

居住地と自動車保有の選択が交通行動の自動車依存に与える影響の時系列分析*

Time-Series Analysis of the Influence of Residence and Vehicle Ownership Choices on the Automobile Dependent Travel Behaviour*

三古展弘**・森川高行***

By Nobuhiro SANKO**・Takayuki MORIKAWA***

1. はじめに

個人のある1日の交通行動は、その時点における各交通手段のサービスレベルだけではなく、居住地選択や自動車保有選択などの過去に行った意思決定により中長期的に大きな影響を受けることが指摘されている¹⁾。近年問題となっている交通行動の自動車依存について考えた場合でも、自動車通勤することを想定して自動車を購入した個人が、公共交通のサービスレベルが向上した場合でも自動車を利用し続けることは十分に考えられる。また、自動車を日常的に利用する生活を想定して、公共交通のあまり整備されていない郊外に居を構えた個人が、自動車保有を抑制するような施策が導入された後も、引き続き自動車を保有することも十分に考えられる。そのため、ある時点の交通行動の分析を行う場合には、それに中長期的に影響を与える要因も含めて考えることが望ましい。

これまでに、例えば、Simma and Axhausen²⁾は、スイス、ドイツ、イギリスにおいて収集されたデータを断面的に用いて、自動車保有や定期券保有が、自動車利用や公共交通利用へのコミットメントとなることを示している。また、Golob³⁾は、1年間隔で収集された4時点のパネルデータを用いて、前時点の自動車旅行時間と公共交通旅行時間が、次時点の自動車保有台数に影響を与えるという時点間の影響も考慮している。

しかし、これまでに行われてきた分析では、自動車保有と各交通手段の利用を表す変数が内生化さ

れたものは多いものの、居住地、自動車保有、交通手段の利用、の総てが内生化されたものは少ない。また、それらの関係を時系列分析した事例も少なく、特に中長期的視点からの分析はほとんどない。そこで、本研究では、中京都市圏において、居住地選択、自動車保有選択、交通行動の自動車依存の間に存在する関係を中長期的な視点も含めて分析することを目的とする。

本稿は以下のように構成される。まず、2. で居住地、自動車保有、交通行動の自動車依存の間に存在する関係を集計的に整理する。3. では、構造方程式モデルの枠組みに従い、まず、中京都市圏における複数時点のパーソントリップ(PT)調査を個別に利用することで、ある1日の交通行動の自動車依存に、居住地や自動車保有の選択が及ぼす影響を分析する。次に、複数時点のPTデータから作成した擬似パネルデータ⁴⁾を用いて前述の関係についての時系列分析を行う。最後に4. で総括する。

2. 中京都市圏での集計分析

本研究で用いるデータは、中京都市圏で得られた3時点(第1回:1971年,第2回:81年,第3回:91年)のPTデータである。分析対象範囲は、当研究室で第3回調査についてのデータの蓄積が最も多いことから、第3回調査の範囲を最外縁にとり、第1回、第2回の分析対象範囲はそれよりも若干小さくなっている。ゾーン区分は可能な限り第3回調査の区分と同じになるように設定した。

まず、居住地、自動車保有、交通行動の自動車依存の変数を定義する。居住地の変数は、第3回のPT基本ゾーンのセントロイドから任意の時間に出発したときの鉄道に乗るまでの期待所要時間(駅まで4km/h歩行したときの所要時間と列車運行間隔の

*キーワード: 交通手段選択, 自動車保有・利用, 交通行動分析

**学生員, 修(工)MBA, 名古屋大学大学院環境学研究科
(名古屋市千種区不老町,
TEL052-789-3730, FAX052-789-3738)

***正会員, Ph. D., 名古屋大学大学院環境学研究科
(名古屋市千種区不老町,
TEL052-789-3564, FAX052-789-3738)

表 - 1 各指標の平均値の推移（1人あたり）†

	1971	1981	1991
公共交通利便性（1/min.）	0.0458	0.0441	0.0478
自動車保有（台）	0.105	0.349	0.458
自動車旅行距離（km）	6.31	7.69	9.84

†0トリップの個人も含めた全サンプルの平均値。

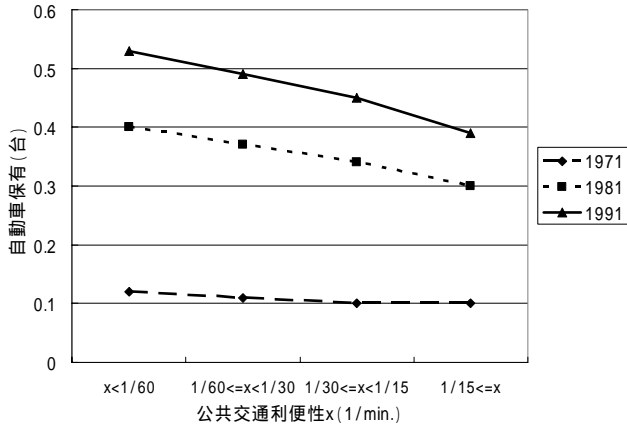


図 - 1 a 居住地の公共交通利便性と自動車保有

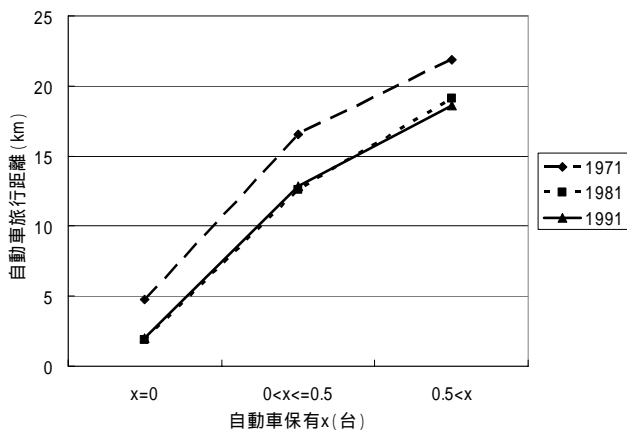


図 - 1 b 自動車保有と自動車旅行距離

2分の1の和)が最小となる駅を抽出し、その駅への期待所要時間の逆数で定義する。これを「居住地の公共交通利便性」と呼ぶ。自動車保有の変数は、PT調査における世帯単位の自動車保有台数を世帯の免許保有者数で割った値を免許保有者のみに与え、免許非保有者は0とする。交通行動の自動車依存は「1日の自動車（81, 91年では二輪車を含むが、71年では自転車と区別できないため除く）旅行距離（VKT: Vehicle- Kilometers Travelled）」で定義する。

表 - 1 に、以上3つの指標の平均値の推移を整理する。居住地の公共交通利便性は20年間でほとんど変化していないのに対し、自動車保有台数および自動車旅行距離は増加している。また、自動車保有台数はこの20年間で約4.5倍になっているのに対し、

自動車旅行距離は約1.5倍になったに過ぎず、自動車保有と自動車旅行距離には異なった形での自動車化の影響が現れている。

次に、図 - 1 において、居住地の公共交通利便性が自動車保有に与える影響、自動車保有が自動車旅行距離に与える影響を整理する。図 - 1 aより、公共交通の便利な地域では、自動車保有台数が少ない傾向が見られる。また、同レベルの公共交通へのアクセスが確保されていても、年を経るにつれて自動車保有台数が増加するという自動車化の影響が現れている。図 - 1 bより、自動車保有台数が多い場合には、自動車旅行距離が大きくなる傾向がある。図中で81年と91年の自動車保有と自動車旅行距離の関係はほとんど同じであるのに対し、71年においては同じ自動車保有台数なら旅行距離が長い。この結果は、表 - 1 と矛盾しているように見えるが、71年には自動車保有台数の少ない個人が相対的に多いためである。

これより、公共交通が便利な地域では自動車保有台数が少なく、自動車保有台数が多ければ自動車旅行距離も大きいという関係が成り立つと予想される。また、それらの関係の強さは時代とともに変化しているようにも見受けられる。次章では、これらの関係を経時変化も含めて分析する。

3. 構造方程式モデル

(1) 構造方程式モデル

個人の交通行動に与える影響を、構造方程式モデルを用いた多変量解析を通じて表現する。モデルの内生変数は、居住地の公共交通利便性、自動車保有台数、自動車旅行距離、の3つである。自動車旅行距離に影響を与えると考えられる、居住地の公共交通利便性と自動車保有台数はともに内生変数として表現される。外生変数には個人属性やネットワーク属性を用いる。構造方程式モデルは以下のように定式化される。

$$Y = BY + \Gamma X + E \quad (1)$$

ここに、 Y ：内生変数のベクトル、 X ：外生変数のベクトル、 E ：誤差項のベクトル、 B 、 Γ ：係数のマトリックス。

本モデルの推定は、最尤推定法によって行った。

すべての変数を標準化して推定したので、係数の大小を比較することで、変数の変化に対する感度を比較することが可能となる。用いる説明変数の一覧を表 - 2 に示す。

(2) 3時点個別モデル

3時点それぞれの推定結果は表 - 3 にまとめられる。上段、中段、下段がそれぞれ71年、81年、91年の推定結果に対応する。推定に際しては、計算時間を現実的な範囲に収めるという観点から5000サンプルをランダムに抽出している。まず、内生変数間の影響を考える。公共交通が便利な地域では自動車保有台数が少なく、自動車保有台数が多いと自動車旅行距離も大きいという2章の集計分析を支持するように推定された。総効果の掲載は省略するが、3時点ともVEHICLEにはSTACONが、VKTにはSTACONとVEHICLEが比較的大きな影響を与えており、内生変数間の強い関連性が窺える。また、VKTに与える総効果は71年と81年にはVEHICLEのほうが大きかったのに対し、91年にはSTACONのほうが大きいなど、各内生変数の関係の変化が見受けられる（STACONがVKTに与える総効果は71, 81, 91年の順に-0.411, -0.112, -0.490, VEHICLEが

表 - 2 モデルの説明変数

変数	定義
STACON	居住地の公共交通利便性 (1/min.)
VEHICLE	自動車保有 (台)
VKT*	1日の自動車旅行距離。71年以外は二輪を含む。(km)
LIC	免許保有ダミー
MALE	男性ダミー
DELBIZ	1日の配達、販売、仕入れ、購入のトリップ数
D3040	30歳以上40歳未満ダミー
D2030M	20歳以上30歳未満男性ダミー
TRIP	1日の総トリップ数
D_TT**	(1日のトリップを全部公共交通と徒歩・自転車で行ったときの所要時間) - (全部自動車で行ったときの所要時間)
TCH**	1日のトリップを全部公共交通と徒歩・自転車で行ったときの鉄道バス等利用回数(乗換回数に類似した変数)
OCCUPA	農林漁業従事ダミー
OPDEN	勤務先・通学先の人口密度(人/km ²)
VEHICLEP	前の時点におけるVEHICLE指標
LICP	前の時点におけるLIC指標

*ゾーン間距離を基準とし、内々は平均旅行速度と平均所要時間を考慮して算出。 **ゾーン間平均を基準。

† 後述の擬似パネル分析の際はいずれも平均値が入る。

VKTに与える総効果は0.770, 0.349, 0.327)。

(3) 時系列モデル

PT調査は多時点のクロスセクションデータであるため、同一個人の時系列の行動を把握することはできず、時系列分析を行うことは難しい。しかし、ここでは、年齢と性別が同じ集団を擬似的に同一のサンプルとみなした擬似パネルデータ⁴⁾を作成して分析を行う。この場合、例えば、91年に40歳の男性の集団と81年に30歳の男性の集団は同一であるとみなされる。PTサンプルの年齢・性別の構成比を考慮し、時点t+10年に15歳から74歳までの男女の集団(時点tに5歳から64歳までの男女の集団)について

表 - 3 3時点個別モデルの推定結果(t値)

	STACON	VEHICLE	VKT
STA-CON	--	-0.534 (-57.7)	--
	--	-0.322 (-35.9)	--
	--	-1.50 (-198.5)	--
VEHI-CLE	--	--	0.770 (73.2)
	--	--	0.349 (36.3)
	--	--	0.327 (31.1)
	--	0.400 (37.6)	--
LIC	--	0.733 (73.2)	--
	--	0.832 (102.4)	--
	--	0.0533 (5.3)	--
MALE	--	0.0621 (6.6)	--
	--	0.0286 (3.7)	--
	--	--	0.200 (18.2)
DEL-BIZ	--	--	0.198 (18.7)
	--	--	0.117 (10.9)
	--	0.0266 (2.8)	--
D3040	--	0.0113 (1.2)	--
	--	0.00122 (0.2)	--
	--	--	0.181 (16.2)
TRIP	--	--	0.164 (14.9)
	--	--	0.282 (24.8)
	--	--	--
D_TT	--	--	0.122 (9.7)
	--	--	0.140 (11.8)
	--	--	0.336 (29.3)
TCH	--	--	0.364 (27.9)
	--	--	0.254 (20.5)
OCCU-PA	-0.0502 (-4.5)	--	--
	-0.0711 (-5.5)	--	--
	-0.0363 (-7.4)	--	--
	--	--	-0.0878 (-8.2)
OP-DEN	--	--	-0.129 (-12.8)
	--	--	-0.101 (-9.4)

上段：71年，中段：81年，下段：91年。N=5000
 GFI(Yr71)=0.988, GFI(Yr81)=0.983, GFI(Yr91)=0.980
 AGFI(Yr71)=0.960, AGFI(Yr81)=0.940, AGFI(Yr91)=0.930

表 - 4 時系列モデルの推定結果(t 値)

	STACON	VEHICLE	VKT
STA-	--	-1.40 (-51.9)	--
CON	--	-7.06 (-196.4)	--
VEHI-	--	--	1.06 (39.6)
CLE	--	--	1.10 (27.5)
VEHI-	-0.394 (-5.8)	--	--
CLEP	-0.101 (-15.3)	--	--
LICP*	--	0.275 (3.2)	--
	--	0.0965 (2.5)	--
D20-	--	0.522 (18.8)	--
30M	--	0.502 (12.5)	--

*81-91 モデルでは LICP×D3040 .

上段：71-81 モデル，下段 81-91 モデル．N=120 .

GFI(Yr71-81)=0.964, GFI(Yr81-91)=0.974

AGFI(Yr71-81)=0.923, AGFI(Yr81-91)=0.945

の2時点擬似パネルデータを120サンプル作成した．今回は，71年と81年，81年と91年のデータからなる2種類の擬似パネルデータを考える．

擬似パネルデータは，同一個人を追跡したデータではないため，データの信頼性に欠けることは否めないが，長期間にわたってパネルデータ⁵⁾を収集した事例は少ないことや，パネルデータの場合に問題となる，パネル消耗やコンディショニングなどのバイアスが存在しないという利点もある．推定結果を表 - 4 にまとめる．表中の上段が71年と81年，下段が81年と91年の擬似パネルにそれぞれ対応する．なお，推定に際しては年齢，性別間の重みは考慮せず，死亡，転入，転出による影響も考えない．

今回の擬似パネルデータは年齢・性別のみを基準にするというかなり粗い方法で作成したため，推定されたパラメータ値が安定しない場合が多く，モデルに組み込める説明変数はかなり限られた．しかし，STACONがVEHICLEに与える影響，VEHICLEがVKTに与える影響は3時点個別モデルと同様の結果を得ており2章における集計分析を支持している．加えて，前時点の自動車保有台数であるVEHICLEPがSTACONに与える影響から，前時点に自動車を保有している集団は，公共交通が不便な地域に住むという傾向が見られる．また，LICPにより，前時点に免許を保有している集団は，自動車を保有しやすいという傾向が見られた．

4 . おわりに

本研究では，居住地，自動車保有，自動車旅行距離を内生変数とした構造方程式モデルをPT調査のデータを3時点個別に用いて，また，擬似パネルデータを用いて推定した．その結果，居住地の公共交通が便利な地域では自動車を保有しない傾向にあり，自動車保有台数が多いと自動車旅行距離が長くなるという傾向にあった．また，3時点個別モデルの総効果の比較から各内生変数間の関係に見られる経時変化を，擬似パネルを用いることで各内生変数が時点を越えて与える影響を分析した．今回の擬似パネル分析では，パラメータの推定値が安定しないなどの問題が課題として残るが，ある1日の交通行動が過去の意思決定によって中長期的に支配されることが十分に考えられる以上，そのような要因も解明していくことが肝要であると考えられる．実際，前章(3)のような推定結果が得られた場合には，公共交通の不便な地域への移住を抑制するような施策や，免許の保有と自動車の保有を切り離すような施策が自動車利用を抑制するために有効である，という政策上の解釈も可能である．さらに，実際のパネルデータを用いた分析を行い今回の擬似パネル分析の有効性を検討すること，データをプールして時代効果も含めた分析を行うこと，世帯単位で同様の分析を行うことも課題に挙げられる．

参考文献

- 1)例えば，Ruiter, E. R., and Ben-Akiva, M.: Disaggregate Travel Demand Models for the San Francisco Area: System Structure, Component Models, and Application Procedures, Transportation Research Record, 673, 1978.
- 2)Simma, A. and Axhausen, K. W.: Structures of Commitment in Mode Use: A Comparison of Switzerland, Germany and Great Britain, Transport Policy 8, pp.279-288, 2001.
- 3)Golob, T.: The Dynamics of Household Travel Time Expenditures and Car Ownership Decisions, Transportation Research 24A(6), pp.443-463, 1990.
- 4)Browning, M., Deaton, A., and Irish, M.: A Profitable Approach to Labor Supply and Commodity Demands over the Life-Cycle, Econometrica, Vol. 53, No. 3, 1985.
- 5)Kitamura, R.: Panel Analysis in Transportation Planning: An Overview, Transportation Research 24A(6), pp.401-405, 1990.