

相関ルールを基本にした商業施設の回遊行動シミュレーション分析

An Analysis of Round-trip in Shopping Center based on Association Rule

斎藤多恵子*・羽藤英二**

By Taeko SAITO*・Eiji HATO**

1. はじめに

今日、郊外型大規模商業施設（SC：ショッピングセンター）全盛期といわれ、地方都市圏を中心に多くのSCが郊外部に出店し続けている。都市圏によっては、消費者需要が飽和状態となっているものの、商業施設間の競争はますます激化する一途である。

こうした商業施設において大規模なものでは一日の入込み客数が10万人を越えるところもあり、商業施設そのものが都市と呼べるような規模のものも存在する。様々な小売店が集積している大規模SCでは、個々の店舗における顧客分析に加え、SC内店舗間の相互作用が来客者の行動に影響を大きく与える。

こうした大規模小売店舗における購買行動は、周辺の小売店との競合と、大規模店舗内の競合の2つに分けて考えることができる。マクロスケールの店舗選択モデルとミクロスケールの店舗内回遊モデルを組み合わせたモデルシステムを開発することで、大規模小売店舗の出店が都市圏に与える影響をより深く考察できると考える。

ミクロスケールの店舗内の回遊行動については、SC来店者の「個人属性」と「詳細な回遊データ」を利用し、各店舗客数と、店舗間距離で店舗選択の相関ルールを記述するモデルを構築する。回遊行動は複雑で組み合わせ数が多いため、データマイニングに基づいたこうした手法が適していると考えられる。また、マクロスケールの店舗選択モデルではSCの周辺住民の購買同行より、SC及び、他周辺施設の選択行動を表現する。

マクロスケールとミクロスケールの2つのスケールでモデル構築を行うことで、各スケールでの影響をみるだけでなく、マクロスケールでの市場戦略がミクロスケールに与える影響をシミュレーションすることが可能となる。都市圏全体を見据えたより現実的で効果的なマーケティング計画の立案可能なシミュレーションモデルの開発を目的とする。

* 正員，愛媛大学工学部環境建設工学科

**正員，工博，愛媛大学工学部環境建設工学科
(e-mail:hato@eng.ehime-u.ac.jp)

表 1 アンケート調査概要

SC来客者アンケート	
調査対象	SC来客者
調査日時	平成16年11月17日(水), 19日(金), 21日(日) 開店時刻～閉店時刻
配布方法	入場口(全入口17箇所)で配布員が手渡し配布
回収方法	後日回答後、郵送にて返送
回収率	12.9%(回収部数357部/配布部数2,768部)
SC周辺住民アンケート	
調査対象	SC周辺(概ね2km圏内)の居住世帯
調査日時	平成16年11月19日(金)～23日(火)
配布方法	無作為にポスティング
回収方法	回答後、郵送にて返送
回収率	8.9%(回収部数175部/配布部数1,974部)

2. データの概要

分析に用いたデータは、広島県のあるSCを対象施設とし、SCへの来客者とSC周辺住民にアンケート調査を実施し得られたデータを使用する。

表-1にアンケート概要を示す。SC来客者へのアンケートは、2004年11月17日(水)19日(金), 21日(日)の3日間を対象とし、SCの各入口でアンケート配布を行った。その日の詳細な回遊行動についてアンケートを実施した。回遊行動の時系列データ、立ち寄り店舗、購入品目、滞在時間、移動経路等のデータをミクロスケールモデル構築に用いた。

SC周辺住民へのアンケートは、2004年11月19日(金)～23日(火)の期間にSC周辺の居住世帯にアンケートを無作為にポスティングし、SC周辺の小規模な食品中心を扱うスーパーから中心市街地の百貨店を対象とし、品目別買物先、頻度等の購買動向についてアンケートを実施し、これをマクロスケールモデル構築のために使用した。

3. ミクロスケールモデルの構築

来客者の回遊行動データより、店舗間のODトリップを集計した。SC内には全部で約230店舗あるため、店舗属性を10種類に分類し、属性間ODトリップが80以上の店舗属性でWEBグラフ(図-1)を作成した。図-1より、ファッション

表2 性別,居住地別パラメータ推定結果

変数名	変数内容	全体		性別		居住地					
				男性	女性	商圏1	商圏2	郊外			
1	起点 食品スーパー	0.934	(15.91)	0.862	(7.87)	0.934	(15.79)	0.799	(8.83)	0.948	(10.21)
2	起点 ファッション	0.856	(21.13)	0.858	(7.27)	0.843	(23.19)	0.816	(5.98)	0.831	(20.01)
3	起点 雑貨	0.907	(14.82)	0.905	(4.64)	0.900	(15.58)	0.794	(6.79)	0.902	(12.84)
4	起点 レストラン	0.999	(0.24)	1.015	(0.85)	0.994	(1.29)	0.997	(0.15)	0.986	(2.29)
5	起点 ホビー	0.899	(19.7)	0.764	(11.88)	0.904	(18.52)	0.662	(13.51)	0.893	(16.9)
1	終点 食品スーパー	0.075	(14.48)	0.142	(7.21)	0.067	(12.74)	0.110	(4.03)	0.056	(9.25)
2	終点 ファッション	-0.013	(-1.84)	-0.017	(-0.83)	-0.011	(-1.46)	-0.028	(-1.01)	-0.034	(-3.89)
3	終点 雑貨	0.012	(1.99)	0.006	(0.30)	0.012	(2.00)	-0.017	(-0.56)	0.007	(1.04)
4	終点 レストラン	-0.004	(-0.80)	-0.014	(-0.80)	-0.001	(-0.21)	-0.018	(-0.82)	-0.010	(-1.79)
5	終点 ホビー	0.043	(8.43)	0.074	(3.79)	0.034	(6.65)	0.090	(3.39)	0.026	(4.17)
k ₂₂	ファッション ファッション	0.035	(5.09)	0.018	(1.01)	0.032	(4.52)	0.144	(5.56)	0.031	(3.56)
k ₂₃	ファッション 雑貨	0.017	(3.08)	0.059	(2.97)	0.014	(2.58)	0.126	(4.70)	0.003	(0.51)
k ₃₂	雑貨 ファッション	0.008	(1.36)	0.024	(1.22)	0.004	(0.64)	0.051	(1.91)	0.008	(1.11)
k ₃₃	雑貨 雑貨	0.001	(0.29)	0.018	(1.00)	0.000	(0.03)	0.045	(1.64)	-0.009	(-1.48)
k ₂₁	ファッション 食品スーパー	0.001	(0.28)	0.026	(1.48)	0.005	(0.93)	0.052	(1.94)	-0.002	(-0.39)
k ₃₅	ファッション ホビー	-0.002	(-0.34)	0.029	(1.59)	0.000	(0.04)	0.049	(1.97)	-0.001	(-0.16)
k ₆₂	ホビー ファッション	0.004	(0.82)	-0.013	(-0.71)	0.003	(0.61)	0.046	(1.93)	0.007	(1.15)
k ₆₂	レストラン ファッション	0.013	(2.68)	0.039	(2.15)	0.013	(2.54)	0.055	(2.61)	0.019	(3.09)
	店舗距離(m)	0.854	(97.57)	0.813	(28.13)	0.840	(95.71)	0.679	(15.65)	0.800	(77.31)
	サンプル数	3402		353		3030		319		2743	
	R ²	0.948		0.909		0.95		0.868		0.935	

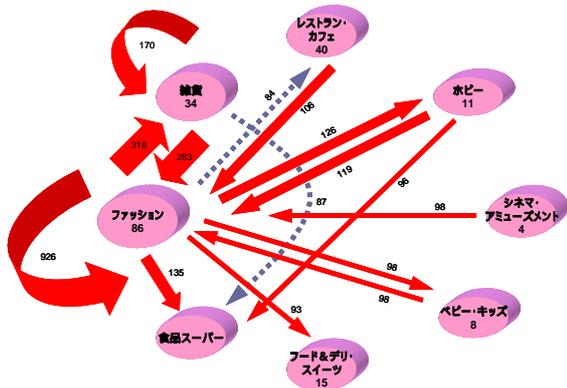


図-1 店舗属性間のWEB グラフ

ン, 雑貨の店舗属性間でのトリップが特に多いことがわかる。また, ファッションの属性店舗は全ての属性と行き来があり, ファッションの店舗が回遊の軸になっている。トリップの方向を見ると, ファッションからスーパーと, ファッションからフード&デリ, スイーツへのトリップはあるが, その逆方向のパターンは見られない。食品等の手荷物をもってファッションの店舗で買物することを避けてことがわかる。また, シネマ, アミューズメントについては自身が目的地になるODトリップはなく, ファッションへ向かうODトリップのみがあることから, 映画を目的にくる来客者はまず映画館へ直行し, 映画を見た後ファッション店舗への移動傾向があるとわかる。

次に店舗間距離と各店舗の立ち寄り客数より, 条件付き確率算出モデル(マイクロスケールモデル)を式(1)とし, パラメータ推定を行った。この場合の条件付き確率は, 店舗*i*店に立ち寄った来客者のうち, その後店舗*j*店に立ち寄る確率, つまり相関ルールにおける確信度(confidence)を P_{ji} と定義している。また, 店舗属性が考慮できるように式(3)のように変形した。

$$T_{ij} = T_i \cdot P_{ji} = \frac{T_i^\alpha \cdot T_j^\beta}{d_{ij}^\gamma} \quad (1)$$

$$\ln P_{ji} = (\alpha - 1)\ln T_i + \beta \ln T_j - \gamma \ln d_{ij} + \ln k \quad (2)$$

- P_{ji} : (confidence)
- T_i : *i*店舗の客数
- T_j : *j*店舗の客数
- d_{ij} : 店舗*i*, *j*の店舗間距離
- α, β, γ : パラメータ

表3 グループ構成の分類

グループ番号	グループ名	人数	グループ定義
one	one	1人	1人
parent-child_1	parent-child_1	2人	親子, 子供が11歳以上
parent-child_2	parent-child_2	2人	親子, 子供が10歳以下
couple	couple	2人	夫婦
friends	friends	2人以上	友達
family_1	family_1	3人以上	家族, 子供が11歳以上
family_2	family_2	3人以上	家族, 子供が10歳以下

$$\ln P_{ij} = \left(\sum_k \alpha_k \cdot \delta_k - 1 \right) \ln T_i + \left(\sum_l \beta_l \cdot \delta_l \right) \ln T_j - \gamma \ln d_{ij} + \ln \left(\sum_{ij} k_{ij} \cdot \delta_{ij} \right) \quad (3)$$

α_k, β_l : 店舗属性*k, l*のパラメータ

$\delta_k, \delta_l, \delta_{ij}$: ダミー変数

k_{ij} : 店舗属性間*k, l*のパラメータ

パラメータ推定は, 店舗属性間ODトリップ数が100以上あったペアを対象としてしており, 表2の変数内容に対象店舗属性を示す。個人属性, 性別, 年代, 居住地, グループ構成ごとにパラメータ推定を行った。

全体, 性別, 居住地別のパラメータ推定結果を表2に示す。店舗属性間パラメータをみると, 男性は k_{62} の値が負になっておりホビーが居住地で見ると, SC周辺の商圏1は店舗属性間のパラメータ推定値が全て正である。しかし, 郊外では雑貨店舗間, ファッションから食品スーパー, ファッションからホビーへのパラメータ推定値が負になっていることが異なる。そして, ファッション店舗間のパラメータ値は他の絶対値に比べ極端に大きいことから, 郊外からの来客者はファッション店舗を訪れることを目的として, SCに来客していることが考えられる。

表-4 グループ構成別パラメータ推定結果

変数名	変数内容											
1	起点_食品スーパー	0.862 (13.78)	0.972 (1.87)	0.886 (5.17)	0.861 (7.34)	0.991 (1.55)	1.041 (2.17)	0.916 (7.24)				
2	起点_ファッション	0.873 (10.72)	0.881 (7.23)	0.964 (1.43)	0.896 (4.68)	0.851 (16.22)	0.873 (3.26)	0.889 (6.56)				
3	起点_雑貨	0.905 (7.02)	0.901 (4.69)	0.855 (4.75)	0.952 (2.23)	0.934 (8.81)	0.952 (1.91)	0.942 (4.13)				
4	起点_レストラン	0.971 (3.04)	1.022 (1.51)	1.041 (2.05)	0.960 (2.12)	0.990 (1.47)	1.048 (2.62)	1.011 (0.86)				
5	起点_ホビー	0.821 (15.12)	0.933 (4.24)	0.853 (6.50)	0.690 (14.64)	0.923 (9.98)	0.941 (2.79)	0.892 (9.02)				
1	終点_食品スーパー	0.126 (9.34)	0.072 (3.92)	0.078 (3.27)	0.138 (6.51)	0.039 (5.84)	0.040 (1.47)	0.080 (6.09)				
2	終点_ファッション	0.012 (0.97)	0.024 (1.42)	0.011 (0.38)	0.019 (0.80)	0.007 (0.79)	-0.179 (-6.18)	-0.043 (-2.36)				
3	終点_雑貨	0.033 (2.30)	0.021 (1.05)	-0.023 (-1.06)	0.009 (0.45)	0.022 (2.93)	-0.075 (-2.97)	-0.003 (-0.19)				
4	終点_レストラン	0.025 (2.70)	0.008 (0.53)	-0.013 (-0.63)	-0.026 (-1.46)	0.017 (2.72)	-0.001 (-0.03)	-0.027 (-2.39)				
5	終点_ホビー	0.043 (3.90)	0.061 (4.14)	0.013 (0.57)	0.026 (1.28)	0.044 (6.74)	-0.018 (-0.76)	0.058 (4.31)				
k ₂₂	ファッション_ファッション	-0.014 (-1.08)	-0.044 (-2.42)	-0.118 (-4.16)	0.003 (0.16)	-0.001 (-0.15)	0.145 (4.51)	0.035 (2.17)				
k ₂₃	ファッション_雑貨	0.003 (0.23)	-0.024 (-1.31)	0.014 (0.65)	0.022 (1.11)	-0.006 (-0.74)	0.080 (3.40)	0.004 (0.32)				
k ₃₂	雑貨_ファッション	-0.010 (-0.88)	-0.002 (-0.09)	0.044 (1.53)	-0.001 (-0.07)	-0.026 (-3.29)	0.051 (2.14)	0.038 (2.60)				
k ₃₃	雑貨_雑貨	-0.009 (-0.73)	0.019 (1.03)	0.039 (1.56)	0.016 (0.85)	-0.012 (-1.70)	0.053 (2.47)	0.005 (0.36)				
k ₂₁	ファッション_食品スーパー	-0.025 (-1.97)	-0.034 (-2.05)	-0.033 (-1.53)	0.021 (1.10)	0.004 (0.56)	0.048 (1.64)	-0.003 (-0.25)				
k ₂₆	ファッション_ホビー	-0.010 (-0.95)	-0.026 (-1.81)	0.024 (1.09)	-0.004 (-0.20)	-0.003 (-0.52)	0.039 (1.59)	-0.010 (-0.70)				
k ₆₂	ホビー_ファッション	-0.011 (-0.96)	0.003 (0.17)	-0.006 (-0.27)	0.002 (0.09)	0.002 (0.22)	0.029 (1.44)	0.028 (2.35)				
k ₆₂	レストラン_ファッション	0.026 (2.65)	-0.026 (-1.62)	-0.001 (-0.07)	0.024 (1.21)	-0.001 (-0.12)	0.042 (2.33)	0.050 (3.75)				
	店舗距離(m)	0.812 (44.90)	0.866 (32.22)	0.808 (23.46)	0.758 (24.12)	0.852 (70.85)	0.860 (24.79)	0.871 (44.47)				
	サンプル数	711	380	180	316	1581	284	673				
	R ²	0.943	0.925	0.930	0.906	0.948	0.910	0.924				

()内はt値

次にグループ構成に着目して、パラメータ推定を行った。その結果を表-4に示す。グループ構成は人数、複数人の場合はその関係、また小さな子供連れであるかどうかを考慮し、分類を行った。グループ構成の分類を表-3に示す。店舗属性間パラメータを見ると、の友達を除き、同行人数が増えるほど、正のパラメータが増加する傾向にある。また、子供連れである、も相対的に正のパラメータ推定値が多く、子供連れであることが回遊の妨げになっていないと考えられる。実際にSC内の移動通路は広く、バリアフリー化されていて、ベビーカーの移動の抵抗を軽減しているといえる。

4. マクロスケールモデルの構築

周辺住民の購買動向データをもとに、周辺地域の特定施設の買物施設選択モデルを構築する。まず、多項ロジットモデル(MNLモデル)式(4)を用いる。

また、式(5)~(8)で表されるネスティッド・ロジットモデル(NLモデル)のパラメータ推定も行った。選択ツリー構造を図-2に示す。ツリー2を施設形態で食品中心のスーパー、複合施設、SCで分類し、ツリー1で該当特定施設、SCであれば、食品店か専門店を選択するツリーを作成した。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{k \in C} \exp(V_{kn})} \quad (4)$$

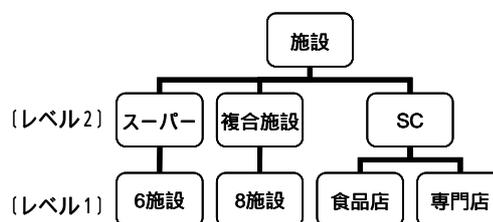


図-2 選択ツリー構造

$$P(m, n) = P(n | m) \cdot P(m) \quad (5)$$

$$P(m) = \frac{\exp\{V_m + \lambda \Lambda_m\}}{\sum_m \exp\{V_m + \lambda \Lambda_m\}} \quad (6)$$

$$\Lambda_m = \ln \sum_n \exp\{V_n + V_{nm}\} \quad (7)$$

$$P(n | m) = \frac{\exp\{V_n + V_{nm}\}}{\sum_n \exp\{V_n + V_{nm}\}} \quad (8)$$

Λ_m : ログサム変数
 λ : パラメータ

効用関数は居住地から特定施設までの距離、特性施設延床面積、駐車場台数を説明変数としている。SC周辺地域を500m四方のメッシュに区切り、各メッシュから各特定施設までを最短経路探索した距離を居住地から特定施設までの距離とする。

$$V_{in} = \beta_1 Dis_{in} + \beta_2 \ln Gro_{in} + \beta_3 Cap_{in} \quad (9)$$

Dis_{in} : 居住地から特定施設までの距離(km)

Gro_{in} : 特定施設の延床面積(m^2)

Cap_{in} : 特定施設の駐車場台数(台)

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: パラメータ

表-5 施設選択モデル推定結果

変数名	変数内容	MNL	NL
Dis_1	居住地～施設間距離(km)	-0.6801 (-34.48)	-0.8760 (-38.12)
lnGro_2	施設延床面積(m ²)	0.1043 (6.720)	0.8461 (22.50)
Cap_3	施設駐車台数(台)	0.1562 (1.19)	0.0002 (1.35)
1	食品中心のスーパー		0.3248 (7.11)
2	複合施設		0.1276 (3.42)
3	SC		0.1297 (3.57)
	サンプル数	4004	4004
	初期尤度	-10991.3	-10991.3
	L()	-9879.8	-9484.3
	尤度比	0.1010	0.1370

()内はt値

以上のモデルでパラメータ推定を行った結果を表-5に示す。MNL, NL モデルともに距離のパラメータ値は負になっており、施設延床面積、駐車台数のパラメータ値は正になっている。このことから、居住地から施設までの距離が小さく、施設の延床面積、駐車台数が大きい施設ほど選択確率が高くなることからわかる。2つのモデルのパラメータ推定値に差が見られるが、t 値、尤度比ともに NL モデルのほうが高く信頼性が高い。以下、NL モデルでの分析を行う。

説明変数の絶対値をみると、店舗までの距離 1.0km の短縮に対して、施設延床面積は $2.7m^2 (= e^{0.8461} / 0.8760)$ の増床、駐車台数は 0.0002 台 $(= 0.0002 / 0.8760)$ の増加が等しい効果を与える。施設選択において距離短縮に比べ、増床の効果は小さく、一定以上の駐車場増設の効果は少ないことがわかった。

また、施設形態のパラメータ推定値より、食品中心スーパーは複合施設、SC よりもパラメータ推定値が大きく、効用関数の説明変数パラメータ推定値が他の2つに比べ、相対的に大きい。距離、面積の効用の感度が高いといえよう。このことから、食品スーパーが居住地の周辺近くにあるとき、面積が大きく、駐車台数が多くても、周辺住民の食品購買を獲得することは、困難であることがわかる。

SC と複合施設のパラメータ推定値はほぼ等しい。今回対象の複合施設はほとんどが中心市街地にあり、SC の方が自宅から近くに位置する。また、SC 面積は複合施設に比べかなり大きい。よって、周辺住民の選択確率は SC のほうが高くなり、顧客獲得に有利だと考えられる。

次に、NL モデルより施設選択確率を周辺のメッシュにプロットしたものを図-3～6に示す。SC 食品店と食品中心スーパーを比べると、スーパーは近隣の地域が高い選択確率を示しており、顧客を獲得できることを示しているが、SC 食品店はどの地域に対しても 8~10%と低い選択確率となっており顧客を獲得できていないといえる。SC 専門店と中心市街地の複合施設を比べると、SC 専門店は30%の選択確率を超える地域は見られないが、広範囲にわたって平均的にみて高い選択確率を維持できていることがわかる。

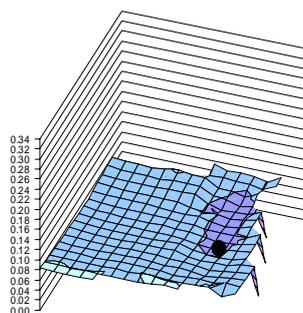


図-3 SC 食品店選択確率

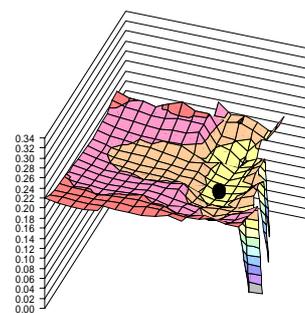


図-4 SC 専門店選択確率

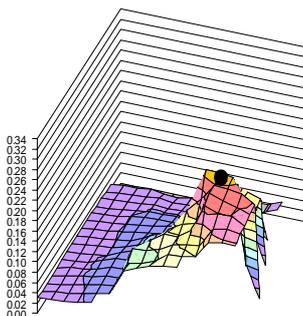


図-5 食品中心スーパー選択確率

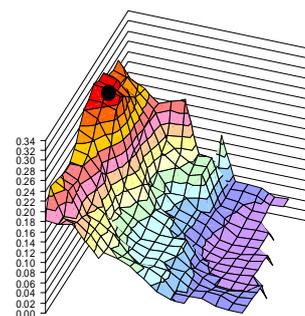


図-6 複合施設選択確率

5. まとめ

ミクロスケールモデルの構築より、個人属性における店舗属性間の相互作用があることを表すことができた。今後は、店舗属性間と来店客数の特に多い特定店舗との相互相関について分析し、店舗距離と選択確率についての分析を行う。

また、マクロスケールモデルの構築では距離と、施設延床面積、駐車台数の効用を施設分類で示すことで、SC 内の食品店、専門店の選択確率を示せた。

今後の課題は、ミクロ、マクロスケールモデルを用いて、SC 内の食品店、専門店面積割合の変更、店舗配置の変更をシナリオとするシミュレーションを行い、店舗内外のマーケティングアプローチを示す。