

商業地域における駐車施設整備のための基礎的研究

A BASIC STUDY FOR PLANNING PARKING FACILITY AT A COMMERCIAL AREA

矢嶋宏光* 屋井鉄雄** 森地 茂***

by Hiromitsu YAJIMA, Tetsuo YAI, Shigeru MORICHI

A shortage of parking space is still a serious problem in commercial areas as it increases illegal on-street parking or car queues on the street. Although parking demand modelling is sometime required to solve it, the model without attitudinal aspects of car users can not express any appropriate parking-mechanism. LISREL model which was developed in Marketing Science might be an effective method to analyze such a problem.

In this paper, the latent structure for parking behaviours was demonstrated using LISREL. Attitudinal and behavioural surveys were conducted in Yokohama city. Calibrated models have clarified relations among conceptual variables and some factors which affect parking demand have been examined.

1. はじめに

近年の商業地を取り巻く交通問題は、無秩序な路上駐車や駐車場への入庫待ち行列の発生、自動車の回遊による道路混雑等に代表されるように、大半が自動車利用の増加に伴って顕在化してきたもので、都心・郊外を問わず悪化の一途をたどってきた。これらの問題解決のために、自動車利用を是とした上で、そのための環境整備を進めることが基本的な方向であり、適正規模の駐車施設の整備につとめ、また一方で、駐車場案内システム等の利便性向上の方策がとられてきた。しかし、駐車施設の整備を需給ギャップを埋めるほどに行うことは容易ではなく、実際、量的整備が新たな需要を集中させるという繰り返しで今日に至っている。これに対し、駐車需要の発生メカニズムに関して詳細な検討を加える分析手法には、従来より非集計モデル等のような方法が適用可能で

あった。しかし、他の交通手段を利用できても自動車を固定的に利用する傾向が強まりつつあるなかで、量的対応に有利な従来の方法が限界を現していることも否定できない。

なぜ車を使い、またどの様な時に利用を控えるのかを、利用者の意識の構造にさかのぼって分析し直す動機はこの点にある。その結果自動車利用者の細かなニーズが捕らえられれば、駐車需要の制御や誘導を図るための方策が検討でき、さらに駐車施設の供給量のみならず有効な供給方法や施設の形態を論ずる基盤を提供することも可能になると考える。そこで本研究では、アンケート調査から自動車を利用した買物における詳細な意識と行動とを抽出し、自動車利用に関する意識構造と行動との関係を分析することとした。分析には、マーケティングの分野で広く用いられてきたLISREL(Linear Structural Equation Model for Latent Variables)と称される潜在変数を取り込んだ線形構造方程式モデルを用いている。

* 正会員 (財)計量計画研究所

(〒162東京都新宿区市ヶ谷本町2-9)

** 正会員 工博 東京工業大学(助手)土木工学科

*** 正会員 工博 東京工業大学(教授)土木工学科

2. 意識構造の分析手法

LISRELは、Joreskog(1973)によって開発され、因子分析、回帰分析、連立方程式モデルなどを包含する共分散構造モデルの幅広いモデルおよびプログラム体系である。マーケティング分野では消費者の購買意識や行動の分析などに多く用いられてきた。この種のモデルは、近年、交通需要分析の分野でも利用が始まり、McFadden(1986)、Ben-Akiva(1987)らがLISRELより得る意識構造とランダム効用モデルとを結合する分析方法論を提案している。

一般に回帰モデルや計量経済モデルが、観測された外生変数と観測された内生変数の構造モデルを解析するのに対し、LISRELでは観測変数と潜在変数を区別して考え、潜在変数間で構造モデルの同定を行う。観測変数は外生変数および内生変数の各々の観測モデルにおいて、潜在変数との線形関係によって表され、構造モデルと同時に推定される。モデルの同定は、観測変数間の分散共分散行列Sの推定量Σを用い、最尤法により行われる。LISRELの方程式は以下の3種で構成される。

$$\begin{array}{ll}
 \text{外生変数の観測モデル} & x: \text{観測された外生変数} \\
 & x = \Lambda_x \xi + \delta \\
 \text{内生変数の観測モデル} & \delta, \varepsilon: \text{観測モデルの誤差} \\
 & y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad \Lambda_x, \Lambda_y: \text{パラメータ} \\
 \text{構造モデル} & \eta: \text{潜在内生変数} \\
 & \eta = B \eta + \Gamma \xi + \zeta \quad \xi: \text{潜在外生変数} \\
 & (B \eta = \Gamma \xi + \zeta) \quad \zeta: \text{構造方程式の誤差} \\
 & B, \Gamma: \text{パラメータ}
 \end{array}$$

これらのモデルは、観測変数間の分散共分散行列Sの推定量Σを含む尤度関数を用いて同時に推定される。モデル全体の適合性は、推定される分散共分散と観測値の分散共分散による尤度比によって評価され、この値が小さいほど分散共分散の推定値が観測値に近く、より適合度の高いモデルといえる。²⁾

分散共分散行列Sの推定量Σ

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Lambda_y (I - B)^{-1} (\Gamma \Phi \Gamma' + \Psi) (I - B')^{-1} \Lambda_y' + \Theta_\varepsilon & \Lambda_y (I - B)^{-1} \Gamma \Phi \Lambda_x^{-1} \\ \Lambda_x \Phi \Gamma' (I - B')^{-1} \Lambda_y' & \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta \end{bmatrix}$$

尤度関数

$$F = \log \|\Sigma\| + \text{tr}(S \Sigma^{-1}) - \log \|S\| - (p + q)$$

ただし、正方行列Aについて $\|A\|$ は行列式、 $\text{tr}(A)$ はAの対角成分の和を表す

ここで、あらかじめ潜在的な意識を表す概念として幾つかの潜在変数を設定し、一方、意識や行動のデータ、物理的なデータ等を意識構造の観測指標として与えることにより分析が行える。

意識構造の分析におけるLISRELの有効性は、①顕在化された意識や行動の指標から、潜在的な変数間の因果関係より定まる意識構造を定量的に同定できること、②この構造を最尤法により同時に解くことができ、統計的な検証ができること、③外生変数の誤差をも考慮して変数間の分散共分散を扱える構造であること等である。

詳細は4.で述べるが、本研究では、自動車利用による買物時の行動を規定する潜在的な意識構造を次のように考えて分析を行っている。すなわち、自動車を利用する際に考慮される一般的な意識と、買物に行く商業地での道路状況や駐車場所に関する知識、その商業地での駐車に対する認識、といった潜在変数を設定し、それらから構成される潜在的な構造と、選択結果である自動車利用率とにどのような関連があるかを調べることにした。なお、これらの潜在変数に対応する意識調査の回答値が観測指標である。分析データとして、次項に示す実態調査の結果を用いた。

3. 実態調査の内容と結果

実態調査は、自動車による買物の多い郊外住宅地を対象に実施し、指定した期間における買物行動と意識を調べた(表-1)。

表-1 調査概要

調査年月：昭和63年11月	回 収：914世帯
調査方法：訪問配布、留置	対象地域：田園都市線沿線および
訪問回収（一部郵送）	横浜市三次町周辺
配布数：1485世帯	計9カ所

実態調査の内容は次に示す通りである（表-2）。また、意識調査では各々の質問項目に対して5点尺度による評価を求めている。調査結果の概略を以下に示す。対象となる商業地の主な分布は郊外に集中しており、また大規模店の利用者が大半であることがわかる（図-1）。

表-2 調査項目

行動実態調査	
対象トリップ	1988年9月～11月で最もよく行く商業地への買物についての最新のトリップで、自宅から出かけたもの
行動特性	商業地、日時、目的施設、目的、駐車場所、駐車時間、駐車料金、同伴者、来街頻度、自動車での来街頻度、通常利用する交通機関
個人属性	年齢、性別、職業、年収、自動車免許保有の有無、免許保有歴、世帯の自動車保有台数、購入価格、住所
意識調査	
対 象	行動実態調査の回答者
質問項目	(1)自動車利用についての全般的意識 (2)行動実態調査の対象とした商業地に関する意識 詳細は4節に記載

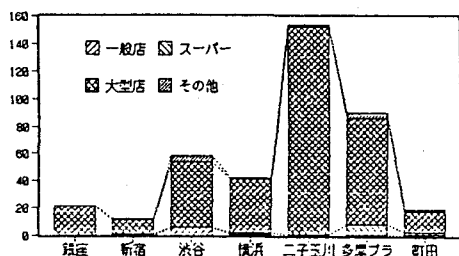


図-1 商業地別利用施設

4. 意識構造に関する仮説

(1)自動車利用における意識の構造

従来の研究では、商業地の駐車場の総容量など物理量を説明変数として直接取り込むことにより、需要に及ぼす効果を測ることが多く行われてきた。これに対し、LISRELを用いれば、潜在意識を表わす構造を介することにより、物理指標などの観測変数が

ら直接決まる構造とせず、観測値間の関係を分析することができる。ただし、潜在的な意識の概念やその相互関係を前もって適切に設定した上で、その有効性を検証する必要がある、その過程には一般に試行を伴う。

本研究では、潜在変数が行動特性および行動特性を決める要因を表わすと考えた上で、まず「駐車場のしやすさ」を表わす潜在変数を定義した。商業地での駐車場のしやすさが、買物の目的地や交通機関の選択に際しての重要な要因と見なせることに着目したもので、これが行動特性に関与する過程を説明する様な構造を以下のように構成していった。

(2)意識構造の設定

買物に自動車を利用する場合、駐車利便性に関与する潜在的な意識としては、各商業地毎に認識されるものと、特定の商業地に係わらず自動車利用全般に関わるものと考えられ、前者には商業地への過去の行動履歴が影響していると考えられる。

そこで、前者の商業地に固有な潜在意識として、①商業地までの経路や商業地内での渋滞に関する情報、②駐車場のある場所、割引や無料の特典の有無など対象商業地での駐車場に関する情報、などを設定した。

一方、自動車利用全般に関わるものとしては、①交通状況を知らない場所には行きたがらないといった態度、②外出を決定する時点での道路情報や駐車場情報の取得性向、③駐車場での待ち時間、料金への一般的意識などを設定した。

また、これらの潜在意識が関与する行動は、動機として働く次のような潜在意識が顕在化した結果として捉えられると考えた。つまり、①自動車利用率を規定する自動車の利用利便性（自動車での行きやすさ）、②商業地の魅力としての規模やアクティビティ等の外生変数と駐車利便性などの潜在変数によって構成され、かつ郊外商業地の選択を指標とする潜在変数（郊外商業地の魅力を表す）の2つである。

以上の各潜在変数とともに、観測外生変数として、年齢、性別等の個人属性、アクティビティ、小売り店の総床面積などの商業地特性を用いることによって意識構造の全体フレームを構成している。また、意識調査では、これらの潜在変数を観測できる様な質問項目が選定された。（表-3）

表-3 意識調査の項目一覧(5点尺度により計測)

自動車利用に関する意識
自動車での外出時に関わる意識
・行き方を知らないところには自動車で行かない
・所要時間が定まらないと嫌だ
・自動車の運転が好き
・自動車の運転が得意
情報の収集態度
・道路情報を利用する
・道路の混雑状況を確認して出かける
・予め駐車場所を決めて出かける
・目的地は駐車をしやすいか考慮する
・駐車場情報を利用する
駐車における態度
・駐車料金を払うのはもったいない
・路上駐車するより駐車場に預ける方がよい
・無料や割引の特典のある駐車場以外に駐車しない
・必ず駐車できるなら遠くてもかまわない
・駐車場に入れる時に待ちたくない
・駐車場所を探す時に時間をかけたくない
・混んで駐車しにくい地域には行きたくない
商業地への(に關わる)交通状況の認識
道路状況の知識
・そこまでの道路をよく知っている
・道路の混雑状況をよく知っている
・どの位の時間がかかるか知っている
・いくらかかるか正確に知っている
・そこでの道路に詳しい
・そこでの道路の混雑状況を把握している
駐車施設に関する知識
・どこにどんな駐車場があるか知っている
・割引や無料の特典がある駐車場を知っている
・路上駐車できるところを知っている
駐車利便性に対する認識
・目的地に近い駐車場に必ず駐車できる
・そこでの預り駐車場は料金が高い
・駐車するまで時間がかかることが多い
・駐車できずに困ることがある

5. 意識構造モデルの構築

(1)分析対象のモデル構築

以上の潜在変数をもとに意識構造モデルを構築した。モデルの分析は、駐車利便性を表現するモデルと、自動車利用利便性、郊外商業地の魅力の各潜在変数を説明する構造を対象として行い、様々な検討を試みつつ幾つものモデルを構築した。このうち、行動特性である自動車利用率と郊外商業地の選択を表わす変数を取り込んだモデル構造を以下に示す。

(2)パラメータの推定

各々のモデル構造に対して、観測変数の異なる組合せごとにパラメータ推計を行い、モデルの適合度やパラメータの有意性を検討し、また観測変数の異なる代替的なモデル間の比較検討を行った。

モデルの推計結果例を次に示す(表-4)。なお、潜在変数(内生および外生)の指標を、表-5に示

す。図-2のダイヤグラムは、意識構造を図示したものである。ダイヤグラムでは、意識構造を構成する各概念である潜在変数を楕円で、観測変数を方形で示してある。矢印は、その両端の変数間に直接の影響パラメータが存在することを表わし、矢印の方向は影響を及ぼす向きを示す。

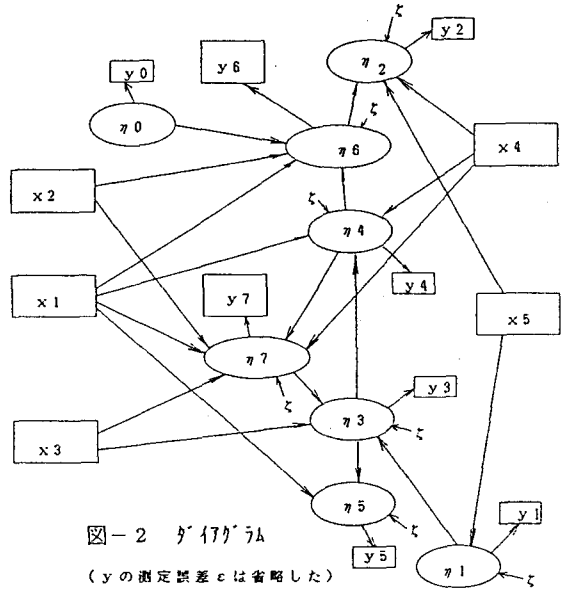


図-2 ダイヤグラム

(yの測定誤差εは省略した)

表-4 パラメータの推定結果

パラメータ	推定値	t-値
β_{06}	0.030	1.790
β_{13}	-0.237	-4.126
β_{34}	0.508	8.653
β_{35}	0.141	1.923
β_{46}	0.052	2.979
β_{47}	0.041	1.616
β_{62}	-0.361	-1.815
β_{73}	0.159	1.756
γ_{14}	-0.159	-2.456
γ_{15}	0.202	2.499
γ_{16}	-0.106	-5.411
γ_{17}	-0.797	-24.236
γ_{26}	-3.009	-13.213
γ_{27}	2.056	6.373
γ_{33}	0.167	3.323
γ_{37}	0.047	2.459
γ_{42}	0.016	3.055
γ_{33}	-0.012	-2.562
γ_{34}	0.009	2.135
γ_{51}	-0.479	-6.428
γ_{52}	-0.265	-3.423

構造方程式の決定係数	0.943
χ^2 -乗値	37.55
自由度(D.F.)	47
P	0.836

表－5 潜在変数とその指標

潜在変数 η	内生観測変数 y	影響を受ける潜在変数 η	影響を受ける外生観測変数 x
η_0	y_0 :意識データ 「駐車場を探す時に時間を かけたくない」	—	—
η_1	y_1 :意識データ 「行き方を知らないところ には自動車で行かない」	—	個人属性
η_2	y_2 :意識データ 「予め駐車場所をきめて 出かける」	η_5	個人属性 77セント・リイ
η_3	y_3 :意識データ 「道路の混雑状況をよく 知っている」	η_1, η_7	個人属性 商業地規模
η_4	y_4 :意識データ 「割引や無料の駐車場を 知っている」	η_3	個人属性 商業地規模
η_5	y_5 :意識データ 「駐車できずに困ることが ある」	η_3	商業地規模
η_6	y_6 :自動車利用率	η_4	商業地規模 駐車場 整備水準
η_7	y_7 :郊外型商業地の選択 (タミ=変数)	η_4	77セント・リイ 商業地規模 駐車場 整備水準

商業地規模 : 大規模小売店総床面積(x_1)
 駐車場整備水準: 単位面積当りの駐車場容量
 (駐車場総容量/商業地面積) (x_2)
 77セント・リイ : 非集計ロジット型の機関選択モデルより得た
 ロジット変数(x_3)
 Logsum
 $= \ln \sum \exp [-0.0427 x_{1100} - 0.00588 x_{2000}$
 $- 1.535 \delta_{1100} - 0.438 \delta_{2000} - 0.864 \delta_{3000}$
 $- 0.864 \delta_{4000}]$
 (但し、 δ_m は選択タミ=変数)
 個人属性 : 年齢(x_4)、性別(x_5)

(3) モデルの推定結果の検証

① モデル全体の適合度

推定されたモデルが与えたデータにどれほど適合しているかは、 χ^2 値を用いることで評価できる。表に示したように χ^2 値は十分小さく、有意水準に相当する確率(P)が0.1を大きく超えている。一般にLISRELでは、モデルの棄却基準が $P < 0.1$ に置かれていることを考慮すれば²⁾、本モデルの適合度は十分であると言える。

② パラメータの有意性

同じく表中に示したように、各パラメータの有意性は高く、いずれも5%あるいは10%の両側水準で有意であることがわかる。また、構造モデル全体の決定係数は0.943であった。この点でも有効なモデルが作成できたと判断できる。

③ 潜在変数の独立性

複数の潜在変数により意識構造の全体が構成されるためには、各々の潜在変数が異なった概念的意味を持つ必要がある。この点は各潜在変数間の相関係数を調べることで検討できる。以下に相関係数行列を示す。これによれば、変数間の独立性(相関1.0との有意差)が確保されていることが確認できる。よって、本モデルの潜在変数は各々別の意味を持って意識構造の構成要素になっていると考えられる。

潜在変数間の相関係数

	ETA0	ETA1	ETA2	ETA3
ETA0	1.000			
ETA1	0.000	1.000		
ETA2	-0.010	0.087	1.000	
ETA3	0.000	-0.223	-0.040	1.000
ETA4	0.000	-0.103	-0.004	0.533
ETA5	0.000	-0.043	-0.011	0.089
ETA6	0.087	-0.015	-0.126	0.097
ETA7	0.000	0.069	0.051	0.291

	ETA4	ETA5	ETA6	ETA7
ETA4	1.000			
ETA5	0.022	1.000		
ETA6	0.177	-0.024	1.000	
ETA7	0.320	-0.116	0.086	1.000

6. モデルの特性分析

(1) 直接効果と間接効果

パラメータ Λ_0 、 Λ_x 、 B 、 Γ の値は、パスで直接結節する変数間の影響のみを表わしており、他の変数に間において間接的に結節する変数間の影響は、以下のように導かれる。²⁾

まず、外生潜在変数 ξ が内生潜在変数 η に及ぼす効果は、構造モデル式より導かれる次式

$$\eta = (I - B)^{-1} \Gamma \xi + \zeta$$

から、 $(I - B)^{-1} \Gamma$ となる。

また、内生潜在変数 η_2 が内生潜在変数 η_1 に及ぼす効果は、 η_2 が直接 η_1 に及ぼす効果 β_{12} 以外に、 η_1 から η_2 に及んだ効果が再度 η_1 に戻るため、直接効果に間接効果を加えた全体効果は、行列表示で

$$B + B^2 + B^3 + \dots = (I - B)^{-1} - I$$

となる。以上の結果を表-6にまとめた。

表－6 変数間の効果

	$\xi \rightarrow \eta$	$\eta \rightarrow \eta$
直接効果 全体効果	Γ $(I - B)^{-1} \Gamma$	B $(I - B)^{-1} - I$
	$\xi \rightarrow y$	$\eta \rightarrow y$
直接効果 間接効果	0 $\Lambda_0 (I - B)^{-1} \Gamma$	Λ_0 $\Lambda_0 (I - B)^{-1}$

(2)変数の効果の分析

①潜在変数の効果

本モデルでは潜在外生変数を設定していないため、(1)に述べた効果のうち、潜在内生変数に関してその及ぼす効果を分析した。影響を与え得る変数は内生変数側に限られ、図-3には、観測内生変数である意識データへの効果を示した。

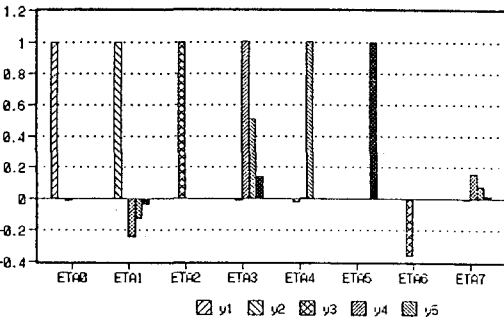


図-3 潜在内生変数が意識データに及ぼす効果

図-3において、潜在変数 $\eta 0 \sim \eta 5$ は、各々の観測指標である意識データへの効果に加えて、他の意識データへの効果も表現されている。これは、潜在変数間で影響を及ぼしあうためである。また、 y_3 、 y_4 は、 $\eta 3$ 、 $\eta 4$ 、 $\eta 7$ 間での効果が再び影響するため、対応する $\eta 3$ 、 $\eta 4$ の直接効果以外に間接効果が影響を与える。(表-7)

表-7 $\eta-y$ 間の全体効果と間接効果

全体効果	ETA0				ETA1				ETA2				ETA3			
	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y0	Y1	Y2	Y3
	1.000	0.000	-0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.002	-0.238	-0.121	-0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.003	0.003
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.510	0.510	0.510	0.510
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.141	0.141	0.141	0.141

間接効果	ETA4				ETA5				ETA6				ETA7			
	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y0	Y1	Y2	Y3
	0.000	0.000	-0.019	0.006	1.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.361	-0.002	0.159	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000

より細かく観察すると、 y_0 （駐車場を捜すのに時間をかけたくない）を指標とする $\eta 0$ の程度が大きいほど、予め駐車場所を決めなくなる（ y_2 ）ことが表現されている。 y_1 （行き方を知らないところには自動車で行きたくない）を指標に持つ $\eta 1$ は、これが大きい程、混雑状況や駐車場の知識、また y_5 （駐車できずに困ることがある）が上昇する。自動車利用率を指標に持つ $\eta 6$ は、 y_2 （予め駐車場所を決める）に対し、負の効果を及ぼす。郊外選択を指標に持つ $\eta 7$ が大きくなる程、 y_2 （予め駐車場所を決める）ことがなくなり、 y_3 、 y_4 の混雑状況、駐車場の知識が上がり、また、 y_5 （駐車できずに困る）が大きくなることが表された。

②外生変数が意識データに及ぼす効果

次に、外生変数が意識データに及ぼす効果を分析した。図-4は、これを示したものである。ただし、 $\eta 0$ については、影響される x を持たないため省略した。

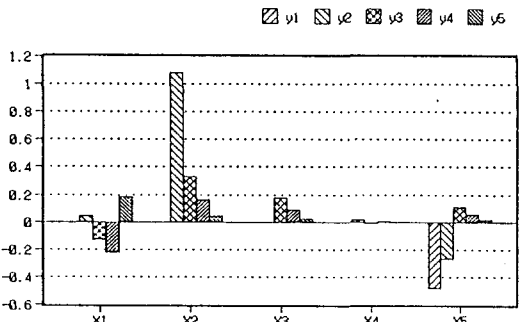


図-4 外生変数が意識データに及ぼす効果

x の及ぼす効果を見ると、 x_1 （買物をした商業地の大規模店の総床面積）が大きいほど、 y_2 （予め駐車場所を決める）、 y_5 （駐車できずに困る）の程度が大きく、一方 y_3 、 y_4 の混雑状況、駐車場の知識が減少することが表されている。

x_2 （駐車場密度）は、時間貸駐車場の総収容台数を商業地の総床面積で除したものであるが、 y_2 に対して、 x と y の組合せのうちで最も感度が高くなっている。また x_2 が高いほど、 y_5 （駐車できずに困る）が高くなり、混雑状況、駐車場を知らない（ y_3 、 y_4 ）程度が増すことが表される。

x_3 (7ヶビルリイ) が高い商業地ほど、混雑状況、駐車場をよく知っており (y_3 、 y_4)、 y_5 (駐車できずに困ること) が増える。

x_4 (年齢) の効果は相対的に小さいが、年齢が高いほど、予め駐車場所を決め (y_2)、駐車場をより知っている。また、混雑状況については知っていない (y_3) といえる。

x_5 (性別：男性が正側) の効果では、男性はより知らないところでも自動車で行き (y_1)、予め駐車場所を決めることがない (y_2)。また、より混雑状況や駐車場を知っており (y_3 、 y_4)、駐車出来ずに困ると意志表示しがちであることが説明される。

③自動車利用率へ及ぼす効果

潜在変数 η と外生変数 x が自動車利用率 (y_6) に及ぼす効果を、各々の変数による直接効果と間接効果に分けて図示した。図-5により、各々の変数の効果が変数別に比較できる。

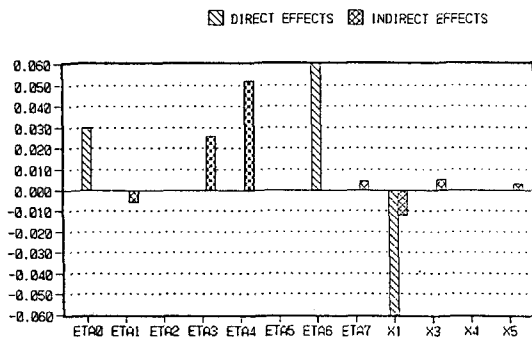


図-5 自動車利用率に及ぼす効果

潜在変数 y_0 で示される駐車に対する態度 (駐車場を探す時間をかけたくない) の程度が大きい者ほど、自動車利用率が高くなる。また、 y_1 (知らないところに自動車で行きたくない) は、自動車利用率を下げ、駐車場の知識があるほど (y_4) 自動車利用率が上がる。また、郊外商業地の魅力を表す潜在変数 η_7 は、自動車利用率を上昇させる。

商業集積 x_1 (大規模店舗総床面積) の大きい地域へは、自動車利用率が少ないことが、効果が負であることにより表されている。間接効果は、 η_4 (y_4 : 駐車場の知識を指標に持つ潜在変数) から η_7 (郊外商業地の魅力)、 η_3 (混雑状況の知識) の各々の潜在変数を関与して、再度 η_4 に及ぼす効果が η_6 に

影響したものである。 x_3 (7ヶビルリイ) については、これが高いほど (7ヶビルリイが良いほど) 自動車利用率が高くなることが表現される。以上で観測外生変数以外にも潜在意識による効果が自動車利用率に影響することを確認できたと考える。

④外生変数としての駐車場密度の再考

外生観測変数 x のうち、駐車場密度の値により意識データが変化する効果を図示した。(図-6)

先に述べたように、駐車場密度が高いほど、 y_2 (予め駐車場所を決める) が上昇する。混雑状況、駐車場の知識 (y_3 、 y_4) も上昇するが、その効果は比較的少ない。また、駐車場密度の上昇に従って y_5 (駐車出来ずに困る) が上昇する結果を得たが、その効果は相対的に低い。しかし、このような常識的には理解しづらい因果関係が生じたことは、駐車場密度という指標の変数としての限界を現していると考えられる。この変数が商業地あるいは商業地における自動車利用環境のごく一部の特性を表現したに過ぎず、駐車場の絶対量や混雑の程度、また運用時間や案内システムの有無など複合的に関連する物理的な指標を取り込んだ変数の導入が必要になる。

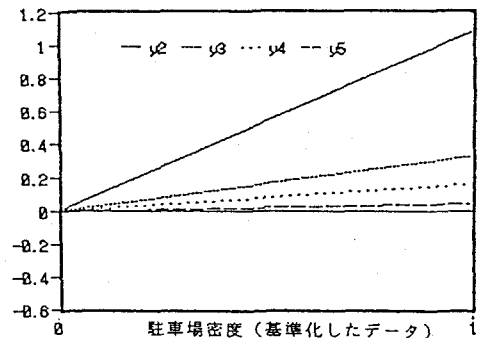


図-6 駐車場密度の及ぼす効果

7. モデル構造の安定性

本研究では、与えられたデータをもとに自動車利用と駐車意識構造を因子分析したが、得られた構造が妥当であるためには、潜在変数や観測変数の組合せの変化による因子パラメータの安定性をも検証しておく必要があろう。そこで、基礎的な検討を以下のように行った。すなわち、前節の構造から、行動指標と行動指標に対応する潜在変数を取り除いた因子モデルを構築して、パラメータの安定性を調べた。(表-8)

ここでは、行動指標が意識構造へ及ぼす影響度を調べれば、意識データのみを指標として構成される意識構造の確からしさも明らかにできると考えた。モデルM0は前節におけるモデルで、モデルM0から y_6 （自動車利用率）および η_6 を取り除いたものがモデルM1、モデルM0から y_7 （郊外商業地の選択）および η_7 を取り除いたものがモデルM2、 y_6 、 y_7 、 η_6 、 η_7 を除き、観測変数として意識データのみで構成される構造を持つものがモデルM3である。各々のモデルは、適合度やパラメータの信頼性を検討しつつ別々に構築した。

モデルM3の構造を図7で示すと次のようになる。（図-7）

表-8 モデル構造の変化とパラメータの安定性

BETA		MODEL 0	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
β_{06}	$\eta_0 - \eta_6$	0.030			
β_{13}	$\eta_1 - \eta_3$	-0.237	-0.242	-0.242	-0.242
β_{34}	$\eta_3 - \eta_4$	0.508	0.495	0.495	0.495
β_{35}	$\eta_3 - \eta_5$	0.141	0.141	0.141	0.141
β_{46}	$\eta_4 - \eta_6$	0.052		0.054	
β_{47}	$\eta_4 - \eta_7$	0.041	0.058		
β_{62}	$\eta_6 - \eta_2$	-0.361			
β_{73}	$\eta_7 - \eta_3$	0.159			

GAMMA		MODEL 0	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
γ_{14}	$x_1 - \eta_4$	-0.159	-0.175	-0.175	-0.175
γ_{15}	$x_1 - \eta_5$	0.202	0.202	0.202	0.202
γ_{16}	$x_1 - \eta_6$	-0.106		-0.103	
γ_{17}	$x_1 - \eta_7$	-0.797	-0.838		
γ_{26}	$x_2 - \eta_6$	-3.009		-2.977	
γ_{27}	$x_2 - \eta_7$	2.056	2.218		
γ_{33}	$x_3 - \eta_3$	0.167	0.224	0.224	0.224
γ_{37}	$x_3 - \eta_7$	0.047			
γ_{42}	$x_4 - \eta_2$	0.016	0.016	0.016	0.016
γ_{43}	$x_4 - \eta_3$	-0.012	-0.011	-0.011	-0.011
γ_{44}	$x_4 - \eta_4$	0.009			
γ_{51}	$x_5 - \eta_1$	-0.479	-0.479	-0.479	-0.479
γ_{52}	$x_5 - \eta_2$	-0.265	-0.267	-0.267	-0.267

χ^2 -乗値	37.55	44.98	45.12	34.78
自由度(D.F.)	47	43	43	35
P	0.836	0.389	0.384	0.479

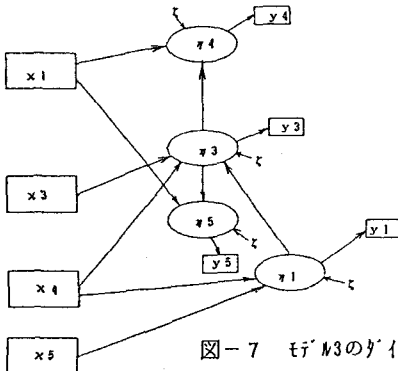


図-7 モデルM3の図

図7で示される構造は、意識データのみで構成される部分であるが、行動指標を組み込んだモデルと比較してより安定していることがわかる。

また行動指標 y_7 のみを含むモデルは、 y_7 、 y_6 を含むモデルに対して、 y_7 の潜在変数 η_7 と、モデルM3に示される部分との間のパラメータ β_{47} について若干の違いを示した。また、観測外生変数とのつながりは、各モデルで多少変化した。これは、意識データのみで構成される構造と、行動指標および観測外生変数との間に、さらに別の構造が存在する可能性をも示しているといえる。

8. おわりに

本分析を通して、買物時の自動車利用についての意識構造を同定することができ、駐車需要の影響要因の関連を明らかにできた。もとより、本モデルの構造が正確なメカニズムを表しているとは言い切れない。しかし、行動と物理的要因とを意識構造を経由して関係付けたことには大きな意義があると考ええる。

LISRELは内生変数のみならず外生変数側にも誤差を設定できるため、意識など信頼性が不明確なデータの分析に適するが、線形モデル体系である故の限界もある。本分析で行動指標とした自動車利用率も通常ロジットモデル等の非線形モデルとして分析される。この種の問題への対応は今後の課題である。なお、本分析では直接検討していないが、意識調査データより意識構造を同定しておけば、外生変数の変化による将来行動と将来意識の予測が可能である。これが本研究の大きな目的であった。今後、さらに検討を進め方法論の確立に努めたい。

参考文献

- 1) Joreskog, K.G.(1973): General Method for Estimating A Linear Structural Equation System, in Structural Equation in the Social Science (eds. A.S. Goldberger et.al.).
- 2) Joreskog, K.G. & Sorom, D.(1988): LISREL7 Guide to the Program and Application, SPSS Inc.
- 3) Bogozzi, R.P.(1980): Causal Models in Marketing, John Wiley & Sons, N.Y.
- 4) McFadden, D.(1986): The Choice Theory Approach to Market, Marketing Science, Vol.15, No.4, pp.275~297.
- 5) Ben-Akiva, M.(1987): Integrated Framework for Travel Behavior Analysis, Draft Paper.
- 6) 森地茂、屋井鉄雄、矢嶋宏光(1989): 駐車施設整備のための基礎的研究、土木学会第44回年講。