

# ハフモデル型商圈感度分析

上田 隆穂

## 序 論

競合商業施設間の競争の激しい地域を選定し、その地域の定められた地点において新規に商業施設を建設する場合を想定する。その地域で建設予定施設が、限られた範囲内でどれ位の商業床面積を持ち、どのようなイメージを重視すれば、どの程度商圈を獲得できるかの感度分析を実施する。具体的には、建設予定施設の面積およびイメージを可能な範囲で変化させ、この施設の商圈の変化を地図上に描き出す。この研究において計画イメージを変数として取り上げたのは、商圈の獲得が商業床面積および施設までの距離のみで決定されるわけではないからである。商業施設は各自その個性を発揮し、差別化を行なうことにより、その魅力度を創造し、商圈を獲得することができる。また年齢層などの消費者属性別に実施することにより、建設予定施設のターゲットを選定することも可能であるため、併せてこの分析も実施する。

## 1. 分析の前提

分析方法としては以下のようなになる。分析の主対象である旧市場地区に建設するビル(以下商業施設Xと呼び、その小売面積をSとする。)の小売面積を現状の500㎡から3000㎡まで500㎡単位で増加させた場合の商圈(店舗選択確率)がマップ上でどう変化するかを表示する。まず面積のみを変化させた商圈の感度分析を行ない、その後イメージ変数を変化させた感度分析を実施する。分析を行なうための前提を以下に挙げておく。

この地域は関西における電鉄沿いのTG駅を中心とした地域である。駅前の旧式な商業施設の再開発のために1988年夏に事前調査が行なわれ、そのデータが利用可能であるため対象地域として選定した。対象範囲は、TG駅をほぼ中心とする2km×2kmの地域とする。したがって、電車による他の都市からの来店顧客はそれほど考慮

されていないが、比較的広い範囲をカバーしているので売上のかなりの部分を説明していると考えられる。

分析最小単位としては、地図にメッシュ(網)をかけ、そのメッシュのセル(網の目)を最小単位とし、サイズを100m×100mとする。またTG駅の近隣に存在するスーパー、百貨店などの商業施設をXの競合店とみなし、次の6商業施設を取り上げた。(カッコ内は小売面積を表わす。)競合施設S(20,531㎡)、T(36,398㎡)、C(2,063㎡)、K(941㎡)、M(1,322㎡)、A(501㎡)。

## 2. モデルの構築

ハフの確率商圈モデルをもとにし、商圈を分断する電鉄の線路や店舗の持つイメージを影響変数として入れる。

### 2.1 ハフモデルについて[1]

商業集積地における売場面積を $S_j$ 、消費者の居住地*i*から*j*までの交通の所用時間を $T_{ij}$ とすれば商業集積地*j*( $j=1, 2, \dots, J$ )は居住地*i*において次のような購買ポテンシャルをもたらす。

$${}_iV_j = S_j / T_{ij}^{\lambda} \quad (1)$$

要するにポテンシャルは売場面積に比例し、店舗までにかかる時間に反比例しているのである。ただし、 $\lambda$ はパラメータである。また*J*個の商業集積地によってもたらされる居住地*i*の総購買ポテンシャルは、

$${}_iV = \sum_{j=1}^J (S_j / T_{ij}^{\lambda}) \quad (2)$$

となる。居住地*i*のポテンシャル合計中に占める商業集積地*j*の影響の割合( ${}_iV_j / {}_iV$ )によって、*i*の平均的消費者が*j*を訪れる確率の理論値( $p_{ij}$ )は次式で表わされる。

$$p_{ij} = (S_j / T_{ij}^{\lambda}) / \left( \sum_{j=1}^J S_j / T_{ij}^{\lambda} \right) \quad (3)$$

ただし、 $p_{ij}$ の合計値は1である。しかしながら、今回の分析では、店舗への交通時間が得られないため、*T*にはシティブロック距離を用いる。これは次式で求められる。

うえだ たかほ 学習院大学 経済学部  
〒171 豊島区目白1-5-1

$$d = |X_1 - X_2| + |Y_1 - Y_2|$$

ただし、2点の座標を  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$  とする。

## 2.2 ハフモデルの修正

前述のごとく対象地域を線路が分断しているため、線路を越えて来店する場合の抵抗変数を(3)式に入れる。ただし、 $D_j$ は0-1のダミー変数とする。すなわち、地点*i*と店舗*j*間に最低1本の線路がある場合には、 $D_j=1$ 、ない場合には0とする。修正ハフモデルは、次式で表わされる。

$$p_{ij} = AT_{ij} / \sum_{j=1}^J AT_{ij} \quad (4)$$

$$\text{ただし、} AT_{ij} = S_j^\alpha \cdot \exp(\beta D_j) / T_{ij}^\lambda \quad (4a)$$

$\alpha, \beta, \lambda$ はパラメータである。また店舗のイメージ属性変数を加えた式は以下ようになる。ただし、店舗*j*のイメージ属性  $h$  ( $h=1, 2, \dots, H$ ) の評価を変数  $IM_{jh}$  とする。

$$p_{ij} = AAT_{ij} / \sum_{j=1}^J AAT_{ij} \quad (5)$$

$$\text{ただし、} AAT_{ij} = S_j^\alpha \cdot \exp(\beta D_j) \cdot \prod_{h=1}^H IM_{jh}^{\tau_h} / T_{ij}^\lambda \quad (5a)$$

## 3. モデル式のパラメータの推定方法

パラメータ推定に関しては、非線型最小自乗法を用いず、推定の効率を高め、パラメータ検定を行なうため通常の最小自乗法に変換して推定を行なう。この変換の方法に関しては、中西(1983)の対数中央化変換を用いる[2]。

この方法を数式(4)に関して適用してみる。(4)式の両辺の自然対数をとって、各起点について平均し、さらにこの両式の差をとると、

$$\log(p_{ij}/\bar{p}_{i.}) = \log(AT_{ij}/A\bar{T}_{i.}) \quad (6)$$

となる。ここで  $\bar{p}_{i.}$  および  $A\bar{T}_{i.}$  は起点*i*における*j*に関する  $p_{ij}$  および  $AT_{ij}$  の幾何平均値を表わしている。ただし、

$$\log \bar{p}_{i.} = (1/J) \sum_{j=1}^J \log p_{ij}, \quad \log A\bar{T}_{i.} = (1/J) \sum_{j=1}^J \log AT_{ij}$$

である。ここで(4a)式より(6)式は以下のように整理される。

$$\log(p_{ij}/\bar{p}_{i.}) = \alpha \log(S_j/\bar{S}_{i.}) + \beta \{D_j - (1/J) \sum_{j=1}^J D_j\} + (-\lambda) \log(T_{ij}/\bar{T}_{i.}) \quad (7)$$

ところが(7)式の左辺は確率  $p_{ij}$  の関数であるからこのままでは推定式にならないので、 $p_{ij}$  の推定値を対

数中央変換して従属変数とし、右辺に適当な誤差項を挿入することにより推定式となる。[3]

(7)式は以下のような推定式で通常の回帰分析により、パラメータの推定がなされる。

$$\log(\hat{p}_{ij}/\bar{\hat{p}}_{i.}) = \alpha \log(S_j/\bar{S}_{i.}) + \beta \{D_j - (1/J) \sum_{j=1}^J D_j\} + (-\lambda) \log(T_{ij}/\bar{T}_{i.}) + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

ただし、 $\hat{p}_{ij}$  は  $p_{ij}$  の推定値、 $\varepsilon_{ij}$  は誤差項を表わす。

(5)式も同様の形で(8)のように変換できる。

ここで問題とすべきことは、 $p_{ij}=0$  の場合である。この場合の対策として最も妥当であると認められている方法は  $p_{ij}=0$  の場合には、そのデータを回帰分析の対象から除外してしまうことである。中西(1983)によれば、そのような目的地点はその消費者にとっての意味ある選択代替案の集合に含まれていないと考えてもよく、除外する方法が最も妥当であると述べられている。[4]

また上述の対数中央変換は、各対象店舗への訪店回数 of データをサンプルごとにとったため、サンプルごとに実施する方法をとることとする。

## 4. 商圏のシミュレーション

### 4.1 商業床面積にもとづく感度分析

上記の方法にもとづき、建設予定施設Xに関しシミュレーションを実施した。ただし、モデル式にはイメージ変数として、次の9つの変数を採用した。

店の名声や信用の程度、商品の品質の重視度、店員の接客態度、価格の安さ、イベントの企画力、小さな子供の連れていきやすさ、センスの新しさ、駐車場の便利さ、自転車置き場の便利さ。

これらのデータは5段階評価のSD法でとられ、有効サンプルは200サンプル中112サンプルであった。この感度分析において、商業施設X以外のイメージ変数には観測値の平均値を用い、Xに関しては平均的な値として、1~5点中の3点で固定しておくこととする。

(5)式のパラメータの推定結果は以下のようになった。

式自体は1%水準で有意、自由度修正済み決定係数は0.247、5%水準で有意となった変数は、面積、距離、イメージ変数の“店の名声や信用の程度”、“商品の品質の重視度”、“小さな子供の同行しやすさ”であり、他の変数は有意とはならなかった。標準偏回帰係数の大きさは、それぞれ0.16、0.44、0.18、0.15、0.10であり、店舗までの距離が最も効いており、来店確率を低めていること

図1 小売り面積にもとづく来店確率のシミュレーション (X=1500㎡)

- (注)①図中のT, K, N, A, S, Cは競合店舗を表わす。  
 ②図中の実線または点線は25%の来店確率を示す等高線である。したがって、この線の内部は25%以上の来店確率を持つ商圏となる。  
 ③Xビルに関しては、6段階でその商圏を示してある。  
 ④ドット間の距離は100mである。

商業施設	X	選択確率
6	:	40 ~ 45%
5	:	35 ~ 40%
4	:	30 ~ 35%
3	:	25 ~ 30%
2	:	20 ~ 25%
1	:	15 ~ 20%

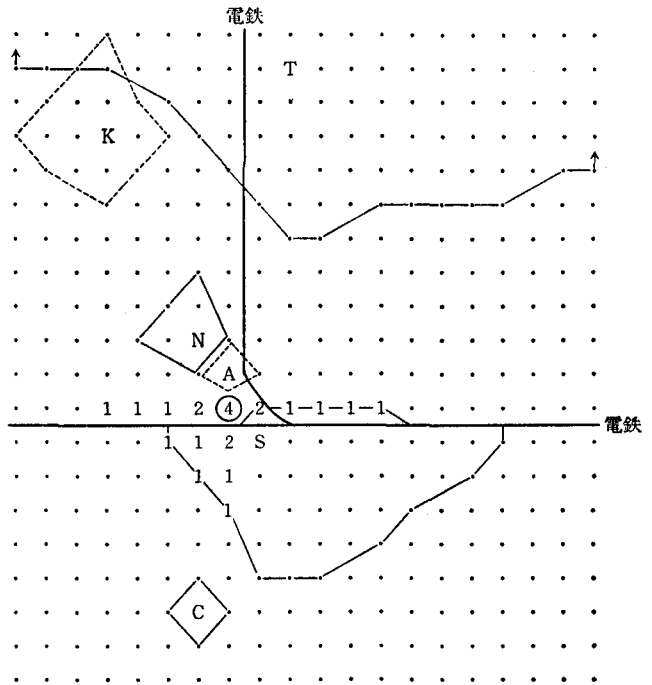
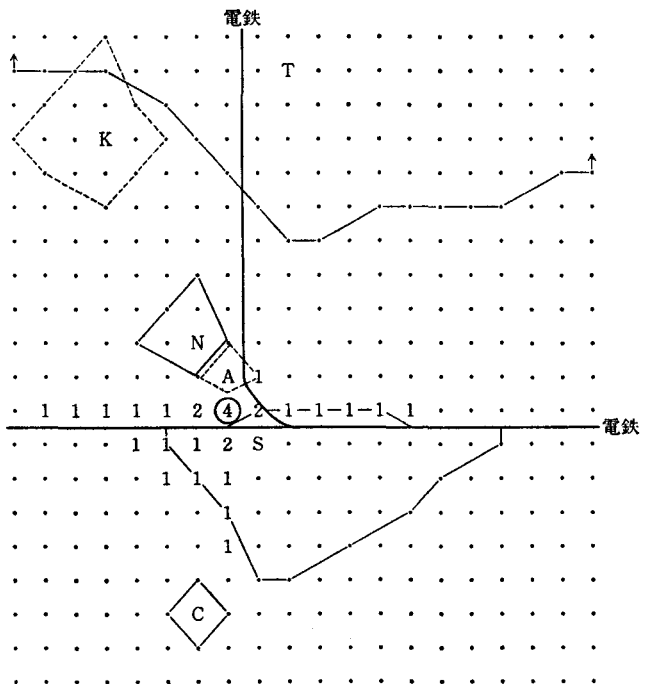


図2 小売り面積にもとづく来店確率のシミュレーション (X=3000㎡)

- (注)①図中のT, K, N, A, S, Cは競合店舗を表わす。  
 ②図中の実線または点線は25%の来店確率を示す等高線である。したがって、この線の内部は25%以上の来店確率を持つ商圏となる。  
 ③Xビルに関しては、6段階でその商圏を示してある。  
 ④ドット間の距離は100mである。

商業施設	X	選択確率
6	:	40 ~ 45%
5	:	35 ~ 40%
4	:	30 ~ 35%
3	:	25 ~ 30%
2	:	20 ~ 25%
1	:	15 ~ 20%



がわかる。来店確率の推定には、(5)式に各変数の推定された偏回帰係数値を用いる。ただし、有意とならなかった変数の係数には0が用いられている。

各店舗への各セルにおける来店確率を推定した結果を

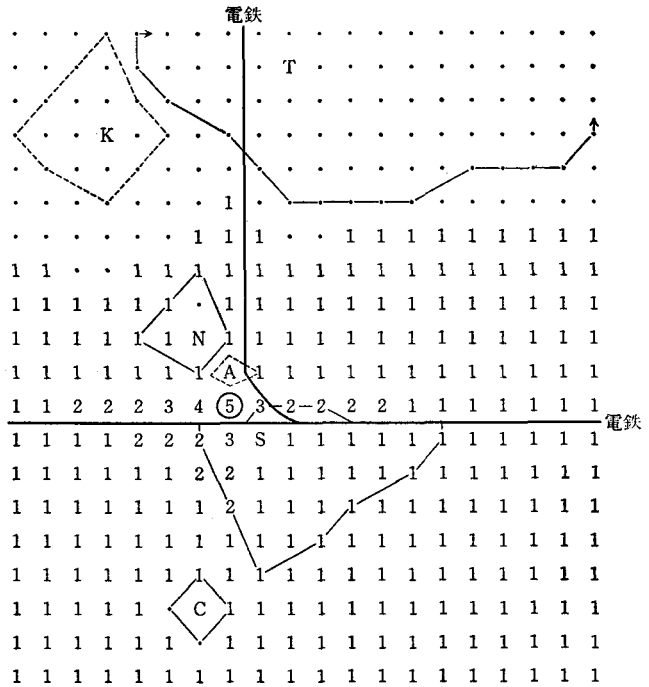
用いて商圏は図1~2のように描ける。ただし、紙面の都合上、X=1500㎡, 3000㎡の場合のみを挙げておく。

なおXの位置はAの真下にある。(図中で数値を○で囲んだ部分である)

図3 イメージ変数にもとづく来店確率のシミュレーション

- (注)①図中のT, K, N, A, S, Cは競合店舗を表わす。  
 ②図中の実線または点線は25%の来店確率を示す等高線である。したがって、この線の内部は25%以上の来店確率を持つ商圏となる。  
 ③Xビルに関しては、6段階でその商圏を示してある。  
 ④ドット間の距離は100mである。

商業施設 X	選択確率
6	: 40 ~ 45%
5	: 35 ~ 40%
4	: 30 ~ 35%
3	: 25 ~ 30%
2	: 20 ~ 25%
1	: 15 ~ 20%



商業施設Xに関しては、来店確率が15%以上となる地域セルを求め、5%刻みの幅でマップ上その段階を数値で示した。結果的には最高35%のセルまで求められたが、15%以上の確率を得られる範囲は小さかった。

これらの図によるとXの面積を拡大してもそれほどは来店確率はあがらず、他の商圏にもそれほどの変化は見られない。これは周辺を競争施設が取り囲んでいることと標準回帰係数に表われているように面積はそれほど効いていないためである。むしろイメージ変数である“店の名声や信用の程度”の方が効いていることがわかる。

したがって商業施設の小売面積としては、建設コストや小売以外の施設の考慮を要するが、ある程度の商圏幅の得られる1500㎡程度で十分であろう。Xにとっては面積の拡大よりもむしろどのイメージを強調すべきかが重要点となる。ただし、そのイメージを持つにはどういった行動をXがとるべきかについてはここでは触れない。

#### 4.2 イメージ変数にもとづく感度分析

この分析では商業施設Xの小売面積を1500㎡に限定し、有意となった3つのイメージ変数を動かしてみる。

前節の分析では、商業施設Xに関するイメージ3変数の値は3で固定していたが、今回は“店の名声や信用の程度”の値は7店舗の平均値である3.71, “商品の品質の重視度”の値は7店舗で最高得点のA店舗の数値である

4.76, “小さな子供の同行しやすさ”は、やはり最高得点であるS店舗の4.29を与えてみた。“店の名声や信用の程度”に平均値をいれたのは、このイメージ変数は他の操作可能な変数の長期的な結果となる変数であるため、建設初期には高い得点を得られないと考えたためである。また他の2つの変数に関しては、どの店舗並という得点の方が具体的であり、実際のイメージづくりに対して対応しやすいと思われるからである。

結果は図3に示されているようになる。これらのイメージ変数のインパクトはかなり強く、特に15~20%の来店確率をかかなりの範囲に劇的に拡大することができる。

イメージに関し、このほかにも数値を変化させて感度分析を試みることができるがここでは割愛する。

#### 4.3 ターゲット決定のための年代層別感度分析

特定の地点において商業施設づくりを行なう場合、どの消費者セグメントをターゲットとして想定するかはきわめて重要な問題となる。なぜならばターゲットによって建設仕様や品ぞろえなど基本的な部分が決まってくるからである。したがって、ここではどの年代層を狙えば、特定地点において最も大きな商圏が獲得できるかのシミュレーションを行なう。

まず各年代層別におけるパラメータの推定結果をまとめると以下の表1のようになる。この表より年代層別に

表 1 年代層別パラメータの推定

	全 体	15—19歳	20—34歳	35—49歳	50—59歳
サンプル数(人)	112	22	35	39	16
自由度調整済					
み決定係数	0.247	0.563	0.276	0.227	0.337
$\alpha$ (面積)	0.0712 a	0.2753 a	0.1382 a		
$\beta$ (線路)		0.2527 a		-0.2430 c	
$\lambda$ (距離)	0.6074 a	0.7959 a	0.6678 a	0.4531 a	0.7976 a
$\gamma_1$ (名声)	0.4891 a			0.6229 a	1.3280 a
$\gamma_2$ (品質)	0.3929 a	0.6582 a			
$\gamma_3$ (接客態度)					
$\gamma_4$ (価格)					
$\gamma_5$ (イベント)			-0.6014 b		
$\gamma_6$ (小児)	0.2462 b		0.6395 b		
$\gamma_7$ (新センス)					0.5366 a
$\gamma_8$ (駐車場)					-0.3668 b
$\gamma_9$ (駐輪場)					

(注) a, b, cはそれぞれ1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。またブランクは有意とならなかった係数である。

パラメータの推定値が多様であるのがわかる。すなわち年代層に応じて各変数への反応が画なっているといえよう。

特徴的な部分をあげると、15—19歳では、面積への反応、品質へのこだわり、距離の遠さである。しかしながら線路を越えることに対しては何の抵抗も示していない。

図 4 年代別シミュレーション (50~59歳)

(注)①図中のT, K, N, A, S, Cは競合店舗を表わす。

- ②図中の実線または点線は25%の来店確率を示す等高線である。したがって、この線の内部は25%以上の来店確率を持つ商圈となる。
- ③Xビルに関しては、6段階でその商圈を示してある。
- ④ドット間の距離は100mである。

商業施設 X	選択確率
6	: 40 ~ 45%
5	: 35 ~ 40%
4	: 30 ~ 35%
3	: 25 ~ 30%
2	: 20 ~ 25%
1	: 15 ~ 20%

20—34歳のセグメントでは小さな子供を同行しやすいくことをかなり重視している。年代を考えると幼児がいる世代であり、納得できる。次に、35—49歳では、店舗面積は来店確率に影響しなくなっている。また線路を越えることに抵抗を示すようになっており、店舗の信用や名声を重んじている。ただし、距離に関しては、各年代層の中では最も気にしない方である。最後に50—59歳では、店舗面積は影響せず、また年齢のせいか店舗までの距離には敏感な方であり、店舗の信用や名声には群を抜いてこだわるきわめて保守的な層である。またこの年代では孫を連れてゆく世代であることを反映してか小さな子供の同行しやすさを重視している。

シミュレーションにおいては、Xに関して面積は1500㎡に固定し、イメージ変数には各年代層別の平均評価を用いてある。特にXのイメージ変数についてはプラスの評価をしている変数としては、競合店舗の最大の値を用い、マイナスの評価をしている変数としては、各店舗の平均評価点を用いてある。ただし、変数は年代層毎に有意であった変数のみを用いている。

この結果、50—59歳が最大の商圈を獲得し(図4)、ついで20—34歳が大きな商圈をとっている(図5)。

しかしながら、この両者をターゲットとして狙うこと

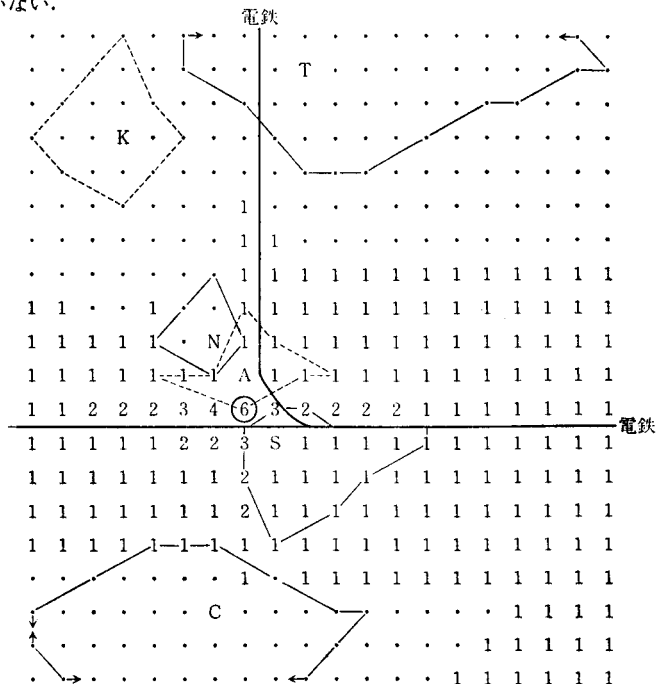


図5 年代別シミュレーション (20~34歳)

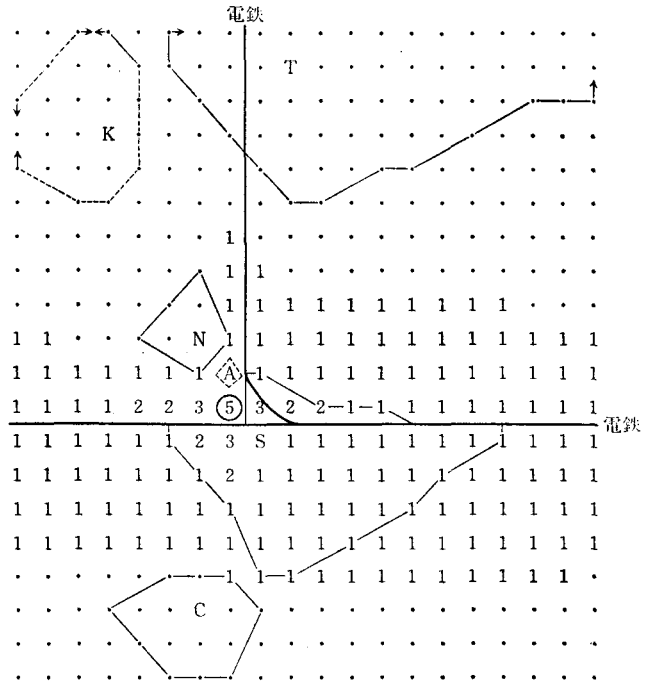
(注)①図中のT, K, N, A, S, Cは競合店舗を表わす。

②図中の実線または点線は25%の来店確率を示す等高線である。したがって、この線の内部は25%以上の来店確率を持つ商圏となる。

③Xビルに関しては、6段階でその商圏を示してある。

④ドット間の距離は100mである。

商業施設	X	選択確率
6	:	40 ~ 45%
5	:	35 ~ 40%
4	:	30 ~ 35%
3	:	25 ~ 30%
2	:	20 ~ 25%
1	:	15 ~ 20%



にはさまざまな点で無理があるため、どちらかを狙う必要がある。ここでは競合店舗を見ると、周辺に巨大な面積を持ち、かつ若者をターゲットとしたTとSがあるため、どちらかといえば、ターゲットは年配層にした方が賢明である。また35—49歳のセグメントも併せてターゲットとするのがよいと思われる。なぜなら、この2つのセグメントでは、面積の巨大さがそれほど有利ともならず、店舗の信用や名声にこだわる似かよった層であるからである。それゆえ、店舗づくりの中心コンセプトは、30代後半以降の信用や名声にこだわる層をターゲットとしたハイグレードさとすべきであろう。

ただし、このさいに注意すべき点は、図4を見てわかるように面積の小さな店舗Aが比較的強い競争相手となっているので、ある程度Aと差別化を図る必要もあろう。

## 5. 結びにかえて

以上ハフモデルを修正し、商圏のシミュレーションを

行なったが、ターゲットや商業施設の面積、そしてそれらをふまえたイメージを決定するさいにこのモデルの有用さが明らかとなった。ただし、このモデルは、地域の居住者のみを分析対象としており、電鉄を利用して来店する顧客を対象としていない点に問題がある。もしこの駅がターミナル駅であり近隣駅の住民までも吸引するとすれば、この問題は避けて通れないことになる。その場合をいかに考慮していくかは今後の大きな課題である。

## 参考文献

- [1] 大友篤：地域分析入門。東洋経済，1982年，pp.149—151。基本的なハフモデルの説明はこの部分による。
- [2] 中西正雄：小売吸引力の理論と測定。千倉書房，1983年，pp.159—167
- [3] 同上，p.40
- [4] 同上，p.181