

## 大都市近郊地域を対象とした商業地再開発 モデルに関する二三の考察\*

Study on Planning Model for Commercial Revitalization in Suburban Area

吉川和広\*\*、小林潔司\*\*\*、文世一\*\*\*\*

by Kazuhiro YOSHIKAWA, Kiyoshi KOBAYASHI and Seil MUN

This study presents models for analyzing formation of the infrastructure for retail and service activities in a metropolitan area. The formation of infrastructure in the form of public facilities will be analyzed in a setting of noncooperative (Stackelberg) competition between different types of economic agents in the region. The behavior of market groups is described via disaggregate type model. Thus, this study focuses on the policy formation of a regional planning authority in a so-called mixed economy, in which priority is given to shift stackelberg solution toward a Pareto-type solution with regard to the outcome between retail and inhabitants.

### 1. はじめに

近年、大都市への人口流入は微々たるものであり、既成市街地の問題は大きく変貌を遂げようとしている。本来、市街地においては都市の発展に伴って都市の基盤施設は質的にも量的にも拡充強化されていく必要がある。しかし、都市の発展が極めて急激であったり、長期間にわたって発展に見合った整備が行なわれなかった場合には、種々の問題が生じる。

一般に、商業施設は市民生活に密接に関わるものであり、またその集積する商業地は都市構造上からも中心的位置を占めるものである。大都市圏の幾つかの既存商業地では、消費者行動の変化に伴いそ

の地位を低下させつつある。このような現状に対して個々の商店の経営努力では大きな効果が望めないため、商業地全体としての根本的な体質改善が望まれている。特に、大都市周辺の既成市街地では都市の急速な成長に既存の商業基盤が対応しきれず、増大した消費需要が他の地域へ流出するという問題が起こっており、早急な商業地整備が望まれている。このような問題を抱える大都市圏の商業地整備のための効果の大きい手段として市街地再開発事業に大きな期待が寄せられている。

従来、商業地整備計画を念頭においた小売業立地モデル<sup>1)2)3)</sup>や商圏設定モデル<sup>2)</sup>は数多く提案されている。また、商業地整備のためには消費者の商業地選択の結果を予測することが重要になるため商業地選択行動モデルに関しても多くの研究<sup>3)</sup>がある。本研究では従来比較的研究が進展していなかった小売業の立地行動を集計ロジットモデルによりモデル化するとともに、消費者の商業地選択行動を内蔵し

\*キーワード 商業地、再開発、土地利用モデル

\*\*正会員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科 (〒606京都市左京区吉田本町)

\*\*\*正会員 工博 京都大学助手

\*\*\*\*学生員 工修 京都大学大学院博士課程

うような小売業立地モデルを提案する。また、大都市圏の既成商業地では市街地再開発事業が重要な手段となりうる事が多い。そこで、小売業立地モデルの適用事例として再開発計画を取上げるとともに、小売業立地モデルを包含するような商業地再開発モデルを提案することとした。

本研究では大都市周辺地域における既成商業地の再活性化問題を、再開発の側面に焦点を置いて分析することとを目的としている。すなわち、シティワイドな視点から、地域の消費者や小売企業にとって望ましい商業地再開発の在り方に関して検討する。また、再開発計画を策定する場合、事業の採算性が確保できるかどうかが大きな問題となる。そこで、本研究では、事業として採算がとれ、かつ地域の住民や小売業にとって望ましい商業地再開発の在り方を分析できるような商業地再開発モデルを提案する。本稿では、本研究の第一段階として商業地再開発モデルの内容とその理論的構造を中心に発表する。

## 2. 商業地再開発モデルの基本的な考え方

本研究では大都市圏において都心性商業地の再活性化が重要課題となっている地域を取上げる。その際、買物行動を通じて一定のまとまりを持った地域を計画対象地域と考え、当該地域における望ましい商業地再開発の在り方について分析を行うものである。図1は、本研究における計画問題を概念的に整理した結果である。商業地再開発における重要な主体としては、1)消費者、2)小売業、3)事業主体が考えられる。これらの主体の間には図1に示す関連関係がある。再開発事業の事業主体としては、例えば第一種再開発事業の場合、地方公共団体、公団、組合、あるいは個人が施行者となりうる<sup>4)</sup>が、本研究では事業主体として公共主体を考えることとする。

まず、消費者は日常生活に必要な財を小売業より購入するが、その際、消費者は自らの効用を最大にするような商業地を選択すると考えることができよう。各商業地はできるだけ多くの消費者を吸収しようとするが、その場合には消費者がその商業地に対して感じる効用をできるだけ大きく、また不効用をできるだけ小さくすることが重要である。商業地再開発においても当該の商業地の魅力を創出するよ

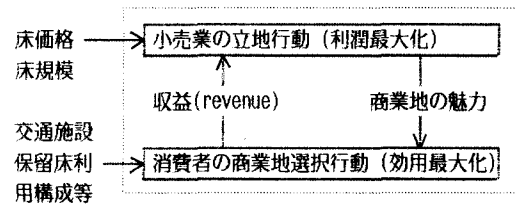


図1 計画問題の構成

うな方向で計画を作成していく必要がある。次に、小売業は利潤追及の原理に従って立地すると考える。小売業が利潤最大化原理で立地する場合、そこに企業間の競合関係が生じる。一般に、商業地内部での立地企業数が増えればそれだけ商業地全体の魅力が増大し他の商業地に対して有利な条件を持つこととなる。しかし一方で、同一の商業地内部で商店間の競争が厳しくなり、新規の商店の参入は逆に一店舗あたりの利潤の低下を招く可能性がある。ここで小売業がいずれの商業地に立地してもそれ以上に利潤を増大することができないような均衡状態が出現すると考える。このような均衡状態を本研究では小売業の立地均衡と呼ぶこととする。

さて、公共主体は政策手段を用いてこのような消費者の商業地選択行動や小売業の立地行動を制御することとなる。再開発事業の場合、商業床の規模、価格、保留床の利用構成（用途、業種構成、公益的施設、駐車場）を重要な政策変数と考えることができよう。一方、再開発計画に関わる評価要因として1)立地企業の利潤、2)消費者の効用、3)事業主体の利潤があげられる。本研究では事業主体として公共主体を考えている。公共主体にとって事業による適正な利潤をあげうることも重要な評価要因であるが、これと同時に公共の立場から小売業の育成を図り地域の消費者の便益を向上させることも重要な視点となろう。そこで本研究では事業主体の利潤を直接の評価要因とは考えず、これを事業の採算性を確保するという制約条件として扱う。そして、小売業の適正な利潤を保証することを前提とし、最終的には消費者の効用を最大化にするような商業地再開発のありかたを分析することとした。

なお、本研究で取上げる商業地再開発の問題は対象とする都市における都市計画あるいは商業地整備計画の部分問題である。本研究では市街地再開発に

よる商業地整備の必要性和重要性が上位の計画の中に明確に位置付けられており、上位計画をふまえたうえで商業地再開発をいかに進めていくべきかという側面に焦点を絞ることとする。また、再開発を対象としているため本研究では買い回り品を中心とする都心性の強い小売業の立地問題を主として考えることとする。

### 3. 商業地再開発モデルの定式化

#### (1) 再開発モデルの全体構成

本研究でとりあげる計画問題における重要な主体として消費者、小売業、事業主体が考えられる。ここでは、これらの主体の行動を明示的に取扱った複合的な商業地再開発モデルを定式化する。モデルの全体構成を図2に示す。モデルの入力変数としては夜間人口の分布、交通施設の整備水準等がある。また再開発計画に関わる入力変数としては商業床の規模、価格、保留床の利用構成等がある。このうち、商業地選択モデルの入力変数は、夜間人口の分布、交通手段の整備水準、保留床の利用構成である。商業地選択モデルのアウトプットは買物トリップの集中量と評価要因の一つとなる消費者余剰である。小売業立地モデルは入力変数である商業床の規模、価格、および、商業地選択モデルにより求められる買物トリップ集中量を入力情報としてアウトプットである商業床需要を求める。また本モデルにより評価要因の一つである小売業利潤が求まる。最後に、事業主体モデルは商業床需要に基づいて事業の採算性を求めるモデルである。事業の採算性を検討する場合、従前の権利者の歩留り率、保留床の商業目的以外の需要、保留床の利用構成は重要な検討項目である。しかし、このような項目に関しては、本研究で取りあげているような検討レベルよりさらにきめ細かな検討が必要であり、ここではこれらの項目をパラメータとしてシステマティックに変動させ、事業の採算性について検討する。

#### (2) 商業地選択モデルの定式化

商業地選択モデルとして多項ロジットモデル(MNLモデル)の適用を考える。MNLモデルは、複数の選択肢の中から個人が効用を最大にするような選択肢を選ぶという効用最大化理論により導出でき

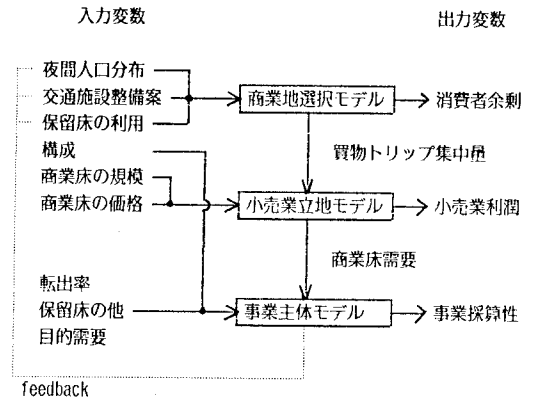


図2 モデルの全体構成

る<sup>3)</sup>。すなわち、個人 $l$ が選択可能な選択肢の中から $j$ を選ぶことは、

$$U_{j,l} \geq U_{j',l} \quad j'=1, \dots, n \quad (1)$$

として表現できる。個人の効用は1)商業地の特性、2)個人属性、3)交通条件により形成されると考える。いま効用の加法性が成立するとすれば、発地 $i$ の消費者 $l$ が商業地 $j$ を選択する時に得られる効用は

$$U_{ij,l} = \alpha \ln W_j + \sum_a \beta_{aj} X_{aj} + \sum_b \gamma_b Y_b + \sum_c \delta_{cij} Z_{cij} + \varepsilon_{ij,l} \quad (2)$$

ここに、 $W_j$ ：商業地の規模に関する要因、 $X_{aj}$ ：商業地の魅力に関する要因、 $Y_b$ ：個人属性に関する要因、 $Z_{cij}$ ：交通条件に関する要因、 $\alpha$ 、 $\beta_{aj}$ 、 $\gamma_b$ 、 $\delta_{cij}$  パラメータ、 $\varepsilon_{ij,l}$ ：誤差項である。以後、簡単の為に $u_j = \sum_a \beta_{aj} X_{aj} + \sum_b \gamma_b Y_b + \sum_c \delta_{cij} Z_{cij}$ と記述する。ここで、 $\varepsilon_{ij,l}$ がそれぞれ独立なガンベル分布に従うと仮定するとゾーン $i$ を出発した買物トリップが商業地 $j$ を選択する確率 $p_{ij}$ は

$$p_{ij} = \frac{W_j^\alpha \exp(u_j - c_{ij})}{\sum_k W_k^\alpha \exp(u_k - c_{ik})} \quad (3)$$

となる。ゾーン $i$ の発生買物トリップ数を $O_i$ とすると、商業地 $j$ における集中買物トリップ数は

$$O_j = \sum_i O_i \left\{ \frac{W_j^\alpha \exp(u_j - c_{ij})}{\sum_k W_k^\alpha \exp(u_k - c_{ik})} \right\} \quad (4)$$

である。また、評価要因である総消費者余剰TUは

$$TU = \sum_i O_i \ln \sum_j W_j^\alpha \exp(u_j - c_{ij}) \quad (5)$$

となる。

#### (3) 小売業立地モデルの定式化

個々の小売企業が利潤追及の原理で立地すると考えた場合、同一の商業地内部あるいは商業地間で企

業間の競争関係が生じる。一般に、新規の小売企業の市場参入は当該の商業地の立地企業全体の利潤の増加につながるが、逆に一店舗当たりの利潤は図3に示すように減少する。各商業地の集中買物トリップ数を  $D_j$ 、買物客一人当たりの商品購入額を  $\nu$  とすれば、小売業の平均収入 (Revenue) は  $\nu D_j / W_j$  となる。個々の小売業や地点別のデータの入手は困難であるのでここでは集計型ロジットモデル<sup>5)</sup>を用いて小売業立地モデルを定式化する。いま、商業地  $j$  地点  $m$  における小売業の利潤  $\rho_{jm}$  を

$$\rho_{jm} = \nu D_j / W_j - C_j + \Theta_{jm} + \varepsilon_{jm} \quad (6)$$

と表わす。ここに、 $\Theta_{jm}$  は集計誤差項、 $C_j$  は営業費用である。さて、図3の  $\delta$  は小売業が存続するのに必要な利潤水準を意味する。各商業地には新規の小売業が参入することとなるが、最終的にはどの商業地においても  $\delta$  以上の利潤を生じ得ないような状況 (小売業の立地均衡) が生じる。本研究では小売業の市場参入をモデル化するために利潤水準が  $\delta$  であり、利潤が立地企業数に対して常に一定であるような架空の商業地を考えることとする。すなわち、この  $n+1$  番目の商業地の利潤を

$$\rho_{n+1,m} = \delta + \Theta_{n+1,m} + \varepsilon_{n+1,m} \quad (7)$$

と表す。つまり、図3の商業地Aのように利潤水準が  $\delta$  以下にとどまる場合、小売業の新規立地は困難である。しかし、商業地整備により利潤曲線が上方にシフトすれば小売業の市場参入が起こり当該の商業地で小売業の立地が進展するであろう。大都市周辺地域の既成商店街では地域の顧客が大都市の都心部といった対象地域外へ流出している場合が多い。再開発によってこのような流出する顧客をできるだけ地元の商店街に引止めることが問題になる。このためには、当該の商店街に立地する商店をできるだけ増やす努力が必要となろう。

さて、いま対象地域で商圏が閉じていると仮定した場合に立地可能な小売業数を  $T$  とする。この小売業が架空の商業地を含めた  $n+1$  個の商業地の中から立地しようとする商業地を選択すると考える。ここで、 $\Theta$  がすべての  $m$  について一定であり、誤差項  $\varepsilon_{jm}$  ( $j=1, \dots, n+1$ ) がガンベル分布に従うと仮定すれば、小売業立地量  $W_j$  は

$$W_j = \frac{T W_j^r \exp(\nu D_j / W_j - C_j)}{\sum_k W_k^r \exp(\nu D_k / W_k - C_k) + M \exp(\delta)} \quad (8)$$

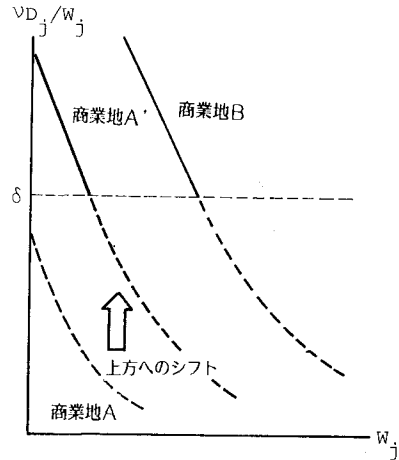


図3 一店舗当たりの利潤

となる。ここに、 $W_j$  はゾーン  $j$  における商業床面積、 $M$  は架空の商業地の床面積、 $\gamma$  はパラメータである。実際、 $M$  と  $\delta$  の値を別々に推計する事は困難であるので、モデル作成に当たっては双方を同時に一つの定数として推計することとした。式(8)において集中買物トリップ数  $D_j$  は  $W_j$  の関数であり、式(4)のように示される。いま式(8)の右辺を  $F_j(W)$  で示すと、式(8)は

$$W_j = F_j(W_1, \dots, W_n), j=1, \dots, n \quad (9)$$

となり、立地企業数  $W_j$  に関する不動点問題となっている。いま小売業の立地・消滅が長期間にわたって繰返され立地均衡が達成されたとする。立地均衡の時点での立地量 (不動点) を  $\overset{*}{W}_j$  と表し、均衡下での小売業の総利潤  $TP$  を次式のように定義する。

$$TP = \sum_j \overset{*}{W}_j \{ \ln \sum_j \overset{*}{W}_j \exp(\nu D_j(\overset{*}{W}_j) / \overset{*}{W}_j - C_j) \} \quad (10)$$

(4) 事業主体モデルの定式化

従来の市街地再開発事業では、保留床の規模が保留床需要と無関係に権利変換の仕組みから設定されてきたきらいがあり保留床の処分が困難になる事例は多い。近年のように、都市財政が逼迫してきているような状態の中では、再開発事業の可能性に関する検討は重要である<sup>4)</sup>。一般に、再開発事業は商業床の提供のみを目的とするというよりは、同時に新規の住宅床を提供するなど複合的な目的を持っている場合が多い。そこで、図4に示すような事業主体の収支モデルを用いて他の利用目的を含めて事業の採算性を検討することとした。本モデルのインプットは事業の対象となる商業地の特性 (現況敷地・床

面積、転出率)、保留床の用途構成比、床価格、小売業立地モデルで求めた商業床需要および商業以外の保留床需要である。本モデルでは、まず転出率(パラメータ)が与えられると用地費、補償費および権利床面積が求まり、これに保留床面積を加算した建築床面積により工事費が計算される。一方、収入は保留金の処分金と国からの一般会計補助、道路整備特別会計補助である。ここで、一般会計補助には保留床に住宅と公益施設を一定割合以上建設する場合についての優遇措置があり、保留床の用途構成は事業の採算性に大きな影響を及ぼすこととなる。また、転出率が上昇すれば権利床面積が減少し、従って保留床の割合が大きくなるため事業の採算性は苦しくなる。そこで、ここでは転出率と用途構成案をパラメトリックに変動させてそれぞれの値に対して採算性の検討を行うこととする。この用途構成案の中に含まれる公益的施設や駐車場の整備は商業地選択モデルの商業地の魅力に関する要因となるものである。

### 5. 商業地再開発モデルの理論的構造

#### (1) 立地均衡解の存在と一意性

4. で述べたように立地均衡解は式(9)に示す小売業立地モデルの不動点として与えられる。このように立地均衡解がある種の不動点問題に帰着することはすでに多くの研究<sup>6)</sup>で報告されている。不動点の存在や一意性に関する研究としてはインデックス定理を用いた研究<sup>7)</sup>があるが、ここではそれを別の方法で均衡解の存在と一意性を検討する。

「定理1」式(9)に示す小売業立地モデルに不動点が存在する。

(証明) 式(9)の関数Fは集合Ωをそれ自身に写像する関数である。ここで集合Ωは以下のように定義される。

$$\Omega = \{ (W_1, \dots, W_n) : \sum_{j=1}^n W_j \leq T, W_j \geq 0, \} \quad (11)$$

$D_j$ は $W_j$ に関して連続であり、したがって、Fは $W_j$ に関して連続である。ここで関数φを $\Omega \times \Omega$ 上で以下のように定義する。

$$\phi(W, y) = \langle F(W) - W, y - W \rangle \quad (12)$$

ここに、 $\langle \cdot \rangle$ は内積を示す。φ(W, y)は $\forall y \in \Omega$ に対してWに関する下半連続関数であり、 $\forall W \in \Omega$ に対してyに関する線形(凹)関数である。したが

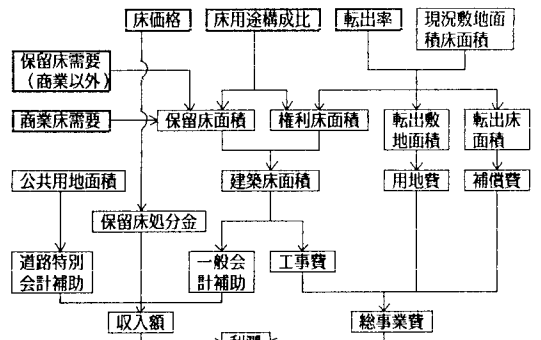


図4 事業主体モデルの概要

って、Ky Fan's定理<sup>8)</sup>により

$$\sup_{y \in \Omega} \phi(W, y) \leq \sup_{y \in \Omega} \phi(y, y) \quad (13)$$

なる $\bar{W} \in \Omega$ が存在する。すなわち、

$$\begin{aligned} \sup_{y \in \Omega} \langle F(W) - W, y - W \rangle \\ \leq \sup_{y \in \Omega} \langle F(y) - y, y - y \rangle = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

ここで、 $y = F(\bar{W}) \in \Omega$ とすれば $(F(\bar{W}) - \bar{W})^2 \leq 0$ となり $\bar{W}$ は不動点である。(Q. E. D.)

次に、不動点の一意性を証明するために関数χを以下のように定義する。

$$\chi(W) = F(W) - W \quad (15)$$

まずχのヤコビアン行列 $J (= \partial \chi_i(W) / \partial W_j)$ がヒクシアン(Hicksian)であることを示す。すべての $J_{ij} (i \neq j)$ について $J_{ij} \geq 0$ であり、かつ $J'V < 0$ であるような $V = (V_1, \dots, V_n) \geq 0$ が存在すれば行列Jはヒクシアンであるという<sup>9)</sup>。

「補助定理1」行列Jはヒクシアンである

(証明) 関数 $\chi_i(W)$ のヤコビアン行列は

$$\begin{aligned} J_{ij} &= \partial \nu P_i P_j \partial G_j(W) / \partial W_j, (i \neq j) \\ &= \partial \nu P_i (1 - P_i) \partial G_j(W) / \partial W_j - 1 \end{aligned} \quad (i=j) \quad (16)$$

となる。 $G_j(W) = D_j(W) / W_j$ である。 $\partial G_j(W) / \partial W_j \leq 0$ と仮定すると $\chi_{ij} \geq 0 (i \neq j)$ となる。 $P_j = \frac{W_j^r \exp(\nu G_j(W) / W_j - C_j)}{(\sum_k W_k^r \exp(G_k(W) / W_k - C_k))}$ である。ここで、 $V = (1, \dots, 1)$ とし、 $\Gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_n) = J'V$ を求める。

$$\begin{aligned} \gamma_j &= \sum_i \chi_{ij}(W) \\ &= \partial \nu \left( \sum_{i \neq j} P_i P_j (\partial G_j(W) / \partial W_j - \partial G_j(W) / \partial W_j) \right) - 1 \\ &= -1 < 0 \end{aligned} \quad (17)$$

となりJはヒクシアンである。(Q. E. D.)

「補助定理2」 $\partial G(W) / \partial W \leq 0$ の場合、

小売業立地モデルの不動点は一意である。

(証明) 領域 $\Psi$ を次のように定義する。

$$\Psi = \{ (W_1, \dots, X_n) : 0 \leq W_j \leq T; j=1, \dots, n \} \quad (17)$$

ここで $\Psi$ 上での写像 $\chi(W)$ を考える。ここで、 $J$ がヒクシアンであれば $\chi_j(W)$ は任意の $W \in \Psi$ に対して $\Psi$ 上での1対1写像になる<sup>10)</sup>。ここで不動点 $W$ は $\chi(W) = 0$ となる点である。 $\chi(W)$ は $\Psi$ 上で1対1写像であり、したがって、 $\Psi$ に含まれる $\Omega$ 上でも1対1写像となる。定理1より $\chi(W) = 0$ となる不動点 $W$ は $\Omega$ 上に存在し $\chi(W)$ が1対1写像であるため不動点は一意である。(Q. E. D)

補助定理2より、不動点が一意であるためには、 $\partial G_j(W) / \partial W_j \leq 0$ であることが必要である。式(4)より

$$\partial G_j(W) / \partial W_j = W_j^{-2} \sum_i 0_i \{ (\alpha - 1) p_{ij} - \alpha p_{ij}^2 \} \quad (18)$$

となる。ここに、 $P_{ij}$ は式(3)に示すとおりである。すなわち、任意の $W_j$ に対して $\partial G_j(W) / \partial W_j \leq 0$ が成立するためには、 $0 \leq P_{ij} \leq 1$ なる任意の $P_{ij}$ に対して、 $(\alpha - 1) p_{ij} - \alpha p_{ij}^2 \leq 0$ が成立しなければならない。そのためには、 $0 \leq \alpha \leq 1$ でなければならない。ここに、定理2を得る。

「定理2」商業地選択モデルの商業地規模に関するパラメータ $\alpha$ が $0 \leq \alpha \leq 1$ の条件を満足すれば唯一の立地均衡解が存在する。

非集計商業地選択モデルの既存の研究事例<sup>3)</sup>において、商業地規模に関するパラメータ $\alpha$ は通常 $0 \leq \alpha \leq 1$ の条件を満足している事が報告されている。このため通常状況の下で本研究で提案する小売業立地モデルの立地均衡解の一意性が保証される。

(2) 再開発モデルのゲーム論的解釈

商業地選択モデル、小売業立地モデルはそれぞれ式(4)、(8)として与えられる。ここで、これらのモデルと同値な結果を与える数理計画問題を定式化する。多項ロジットモデルと同値な解を与える数理計画問題に関しては研究が進んでおり、式(4)は次の消費者余剰最大化問題(問題1)の最適条件と同値であることが分っている<sup>1)</sup>。

$$\text{Max} Z = - \sum_{ij} X_{ij} \{ \ln(X_{ij}/W_j^\alpha) - u_j - 1 \} - \sum c_{ij} X_{ij}$$

$$\sum_j X_{ij} = 0, \quad i=1, \dots, n \quad (19)$$

次に小売業立地モデルはいま、 $D_j$ が定数として

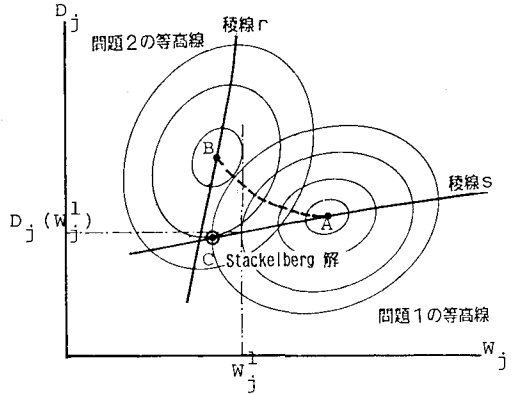


図5 Stackelberg 解とパレート性  
与えられていると考えれば、以下の数理計画問題(問題2)として定式化できる。

$$\text{Max} - \sum_j (W_j - \nu D_j) \ln W_j - \sum_j (C_j - \ln W_j^{-\sigma}) W_j + \delta W_{n+1}$$

$$\sum W_j + W_{n+1} = T \quad (20)$$

ここで、消費者および小売業をそれぞれプレーヤと考える。二つの問題の目的関数値を両プレーヤが獲得する利得、変数 $D_j, W_j$ を両プレーヤの手と考える。図5は両プレーヤが獲得する利得の水準を等高線で示している。点A点Bはそれぞれ両プレーヤが獲得可能な最大の利得水準を示す。図中の稜線 $r, s$ は相手のうつ手のそれぞれに対する各プレーヤの最適な手の集合(問題1、問題2の最適解の集合)を示す。また、図の点線は両プレーヤが協力して得ることのできる利得水準(パレート解)を示す。

さて、以上で示した二つの数理計画問題は次のような特徴を持っている。すなわち問題1は問題2の実行可能解 $W_j$ が与えられた場合、それに対応した最適解を求める問題となっている。すなわち、問題2の実行可能解をパラメトリックに変化させることにより問題1の解は図に示すような稜線 $s$ に沿って変化する。この場合、立地均衡解は問題2の目的関数を最大にするような軌跡上の点(点C)として求まる。すなわち、立地均衡解は小売業を上位のプレーヤ(leader)、消費者を下位のプレーヤ(follower)とするStackelberg 解となっている。このようなStackelberg 解<sup>11)</sup>は次のような数理計画問題を解くことにより得られる。

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & -\sum_j W_j \ln W_j + \nu / \alpha \sum_i 0_i \ln \sum_j W_j \exp( \\ & U_j - C_{ij}) - \sum (C_j - \ln \bar{W}_j) W_j + \delta W_{n+1} \\ & \sum W_j + W_{n+1} = T \end{aligned} \quad (21)$$

となる。事実、この問題の最適条件は式(8)と一致する。この問題の目的関数の第2項中の  $\sum 0_i \ln \sum W_j \exp(U_j - C_{ij})$  は問題1の目的関数値(総消費者余剰)と同値である。このことより、通常、問題1と問題2の最適解は一致せず、Stackelberg解はパレート性を満足しない。すなわち、小売業の自由な立地や消費者の行動を許している場合にはパレート性を達成し得ず、小売業、消費者双方に取って望ましくないような結果が生じる可能性がある。Stackelberg解が、問題2の目的関数を最大にするようなメカニズムで求まるため、等高線と稜線の位置関係によっては低い水準の消費者余剰のしか達成できない場合がありうる。この場合、なんらかの形で公共主体が介入することにより、小売業、消費者にとってより望ましい状況に改善する必要がある。いま交通ネットワークが与えられたと考えよう。この場合理論的には1)小売業の立地を制御して消費者余剰の改善を目指す、2)消費者の商業地選択行動を規制して小売業の利潤の改善を目指すという方法が考えられる。しかし、消費者の行動を規制する事は実際のでない。そこで、ここでは消費者保護の立場から小売業の立地を誘導し消費者余剰の改善を目指すこととした。さて、上で考察したように小売業の立地行動に影響を及ぼす要因として商業地での営業コスト  $C_j$ 、床面積  $W_j$ 、利潤水準  $\delta$  がある。このうち、利潤水準  $\delta$  は小売業の競争的均衡の結果として求まるものでこれを制御することは困難である。また、小売業の適正な利潤を確保する上でも  $\delta$  の値を維持することが必要である。市街地再開発事業による商業床の供給により我々は営業コスト  $C_j$ 、床面積  $W_j$  を制御しうる。さて、 $C_j, W_j$  は直接消費者の商業地選択行動に影響を及ぼすわけでない。すなわち、 $C_j, W_j$  を変化させても図5の問題1の等高線および稜線sは変化しない。一方、問題2の等高線の形は変化する。ここで問題2の等高線を変化させることにより、Stackelberg解を問題1の解軌跡sに沿って現状の値から点Aの方向へ移動させることができれば消費者余剰を改善することができる。

言うまでもなく、 $C_j, W_j$  は自由な値を取りえるわけではなく、事業主体モデルによりその実行可能性(採算性)が保証されていなければならない。すなわち、本研究で提案する商業地再開発モデルは、小売業の適正利潤水準  $\delta$  を維持し、また事業の採算性を保証したうえで消費者保護の立場からより望ましい消費者余剰を達成しうるような再開発事業の内容(床価格、規模)を求める問題となっている。

### (3) 再開発モデルの運用上での修正

一般に、既存商業地はすでになんらかの活動によって占拠されており、新規の商業床の獲得が難しい場合が多い。また、現実の商業地は市街地が発展してきた過程を反映して必ずしも立地均衡が実現しているわけでない。再開発事業そのものが既存商業地の中でも本来高度に土地利用が達成されるべき地区でありながらそれが成されていないような地区を対象に再開発により一気に商業地のポテンシャルを高めることを目的としている。本研究で採用したような集計型ロジットモデルでは各商業地における床の獲得の容易さを明示的にモデル化するという利点がある。この意味では、既存市街地での小売業の立地を表現するには適していると考えるが、しかしながら、小売業立地モデルにより求めた立地均衡解  $W_j$  が、商業地の床面積  $\bar{W}_j$  の容量内に常に収まるという保証はない。 $\bar{W}_j$  の値が十分に大きければこのような問題は生じないが、 $\bar{W}_j$  の値がそれほど大きくないような既存商業地では、立地量が床面積容量を超過する可能性がある。この場合、立地量が容量を満足するように立地均衡解を若干修正する必要がある。図6はそのための修正計算の手順を示している。ここでは、床面積容量を越すような商業地に立地できなかった小売業はsecond bestの商業地を選択すると考えている。この場合、修正計算の各ステップにおける立地均衡解は一意であり、このような修正計算を用いても立地量を一意的に求めることができる。

また、再開発が行われる商業地においてすべての小売業が再開発による商業床を利用するわけでない。この場合、当該の商業地を便宜的に二つの商業地に分割し、それぞれに対して小売業立地モデルを作成することとなる。ところが、消費者の商業地選択にあたっては再開発は当該の商業地全体の魅力形成に

- Step 0 小売業配分対象の商業地集合Rを設定する。配分対象となる立地小売業数Tを求める。
- Step 1 小売業立地モデルにより立地均衡解を求める。
- Step 2 立地均衡解が商業地の容量  $W_j$  を満足しているかどうか検討する。満足していれば終了。容量を超過している商業地では立地量を容量内で立地可能な最大値に修正する。
- Step 3 立地量が容量に達した商業地を配分対象商業地の集合Rから削除する。小売業立地総数Tから容量に達したゾーンでの立地総数を差引いた残りの値を次のラウンドでの小売業立地総数Tとする。Step1へ戻る。

図6 修正計算の手順

深い関係があると考えられ、商業地選択モデルで両者を異なる商業地と考えるのは得策でない。そこで商業地選択モデルは当該の商業地を一括して一つの商業地として取扱うこととする。小売業立地モデルは、当該の商業地を再開発地点とその他の地点に分割しモデルを作成することとした。その場合、式(6)に示す利潤を次式のように修正することとする。

$$\begin{aligned} \rho_{j1,m} &= \nu D_j / W_j - C_{j1}^+ \Theta_{j1,m}^+ \varepsilon_{j1,m} \\ \rho_{j2,m} &= \nu D_j / W_j - C_{j2}^+ \Theta_{j2,m}^+ \varepsilon_{j2,m} \end{aligned} \quad (22)$$

ここに、 $j_1$ は再開発地点、 $j_2$ はその他の地点、 $W_j$ は当該の商業地jの集中買物トリップ数である。同様に小売業のタイプを複数個同時に取上げたような小売業立地モデルの拡張も可能であると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では従来比較的研究が進展していなかった小売業の立地行動を集計ロジックモデルによりモデル化するとともに、消費者の商業地選択行動を内蔵するような小売業立地モデルを提案した。さらに小

売業立地モデルの適用事例として再開発計画を取上げるとともに、商業地再開発モデルを提案した。本稿では、商業地再開発モデルの内容と定式化に焦点を絞って研究内容を報告したものである。あわせて、立地均衡解の存在と一意性、商業地再開発のゲーム論的解釈、再開発モデルの運用上の留意点について理論的な考察を行った。本研究で提案した商業地再開発モデルの有効性に関する実証的な検討結果に関しても幾つか知見を得ているが、これに関しては別の機会に発表することとする。

## (参考文献)

- 1)例えば、Wilson, A. G. et al. (1981): Optimization in Locational and Transport Analysis, John Wiley & Sons.
- 2)例えば、中西正雄(1983): 小売業の理論と測定、千倉書房。
- 3)例えば、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、土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集。
- 4)土田旭、伊丹勝等著(1981): 市街地整備計画、新建築学体系19、彰国社。
- 5)Anas A. (1982): Residential Location Markets and Urban Transportation, Academic Press.
- 6)例えば、Andersson, A. E. & Kobayashi, K. (1985): Some Theoretical Aspects of Accessibility and Density Distribution, IIASA Seminar. 森杉壽芳、大野栄治(1986): 地価を内生化した居住地選択モデル、土木計画学研究・講演集8。
- 7)Rijk, F. G. A. and Vorst, A. C. F. (1983): On the uniqueness and existence of equilibrium point in a urban retail model, Environment and Planning A 15, 475-482.
- 8) Aubin, J. P. and Ekeland, I. (1984): Applied Non-linear Analysis, John Wiley & Sons.
- 9)Takayama, A. (1974): Mathematical Economics. The Dryden Press, Hinsdale, I11.
- 10)Nikaido, M. (1968): Convex Structure and Economic Theory, Academic Press, New York.
- 11)志水清孝(1982): 多目的と競争の理論、共立出版。