

LISRELを用いた郊外型商業立地の交通影響分析

TRANSPORTATION IMPACT OF SUBURBAN SHOPPING CENTER LOCATION USING LISREL MODELLING

矢嶋 宏光* 屋井 鉄雄** 森地 茂***

by Hiromitsu YAJIMA, Tetsuo YAI, Shigeru MORICHI

Recent movement towards deregulation of large scale shopping center location in Japan assures that many traffic problems may arise in relation to the establishment of such a S.C. in suburban area with a large mass of parking lots. The conventional methods to predict trip attraction to a S.C. have some limits to express consumer's preferences towards the quality such as is often measured in a marketing experiment.

This paper presents a methodology to link a disaggregate model for destination choice problem to a LISREL model which represents a latent structure using psychometric data. The paper also shows by the use of the integrated model some simulated patterns of each S.C. attracts its customers according to the size of its facilities.

1. はじめに

大規模店法の緩和により、数多くの出店計画が打ち出されているが、都心部の既存商業地のみならず郊外商業地における立地の傾向が見受けられる。郊外におけるこれらの計画対象地区では、自動車の集中による深刻な交通問題が懸念されているが、各自治体や企業においては、総合的な交通政策や抜本的対策を持ち合わせていないのが現状であるといえよう。また、品揃えや雰囲気など質的な要因に大きく左右される消費者の行動は、目的地、到着時間などの制約が小さいことも加わって、従来の分析手法では明確には捉え難い交通現象である。一方で、このような質的な要因は、意識調査による計測が可能であり、市場分析などでの研究もあるが、意識データや行

動の関係を定量的に表現できる分析手法は未だ確立していない。

本研究では昨年の検討（文献[1]）に引き続き、意識データと物理データ、行動結果の因果関係のモデル化を通じて、郊外沿線地域での商業立地の影響分析を試みた。

2. 本分析の視点と手法

（1）本分析の視点

意志決定の過程においては、個人の判断基準が働き、また、意志決定の要因を認識する程度が個人や条件により異なると考えられている。これらの価値観や認識度を計測した意識データによって、意志決定の構造を把握できれば、質的な要因の評価や、細かな政策的な条件を反映できるモデル分析が可能となる。例えば、駐車整備の効果は、駐車場の整備量のみならず、駐車場の混雑状況を考慮して表現することができる。

本分析では、駐車サービス水準を考慮した商業地選択

*正会員 (財)計量計画研究所

新宿区市ヶ谷本村町 2-9

**正会員 東京工業大学土木工学科助教授

***正会員 東京工業大学土木工学科教授

を取り上げ、意思決定の過程で駐車サービス水準が認識される様子を意識構造モデルを通して表現することを試みた。ここでは、自動車利用意向を考え、自動車利用の意向が強い程、買物目的地の駐車サービス水準を認識する度が高まることをモデル表現し、このモデルを用いて駐車場整備などの影響分析をおこなっている。また、駐車サービス水準として、駐車場の整備量以外に、混雑や情報などに関する意識データによって観測される要因を取り込んだ分析を試みた。

(2) LISRELを用いた意識データの取り込み方

LISRELを用いれば、定量データと意識データの関係において自動車利用意向を表現することができる。この場合、自動車利用意向は、実績の自動車利用率を観測値とする潜在変数として定義され、さらに、他の定量的データや意識データとの相互関係において表現できる。この自動車利用意向を商業地選択における駐車場整備水準の寄与度を示す指標として用いることで、行動モデルに意識構造を取り込むことを試みた。具体的な方法は、別記1に示す通りである。

3. 潜在意識が選択確率に及ぼす影響

(1) 自動車利用意向の推計結果

郊外沿線地域において得られた調査(別記2)の結果を用いて、意識モデルを推定した結果を図-1に示した。文献[1]での分析を踏まえ、本分析では、混雑に関する意識構造に重点を据え、わかりやすい構造のモデル化に努めた。図-1によると、一部のパスに関するt-値が小さいものの、符号条件、P値より、モデルは十分な適合度を持つといえる(文献[2])。本分析では、観測外生変数xについては、x間の共分散を考慮せず、 $x = \xi$ として定式化した。また、yに対して η のスケールを求めないため、 $\Lambda^y = I$ となる。従って、x、 η 、y間の効果は、表-1に示す通りである(文献[3])。

(2) モデルの示す意味

さて、意識モデル(図-1)の変数間のパラメータの符号に基づき、このモデルの表す意味を検討してみる。自動車利用意向が高まるのは、次に示す場合であるが、観測変数の直接的な効果以外にも、意識データで定義された内生潜在変数によって影響を受ける。

別記1 本分析の考え方

観測変数は、観測方程式①、②より潜在変数との関係が示され、また、潜在変数間の関係は、構造方程式③による。①～③より、観測変数の分散共分散の関係から最尤法を用いてパラメータを推計する。

$$y = \Lambda^y \eta + \delta^y \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

$$x = \Lambda^x \xi + \delta^x \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$$\eta = B \eta + \Gamma \xi + \zeta \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

$$U = \sum \alpha_k x_k + \hat{\eta}_h \beta x_{j1} + \varepsilon \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

y : LISRELの外生内生変数ベクトル、指標

ξ : 外生潜在変数ベクトル

η : 内生潜在変数ベクトル

$\hat{\eta}_h$: η の要素hの推定値

U : 効用

x : 外生観測変数ベクトル、 x_k はxの要素

Λ^y 、 Λ^x : LISRELの観測変数のパラメータ

B、 Γ : LISRELの構造方程式のパラメータ

δ 、 ζ 、 ε : 誤差項

α_k 、 β : 効用関数のパラメータ

ここで、xと η の関係は、 η 間の影響を考慮し②、③式より、次のように示される。

$$\eta = (I - B)^{-1} \Gamma \Lambda^x^{-1} x \dots \dots \dots \textcircled{5}$$

そこで、推計されたパラメータ Λ 、B、 Γ から、

$$\hat{\eta} = (I - B)^{-1} \Gamma \Lambda^x \xi \dots \dots \dots \textcircled{6}$$

を外生パラメータとして、効用関数④に与え、また④式をワタム効用モデルの効用関数として θ を推計できる。

表-1 変数間の効果

	全体効果	直接効果
$x \rightarrow \eta$	$(I - B)^{-1} \Gamma$	Γ
$x \rightarrow y$	$\Lambda^y (I - B)^{-1} \Gamma$	O
$\eta \rightarrow \eta$	$(I - B)^{-1} - I$	B
$\eta \rightarrow y$	$\Lambda^y (I - B)^{-1}$	Λ^y

図-1 意識モデルのダイアグラム

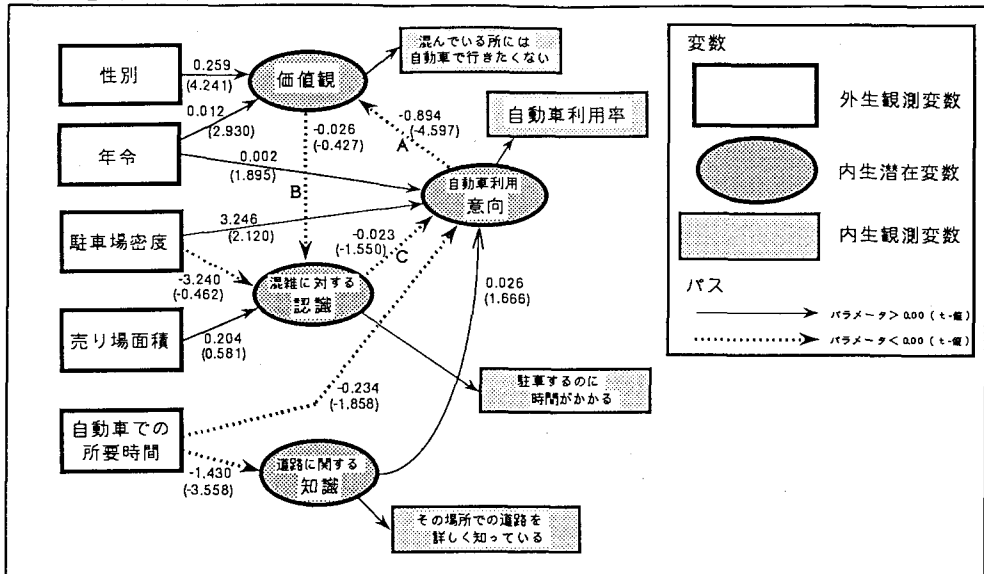


表-2 全体効果と間接効果

全体効果	床面積 (100ha)	所要時間 (分)	駐車場密度 (台/m ²)	年齢(歳)	性別 ♂:1 ♀:0	価値観	道路に関する 知識	混雑に対する 認識	自動車利用 意向
価値観	0.004	0.243	-2.968	0.010	0.258	-0.001	-0.023	0.020	-0.894
道路に関する知識	0.000	-1.430	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
混雑に対する認識	0.203	-0.006	-3.163	0.000	-0.007	-0.026	0.001	-0.001	0.023
自動車利用意向	-0.005	-0.037	0.072	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	-0.001

間接効果	床面積 (100ha)	所要時間 (分)	駐車場密度 (台/m ²)	年齢(歳)	性別 ♂:1 ♀:0	価値観	道路に関する 知識	混雑に対する 認識	自動車利用 意向
価値観	0.004	0.243	-2.968	-0.002	0.000	-0.001	-0.023	0.020	0.000
道路に関する知識	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
混雑に対する認識	0.000	-0.006	0.077	0.000	-0.007	0.000	0.001	-0.001	0.023
自動車利用意向	-0.005	-0.037	0.072	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	-0.001

<自動車利用意向が高まるケース>

- ・駐車場密度(=駐車場台数/小売り床面積)が高い場合
- ・所要時間(自動車で)がかからない場合
- ・駐車に時間がかかると認識しない場合
- ・商業地の道路をよく知っている場合

これらは、ダイアグラムにおいて、関係する変数が直接バスで結ばれることによる関係である(直接効果)。

次に、図-1の(A), (B), (C)で示される部分の潜在変数相互の関係に注目してみる。

(A)は、バスの符号が負であることより、「自動車利用意向が高い程、混雑に対する価値の意識が低い」ことを示しており、同様に(B)は「混雑に対する価値意識が高いものは「買物地が混雑しているとの認識を持たない」、また(C)は、「混雑を強く認識する程、自動車の利用意向が減退する」ことを示している。

これらの潜在変数を、対応する観測変数の持つ意味から解釈すると、次のようになる。

例えば、自動車利用意向は自動車利用率(過去の実績)が観測変数であるが、自動車利用意向が高い程、自動車で出かけることが多いことを意味するといえる。従って(A)の関係は、クロスセクションデータであることを考慮すれば、「いつも行く買物地に自動車で行くことが多い者は、自動車で出かける場合に目的地の混雑状況を重視しない」と解釈できる。これを個人に当てはめると、行動の履歴(経験)が一般的な価値基準に影響を与え、「混雑を重視しなくなる」様子が表現されていると解釈することができよう。

また、(B)については、「目的地の混雑状況を重視する程、自分がよく行く商業地を混雑していないと認識する」と言い替えられるが、これは、混雑状況を重視する程、混雑した商業地に行くことが少ない

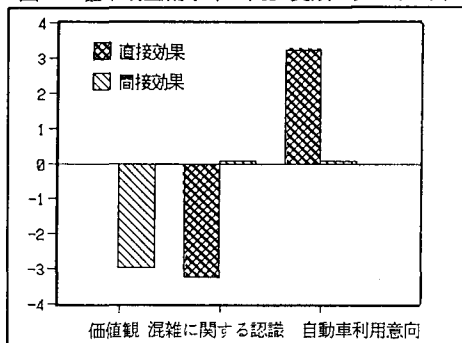
(行かないという行動結果が現れた) ためである
と解釈できる。

(C)では、「混雑していると認識する程、自動車利用
意向が低く、自動車の利用率が低い」ことを示し
ており、個人に当てはめれば、「混雑の認識が高け
れば自動車利用が下がる」ことと一致する。

このようにモデルは、潜在変数相互の関係として、
意識の上での因果関係のつながり (A)~(B)~(C)を
表現している。また、この関係を經由して再度(A)に
及ぼされる影響を捉えており、この影響を先の直接
効果と区別して、間接効果として表-2に示した。な
お、表-2における全体効果は、直接効果と間接効果
の和になっている。

次に駐車場整備水準を示す駐車場密度が自動車利
用意向に及ぼす影響について見てみる。両変数を結
ぶパスによる直接の効果と同時に、潜在内生変数相互
の効果が及ぶ。つまり、駐車場密度が高い程、混雑
についての認識が下がり、混雑認識と自動車利用意
向の関係で、自動車利用意向が高まる。さらに、前
述の潜在変数間の相互関係(A)~(C)を經由して自動
車利用意向に及ぼす効果が加わる。駐車場整備水準
が自動車利用意向に及ぼす効果を他の内生変数に及
ぼす効果とともに図-2に示した。

図-2 駐車場整備水準が内生変数に及ぼす効果



(3) LOGITモデルによる商業地選択行動の把握

商業立地の影響を消費者行動より分析するため、
商業地選択モデルを作成した。既に、目的地選択モデル
を用いて商業立地問題を扱った分析は数多く報告
されており、これは森地ほか(1987:文献[4])に詳し
い。本分析では、選択要因としての駐車場整備の評

価を分析するため、自動車利用の場合について駐車
場合数を変数に取り込み、かつアトリビュートを複数交
通手段の合成効用で定義した以下のモデルを構築した
(表-3)。なお、logsum変数のパラメータが1.0を超えて
いるが、これは、5%有意ではない。また、データの概
要は、別記3の通りである。

表-3 商業地選択モデル

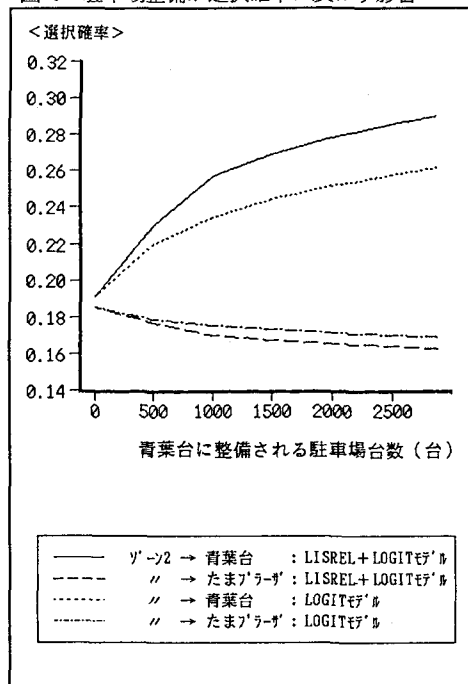
変数	パラメータ	t-値
アトリビュート(logsum)	1.075	22.6
大規模店売場面積 (対数) *大規模店利用ダミー *郊外ダミー	0.2576	9.51
一般小売店売場面積 (対数) *一般小売店利用ダミー *郊外ダミー	0.3819	6.75
駐車場合数 (対数) *自動車利用ダミー *郊外ダミー	0.1815	3.47
小売店売場面積 (対数) *都心ダミー	0.3923	14.4
サンプル数	616	
ρ^2	0.436	
χ^2	1180.4	
相関係数	0.867	

(4) 意識モデルと商業地選択モデルの統合

LISRELで推計された自動車利用意向の値を用いて、
ロジットモデルにより目的地選択モデルを構築することによ
って、意識構造を取り込んだ行動記述が可能である。
LISRELと確率モデルを用いた分析には、例えば、Mc-
Fadden(1986)などがあり(文献[5],[6],[7])、行動
に至る意識のメカニズムを同定する試みがなされている。
本分析では、意識に関わる全体フレームの一部に選択モデ
ルを位置付けるのではなく、選択モデルの1要因の算定
にLISRELを用いている。つまり、商業地選択モデルに
おいて駐車場整備水準をダミー変数により自動車利用
者に限っていることに注目し、このダミー変数に替わ
って、別途LISRELで表現された自動車利用意向 $\hat{\eta}$
(⑥式)を用いることで、意識が選択に及ぼす影響
を捉えようとした。

ここで、駐車場の増設によって個人が商業地を選択する確率がどう変化するかを確かめた。図-3は、駐車場整備によって商業地の選択確率が変化することをLOGITモデルによるものと、LOGITモデルとLISRELを統合したモデルによるものとを比較して示した結果である。対象地域は、別記4に示す田園都市線沿線地域である。ここでは、青葉台駅周辺商業地における駐車場整備に対して、ゾーニングの個人が青葉台およびたまプラーザを選択する確率の変化を示している。2つのモデルによる選択確率の違いは、意識データによって観測された混雑や道路知識などの潜在意識が選択モデルに及ぼした結果といえよう。

図-3 駐車場整備が選択確率に及ぼす影響



4. 商業地整備が買物行動に及ぼす影響分析

商業立地の影響を分析する手法として、地域の効用最大化による方法と、前章までの消費者行動モデルを用いた分析を取り上げ、検討を試みた。前者の方法は、後者のモデルを用いて最適化計算を行うことにより各商業地の規模を全体効用が最大となるように決める方法であり、現実と単純化された潜在立地量

とのギャップを明らかにできる。また後者では、従来行われる感度分析的方法に加え、先のLISRELを組み入れた分析をも試みている。これにより、立地による直接的な行動変化に加え、間接的なながらも、意識の変化を通して生じる行動変化を調べることができ

(1) 商業施設の潜在的立地需要の分析

商業施設の潜在需要量と現況供給量のギャップを特定することにより、新規商業立地が及ぼすであろう影響を簡便に分析できる。例えば、文献[8]のような最適立地問題とすれば、消費者余剰の考え方をを用いて、分析対象地域における現状の商業規模に対する最適立地規模を求めることができ、各商業地の潜在的な立地可能性を示すことができる。本分析の考え方は、別記5に示す通りである。

別記5 消費者余剰最大化による最適立地の解法

発地*i*における目的地全体の効用 MU_i を次のように定義する。

$$MU_i = E [m_{ij} x U_{j|i}], \quad U_{j|i} = V_{j|i} + \varepsilon$$

全域の総効用 MU は、

$$MU = \sum_i t_i \cdot \ln \left(\sum_j e^{V_{j|i}} \right)$$

ここで、商業地規模(売り場面積など)の総量 $W (= \sum W_j)$ が一定という条件下において、総効用 M を最大にする解 W_j^* を求める。 W_j は目的地*j*の効用の1変数であり、

$$V_{j|i} = \alpha \cdot \ln(W_j) + v_{j|i}$$

とすれば、目的関数は次のようになる。

$$\sum_i t_i \cdot \ln \left(\sum_j W_j^\alpha e^{v_{j|i}} \right) - \lambda (\sum_j W_j - W)$$

$$\rightarrow \max \quad \lambda : \text{ラグランジュ未定係数}$$

これを解くと、

$$\frac{t_j}{W_j^*} = \frac{\lambda}{\alpha} \quad (= \text{const.})$$

$$t_j : \sum_i t_i \cdot P_{j|i} \text{ (集中量)}$$

となり、総効用最大化の解 W は、「規模当りの集中量が全目的地で一定」であることが示される。

図-4 駐車場の最適配置（総台数を現況台数とする）

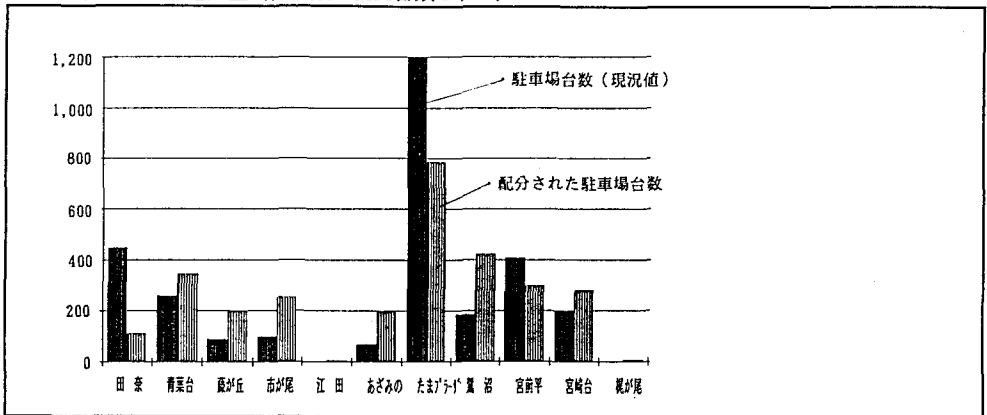
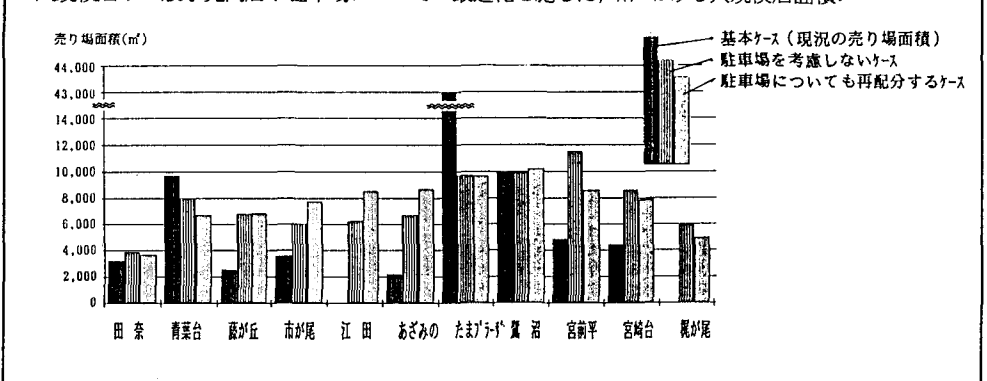


図-5 最適商業立地

<大規模店、一般小売商店、駐車場についての最適化を施したケースにおける大規模店面積>



この方法により、対象地域内の商業地について、駐車場を各商業地に再配分した場合、図-4に示す結果を得た。現状の整備量に対して再配分された量が大きい市が尾、あざみの、鷺沼などの商業地では、周辺の需要規模に比して供給されている量が少ないことを表わし、駐車場整備により集客量の増加が期待される。

次に、沿線地域における現状の商業規模（大規模店総売り場面積、および小売店総売り場面積）を再配分した結果を図-5に示した。また、駐車場総台数についても同時に再配分した結果を併せて示している。大規模店が立地し、周辺での小売店の立地があるとなると、現況の総売り場面積より配分された値の大きい商業地では、集客に関する影響が大きく、また、駐車場についても配分した結果による最適売り場

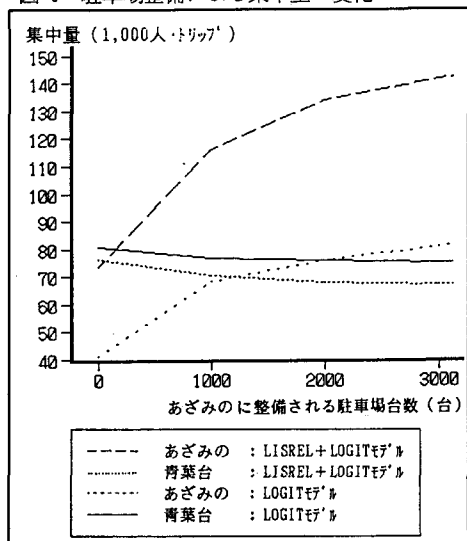
面積が、駐車場を考慮しないものより大きい商業地では、駐車場整備による効果が大きいと考えられる。

（2）商業立地による影響の感度分析

対象地域の商業地について、先に推定した交通需要モデルを用い、集中量（人・トリップ）を推計した結果が図-6である。ここでは、沿線のあざみの駅周辺商業地に駐車場が整備された場合に「あざみの」と「青葉台」での集中量の変化を示している。「あざみの」は、市営地下鉄の工事が進められおり、前述の最適配置においても、立地ポテンシャルが高いと考えられた商業地である。LISRELを組み込んだモデルでは、「あざみの」での駐車場の新規整備 1,000台に対して「混雑に対する認識」が 0.846ポイント下がり、「自動車利用意向」が 0.887ポイント上昇することを表わすことが

できた。この効果によって通常のLOGITモデルに比べて高い感度になっている。すなわち、選択モデルの要因の同定に意識構造のモデルを用いることによって従来の物理量対選択行動という図式より得られるコスト係数の感度を大きく上回る結果が得られたが、この点が正に本分析のねらいとしていた成果である。

図-6 駐車場整備による集中量の変化



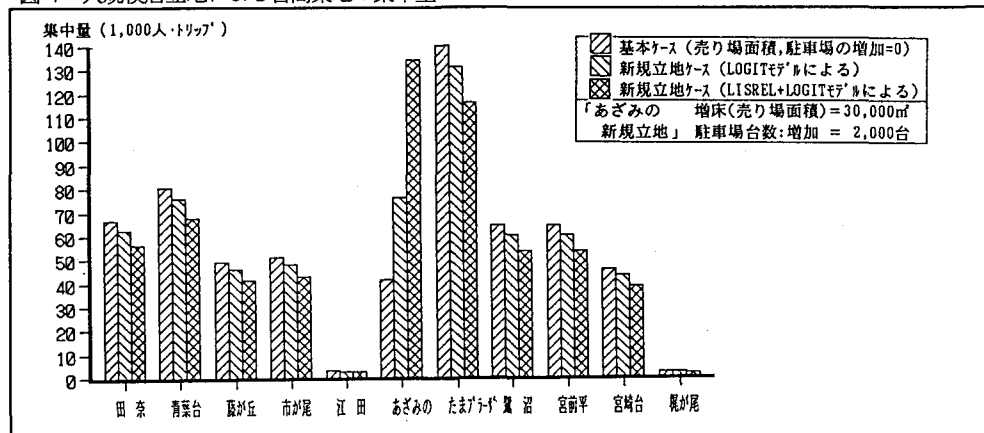
(3) 大規模店が新規立地する場合の影響

ここでは、売り場面積30,000㎡規模の大規模店が駐車場2,000台を伴って(2)と同じ商業地に立地した場合、集中量(人・トリップ)がどのように変化するかを確かめた。結果を図-7に示す。「あざみの」への来訪者については、売り場面積と駐車場密度の増加によって自動車利用意向が0.1413ポイント上昇することが意識モデルにより表わされ、この効果により従来型モデルと異なる結果を得た。また、この時「混雑に対する認識」は0.1287ポイント減少するが、これは先に示した自動車利用意向の上昇分の一部(+0.0029ポイント)となっている。このように本モデルにより選択行動を意識の変化と関係付けて表現できたといえる。

6. まとめと今後の課題

本分析を通じて、意識構造を取り込んだ商業地選択モデルにより、自動車トリップ発生段階での商業施設整備、駐車場整備の影響を意識モデルを用いて捉えることができた。LOGITモデルに代表される従来の方法では、質的な商業施設整備の変化、交通環境の変化への対応に限界があったが、本分析のモデルは、主観的な評価を、政策や計画に対応可能とするための一つの試みといえ、その実現化のために有望な成果を得たと考える。

図-7 大規模店立地による各商業地の集中量



別記2 意識調査の概要

対象地域	東急田園都市線沿線及び町田市周辺
調査年度	昭和63年11月
調査内容	・訪問留置(一部郵送)アンケート ・回収数914サンプル(世帯票) ・最もよく行く商業地での買回り品の買物行動特性および意識調査 (詳細は次欄に記載)

意識調査の項目(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

情報に関わる意識

- ・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
- ・予め駐車場を決めて出かける
- ・目的地は駐車しやすいかを考慮する
- ・駐車場情報を利用する

駐車に関わる意識

- ・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

よく行く商業地の

交通状況に関する意識

道路に関する知識

- ・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
- ・路上駐車できる場所を知っている

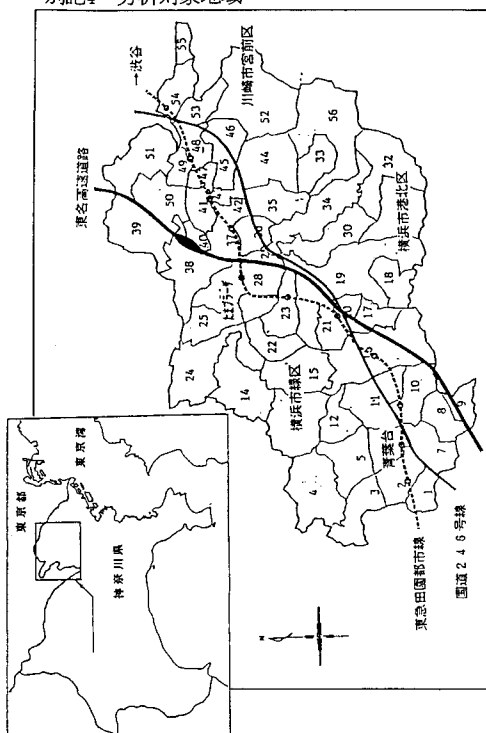
駐車に関する意識

- ・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

別記3 買物調査の概要

対象地域	東急田園都市線沿線
調査年度	昭和59年7、8月
調査内容	訪問留置アンケート 回収数846サンプル 最もよく行く商業地での買回り品の買物行動特性調査

別記4 分析対象地域



[参考文献]

- [1] 矢嶋宏光、屋井鉄雄、森地茂(1989): 商業地域における駐車施設整備のための基礎的研究、第12回土木計画学研究
- [2] Bogozzi, R.P. (1980): Causal Models in Marketing, John Wiley & Sons, N.Y.
- [3] Joreskog, K.G. & Sorbom, D. (1988): LISREL7 Guide to the Program and Application, SPSS Inc.
- [4] 森地茂、屋井鉄雄ほか(1987): 商業地の交通環境整備に関する基礎的研究、住宅・土地問題研究論文集11、(財)日本住宅総合センター
- [5] McFadden, D. (1986): The Choice Theory Approach to Market, Marketing Science, Vol.15, No. 4, pp. 275~297
- [6] Ben-Akiva, M. (1987): Integrated Framework for Travel Behavior Analysis, Draft Paper
- [7] Morikawa, T. (1989): Incorporating Stated Preference Data in Travel Demand Analysis, Chap. 7, Doctorial Dissertation, M.I.T.
- [8] 吉川和広、小林潔司、屋井鉄雄、奥谷正(1986): 大都市近郊地域における商業地整備計画問題の分析に関する研究、昭和61年度関西支部年次学術講演会概要集