480	16.50%
宮城	873	-2.72%	739	-15.93%
秋田	550	6.98%	418	6.95%
山形	515	-8.67%	418	8.61%
福島	956	5.05%	780	9.79%
茨城	1320	-1.88%	1098	-9.05%
栃木	935	-0.35%	799	-6.50%
群馬	958	-9.37%	819	-4.95%
埼玉	2223	0.51%	2134	11.23%
千葉	2250	15.44%	2093	-5.80%
東京	3690	17.81%	3802	16.16%
神奈川	2687	8.61%	2659	20.08%
新潟	1046	1.50%	909	2.48%
富山	528	-0.62%	460	18.84%
石川	491	-5.14%	426	-21.84%
福井	356	-10.03%	307	0.02%
山梨	387	-10.60%	328	-12.36%
長野	1066	-6.04%	864	-2.08%
岐阜	913	-8.73%	763	-5.83%
静岡	1692	1.62%	1523	4.14%
愛知	2989	2.50%	2786	-0.05%
三重	856	-1.79%	716	-1.21%
滋賀	527	-4.72%	447	-10.76%
京都	732	-17.54%	696	-11.23%
大阪	2493	-0.71%	2511	0.72%
兵庫	1798	-0.96%	1678	2.37%
奈良	481	-1.79%	429	3.11%
和歌山	432	-9.91%	360	0.50%
鳥取	273	-5.60%	216	-7.58%
島根	356	1.33%	274	2.60%
岡山	934	1.55%	784	11.45%
広島	1228	7.84%	1095	4.71%
山口	783	13.32%	651	12.87%
徳島	365	-4.96%	292	0.91%
香川	481	3.21%	394	1.17%
愛媛	641	4.57%	534	12.16%
高知	323	-13.37%	267	-9.43%
福岡	1878	0.16%	1712	3.60%
佐賀	349	-11.70%	283	-16.55%
長崎	543	-2.09%	448	1.20%
熊本	763	-0.49%	626	1.89%
大分	555	5.20%	451	6.11%
宮崎	523	-7.07%	429	0.22%
鹿児島	800	2.78%	650	6.37%
全国	48566	3.11%	43170	4.09%

ソリン消費量の推計は、台当り消費量に保有台数を乗じているために、台当り消費量の推計精度が影響する。①の場合は、台当り消費量の推計は正しいものの、保有率の推計が誤っているために生じるものである。例えば、北海道、青森、岩手などは所得の割に保有率が高くないことが要因であると考えられる。②の場合、保有率、ガソリン消費量の双方とも誤っているが、結果として正しい値が推計されている場合である。山形、千葉、福井、和歌山がその例に当たる。③は、台当り消費量の推計が誤っているために起きているもので、例えば富山は高速道の整備の割に消費量が少ないこと、石川では DID 人口比が小さい割に消費量が多いことが要因であるとみられる。

都道府県別にはこのような誤差が含まれているが、全国値では3～4%前後の誤差の範囲に収まっており、ほぼ妥当な推計を行うことが可能であると考え。以後、この1990年時点における推計値を基準値として、2000年時点における各指標の値との比較を行う。

6.3.2 各種政策の効果

(1)全国値の変化

表 6.2.2 で示した、「ガソリン価格」、「密度構造の改変」、「道路改良」、「高速道整備」の各政策がそれぞれ単独で実施された場合、2000年時点における保有台数、ガソリン消費量、環境負荷量などの諸指標が1990年と比較してどの程度増加/減少するのかを考察する。

表 6.3.2 は各政策が実施された場合の各指標の全国値の変化である。シミュレーションシステムの構造上、ガソリン価格の変化と高速道路整備に関しては保有台数の増減に変化を及ぼさないものとなっている。

保有台数とガソリン消費量の双方に影響する密度構造と道路改良政策の影響についてみると、DID 面積がトレンドのまま推移すると、保有台数の14.6%の増加が見込まれるが、90年の水準のままだとほぼ不変、80年の水準に抑えると13.9%の減少が見込まれ、ガソ

表 6.3.2 各政策ケースにおける諸指標の変化（全国値）

	保有台数		ガソリン消費量		走行台キロ		CO2排出量		NOx排出量		CO排出量	
	(千台)		(千kl)		(百万台km)		(千t)		(t)		(t)	
基準ケース (1990年)	48566	-	43170	-	346971	-	97263	-	176955	-	1138065	-
基本ケース (2000年)	55666	14.6%	51647	19.6%	415115	19.6%	116360	19.6%	211709	19.6%	1361577	19.6%
ガソリン価格 1 (129円/l)	55666	14.6%	50051	15.9%	402295	15.9%	112766	15.9%	205170	15.9%	1319527	15.9%
ガソリン価格 2 (200円/l)	55666	14.6%	46142	6.9%	370875	6.9%	103957	6.9%	189146	6.9%	1216470	6.9%
密度構造 1 (90年のDID面積)	49009	0.9%	45459	5.3%	366025	5.5%	102419	5.3%	186673	5.5%	1200561	5.5%
密度構造 2 (80年のDID面積)	41812	-13.9%	38830	-10.1%	313428	-9.7%	87483	-10.1%	159848	-9.7%	1028044	-9.7%
道路改良 1 (55万km)	53928	11.0%	49781	15.3%	399851	15.2%	112159	15.3%	203924	15.2%	1311510	15.2%
道路改良 2 (110万km)	59643	22.8%	55903	29.5%	449210	29.5%	125949	29.5%	229097	29.5%	1473409	29.5%
高速道整備 1 (4661km)	55666	14.6%	51524	19.4%	414147	19.4%	116083	19.3%	211215	19.4%	1358403	19.4%
高速道整備 2 (14000km)	55666	14.6%	51934	20.3%	417464	20.3%	117007	20.3%	212907	20.3%	1369282	20.3%

リン消費量も約 10%減少するというように、保有台数とガソリン消費量の減少に対して大きな影響力を持つことがわかる。これは、人口密度の変化が公共交通の利便性を向上させ、自動車以外の手段への利用を促すという状況の変化が起きることによるものと想定される。

一方、一般道路の改良延長の増加に対しては、これまでの改良の進捗状況で行くとガソリン消費量で約 20%の増加が見込まれる。また 90 年時点に存在する全ての道路を改良した場合には約 30%もの増加となり、90 年時点のまま改良を進めないとしても約 15%の増加が見込まれる。この道路改良は人口密度構造の改変とは逆に保有・利用の増加に対して大きく影響することがわかる。

ガソリン消費量の減少に直接影響する構造を想定した価格の変化に対しては、現在の約 2 倍の 1 リットル当り平均 200 円の場合においても 90 年と比較して約 7%の増加が見込まれ、さらなる値上げによらなければ 90 年の水準に抑えることができない状況となっている。高速道路整備に関しては、計画されている 14,000km が整備されても基本ケースより若干増加するにとどまっており、一般道路の改良ほど影響が大きく表れない構造になっている。

他の指標の変化については、走行台キロは燃費の地域差のためにガソリン消費量とは若干の違いがみられるが、ほぼ同様の変化が表れている。CO₂ 排出量はガソリン消費量をもとにした排出係数であるため、ガソリン消費量と同じ変化を、NO_x と CO については走行台キロをもとにした排出係数であるため、走行台キロと同じ変化を示している。

従って、算出した各指標の変化はほぼ同様の推移を示しているので、都道府県別の指標の変化については政策評価の視点の一つとしてみている CO₂ の排出量の変化に着目することにする。

(2)都道府県別の変化の状況

図 6.3.1~4 は 4 種類の各政策が単独で実施された場合の各都道府県の CO₂ 排出量の変化を示したものである。

まず、基本ケースにおける都道府県別の変化率の違いをみると、増加率が比較的低いのは、青森、埼玉、神奈川、山口、熊本の各県、増加率が比較的高いのは、群馬、福井、岐阜、滋賀、京都、佐賀の各府県となっている。増加率が低い地域においては、DID 人口密度が増加傾向にあるために保有の伸びが小さい（埼玉、神奈川）ことや世帯数の増加が見込まれておらず、結果として保有台数の伸びが比較的小さい（青森、山口、熊本）ことが背景にあると考えられる。増加率が高い地域においては、DID 人口密度が比較的大きく低下していることから保有率が大きく上昇している（京都、佐賀）ことや世帯数の増加が多く見込まれている（群馬、福井、岐阜、滋賀）ことが影響していると思われる。つまり乗用車利用の増減は地域の人口分布構造や人口・世帯の変動と密接にかかわっていることが伺える。

各政策毎にみていくと、ガソリン消費に直接の影響を及ぼす「ガソリン価格」の操作については（図 6.3.1）、全国一律の比率で価格が変化することを仮定しているため、ガソリ

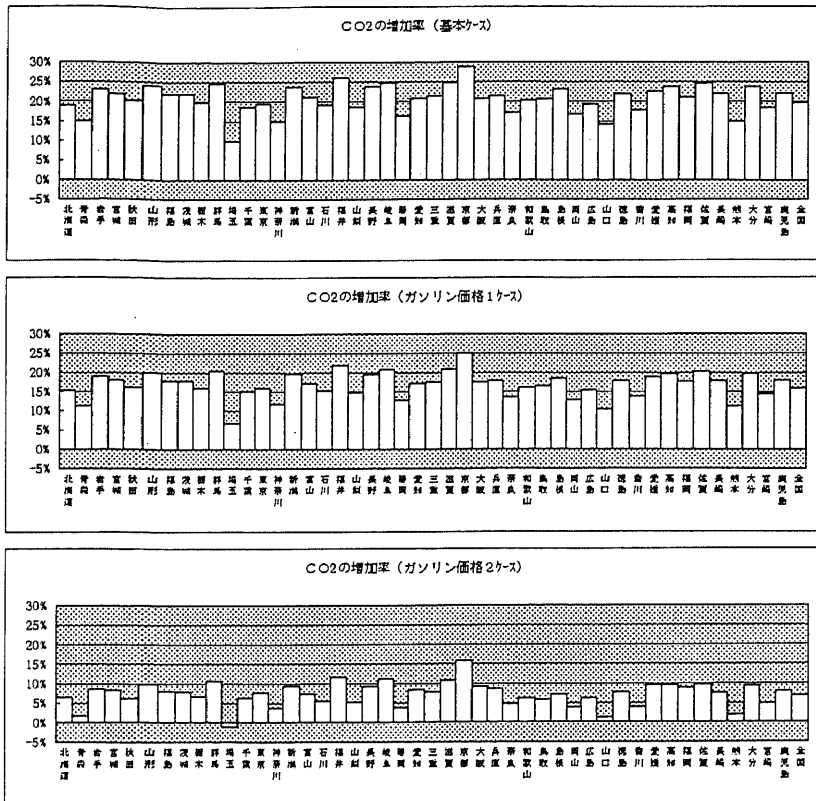


図 6.3.1 ガソリン価格政策に伴う CO_2 排出量の変化

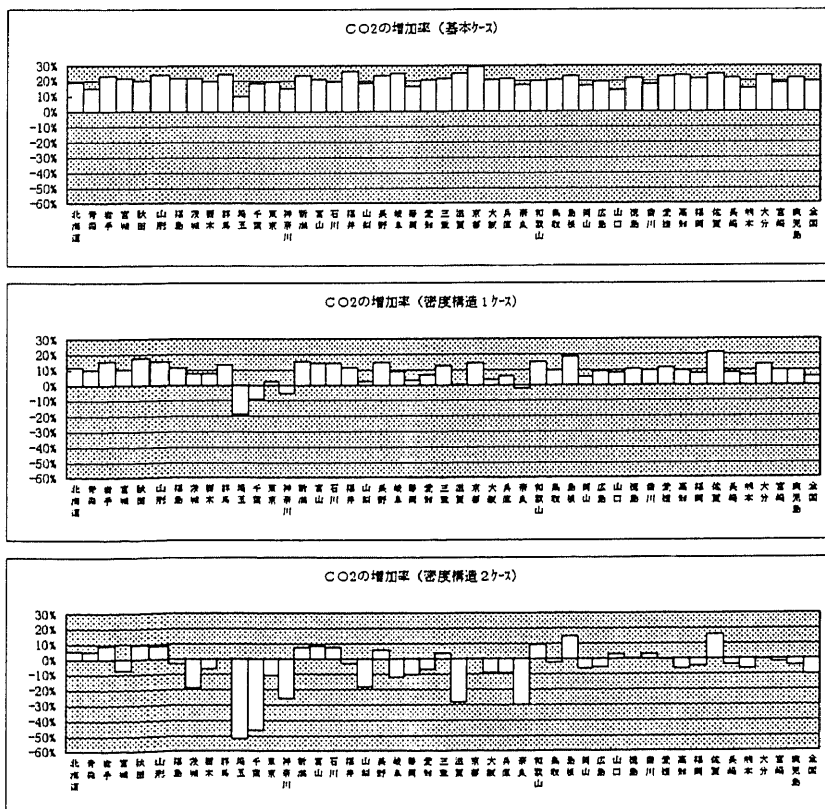


図 6.3.2 密度構造政策に伴う CO_2 排出量の変化

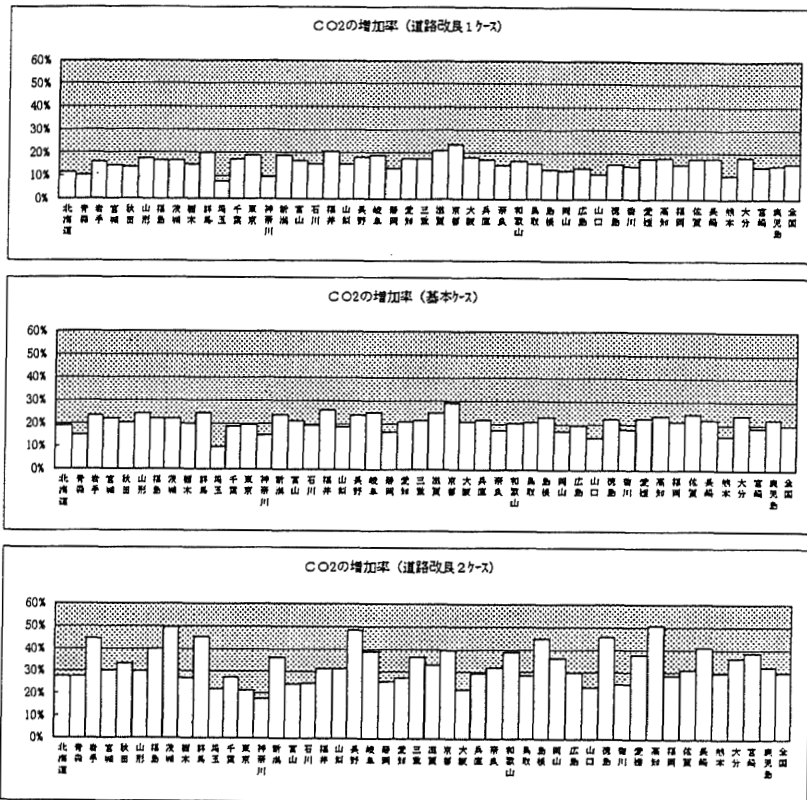


図 6.3.3 道路改良政策に伴う CO_2 排出量の変化

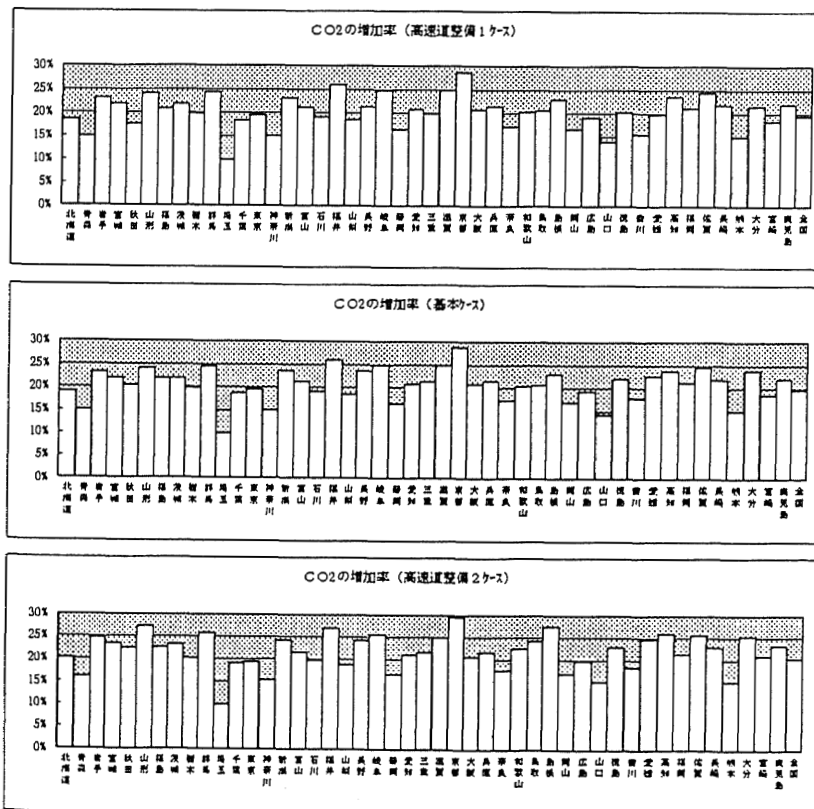


図 6.3.4 高速道路整備政策に伴う CO_2 排出量の変化

ン価格が上昇するにつれ各県とも同様の比率で増加率が下がっている。ガソリン価格の平均が 200 円/l の時点において初めて排出量が負となる県（埼玉）が出てくる結果となっている。

DID の面積の増加を抑えることにより人口密度を高めていく「密度構造」の改変については（図 6.3.2）、DID 人口密度が増加傾向にある地域（埼玉、神奈川、奈良）や基本ケースで DID 人口密度が 10,000 人/平方 km を越える地域（千葉、東京、滋賀、大阪）などで増加率が低くなる傾向にある。DID 面積を 1990 年時点の面積で固定した場合、4 県でしか減少に転じないが、80 年の面積にまでせばめて密度を上げることによりようやく過半数の都府県が減少に転じるようになる。

道路整備の進展に関しては、90 年時点のまま整備を進めない（ケース 1）、従来通り整備を進める（基本ケース）、従来以上に整備を進める（ケース 2）の 3 つの段階を考慮している。一般道路の改良に関しては（図 6.3.3）、90 年時点のまま整備をしない場合と、基本ケースとの間ではそれほど大きな差はみられないが、全道路が改良された場合には、1 人当りの道路延長が大きい地域（岩手、茨城、群馬、長野、島根、徳島、高知）で排出量が大幅に増加する傾向がみられる。逆に道路整備をしても排出量が増加しないのは 1 人当りの道路延長が小さい東京や大阪などの大都市地域に限られている。

高速道路整備の場合（図 6.3.4）、高速道路 I C に 30 分以内に到達できる人口比が全国値でみるとケース 1 で 78.1%、基本ケース：83.0%、ケース 2：94.5%とすでに全国をカバーできる段階に達しているためにケース間による差はほとんどない状態である。

6.3.3 複数の政策の組合せによる効果

政策の単独の実施においては、強い価格政策と密度構造の改変により一部の地域で CO_2 排出量が減少に転じた。ここでは、複数の政策を組み合わせることによる効果をみることにする。

政策としては、4 種類の政策のうち、それぞれ単独で排出量抑制に最も効果のあるものを取り上げる。すなわち、「ガソリン価格 2（平均 200 円/l）」、「密度構造 2（80 年の DID 面積に固定）」、「道路改良 1（90 年のまま）」、「高速道整備（90 年のまま）」の 4 つの政策の全ての組合せについて検討した結果を表 6.3.3 に示す。

CO_2 排出量の変化に着目してみると、道路整備に関する政策の組合せは、ガソリン価格政策単独の効果も期待できない結果となっている。また、密度改変以外の 3 つの政策を組み合わせても全国値で排出量を減少させるまでには至らないものの 2.7% の増加に抑えることが可能な組合せとなっている。

密度構造の改変に関しては、単独でも 10% の減少が見込めるがすべての政策を組み合わせることにより約 24% の減少が見込める結果となっており、乗用車の保有・利用のコントロールにおいては、地域の人口分布構造を管理していくことが他の政策と比べると影響が大きい構造となっていることがわかる。

表 6.3.3 複数の政策の組合せによる各種指標の変化

ガ ス 2	密 度 2	道 路 1	高 速 1	保有台数		ガソリン消費量		走行台キロ		CO2排出量		NOx排出量		CO排出量		
				(千台)		(千kl)		(百万台km)		(千t)		(t)		(t)		
				基準 ケース (1990)	48566	-	43170	-	346971	-	97263	-	176955	-	1138065	-
				基本 ケース (2000)	55666	14.6%	51647	19.6%	415115	19.6%	116360	19.6%	211709	19.6%	1361577	19.6%
			○		55666	14.6%	51524	19.4%	414147	19.4%	116083	19.3%	211215	19.4%	1358403	19.4%
			○		53928	11.0%	49781	15.3%	399851	15.2%	112159	15.3%	203924	15.2%	1311510	15.2%
			○	○	53928	11.0%	49662	15.0%	398918	15.0%	111889	15.0%	203448	15.0%	1308452	15.0%
			○		55666	14.6%	46142	6.9%	370875	6.9%	103957	6.9%	189146	6.9%	1216470	6.9%
			○		55666	14.6%	46019	6.6%	369907	6.6%	103680	6.6%	188653	6.6%	1213296	6.6%
			○	○	53928	11.0%	44446	3.0%	357002	2.9%	100137	3.0%	182071	2.9%	1170965	2.9%
			○	○	53928	11.0%	44327	2.7%	356069	2.6%	99870	2.7%	181595	2.6%	1167907	2.6%
			○		41812	-13.9%	38830	-10.1%	313428	-9.7%	87483	-10.1%	159848	-9.7%	1028044	-9.7%
			○	○	41812	-13.9%	38729	-10.3%	312637	-9.9%	87257	-10.3%	159445	-9.9%	1025450	-9.9%
			○	○	40074	-17.5%	36964	-14.4%	298164	-14.1%	83280	-14.4%	152063	-14.1%	977977	-14.1%
			○	○	40074	-17.5%	36868	-14.6%	297408	-14.3%	83064	-14.6%	151678	-14.3%	975499	-14.3%
			○		41812	-13.9%	34700	-19.6%	280108	-19.3%	78180	-19.6%	142855	-19.3%	918753	-19.3%
			○	○	41812	-13.9%	34600	-19.9%	279317	-19.5%	77954	-19.9%	142452	-19.5%	916159	-19.5%
			○	○	40074	-17.5%	33005	-23.5%	266234	-23.3%	74359	-23.5%	135780	-23.3%	873249	-23.3%
			○	○	40074	-17.5%	32909	-23.8%	265479	-23.5%	74143	-23.8%	135394	-23.5%	870771	-23.5%

6. 4 まとめ

本章は、第4章、第5章で構築した保有率と台当たり消費量モデルのパネル分析モデルを活用して、乗用車保有・利用に関わる各種指標の将来予測を試みた。

(1)シミュレーションシステムに関して

利用量予測の方法として、保有水準と利用水準の地域属性に伴う変化を考慮する方法を提案し、保有率モデルと台当たりガソリン消費量モデルを組み込んだ形でシミュレーションシステムを構築した。このシミュレーションシステムにより、地域属性の変化に伴う乗用車利用ならびに利用に伴う環境負荷の評価を都道府県別に行うことが可能となった。

(2)考慮した政策について

保有率モデルと台当たり消費量モデルの構築に際しては、保有・利用に対して影響があり、政策的に保有・利用のコントロールができる可能性のある変数を採用した。そして、保有に対しては、道路整備状況の影響と DID 人口の影響の把握を、利用に対しては、ガソリン価格、道路整備状況、DID 人口の影響が把握できるようなモデルとなっている。

さらには、シミュレーションシステム内の各種パラメータの操作により、ガソリン車比率の動向、燃費の改善効果、排出源対策による排出係数の変化に関しても考慮できるようなシステムとなっている。

(3)政策評価について

シミュレーションシステムの現状再現性については、1990年における都道府県別の保有台数、ガソリン消費量の推計において、-20~30%の誤差の範囲にある。全国値では、約+3%の誤差となっており、国全体の集計値としては良好な再現を行うことができるシス

テムとなっている。

1990 年を基準年とし、2000 年における状況を各種の条件設定のもとに予測した結果、現在のトレンドで地域属性が推移した場合に、約 20%の保有台数、利用量の増加が見込まれる。二酸化炭素の排出量に着目して、2000 年時点における排出量を 1990 年レベルに抑制することを達成するためには、DID 人口密度をより高い水準に保つことが必要であり、特に大都市地域以外の地域における人口密度の減少対策が重要であることが示された。

(4)シミュレーションシステムの適用範囲

本研究で構築したシミュレーションシステムは、ガソリン価格の上昇や高速道路の整備が保有台数に影響しないような構造となっているという点や政策変数として取り込むことができる政策が限られるという点においてモデルとしての限界がある。しかし、複数の政策間における影響の大きさの相対的な比較や政策の組合せによる影響の大きさを比較することは可能であり、また都道府県単位で影響の比較を行うことができる点において従来にはないシミュレーションシステムを提示した。

<第6章参考資料>

OECD(1994), OECD レポート：日本の環境政策, 中央法規.

運輸省「自動車輸送統計」(各年度).

金安公造(1986), 道路の環境, 交通工学実務双書 10, 技法堂.

厚生省人口問題研究所編集(1992), 都道府県別将来推計人口, 厚生統計協会.

厚生省人口問題研究所編集(1995), 日本の世帯数の将来推計, 厚生統計協会.

第7章 結論

7. 1 結論

本研究において明らかにしようとしたのは次の3点である。

- (1)パネル分析手法を用いた乗用車保有・利用の地域別時系列分析方法の提示
- (2)乗用車保有・利用構造の地域・時系列特性の把握
- (3)乗用車利用に対する地域的政策の評価

以下、各項目について得られた知見を述べ、本研究の結論とする。

(1)パネル分析手法を用いた乗用車保有・利用の地域別時系列分析方法の提示

乗用車利用の政策評価のための需要予測モデルを構築するにあたって、保有・利用構造の把握のための方法を従来の研究のレビューをもとに検討するとともに、保有・利用構造として重要な仮説を政策評価との関連から位置づけた。さらに、保有・利用構造の把握のための分析の枠組みとして、分析地域単位と分析期間・時点間隔についての検討を行った。

その上で本研究は、乗用車保有水準/利用水準と地域属性との地域的時系列的特徴を把握するために、乗用車保有率モデルと台当りガソリン消費量モデルの構築を行った。モデルの構築に先立って、基礎分析として、都道府県別の過去28年間にわたる推移をもとに、時点差の把握、並びに要因の影響度合の地域差と時点差の把握を行い、保有水準/利用水準の地域、時点に関する構造化を図った。そして、地域あるいは時点の特性を考慮し、「ダミー変数モデル」、「可変パラメータモデル」の2つのパネル分析モデルを用いてモデルを構築し、地域・時点の特性を考慮しない「プーリングモデル」との比較によりモデルの説明力及び予測力を検討した結果、次のような知見を得た。

パネル分析モデルにおいては、地域・時点特性を考慮しない通常の回帰モデルと比較して、パラメータ値の過剰推定の緩和、決定係数の向上が見られた。また、時系列分析やクロスセクション分析だけでは十分明確にできない変数の影響要因の関係を明らかにすることができた。その結果、モデルの説明力を時点毎に見ると、時点差を考慮しないモデルに比べて、パネル分析モデルは観測値とモデル推定値の一致の度合いが高いことが明らかになった。さらに、外挿テストによる予測力の検討を行った結果、地域・時点差を考慮しないモデルに比べ予測誤差の小さい予測が期待される結果が得られ、予測モデルとしての適用可能性を示すことができた。

また、パネル分析モデルは地域・時点差を考慮するためにパラメータ数が多いモデル構造となるが、サンプル数を多く取り、地域・時点構造を表現することにより、パラメータ数が多くとも被説明変数の基本構造を忠実に表すモデルとなるため、説明力・予測力とも

に向上する傾向が見られた。

(2)乗用車保有・利用構造の地域・時系列特性の把握

本研究では、都道府県別時系列推移の特徴が大きく異なる保有率と台当りガソリン消費量の2つに対して、パネル分析手法の適用を試みた結果、それぞれに特徴ある地域・時系列特性を見出すことができた。

保有率モデルにおいては、保有率が単調増加の推移をしているために時点差を考慮しなくても、ある程度の説明力を持つモデルを構築することは可能であったが、パラメータの過大推定を招く結果となった。しかし、時点による差異を考慮したパネル分析モデルにおいては、パラメータの過大推定が緩和され、モデルの再現性も高まることが確認された。しかし、モデルの予測力においては、パラメータ値の将来値を固定した予測方法をとると、要因の影響度合が年々変化しているために予測値がはずれやすい傾向が表れた。

もう一方の台当り消費量モデルにおいては、地域により増減の傾向が異なるために、地域差を考慮しないモデルにおいては、十分な説明力を持たなかった。しかし、地域差を考慮することにより、地域消費量の増減に違いに対する変数の影響度合の違いを明らかにすることができ、モデルの再現性も高まる結果が得られた。しかし、将来予測においては、時間的な構造変化が存在するために時点による差異を考慮したモデルの方が良好な予測力を持つことが示された。

(3)乗用車利用に対する地域的政策の評価

パネル分析手法を用いて構築した保有率モデル、台当り消費量モデルを用いて乗用車利用に伴う環境負荷指標を算出するシミュレーションシステムを構築した。シミュレーションシステムの再現性は、都道府県別には最大30%程度の誤差が見られたが、全国レベルの集計値では3%前後の誤差におさまり、比較的精度の高い政策評価を行えることが期待されるものとなった。

政策変数の変化による乗用車利用への影響予測として2000年における影響を試算した結果、一般道路改良の進展は乗用車利用の増加と環境負荷の増加に対して大きく影響することが明らかとなった。一方、ガソリン価格の引き上げによる効果は、現在の価格の2倍に引き上げたとしても10年間に利用量が減少するまでには至らないが、DID面積の抑制による高密度な人口集積の政策によれば利用量が大きく減少する地域があり、全国値においても10年間に乗用車利用の減少が期待される結果が示された。

7. 2 今後の課題

(1) パネル分析モデルの改良の余地

本研究では、保有・利用の地域・時点構造を明確にした上で、その構造をモデルに反映させ、頑健性のあるモデルの構築をめざした。そのために、予備分析として被説明変数の変動の把握、影響要因の変動の把握をもとに地域と時点の分類を図り、その分類によりダミー変数、可変パラメータを導入した。その結果、時点の違いを考慮しないモデルと比較して再現性、予測精度の高いモデルを構築することができた。しかし、地域・時点区分の妥当性については、十分検討ができていないと言えず、さらなる再現性、予測精度の高いモデルの構築のためには、今回構築したモデルの精度を踏まえて、再びモデル構造の検討へフィードバックさせるような方法を検討する必要がある。

また、将来予測に際しては、本研究では将来パラメータが変化しないものと仮定していたが、より精度の高い予測のためには、過去のパラメータの推移をもとにパラメータの将来値を設定するような方法を検討する必要がある。

(2) 様々な政策を考慮するための課題

本研究では、乗用車利用需要の管理に関わる政策評価を行うための分析フレームとして、保有水準と利用水準に関わる線形回帰モデルの活用を提案した。しかし、回帰モデルにおいて考慮できる変数には限りがあり、本研究では非常に限定された政策しか取り扱うことができないものとなっている。

本来、乗用車利用の需要は、交通発生レベル、交通分布レベル、交通分担レベルにおいて様々な要因が影響しており、各段階において乗用車利用需要を制御するような方策を施すことが現実には考えられる。本研究は、発生レベルに対して直接作用するような要因のみを対象としており、例えば公共交通との関連については、人口密度を代理指標として考慮してはいるものの、公共交通整備の直接的な効果を評価することはできていない。

また、保有と利用の間には相互関連的な関係が存在するが、本研究では保有が一方向的に利用に影響するような関係しか表現できていない。

このように、公共交通との関連や保有と利用の相互関係など多段階にわたる関係や相互の関係を表現するためには、同時方程式体系によるモデル化が必要であり、今後このような分析フレームを検討する必要があると考えられる。

謝辞

本論文を結ぶにあたり、本研究の遂行に際して、ご指導、ご協力いただいた方々に感謝の意を表します。

まず、東京工業大学大学院総合理工学研究科黒川洸教授には、筆者が筑波大学に入学した当初からクラス担任教官としてお世話になって以来、卒業研究の指導教官、大学院博士課程5年間の指導教官として、私が筑波にいた9年間、大学生生活のイロハから、研究に対する取り組み方、研究者としての生き方について、大所高所からいつも暖かくご指導いただきました。ここに、心から感謝する次第です。

また、筑波大学社会工学系石田東生教授には、筆者が研究室配属以来、終始ご指導いただき、研究の進め方から分析方法の1つ1つに至るまで懇切丁寧にご教示いただきました。また、私が京都に移ってから、お忙しい中、筑波で、京都で、ご相談にのっていただきました。本研究を取りまとめることができたのは、ひとえに先生のお力添えの賜であり、ここに深く感謝の意を表するものであります。

筆者が筑波大学在学中には、多くの方々にご指導、ご協力をいただきました。

当時筑波大学に赴任されていた、室蘭工業大学工学部田村亨助教授、岡山大学環境理工学部谷口守講師、計量計画研究所渡辺一成氏、そして筑波大学社会工学系大野栄治講師には、多くのご指導、ご助言、励ましのお言葉をいただきました。特に、谷口守先生には、京都大学出身という縁もあって、筆者が京都大学において研究活動を進めていくに当たって数多くのご指導、ご助言を賜りました。

筑波大学大学院社会工学研究科都市・地域計画学専攻の教官の方々には、本論文を提出するにあたって、数多くのご指導、ご助言をいただきました。なかでも、腰塚武志教授（社会工学類長）には、修士論文を取りまとめるときから、貴重なコメント、ご助言を賜りました。また、流通経済大学坂下昇教授には、在学当時参加させていただいたRUSEワークショップにおいて、経済学的な観点から多くのご助言をいただきました。

また、社会工学研究科長の斯波恒正教授にはパネル分析に関する参考文献をご紹介いただいたほか、論文の提出にあたって多くのご助言をいただきました。

そして、都市交通研究室に所属していた先輩、後輩の皆様には研究を進めるにあたって、数多くのご協力をいただき、特に海老原毅氏（現在九州旅客鉄道勤務）には分析作業において多大なご協力をいただきました。

ここに、深く感謝の意を表します。

筆者が京都大学に助手として赴任してからも、数多くの方々にご指導、ご協力をいただきました。

京都大学大学院工学研究科青山吉隆教授には、筆者に自由な研究環境を与えて下さるとともに、研究姿勢に対するご指導、ご助言をいただきました。京都大学大学院工学研究科中川大助教授にも、筆者に十分な研究環境を提供して下さい、また研究の進め方等について懇切丁寧にご助言、コメントをいただきました。このほか、大阪産業大学天野光三学長をはじめとする天野研究室OBの諸先生、諸氏には、多くのご指導、ご助言を賜りました。特に、京都大学経済研究所藤田昌久教授には、都市経済ワークショップにお招きいただき、有益な議論をさせていただくことができました。

このほか、都市地域計画研究室学生諸兄には、研究を遂行するにあたりご協力をいただき、特に永井孝弥氏（現在東日本旅客鉄道勤務）には分析作業において多大なご協力をいただきました。

ここに、心から感謝の意を表するものであります。

学会の発表の席上や研究会等においては、京都大学大学院工学研究科北村隆一教授をはじめとして多くの先生方に、パネル分析に関する有益なコメント、ご助言をいただきました。ここに、感謝の意を表します。

最後に、長年に渡る学生生活を支えてくれ、その後の研究活動に対しても常に暖かい励ましを送ってくれた両親に深く感謝の意を表します。

平成9年1月

伊藤 雅