

店舗立地に関するシミュレーションモデル

相 浦 洋 志

I. はじめに

ここ数十年来のモータリゼーションの進展により、都市の郊外化が急速に進んだことは周知の事実である。しかしながら、昨今のガソリンの価格高騰、環境意識の高まり、高齢化などの要因により、脱モータリゼーションの流れも起きている。事実、郊外型のショッピングセンターや外食産業は、ガソリンの価格高騰に伴う車離れにより苦戦しているとの報道がたびたびなされている。それにより、企業の出店戦略の見直しがされることが十分考えられる。そこで、本論文では、消費者の移動に関わるコストに変化が生じた場合に店舗立地どのような影響を与えるかを分析する。

店舗立地に関する古典的な理論モデルとして、Hotelling (1929) が挙げられる。Hotelling (1929) は、2店舗間の立地競争のモデルであり、消費者が最も近い店舗から商品を購入するという想定の下では、店舗間の競争の結果、市場の中心に2店舗が集積するという結果が得られている。Eaton and Lipsey (1975) は、Hotelling (1929) を発展させ、店舗数を一般化した場合を考え、多店舗の場合は市場空間に分散して立地するという結果を導き出している。しかしながら、これらの論文で用いている消費者が最も近い店舗から商品を購入するという想定は現実的に妥当なものではない。消費者と店舗間の違いがわずかなものであれば、必ずしも一番近いから商品を購入するとは限らないはずである。Anderson et al. (1992) は、この点を考慮して、消費者が店舗との距離を見積もるときに誤差が生じると想定し、この誤差の分散が大き

(2) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

なる、つまり消費者が店舗との距離に関して拘りがなくなるほど、店舗の立地は Eaton and Lipsey (1975) が示した立地点よりもより市場の中心に近づいて立地することを示した。モータリゼーションの発達により消費者は店舗との距離をそれほど重視しなくなると考えられるので、Anderson et al. (1992) では、モータリゼーションの発達により、店舗は都市の中心部に集積することを示唆しているが、これは、現実におけるショッピングセンターなどの郊外化とはかけ離れたものである。Anderson et al. (1992) では、企業はコスト 0 で立地を変更できると想定している。しかしこの想定も現実的に妥当なものではない。企業は立地の変更に際し相応のコストが生じると考えた方が自然である。したがって、企業は店舗が損益分岐点を上回っているのであれば店舗の立地を変更する誘引はそれほど生じないと思われる。さらに、損益分岐点を一時的に下回ったとしても、それは一時的なものであると企業は判断して、しばらくは立地を変更せずに様子を見るかもしれない。そこで、本論文では Anderson et al. (1992) で想定された消費者の店舗選択のモデルを基にし、さらに上記で指摘した企業の行動をモデルの中に加味した場合に、店舗立地がどうなるのかを分析することにした。この場合、解析的な分析が困難であることが予想されるため、本論文ではコンピュータシミュレーションを用いて分析することにした。

主たる結果は次のとおりである。消費者の移動コストの低下と共に、分散から空間の中心に店舗が集積するようになるが、さらに移動コストが低下すると再び分散に転じることが分かった。そして前者の分散は安定的であるが、後者の分散は不安定であることが分かった。移動コストの低下により、店舗が集積するのは Anderson et al. (1992) と同じ結果であるが、再び分散に転じるのは Anderson et al. (1992) にはない結果である。また、消費者の移動コストが十分に小さい場合には、損益分岐点となる顧客数、損益分岐点を下回ったときに立地を変更するかどうかや新規開拓するかどうかの判断が店舗の立地に影

響を与えることが分かった。

本論文の構成は以下のとおりである。まず、節でシミュレーションの概要を示し、続いて節でシミュレーションによって得られたデータを定量的に分析するために本論文で使用した測度について紹介する。そして、節で結果を示し、節で総括と今後の課題を述べる。

II. シミュレーションモデルの概要

仮想的な市場として、縦200×横200の2次元平面上に400の消費者と50の小売店が存在すると想定する。このモデルでは移動コスト変動による店舗の立地の変化に焦点をあてるために消費者はこの2次元平面上にほぼ均等に散らばっている¹⁾とし、消費者は立地変更をおこなわないものとする。店舗間で価格競争はおこなわれないものとし、各店舗が財を供給する費用は単純化のため0とする。そして、需要は完全非弾力で各消費者はいずれかの店舗から1単位の財を購入するものとする。この想定の下では、利潤は集客量に比例するので、各店舗は集客量を基に店舗の立地を変えるかどうかを決定する。店舗の立地変化をシミュレートするにあたり、消費者の店舗選択と、店舗の立地選択をモデル化する必要がある。

1. 消費者の店舗選択

消費者は、店舗から財を購入するにあたり店舗まで移動するためのコストを負うものとする。以下、このコストを移動コストと呼ぶものとする。この移動コストは距離に関して線形で単位距離当たりの交通費を t とする。このとき、ある消費者 i が店舗 j から財を購入することによって得られる余剰 s_{ij} は、

1) 正確な均等分布では、各店と他の6点が等距離となる正六角形状となっているが、コンピュータでこれを表現するのは困難であったため、均等分布から多少ずれたものとなり、節で紹介する最近隣測度で計算すると正確な均等分布では2.1491となるのに対し、本モデルにおける消費者分布のそれは2.0となる。

(4) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

$$s_{ij} = v - p - td_{ij} \quad (1)$$

となる。 v はこの財の留保価格で十分に大きい値をとるものとする。また、 d_{ij} は消費者 j から店舗 j までの距離を表す。消費者は、この余剰 s_{ij} が最大となる店舗から財を購入することになり、どの時点においても同じ店舗から財を購入することになる。しかしながら、現実にはいつ何時も同じ店舗から財を購入し続けるということは考えにくい。移動コストにそれほどの差がなければ、その時の気分により別の店舗に買いに行くことも十分に考えられる。そこで、ある時刻 T における消費者 i の余剰を

$$s_{ijT} = v - p - td_{ij} + \varepsilon_{ijT} \quad (2)$$

として、(1)式に攪乱項 ε_{ijT} を加えたものとする。 ε_{ijT} はそれぞれ独立で同一な確率変数で以下のような二重指数分布に従うものとする。

$$F(x) = \Pr(\varepsilon_{ijT} \leq x) = \exp\left[-\exp\left[-\left(\frac{x}{\mu} + \gamma\right)\right]\right]. \quad (3)$$

γ はこの確率変数の平均値を0にするための定数でオイラー定数 ($\gamma \approx 0.5772$) と呼ばれている。 μ はこの確率分布の分散を規定するパラメータで、この確率変数の分散は $\mu^2\pi^2/6$ (π は円周率) となる。ここで、 $\mu = \mu$ とすると、ロジットモデルにより、ある時刻 T における消費者 i が店舗 j から財を購入する確率 P_{ijT} は、

$$\begin{aligned} P_{ijT} &= \frac{\exp(s_{ijT}/\mu)}{\sum_{k=i}^{50} \exp(s_{ikT}/\mu)} \\ &= \frac{\exp(-\alpha d_{ij})}{\sum_{k=i}^{50} \exp(-\alpha d_{ik})}, \text{ where } \alpha = t/\mu \end{aligned} \quad (4)$$

となる²⁾。(4)式より、 α が大きくなるほど消費者はより近くの店舗から財を購入する確率が高くなり、 α が0に近づくほど距離に関係なく均等な確率で購入先の店舗を選ぶようになる。シミュレーションでは、 α を外生的に与えた上

2) この式の導出過程は、Anderson et al. (1992) が参考となる。

で、確率 P_{ijT} で消費者 i が店舗 j を選ぶようにしている。

2. 店舗の立地選択

(1) 立地変更の判断

店舗は立地の変更の際に十分な埋没費用がかかるものとする。そのため、収入が損益分岐点を上回っている間は立地を変更しないものとする。各店舗が財を供給する為の変費用は単純化のため0と仮定すると、損益分岐点は来客数のみで決まる。この損益分岐点となる来客数を b で表す。もし、 b を下回る来客数であれば、店舗は立地の変更を考慮する必要性が生じるが、必ずしも直ちに立地変更を余儀なくされるというわけではない。近隣のライバル店舗が撤退することによって、中長期的には b を上回る可能性があるからである。したがって、店舗が立地を変更するかは、その店舗がどの程度長期的な視野に立って経営判断を行うかどうかに係ってくるが、この経営判断は店舗や時期によって差異があるものであり、本シミュレーションでは、 b を下回った場合に立地を変更するかどうかを確率変数で与えることにする。この確率を p_r で表す。

(2) 立地の決定

b を下回った企業は確率 p_r で立地を変更する。では、その場合に、どの位置に立地を変更するかが問題である。本モデルでは来客数の多い店舗の付近に立地するものとする³⁾。そのため、立地を決定する店舗は、他店の来客数を調

3) 実際の立地決定では、ハフモデルに基づき決めることも考えられるが、ハフモデルは消費者と店舗の分布を調査する必要があり、パラメータの取り方によっても結果が異なる。本モデルでは、ハフモデルは調査費用の割には分析の精度が劣るものとして、ハフモデルを利用しないと仮定する。本モデルの設定のような来客数の多い店舗の付近に立地する現実の例として、オリジン東秀(株)の出店基準がある。オリジン東秀(株)では、コンビニの付近に出店することがたびたびメディアで報道されている(東京放送『がっちりマンデー!!』2007/07/15放送)。この理由としては、コンビニは出店の際にかなり調査をするのでコンビニが出店した近くなら問題なく、また自分で調査する手間や費用も省くことができコンビニの客を奪うことができるからと言われている。

(6) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

べる必要がある。しかしながら、正確な来客数を知るのは難しく、実際の店舗の来客数に比べて誤差が生じることになる。店舗 i が調査することによって得られた店舗 j の来客数 V_{ij} は、

$$V_{ij} = n_j + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

となる。 n_j は店舗 j の実際の来客数で ε_{ij} は攪乱項である。ここで、消費者の店舗選択と同様、 ε_{ij} がそれぞれ独立で同一な確率変数で(3)で与えられた二重指数分布に従い、この確率変数の分散を規定するパラメータ μ が $\mu = \mu$ であるとする、店舗 i が店舗 j の付近に立地する確率 PL_{ij} はロジットモデルより

$$PL_{ij} = \frac{\exp(\beta n_j)}{\sum_{k \neq i} \exp(\beta n_k)}, \text{ where } \beta = 1/\mu \quad (6)$$

で表すことができる。 β が大きくなるほど各店舗の来客をより正確に把握することができ、 β が 0 に近づくほどそれが不正確になると解釈できる。シミュレーションでは、 β を外生的に与えた上で、立地を変更する店舗 i は確率 PL_{ij} で店舗 j の付近に立地を変更するようにしている。

(3) 新規開拓による立地の変更

損益分岐点となる来客数を上回っていても、新たな需要を掘り出すために立地を変更する店舗が存在するかもしれない。そこで、本シミュレーションでは、来客数に関わらずある確率で別の地点に立地を変更する店舗が存在するようにする。この確率を p_f で表す。この時の新たな立地点は 2 次元空間上のある点を無作為に選ぶものとする⁴⁾。

(4) 店舗の立地選択のまとめ

以上をまとめると、店舗の立地選択のアルゴリズムは図 1 のようになる。また、本シミュレーションで外生的に与えるパラメータの一覧は表 1 のようになる。

4) 最適化問題の解法によく用いられる遺伝的アルゴリズムでは、局所解に陥ることを防ぐために、突然変異という操作を行っている。本シミュレーションでの新規開拓による立地の変更は、遺伝的アルゴリズムの突然変異の操作と同様の効果を持っている。なお、遺伝的アルゴリズムの入門書としては伊庭 (1994) がある。

図1 店舗の立地選択のアルゴリズム

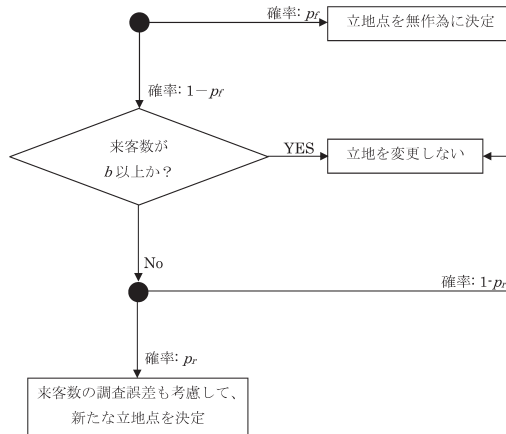


表1 パラメーター一覧

記号	説明
α	消費者の店舗選択に関わる指数。 α が大きくなるほど消費者はより近くの店舗から財を購入する確率が高くなり、 α が0に近づくほど距離に関係なく均等な確率で購入先の店舗を選ぶようになる。
b	損益分岐点の基準となる来客数。
p_r	来客数が b を下回った時に立地を変更する確率。
p_f	新規開拓による無作為な地点に立地を変更をする確率。
β	店舗の立地選択に関わる指数。 β が大きくなるほど他店の来客数の調査が正確で来客の多い店舗の付近に立地するが、 β が0に近づくほどそれが不正確でどの店舗の付近に立地するかは無差別となる。

3. シミュレーションの手順

初期状態として、各店舗の立地点を無作為にとる。この各店舗の立地点を所与として .1 節で述べた消費者の店舗選択をおこなうことで各店舗への来客数が求まる。この来客数を基に .2 節で述べた店舗の立地選択をおこなう。そして再び、新たな各店舗の立地点を所与として消費者の店舗選択をおこない、それによって求まった来客数を基に店舗の立地選択をおこなうというように連

(8) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

続いて、消費者の店舗選択と店舗の立地選択を繰り返す。1回の消費者の店舗選択と店舗の立地選択の操作で1ステップとし、このステップを連続して繰り返すことで時間の経過とともに店舗の立地がどう変化するかを見ることにする。

Ⅲ. 空間分布を分析するための測度

前節で述べたシミュレーションを実行すると、店舗に関する2次元の立地分布が得られる。この空間分布を定量的に分析するにあたり本論文ではいくつかの測度を使用する。この中にはこの論文で新たに定義したものもあり、本節では本論文で使用した測度について簡単な説明を与える。

1. 重心

重心は、座標平面上にある分布事象がいずれも等しい重さを持つと仮定した場合、その平面を支える均衡点のことである。店舗 i ($1 \leq i \leq 50$) の座標を (x_i, y_i) で表すと、店舗の立地分布の重心の座標 (\bar{x}, \bar{y}) は、

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{50} x_i}{50}, \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{50} y_i}{50} \quad (7)$$

となる。重心が空間の中心より離れるほど、店舗の分布が偏っていると言える。

2. 標準距離

標準距離とは地域事象の重心からすべての個別事象までの距離に関する標準偏差のことである。重心の座標 (\bar{x}, \bar{y}) を用いると、店舗の立地分布の標準距離 D は、

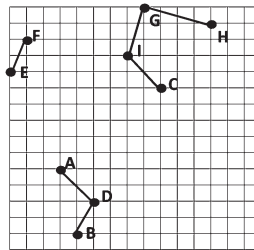
$$D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{50} (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^{50} (y_i - \bar{y})^2}{50}} \quad (8)$$

となる。 D が小さいほど分布が重心に集中し、 D が大きいほど分布が重心から分散しているといえる。

3. 店舗集中区域

本シミュレーションを実行すると2次元空間上に局所的に店舗が集まる場合がある。そこで、近隣ある店舗との距離が5以内にある店舗を1つの店舗の塊とし、その塊を店舗集中区域と定義することにする。図2では、AからIまで9つの店舗の立地点をプロットしている。そして、最近隣距離が5以内の店舗を線で結んでいる。この線で結ばれた範囲が1つの店舗集中区域となり、全部で3つの店舗集中区域に店舗を分けることができる。この店舗集中区域の数が小さくなるほど局所的に店舗が集積していると言える。

図2 店舗集中区域



4. 最近隣法

最近隣法 (Nearest Neighbor Analysis) は Clark and Evans (1954) が提唱した測度で、観察された分布のパターンが理論的なランダム分布からどの程度乖離しているかを測定するものである。ランダム分布からの乖離の尺度 R 以下ようになる。

$$R = \frac{2\sqrt{P} \sum r}{N} \quad (9)$$

r は、各地点から最近隣にある地点までの距離、 N は地点の数、 P は空間全体の面積を示す。 R は、0 から $2\sqrt{4/3}$ (≈ 2.1491) までの値を取り、0 の時は完全な集塊、1 の時はランダム分布、 $2\sqrt{4/3}$ の時は完全な拡散分布を示す。

IV. 結 果

1. 時間経過による店舗分布の推移

節のモデルに基づきシミュレーションを行った⁵⁾。まず、ステップ数の増加（時間の経過）による店舗の立地変化の推移を2次元平面上示す。図3は各パラメータに $\alpha = 1/32$, $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ を与えた場合の初期状態, 10ステップ目, 50ステップ目, 100ステップ目, 500ステップ目, 1000ステップ目における結果である。1つの黒い点が1つの店舗を表している。無作為に立地点を選んでいる初期状態から時間が経過するにつれ, いくつかの店舗集中区域に収斂されていくことがわかる。また, 収斂された後も時間の経過とともに店舗集中区域の位置が刻々と変化していることが分かる。では, 各パラメータの値を変化させると, 店舗の立地分布に違いが生じるだろうか。5つのパラメータの内, α が消費者の行動要因に関わるパラメータであり, それ以外は店舗の行動要因に関わるパラメータである。そこで, まず, 消費者の行動要因に関わる α を変化させた時に, 店舗の立地分布にどのような影響を与えるかを分析する。そして, 次に, 店舗の行動要因に関わる他のパラメータを変化させた時に店舗の立地分布にどのような影響を与えるかを分析する。

2. 消費者の行動要因と店舗立地

消費者の行動要因に関わる α が店舗立地にどのような影響を与えるかを分析する。まずは, $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ を与えた上で, α が $1/2$, $1/8$, $1/64$, $1/1024$ の100ステップ目における店舗立地の分布を図4に示す。

図3の100ステップ目における店舗立地の分布とあわせて考えると α が $1/2$, $1/8$, $1/32$, $1/64$ と小さくなるにつれ店舗がいくつかの区域に集積されていき,

5) 以下の URL より, シミュレーションを動かすことができる。 <http://aiura.info/2008simulation>

図3 $\alpha = 1/32, b = 5, p_r = 50\%, p_f = 3\%, \beta = 1/4$ における小売分布

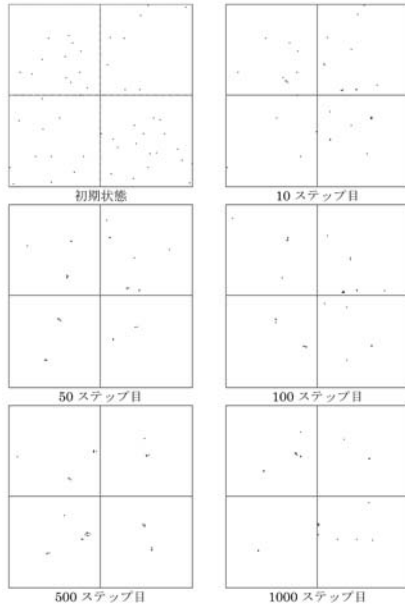
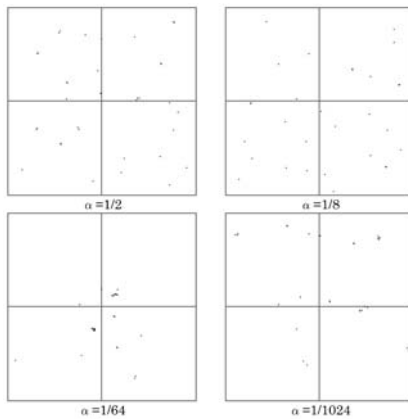


図4 $b = 5, p_r = 50\%, p_f = 3\%, \beta = 1/4$ の100ステップ目における店舗分布



(12) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

その集積地が2次元平面の中心に寄っていくのが見受けられるが、 α が1/1024とさらに小さくなると、局地的な集積は幾分解消されさらに、集積地が2次元平面の中心から離れていることが分かる。したがって、 α が小さくなるにつれ、店舗の立地は分散傾向から集中傾向に変化し、さらに α が小さくなると再び分散傾向に向かうと思われる。この推測を 節で紹介した測度を使い定量的に明らかにする。

ステップの増加（時間の推移）とともに標準距離と店舗集中区域の数がどう変化するかを表したのが、図5、6である。このグラフから標準距離、店舗集中区域の数共に α が1/2、1/32、1/64と小さくなるにつれ値が小さくなるが、 α が1/1024では値が上昇に転じていることが分かる。したがって定量的にも α が小さくなるにつれ、店舗の立地は分散傾向から集中傾向へ、そして再び分散傾向に転じるといえる。しかし、 α が1/2と1/1024がおなじ分散傾向にあるといっても、図4を見るとその趣が異なっているように感じられる。 $\alpha = 1/2$ の場合は、2次元平面に満遍なく店舗が分布しているが、 $\alpha = 1/1024$ の場合は、2次元平面の上方に偏って分布しているように感じられる。図7は、ステップの増加における重心の軌跡を示したものであるが、 $\alpha = 1/2$ に比べ $\alpha = 1/1024$ は、重心の位置がめまぐるしく変化し、2次元平面の中心から大きく外れている時もあることが分かる。また、図8は、店舗集中区域の分布についての最近隣測度の推移を示したものである。 $\alpha = 1/2$ では、1.2から1.5の範囲に収まっているのに対して、 $\alpha = 1/1024$ ではその時々において値が大きく変化しているのがわかる。したがって、 $\alpha = 1/2$ ではステップの増加（時間の推移）しても店舗の分布はさほど変化せず安定的に分散しているといえ、 $\alpha = 1/1024$ ではステップの増加（時間の推移）とともに店舗の分布は大きく変化し不安定な分散であるといえる。

図5 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における標準距離の推移

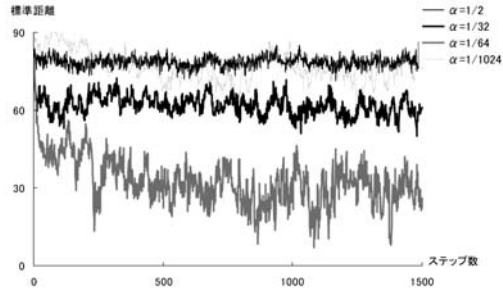


図6 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における店舗集中区域数の推移

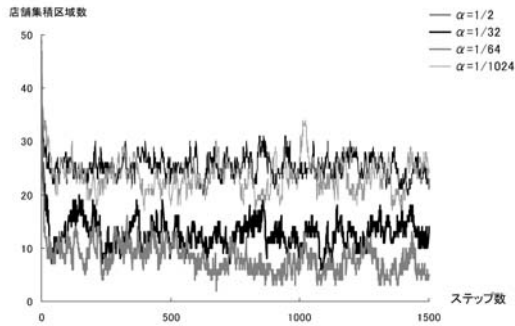
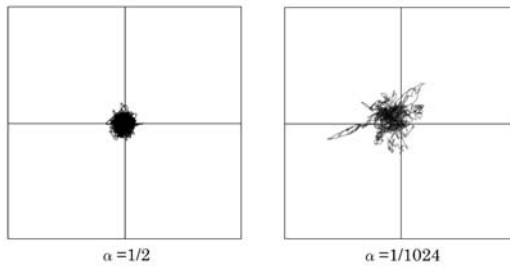
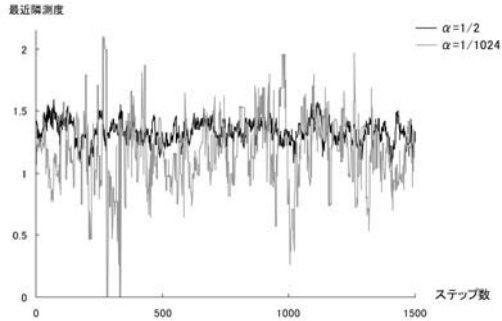


図7 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における重心の軌跡



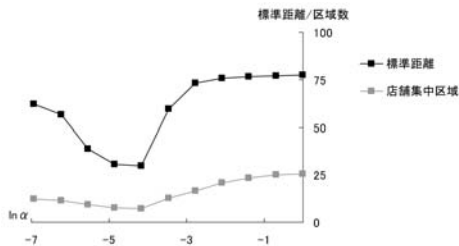
(14) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

図8 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における店舗集中区域の分布に対する最近隣測度の推移



しかしながら、各ステップ毎にばらつきがあり、このままでは比較しづらいので、以後は各パラメータごとにシミュレーションを3回試し、それぞれ試行で得られた1001ステップ目から1500ステップ目の合計1500個のデータの平均値を求め、この平均値を用いて分析を進めることにする。さらに α の値をいくつか変えて、シミュレーションを実行し、 α と標準距離および店舗集中区域の数をグラフ化したものがこの図9である。標準距離および店舗集中区域の数ともに $\ln \alpha$ が -4.5付近が最小となる下に凸のグラフとなっている。

図9 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における標準距離および店舗集中区域数



$\alpha = t/\mu$ であり、 t は単位距離当たりの交通費であるので、交通が発達することで、 α が低下すると解釈することが出来る。故に、このシミュレーション結果から店舗の分布は交通の発達とともに安定的な分散から集積に移り、さらなる交通の発達とともに不安定な分散に転じることが分かる。この結果がうまく当てはまる例として青果店が挙げられる。かつては、八百屋のように非常に小規模であるが町全体にわたって広範囲に広がっていた。その後、交通が発達し、比較的長距離まで買い物に出かけることが可能となり、同時に冷蔵庫などの保存機器により毎日のように買い物に出かける必要がなくなった。それと呼応して元々は青果物のみ扱う八百屋がデパートとして駅前など人が多く集まる地点に立地するようになった。さらに時代が進むと、マイカーにより誰でも自由に移動できるようになり、今度は駅前のデパートから郊外の大型スーパーへと変化していった。また、大型スーパーの立地決定にあたっては、周辺需要だけでなく広大な土地が取得出来るかどうかも重要で工場の跡地に出店することが多々見受けられる。この事象は本シミュレーションで示した不安定な分散に符合している。

3. 店舗の行動要因と店舗立地

店舗の行動要因に関わる b , p_r , p_f , β が消費者の行動要因に関わる α と合わせて店舗立地にどのような影響を与えるかを分析する。図10-13は、図9のグラフに b , p_r , p_f , β の内ひとつのパラメータを変化させたときに新たに描けるグラフを追記したものである。これらの図から β を除いたパラメータはその値によって、グラフに変化を与えていることが分かる。特に標準距離については、 $\ln \alpha$ が低い値のときにパラメータにより大きな変化をもたらすことが分かる。 α が高いと消費者は最も近い店舗に行く確率が高くなる。店舗がより多くの収益を獲得するためには消費者の支持を得る必要があるので、より近くの店舗に買い物に行くという行動原理に従って店舗の立地分布が決定される。

(16) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

一方で、 α が低いと必ずしも近くの店舗に買いに行くとは言えなくなり、店舗の立場から見れば消費者の店舗の選択は出鱈目なものとなる。このモデルでは消費者の行動要因は α しかなく、 α が低いということは消費者の行動原理が不明瞭であることに他ならない。故に、店舗の立地分布は α 以外のパラメータつまり、店舗の行動要因に依存することになる。

図10 $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における標準距離および店舗集中区域数

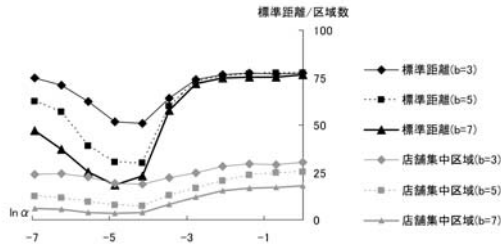


図11 $b = 5$, $p_f = 3\%$, $\beta = 1/4$ における標準距離および店舗集中区域数

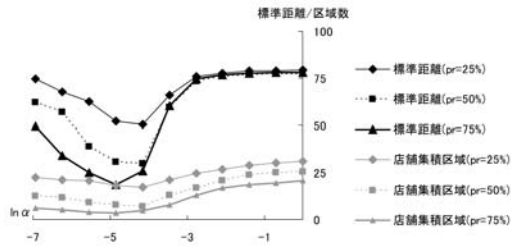


図12 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $\beta = 1/4$ における標準距離および店舗集中区域数

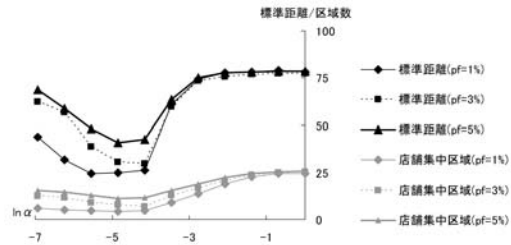
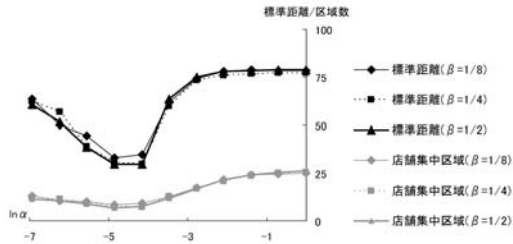


図13 $b = 5$, $p_r = 50\%$, $p_f = 3\%$ における標準距離および店舗集中区域数



パラメータ b に注目すると、図10より、 b が高い場合、標準距離については α 低い値においてグラフが下方シフトし、店舗集中区域に関しては全体的にグラフが下方シフトする。 b が低い場合、標準距離については α 低い値においてグラフが上方シフトし、店舗集中区域に関しては全体的にグラフが上方シフトする。 b は、損益分岐点となる顧客数を表しているため、 b が高いということは顧客一人当たりの利益が小さい若しくは固定費が高いことを意味する。したがって、薄利多売産業、若しくは大きな固定資本を必要とする産業は局地的な集積を引き起こし、 α が低い場合（消費者の移動コストが低い場合）には全体的な集積を引き起こす傾向が強いと言えるであろう。一方、一顧客あたりの利幅が大きい産業若しくは固定資本をそれほど必要としない産業は、 α （消費者の移動コスト）に因らず、全体的に分散傾向となると言えるだろう。また、 b が大きくなるほど、 α による標準距離への影響が強くなることも図10から読み取ることができる。したがって、薄利多売産業、若しくは大きな固定資本を必要とする産業は、消費者の移動コストの変化により立地分布は大きく変化することをこのモデルでは示唆している。事実、昨今のガソリン高騰の影響を受けている産業として、郊外のショッピングセンター、外食産業がある。今後もガソリン高や消費者の環境志向が続けば、これらの産業の立地は大きく変化し、駅前などの人が多く集まる場所に出店をシフトするかもしれない。一方でコンビニエンスストア産業はそれほどガソリン高の影響を受けていない。コンビニ

(18) 店舗立地に関するシミュレーションモデル

エンストアは一店舗あたりの資本はスーパーよりも大きくなり、原則定価売りなのでスーパーに比べ利幅は大きいと思われる。このこととモデルの結果を合わせて考えると、ガソリン高や消費者の環境志向が続いても、コンビニエンストアの立地に関してはそれほど大きな変化はみられないかもしれない。

パラメータ p_r に注目すると、図11より、 p_r によるグラフの変化は b と同じようなものとなっている。 p_r は、来客数が b を下回った時に立地を変更する確率なので、サンクされる固定資本が大きいほど、 p_r は低くなると考えられる。したがって、 p_r の観点からみると、産業の固定資本の大きさと立地分布の関係は b における結果とは逆なものとなるので、固定資本の大きさだけでは、それほど産業立地に影響を与えないかもしれない。

パラメータ p_f に注目すると、図12より、 p_f が高い場合、標準距離及び店舗集中区域数の両方について、 α が低い値においてグラフが上方シフトする。 p_f が低い場合、標準距離及び店舗集中区域数の両方について、 α が低い値においてグラフが下方シフトする。 p_f は、新規開拓による無作為な地点に立地を変更をする確率であるので、 α が高いと、消費者の行動要因が強く働き、出鱈目に立地を変更しても十分な顧客を確保できる確率は低く、すぐにその店舗は淘汰されてしまうだろう。その結果、店舗の立地は p_f に依存しないのであろう。 α が低いと、消費者の行動要因は弱くなり、出鱈目に立地を変更しても十分な顧客を確保できる可能性がある。そのため、 p_f が高いほど分散傾向が強くなるのであろう。成長産業であれば、新たな需要が見込めるので p_f が高くなるであろう。故に、消費者の移動コストが十分に小さいときにおいては、成長産業の立地は分散傾向になると言える。

V. お わ り に

本論文では、交通の発達などによる消費者の移動コスト面から見た行動要因の変化が店舗の立地にどのような影響を与えるかの分析を行った。その結果、

消費者の移動コストの低下と共に、分散から空間の中心に集積するようになるが、さらに移動コストが低下すると再び分散に転じることが分かった。そして前者の分散は安定的であるが、後者の分散は不安定であることが分かった。また、消費者の移動コストが十分に小さい場合には、損益分岐点となる顧客数、損益分岐点を下回ったときに立地を変更するかどうかや新規開拓するかどうかの判断が店舗の立地に影響を与えることが分かった。これにより、ここ数十年におけるモータリゼーションによる店舗の立地変化をうまく説明でき、昨今の脱モータリゼーションによって立地に影響を与える大きさが産業の特性により異なることが分かった。

今後の課題としては、まず消費者の立地行動への考慮が挙げられる。本モデルでは、消費者分布はほぼ一様でありしかも変化しないと仮定している。しかしながら現実には、消費者もその時々に応じて立地を変更しており、消費者の立地変化も考慮したモデルを構築する必要がある。次に価格競争への考慮が挙げられる。同じ商品を同じ場所で売れば、価格の値引き競争が起きるのが自然であり、店舗間の価格競争を考慮したモデルを構築する必要がある。

参考文献

- [1] Anderson, Simon P. and Andre de Palma and Jacques-Francois Thisse (1992) "Discrete Choice Theory of Product Differentiation" The MIT Press.
- [2] Clark, Philip J. and Francis C. Evans (1954) 'Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations' *Ecology*, vol.35, pp.445-452.
- [3] Eaton, B. Curtis and Richard G. Lipsey (1975) 'The Principle of Minimum Differentiation Reconsidered: Some New Developments in the Theory of Spatial Competition' *The Review of Economic Studies*, vol.42, pp.27-49.
- [4] Hotelling, Harold (1929) 'Stability in Competition' *Economic Journal*, vol.39, pp.41-57.
- [5] 伊庭斉志 (1994) 『遺伝的アルゴリズムの基礎 - GA の謎を解く』 オーム社。