

地域間競争を考慮した買物行動モデルの適用に関する研究*

- 豊田市と周辺地域を例として -

The Research of the Application to the Shopping Behavior Model Theory
in the Light of the Competition with Commercial Areas *

- A Case Study in Toyota City and Surroundings -

坂本利彦**

By Toshihiko SAKAMOTO**

1. はじめに

日本の経済水準の向上期には、余暇とともに買物需要の増大と多様化が同時に進行していたが、現在は多様化の傾向が強まっている。それに伴って、消費者の買物行動はめまぐるしく変化してきている。地方都市では、郊外型大規模商業施設の増加によって、都心の空洞化したままの商店街が多く存在するため、都心型大規模商業施設のリニューアルオープン等による集客効果をねらった活性化策が実施されている。その一方で、周辺地域では道路整備・商業環境整備が進むにつれて、大都市並びに周辺都市への買物が短時間で快適に行けるようになり、消費者の買物の行動範囲は、拡がりを見せている。これは、地方都市と周辺地域で、商業環境の競争による、圏域全体の買物行動の変化を示している。このような地域間競争の状況をふまえて、買物行動がモデル化できれば、圏域全体での将来予測に役立つことが可能になるばかりでなく、今後の商業環境整備を検討する地方自治体、商業経営者にとって重要な情報となる。

本稿では、消費者が買物行動における予算制約のもとで買物行動の効用を最大化する効用関数を仮定したモデルに基づいて、地域間の商業環境の競争を考慮した効用変化モデルを導く。ケーススタディとして、豊田市での都心型大規模商業施設の開業前後における一週間単位の買物行動調査から、市内と市外に該当する周辺地域との買物消費額の流れや商圈等の地域間競争の変化を把握し、買物行動の効用変化モデルの推定を行うことで、適用性の検討を目的とする。

2. 買物行動モデル

(1) 買物行動の基本モデル

空間的な相互作用モデルと位置づけられる買物行動モデルのうちで、空間における人間の行動は効用で説明できるとして個人の効用関数を仮定し、個人は一定の制約条件のもとに効用最大化行動をとるという前提によって、理論的なモデルを導くアプローチがあるが、本研究では、近藤・広瀬⁵⁾が構築した買物行動モデルを基本として、新たなモデル式を導出している。これは、ある一定の予算制約のもとで買物によって得られる効用を最大化するモデル式をベースに、式の変形をしている。以下にそのモデル式の導出過程を示す。

居住地 i に住む消費者が、商業地 j で買物する場合を考える。ある単位期間内に n_{ij} 回買物に行くときに得られる効用を u_{ij} とすると、 u_{ij} はその商業地の魅力度 Z_j の関数であると考えられる。また、効用は商業地 j での1回の買物額 s_{ij} にも依存し、買物行動の効用関数として、買物回数 n_{ij} 、商業地 j の魅力度 Z_j 、及び買物額 s_{ij} を用いて、個人の効用関数(1)を仮定する。

$$u_{ij} = Z_j \cdot s_{ij} \cdot n_{ij} \quad (\quad , \quad \text{はパラメータ}) \quad (1)$$

効用関数の限界効用が低減すると仮定すれば、 $0 < \frac{\partial u_{ij}}{\partial n_{ij}} < 1$ 、 $0 < \frac{\partial u_{ij}}{\partial s_{ij}} < 1$ となる。式(1)より、居住地 i に住む人がすべての商業地での買物で得られる効用の総和 U_i は、式(2)となる。

$$U_i = \sum_j Z_j \cdot s_{ij} \cdot n_{ij} \quad (0 < \frac{\partial U_i}{\partial n_{ij}} < 1, 0 < \frac{\partial U_i}{\partial s_{ij}} < 1) \quad (2)$$

居住地 i から商業地 j への買物に必要な交通費用を、 c_{ij} とすると、居住地 i に住む消費者が n_{ij} 回の買物行動をする場合、 $n_{ij} \cdot s_{ij}$ の買物支出と $n_{ij} \cdot c_{ij}$ の交通費用を要する。対象となる消費者が行うすべての買物とそれに伴う交通費用の総予算を I_i とおくと、買物行動に要する総費用は I_i 以下でなければならぬことを表すと、式(3)となる。

*キーワード: 買物行動, 交通行動分析, 市街地整備

**正会員, 工修, (財)豊田都市交通研究所

(愛知県豊田市若宮町 1-1 Tel:0565-31-7543

E-mail:sakamoto@ttri.or.jp)

$$I_i = n_{ij} \cdot s_{ij} + n_{ij} \cdot c_{ij} \quad (3)$$

買物行動では、すべての人間が効用を最大化するように買物回数 n_{ij} を決定すると仮定すれば、式(2),(3)より、次のように定式化できる。

$$\text{効用関数 } U_i = Z_j \cdot s_{ij} \cdot n_{ij} \quad \text{Max} \quad (4)$$

$$\text{制約条件 } I_i = n_{ij} \cdot s_{ij} + n_{ij} \cdot c_{ij} \quad (5)$$

これは、消費者が魅力度のより高い商業地を多く訪ね、買物に消費できるかぎりの予算額で、多くの買物をする場合に、より高い効用を得ることを表している。

買物行動において消費者が U_i を最大するように買物回数を決定すると仮定すれば、その時の買物回数は式(4),(5)から求めることができる。これは、ラグランジェの未定乗数法にキューン・タッカーの定理を用いて解く。ラグランジェ関数は、式(6)となる。

$$L(s_{ij}, n_{ij}, \lambda) = s_{ij} \cdot n_{ij} \cdot Z_j + \lambda (I_i - n_{ij} \cdot s_{ij} - n_{ij} \cdot c_{ij}) \quad (6)$$

ただし、 λ :ラグランジェ乗数($\lambda \geq 0$)

この関数に対して、 $L / s_{ij} = 0$ 、 $L / n_{ij} = 0$ 、 $L / \lambda = 0$ 、 $(L / \lambda) = 0$ の条件により、効用を最大化する買物回数を求めると、式(7)となる。

$$n_{ij} = \frac{I_i \cdot Z_j^{1/1-\alpha} \cdot (1/c_{ij})^{1-\alpha}}{(\alpha / (1-\alpha)) \cdot Z_j^{1/1-\alpha} \cdot (1/c_{ij})^{1-\alpha} \cdot c_{ij}} \quad (7)$$

式(7)を導出する過程で、式(8)が得られる。

$$s_{ij} = (\alpha / (1-\alpha)) \cdot c_{ij} \quad (8)$$

ここで、住居地 i から商業地 j への小売買物額の流れ $x_{ij} = n_{ij} \cdot s_{ij}$ であることから、式(9)となる。

$$x_{ij} = \frac{I_i \cdot Z_j^{1/1-\alpha} \cdot (1/c_{ij})^{1-\alpha}}{(\alpha / (1-\alpha)) \cdot Z_j^{1/1-\alpha} \cdot (1/c_{ij})^{1-\alpha}} \quad (9)$$

これは、居住地 i に住む消費者が、商業地 j を訪ね、ある期間に消費する小売買物額 x_{ij} は、すべての買物とそれに伴う交通費用のための総予算 I_i のうち、効用関数のパラメータの比 $(\alpha / (1-\alpha))$ で商業地 j の各ゾーンを割り振る構造になっている。ゾーン i において割り振る比率は、商業地 j の魅力 Z_j の $1 / (1-\alpha)$ 乗に比例、商業地 j までの交通費用 c_{ij} の $(1-\alpha) / (1-\alpha)$ 乗に反比例することになる。

ここで、モデルのパラメータの推定をするため、式の変形を行う。居住地 i から商業地 j と k への買物を対象にし、式(9)で与えられる各々の商業地への買物消費額の比をとると、式(10)となる。

$$x_{ij} / x_{ik} = (Z_j / Z_k)^{1/1-\alpha} + (c_{ik} / c_{ij})^{1-\alpha} \quad (10)$$

ただし、 $j \neq k$

$$\text{式(10)の両辺の対数をとると、線形化した式(11)となる。}$$

$$\log(x_{ij} / x_{ik}) = (1 / (1-\alpha)) \log(Z_j / Z_k) + ((1-\alpha) / (1-\alpha)) \log(c_{ik} / c_{ij}) \quad (11)$$

(2) 地域間競合による買物行動変化モデル

魅力度 Z_j については、様々な関数形が提案されているが、ここでは一般化した式(12)を設定する。

$$Z_j = P_j \cdot \exp(aL_j + bM_j + cN_j \dots) \quad (12)$$

ただし、 a, b, c, \dots はパラメータ

P_j : 商業地 j のポテンシャルを表す変数

(商店数、売場面積、従業員数、年間販売額等)

L_j, M_j, N_j : 商業地 j の交通基盤を表す変数

(駅の有無、乗入れ路線数、駐車容量等)

\dots : その他の魅力度を表す変数

式(11)は、式(12)の商業地のポテンシャルを表す変数に着目すると、式(13)に変形できる。

$$\log(P_j / P_k) = (1-\alpha) \log(x_{ij} / x_{ik}) - ((1-\alpha) / (1-\alpha)) \log(c_{ik} / c_{ij}) - (aL_j + bM_j + cN_j \dots / aL_k + bM_k + cN_k \dots) \quad (13)$$

これは、居住地 i に住む消費者が商業地 j 及び k への買物行動を対象にしているため、例えば、対象都市を i 、市外の周辺地域の商業地を j 、市内の商業地を k と設定すると、対象都市と周辺地域との地域間競合を考慮したモデル式となっている。

ここで、地域間競合による買物行動の変化として、対象都市 i の商業地 k の商業環境の変化によって、商業地のポテンシャルが β 倍になると仮定し、例えば、商業環境の変化として、大規模商業施設のリニューアルオープンの場合を考えると、交通基盤は変化せずに、小売買物額の流れ、交通費用、その他の魅力度が変化している。すなわち、このような買物行動の変化を条件とした場合、式(14)は、その他の魅力度を表す変数をパラメータ β 、 γ を含む係数に含まれるようにすると、式(14)を導くことができる。

$$\log(P_j / P_k) = (1-\alpha) \log(x_{ij} / x_{ik}) - ((1-\alpha) / (1-\alpha)) \log(c_{ik} / c_{ij}) \quad (14)$$

また、商業地のポテンシャルが β 倍になると仮定すると、買物行動の変化を表す式(15)を導くことができる。

$$\log(P_j / P_k) = (1 / (1-\alpha)) \cdot (1-\alpha) \log(x_{ij} / x_{ik}) - ((1-\alpha) / (1-\alpha)) \log(c_{ik} / c_{ij}) \quad (15)$$

3. モデルの適用

(1) 豊田市及び周辺地域の買物動向

地域間の商業環境の競合を把握するために、居住地 i は、市内6地区(猿投、高橋、拳母、上郷、松平、高岡)を対象とした。商業地 j には、市外の周辺3地域(名古屋市、周辺地域1、周辺地域2)を、商業地 k には、豊田市を対象とした。周辺地域については、大都市型の巨大な商圈をもつ名古屋市、地方都市型の商業集積で隣接商圈に影響を与える周辺地域2、郊外型の商業集積で隣接商圈の影響が少ない周辺地域1を選定した。商業環境の変化は、市内で大規模商業施設がリニューアルオープンしたが、周辺地域は変化なしだった。

昨年度の研究⁷⁾では、商業地別、買物品目別、開業前後別、居住地区別に買物トリップ数等の係数からクラスター分析(図-1)をして、類型化による地区別の買物特性を把握している。

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

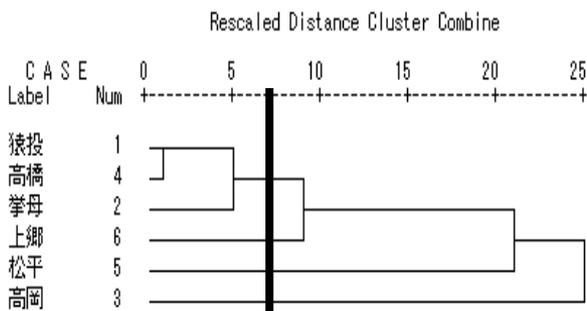


図-1 クラスター分析による樹形図

ここで、商業ポテンシャルを示す小売吸引力⁷⁾と商業地と居住地区との関係を図-2に示す。

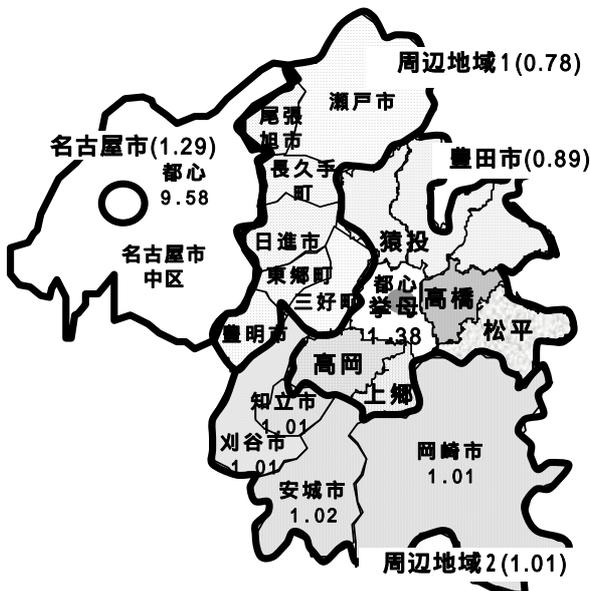


図-2 豊田市と周辺地域の買物動向

これは、図-1,2により、市内買物トリップ率の高い拳母、猿投、高橋は、隣接する周辺地域1の小売吸引力が小さいため、市内の商圈の影響が強く、市外買物トリップ率の高い高岡、松平、上郷は、隣接する周辺地域2の小売吸引力が大きいため、市外の商圈の影響が強い。これは、居住地区によって、市内と市外との買物消費額の比率が、小売吸引力⁷⁾と距離等に影響されることを示している。

(2) モデルのパラメータ推定

パラメータ推定にあたって、モデル式(14),(15)を用いる。魅力度のうち商業地 j, k の商業ポテンシャルを表す変数として、小売吸引力⁷⁾を選定した(表-1)。

表-1 商業ポテンシャルの指標

魅力度	Pk		Pj	
	豊田市	周辺地域1	周辺地域2	名古屋市
小売 吸引力 ⁷⁾	0.89	0.78	1.01	1.29

消費額の流れ x_{ij} 及び x_{ik} は、以下の式で求めた。

$$x_{ij} = Q \cdot R_{ij} / R_j \quad (16)$$

$$x_{ik} = Q \cdot R_{ik} / R_k \quad (17)$$

Q: 2002年愛知県人口あたりの年間小売販売額

R_j : 商業地 j の総買物トリップ数

R_{ij} : 居住地 i から商業地 j への買物トリップ数

R_k : 商業地 k の総買物トリップ数

R_{ik} : 居住地 i から商業地 k への買物トリップ数

交通費用はゾーン i からゾーン j 及び k への時間距離を t_{ij} 及び t_{ik} に比例すると仮定すると、比例定数 d を用いて交通費用 c_{ij} 及び c_{ik} は、式(18)となる。

$$c_{ij} = d \cdot t_{ij} \quad \text{及び} \quad c_{ik} = d \cdot t_{ik} \quad (18)$$

時間距離 t_{ij} 及び t_{ik} を式(19),(20)から求めた。

$$t_{ij} = T_{ij} / R_j \quad (19)$$

$$t_{ik} = T_{ik} / R_k \quad (20)$$

R_j : 商業地 j の総買物トリップ数

T_{ij} : 居住地 i から商業地 j へのトリップ時間

R_k : 商業地 k の総買物トリップ数

T_{ik} : 居住地 i から商業地 k へのトリップ時間

ここまで、居住地区別の買物行動特性と商業施設の開業前後の消費行動の変化を視点として、消費者が予算制約のもとで買物行動の効用を最大化する効用関数を仮定した効用最大化モデルを基本に、その効用の変化を表現した買物行動変化のモデル式を導いている。そこで、豊田市では商業施設開業前後における1週間

単位の買物行動調査をしているため、この開業前後にあたる10月と11月の調査結果に分けて、モデルの推定を行った。モデルの推定結果を表 - 2に示す。

表 - 2 買物行動モデルの推定結果

10月(商業施設開業前) **:1%有意 *:5%有意			
決定係数	0.824		
修正決定係数	0.800		
変数項	回帰係数	t値	判定
買物消費額の流れ	0.0995	4.104	**
交通費用(時間距離)	-0.511	-6.399	**
11月(商業施設開業後) **:1%有意 *:5%有意			
決定係数	0.815		
修正決定係数	0.791		
変数項	回帰係数	t値	判定
買物消費額の流れ	0.0958	3.999	**
交通費用(時間距離)	-0.503	-6.326	**

表 - 2は、式(14)を用いた結果である。パラメータ推定では、買物消費額の流れの項として、式(16),(17)からのデータを用いた。交通費用の項として、式(19),(20)からのデータを用いた。決定係数は、過去の研究例^{5)・6)}では0.65前後であったが、本研究では0.8以上であり精度が上がっている。表 - 2の結果から、効用関数のパラメータ、を推定すると、表 - 3となる。

表 - 3 パラメータ、の推定結果

10月(大規模小売店開業前)		(0< <1, 0< <1)
	0.390	0< <1
	0.900	0< <1
11月(大規模小売店開業後)		(0< <1, 0< <1)
	0.401	0< <1
	0.904	0< <1

買物行動の変化は、モデル式(15)のパラメータの変化として表すことができる。式(14),(15)の各項を下記の通りにまとめると、モデル式(21),(22)となる。

$$Z = AX + BC \quad (21)$$

$$Z = (1 /) (AX + BC) \quad (22)$$

ただし、 $Z = \log(Z_j / Z_k)$, $X = \log(x_{ij} / x_{ik})$,

$$C = \log(c_{ik} / c_{ij}), A = 1 - , B = - , = t \cdot s$$

(は比率のため、パラメータtとsの積で示す)

推定結果をもとに、開業前後の10月と11月で重回帰式を示すと、式(23),(24)となる。

$$\text{開業前10月: } Z = 0.0995X - 0.511C \quad (23)$$

$$\text{開業後11月: } Z = 0.0958X - 0.503C \quad (24)$$

式(23),(24)は、モデル式(21),(22)に対応している。Xのパラメータを比較すると、開業前後では、0.0995が0.0958に減少しているが、この比率が、モデル式(22)の1/である。また、Xが市外と市内の買物消費額の比を変数としているので、市外への買物消費額が減少していることを表している。すなわち、モデル式(21),(22)は地域間競合による買物行動の変化を表現している。

Xは、開業前10月では市内買物トリップ数/全買物トリップ数=0.828であり、開業後11月では0.843となり、増加率が1.02となっている。これは、1/の逆数、すなわち、の値である。また、モデル式(22)は商業ポテンシャルPの市内小売吸引力⁷⁾の増加率と連動するため、増加率は1.02となる。つまり、小売吸引力⁷⁾が年間販売額/人口を係数化しているため、この増加率から、市場の拡大規模が予測(約60億円)できる。

4.まとめ

本研究では、消費者が買物行動における予算制約のもとで買物行動の効用を最大化する効用関数を仮定したモデルに基づいて、地域間の商業環境の競合を考慮した効用変化モデルを導いた。

ケーススタディとして、豊田市での都心型大規模商業施設の開業前後における一週間単位の買物行動調査から、市内と市外に該当する周辺地域との買物消費額の流れや商圈等の地域間競合の変化を把握し、買物行動の効用変化モデルの推定から、モデルの適合性について検証を行った。

今後は、その他の魅力度変数を検討しながら、効用変化モデルの構築をすすめる。

参考文献

- 1) (財)豊田都市交通研究所:「豊田市休日交通行動調査報告書」
- 2) 大友篤著「地域分析入門 改訂版」東洋経済 1997
- 3) 東洋経済新報社:「地域経済総覧2002」
- 4) 豊田市「とよたの統計(豊田市の商業)」
- 5) 近藤光男・廣瀬善伸:効用最大化に基づく買物行動モデルとその地方圏への適用に関する研究,第32回日本都市計画学会学術研究論文集
- 6) 今井達也・大蔵泉・中村文彦・平石浩之:商業地域の魅力度を考慮した買物行動モデルの構築に関する研究,Vol24 土木計画学研究・講演集,2001
- 7) 坂本利彦・伊豆原浩二:地方都市の都心型大規模小売店開業による買物行動変化・特性に関する研究,Vol28 土木計画学研究・講演集,2003