

商業地再開発の規模と構成に関するモデル分析手法

A MODEL FOR DESIGNING OF SCALE AND CONTENTS IN COMMERCIAL REDEVELOPMENT PROJECT

文 世一*・小林 潔司**・吉川和広***

By Seil MUN, Kiyoshi KOBAYASHI and Kazuhiro YOSHIKAWA

In this study, an operational model for analyzing the impact of a redevelopment project which aims to revitalize an obsolete commercial core is proposed. Our model consists of three sub-models. A multinomial logit model describes the behavior of a consumer, and it is utilized to estimate the retailer's profit. A new type of retail location model is developed, which deals explicitly with the consumer-retailer interactions in a setting of a non-cooperative Nash-Stackelberg competition and the resulting spatial equilibria can be formulated as a fixed point problem. A financial feasibility of the project can be checked by a sub-model of the public authority. A case study dealing with the Senshu Area of Osaka prefecture illustrates how our model can work to find the best redevelopment policy for the commercial cores, which can maximize the consumer's surplus, guaranteeing the sound profitability of the retailers and the financial feasibility of the public authority.

Keywords: urban redevelopment project, commercial facilities, retail location model, spatial equilibrium

1. はじめに

商業施設は市民生活と密接にかかわっており、商業地は都市構造上からも中心的位置を占めている。したがって、商業地における基盤施設は、消費者行動の変化や都市の発展にあわせて質的・量的に拡充強化される必要がある。しかし、都市の物的構造物は耐久性を有し、そこで営まれる諸活動の急速な変化に対して、ともすれば適応が遅れる傾向にある。たとえば大都市圏の一部の既存商業地では、消費者行動の変化や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地域へ流出している。その結果、買物トリップの長距離化、地域商業の衰退等の問題を引き起こしている。このような問題は、個々の商店の経営努力による対応では解決が困難であり、商業地全体としての根本的な体質改善が必要である。

このような大都市圏の既存商業地の整備手段の1つとして都市再開発法による市街地再開発事業に大きな期待が寄せられている。しかし再開発事業は投資額も莫大で

あり、関連主体の数も多い。さらに、再開発事業は広域的な都市戦略の一環として行われる場合も多い。したがって、再開発計画を検討する場合には、単に個別事業単位の調査分析にとどまらず、広範囲な検討が不可欠となる。一方、実際の事業においては、既存権利者の転出の高さによる保留床の増大や、床需要に対する誤った予測等により、再開発事業の主要な財源となる保留床の処分が予定どおり進まず、事業の採算を悪化させるケースが少なくない。したがって、今後、商業地再開発に対する総合的で合理的な計画手法を開発することが必要である。

本研究では、商業地整備の問題を上述のような再開発の側面に焦点をあてて分析することとする。ここでは、商業地整備の計画対象地域として、一定のまとまった広域的な地域を対象とし、そのなかで再開発にかかわる主体として、消費者、小売業、事業主体に着目する。すなわち、地域空間における消費者、小売業の行動を、それぞれ商業地選択モデル、小売業立地モデルにより定式化するとともに、再開発事業の採算性を検討するため、事業主体の資金計画モデルを作成する。そしてこれらのモデルを連動させた複合的な商業地再開発モデルを開発することにより、再開発により顕在化する床需要と整合がとれ、地域社会にとっても望ましい再開発の規模とその

* 正会員 工博 日本学術振興会特別研究員、京都大学工学部土木工学科 (〒606 京都市左京区吉田本町)

** 正会員 工博 鳥取大学助教授 工学部社会開発システム工学科 (〒680 鳥取市湖山町南4-101)

*** 正会員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科 (同上)

内容を見出すための分析方法を開発するものである。

2. 本研究の基本的立場

(1) 従来の研究の概要

消費者の商業地選択行動の分析は、Reillyのグラビティモデルに端を発し¹⁾、その後 Huff²⁾により確率モデルとして拡張された。以来、このモデルは、たとえば、ゾーン間距離と商業地規模のほかに商業地固有の特性に関する変数を加えた MCI (Multiplicative Competitive Interaction) モデル³⁾をはじめ、種々のモデルの改良と実際の問題への適用が積み重ねられ実用化されるに至っている。さらに近年では非集計行動モデルの適用に関する研究が行われ、交通手段との同時選択のモデル化や、多数の選択肢の取り扱いに関して選択肢集合の設定、あるいは選択肢のサンプリングによるパラメーター推定の効率化等の改良が試みられている⁴⁾。このような商業地選択行動モデルの発展により、吸引人口あるいは売上高に関する推計精度は向上した。しかしこれらの推計情報に基づいて商業床需要を推計する段階でまだ多くの問題を残している。これに関しては小川⁵⁾が適正売場効率という考え方に基いて床需要を算定する方法を示している。しかし、床需要は本質的に小売業の立地行動の結果であり、その推計にあたっては小売業立地モデルの適用が望ましいと思われる。

一方、小売業立地モデルは、土地利用モデルのサブモデルとして開発・適用される場合⁶⁾が多い。これらのモデルの多くは、グラビティモデルに代表される空間相互作用モデルにより広域的な地域における小売業の分布を求めることを目的としており⁷⁾、小売業の立地行動を明示的に考慮したモデルにはなっていない。一方、Miller, Lerman⁸⁾、Kern, Lerman, Parcels, Wolf⁹⁾らは、ミクロな選択行動に基づいた非集計の小売業立地モデルを開発している。このような非集計のアプローチでは、小売業の立地行動を詳細にモデル化しているものの、両者とも消費者行動との相互依存関係を考慮しておらず、吸引トリップ数を外生的に与えられた定数として取り扱っている。また分析レベルが細かいので、分析結果を集計化して定量的情報を得ることが困難である。

ここまで述べたものとは視点の異なるアプローチとして、消費者の旅行時間最小化、あるいは消費者余剰最大化を達成し得る商業施設の最適配置を求めるというモデル^{10)~12)}が開発されている。しかしこれらは小売業の立地行動メカニズムを考慮しているわけではない。これらのモデルによって得られる商業施設配置計画は、公共団体が小売業の立地行動を完全にコントロールできる場合に限って実現可能である。すなわち、これらのモデルは1つの規範に基づいた望ましい計画案を提示することを

目的としており、本研究の対象とする問題への適用を念頭においたものではない。

次に再開発事業の計画手法に関する研究は多岐にわたっているが、本研究に関連するものとしては、たとえば天野ほか¹³⁾が事業の仕組みに基づいて採算性の視点から再開発事業の施行可能な地区を抽出することを試みている。しかし再開発事業の採算性には、保留床の処分可能性が大きな要因となるにもかかわらず、これらの研究では床需要の動向を考慮していない。またこれらの研究は個別事業の採算性を検討することを目的としており、事業の実施による地域社会への影響や望ましい再開発のありかたに関して検討していない。

ここまで述べた各種のアプローチは個別問題に関して分析を試みたものであるが、一方、Roy, Johansson¹⁴⁾および、Roy, Johansson, Leonardi¹⁵⁾では消費者、小売業、デベロッパーという三主体を取り上げ、各主体の行動をエントロピーモデルにより記述するとともに、各主体間の相互関連関係について総合的研究を行っている。さらにこの研究では、計画者がこれらの主体の行動をコントロールする際の代替的行動規範について種々の考察を行っている。しかしこれらの研究は理論研究にとどまっており、実用モデルの開発は行われていない。

これらに対して本研究は、消費者、小売業、事業主体という3つの主体の行動を明示的に考慮したような商業地再開発計画モデルを提案するとともに、実際の再開発計画を対象として有効な計画情報を得ることが可能な分析手法の開発をめざしたものである。

(2) 商業地再開発に関するモデル分析の考え方

本研究では、買物行動を通じて一定のまとまりをもった地域における再開発事業の計画を対象とする。前述したように本研究では、商業地再開発の実施が、事業主体のみならず消費者の買物行動と小売業の立地行動に大きな影響を与えたと考え、商業地再開発における重要な関連主体として、これら消費者、小売業、事業主体を取り上げる。再開発事業の事業主体としては、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得るが、本研究では事業主体として公共団体を想定する。

事業主体にとって、事業の実現可能性を確保するためには事業の主たる財源である保留床を予定どおり処分することが重要である。しかし、公的な施策として商業地再開発を考える場合、地域商業の振興や消費者の利便性向上を図ることが重要である。さらに市街地再開発事業には商業地の整備にとどまらず、良好な市街地住宅の供給や市街地の防災化等の役割が求められている。また住宅建設、駐車場、公益的施設の建設を含む事業に対する助成制度の設置により今後は商業地整備にこのような内

容を組み合わせたような事業が行われることが期待されている。

そこで本研究では、商業地再開発にかかわる政策手段として保留床の規模・価格と利用内容（用途構成、駐車場）を取り上げる。これらの政策手段は、消費者の商業地選択行動や小売業の立地行動に影響を与え、計画主体は彼らの行動を誘導制御することにより、計画目的の達成を図ることになる。本研究では3.で述べる商業地再開発モデルを用いて、上記の政策手段の組合せからなる種々の再開発計画案の効果を分析する。その際の評価要因は、まず地域社会への効果という視点から、消費者余剰、および小売業の利潤を取り上げる。一方、事業主体に関しては、上の考察にもあるように事業による採算性の確保を評価要因として取り上げる。

3. 商業地再開発モデル

(1) 商業地再開発モデルの全体構成

商業地再開発モデルは、図-1に示すように、消費者の商業地選択モデル、小売業の立地モデル、事業主体の資金計画モデルより構成されている。商業地選択モデル、小売業立地モデルは、それぞれ、消費者の効用最大化行動、小売業の利潤最大化行動をランダム効用モデルにより定式化しており、これより再開発事業の地域社会に及ぼす効果を消費者余剰、小売業総利潤として計測する。

商業地選択モデルは、交通手段の整備や商業地の売場面積の増加等による商業地の魅力の増大が消費者の買物トリップに及ぼす影響を把握することを目的とする。小売業立地モデルでは、小売業の立地行動を利潤最大化行動としてモデル化しているが、その際小売業の利潤を商業地選択モデルより求められる買物トリップ集中量の関数として表現している。すなわち小売業立地モデルの内部に商業地選択モデルを組み込むことにより、小売業の立地行動と消費者の買物行動との間の相互依存関係を記述している。

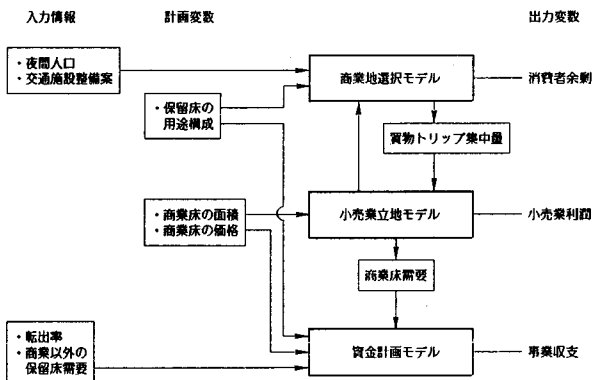


図-1 商業地再開発モデルの全体構成

事業主体の資金計画モデルは、小売業立地モデルにより求められた商業床需要に基づいて事業の収支を算定し、事業の採算性を評価する。

(2) 消費者の商業地選択モデル

消費者の効用最大化行動を仮定すると、ゾーン*i*の消費者*n*が、選択可能な商業地の集合*C_iⁿ*の中から商業地*j*を選ぶ確率は以下のように定義できる。

$$P_{ij}^n = \text{Prob}[U_{ij}^n > U_{im}^n \text{ for all } m \in C_i^n, m \neq j] \dots\dots\dots (1)$$

ここで、*U_{ij}ⁿ*はゾーン*i*の消費者*n*が商業地*j*を選択したときに得られる効用である。なお、この効用は、消費者の属性によって異なると考えられるが、本研究では商業地の再開発問題を小売業の立地行動を含めマクロなレベルで検討することを目的としているため消費者属性を取り上げていない。しかしながら、消費者の嗜好を考慮したきめ細かな商業地整備を考える場合は、年齢、性別など多様な消費者の属性を考慮することが必要である。そのためには、モデルに消費者の社会経済的特性を表わす変数を導入し、集計方法を工夫することによって対応できる。

商業地選択における消費者の効用は、商業地規模*W_j*、規模以外の商業地特性*X_{jk}*、居住地*i*から商業地*j*までの距離*d_{ij}*の関数であると考えられる。消費者の効用関数を上記の要因と確率変動項*ε_{ij}ⁿ*を用いて、次式のようなランダム効用関数として記述する。

$$U_{ij}^n = \alpha \ln W_j + \sum_k \beta_k X_{jk} + \mu d_{ij} + \epsilon_{ij}^n \dots\dots\dots (2)$$

ここに*α*、*β_k*、*μ*はパラメーターである。式(2)において*ε_{ij}ⁿ*がそれぞれ独立なガンベル分布に従うと仮定すると、商業地選択確率*P_{ij}*は次のような多項ロジットモデルにより表わされる。

$$P_{ij} = \frac{W_j^\alpha \exp(u_j - c_{ij})}{\sum_m W_m^\alpha \exp(u_m - c_{im})} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、*u_j* = $\sum_k \beta_k X_{jk}$ 、*c_{ij}* = $-\mu d_{ij}$ である。いま居住地

*i*における買物目的の発生トリップ数を*O_i*とすると、*i*から商業地*j*への買物トリップ数*S_{ij}*、および商業地*j*への吸引トリップ数*D_j*は、それぞれ

$$\left. \begin{aligned} S_{ij} &= O_i P_{ij} \\ D_j &= \sum_i S_{ij} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

と表わせる。また、消費者の立場からの評価指標である総消費者余剰*CS*は、

$$CS = \sum_i O_i \ln \left[\sum_j W_j^\alpha \exp(u_j - c_{ij}) \right] \dots\dots\dots (5)$$

となる。この式は、Marshall, Hotellingの定義に従ってNeuberger¹⁶⁾が交通計画の評価指標として提案したものと同様である。その後、Williams¹⁷⁾は、ランダム効用モデルについて同様の式を得ている。

(3) 小売業立地モデル

a) 小売業立地モデルの基本的考え方

小売業立地モデルを利潤最大化仮説に基づいて定式化する。いま販売額 $SALE_j$ は商業地選択モデルより求められる商業地 j の吸引買物トリップ数 D_j に比例すると仮定する。このとき、ゾーン j の販売額は、

$$SALE_j = \nu D_j \dots\dots\dots (6)$$

と記述できる。また営業経費は、商品の仕入れ費用 H_j 、従業員への賃金 G_j 、商業床を賃貸あるいは購入する費用 R_j によって構成されていると考え、商業地 j における小売業の単位規模当たり利潤 π_j は次式のように表わせる。

$$\pi_j = (SALE_j - (H_j + G_j + R_j)) / W_j \dots\dots\dots (7)$$

ここで仕入費用 H_j と従業員に支払う賃金 G_j は販売額に比例すると考えられるので、式(7)は次のように書き改められる。

$$\begin{aligned} \pi_j &= (1 - \sigma - \tau) SALE_j / W_j - R_j / W_j \\ &= \lambda D_j / W_j - r_j \end{aligned} \dots\dots\dots (8)$$

ただし、 $\sigma = H_j / SALE_j$ 、 $\lambda = \nu(1 - \sigma - \tau)$
 $\tau = G_j / SALE_j$ 、 $r_j = R_j / W_j$

小売業立地量の増加は商業地全体の魅力を増大させ、より多くの買物客を吸引する。これにより、当該の商業地全体での販売額は増加するが、式(8)より小売業単位規模当たりの利潤は図-2に示すように減少する。図における δ は小売業が存続するために必要な一定の利潤水準である。また図において均衡利潤 δ に相当する W_j が均衡状態における小売業の立地量である。

しかしながら、実際には、地域内において小売業の立地や消費者の買物行動は閉じているわけではなく、消費者は地域外の商業地へ買物にでかける場合も多い。この場合、地域外の小売業が当該地域の消費者に財の提供を行っていることになる。そこで本研究では、地域外に利潤水準が常に δ という一定値をとるような架空の商業地を考える。つまり、図-2において地域内で立地が進みすべての商業地における利潤水準が δ になるまで立地した場合、もはや地域内への小売業の新規立地は不可能となり、残りは地域外にあるこの架空の商業地に立地するものとする。しかし、商業地整備により消費者の買物トリップが増大し、利潤曲線が上方にシフトすれば当該地域に対する小売業の市場参入が起こり再び均衡利潤 δ に到達するまで当該の商業地で小売業の立地が進展すると考える。

以上の考察は、小売業が自由に床を獲得できるという状況を想定しているが、実際の市街地、特に既成市街地においてはすでに何らかの活動により空間が占有されており、小売業の自由な立地行動により上述のような均衡

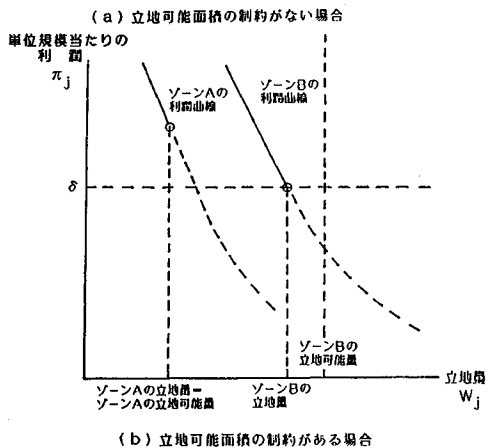
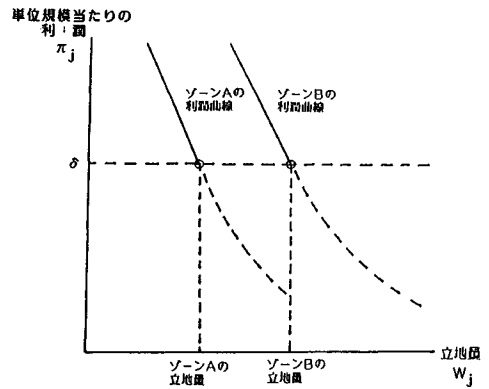


図-2 小売業利潤と立地量との関係

状態が生じているとは考えがたい。すなわち小売業の立地のためにはそのための床の供給がなければならないが、図-2(b)に示すように床の供給量が均衡立地量以下の場合、均衡状態が達成されることが十分あり得る。したがって、小売業立地モデルの定式化においては、立地可能な床面積を明示的に考慮することとする。

b) 小売業立地モデルの定式化

本研究では、上で述べたような立地可能床面積の制約を考慮する必要があること、および個々の小売業や地点別のデータの入手は困難であるが、商業統計、事業所統計等のセンサスデータによりゾーンごとの集計データは得られること等を考慮して集計型ロジットモデルにより小売業立地モデルを定式化する。いま対象地域で商圈が閉じていると仮定した場合に今後の地域内人口の増加等による消費者の需要を満足するのに必要な小売業立地量を TW とする。対象地域内に N 個のゾーンがあるとすれば、小売業立地モデルは対象地域外へ設定した架空の商業地 1 個を含めた合計 $N+1$ 個の各商業地への立地確率を求めるものである。いま j ゾーンへの新たな小売業立地量を W_{ij} とすると、これは次式により求められ

る。

$$W_{1j} = \frac{TW \cdot A_j^{\gamma} \exp\{\pi_j\}}{\sum_k [A_k^{\gamma} \exp\{\pi_k\} + A_{N+1}^{\gamma} \exp\{\delta\}]} \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 A_j ：ゾーン j において新たに供給される商業床面積、 δ ：架空の商業地における利潤水準、 γ ：パラメーターである。

また、この W_{1j} と W_j との間には次のような関係がある。

$$W_j = W_{0j} + W_{1j}$$

ここに、 W_{0j} ：ゾーン j における既存の小売業立地量である。このモデルにおいては、地域外の商業地を1つの立地選択肢として含めているため、地域内に立地する小売業の総数が変動し得ることになる。上式の π_j は、式(3)、(4)、(8)の関係を用いると次のように書ける。

$$\pi_j = \lambda \sum_t O_t \frac{(W_{0j} + W_{1j})^{\alpha-1} \exp(u_j - c_{1j})}{\sum_m (W_{0m} + W_{1m})^{\alpha} \exp(u_m - c_{1m})} - r_j \dots\dots\dots (10)$$

上式より明らかなように、式(9)の右辺は W_j の関数なので、これを $F_j(W_1, \dots, W_N)$ と表わすと

$$W_{1j} = F_j(W_1, \dots, W_N) \quad (j=1, \dots, N) \dots\dots\dots (11)$$

となり、小売業立地モデルは立地企業数 W_j に関する不動点問題となっていることがわかる。この不動点問題の解の存在と一意性に関しては著者ら¹⁸⁾によって証明されている。

また以上のように定式化された小売業立地モデルより得られる評価指標である小売業の総利潤 TP は消費者に関する式(5)と同様の方法で導くことができ、次式のように表わされる。いま、均衡状態 (W_1^* , W_2^* , ..., W_N^*) における各商業地の利潤を (π_1^* , π_2^* , ..., π_N^*) とすると

$$TP = \sum_j W_j^* \ln \left[\frac{\sum_k A_k^{\gamma} \exp\{\pi_k^*\} + A_{N+1}^{\gamma} \exp\{\delta\}}{\dots\dots\dots} \right] \dots\dots\dots (12)$$

(4) 事業主体の資金計画モデル

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予定どおり進まず、事業の収支を悪化させるという事例は少なくない。近年のように、都市財政が逼迫してきているような状況のもとでは、再開発事業の採算面からみた実行可能性に関する検討は不可欠である。また一般に、再開発事業は商業床の提供のみを目的とするばかりでなく、同時に新規の住宅床を供給するなど複合的な目的をもっている場合が多い。そこで、図-3に示すような事業主体の資金計画モデルを用いて商業以外の床用途も含めて事業の採算性を検討できるようにした。本モデルでは、まず転出率(パラメーター)が与えられると転出者に対する用地費、補償費、および事業へ参加する権利者が入居するための権利床面積が求

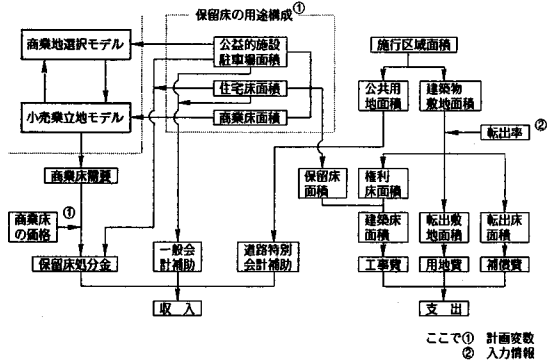


図-3 再開発事業主体の資金計画モデル

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、収入は建設された保留床を売却して得られる保留床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、したがって保留床の割合が大きくなるため事業の採算性は悪化する。このモデル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ができる。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説明要因の中で商業地の魅力に関する要因ともなる。

(5) 消費者行動と小売業の立地行動との相互関係

(2)、(3)で定式化した消費者および小売業の行動は、それぞれのモデル式を最適条件とする数理計画問題として定式化することができる。Wilson¹⁹⁾は空間相互作用モデルと同値な解を与える数理計画問題に関して考察を行っているが、彼の研究を本研究における消費者の商業地選択モデル式(3)、(4)に適用することにより、次のような数理計画問題(問題1)を得る。

$$-\sum_i \sum_j S_{ij} \ln(S_{ij}/O_i) + \sum_j \sum_j S_{ij} (\alpha \ln W_j + u_j - C_{1j}) \rightarrow \max \dots\dots\dots (13)$$

ただし $\sum_j S_{ij} = O_i \dots\dots\dots (14)$

目的関数(13)の第1項は、ランダム効用による確率変動を、第2項は、効用関数の確定項をすべての買物トリップについて集計したものである。この問題の1階の最適条件を求めることにより、この問題の解が式(3)、(4)に一致することが容易に理解できる。また、Wilsonら²⁰⁾と同様、この問題の最適解を式(13)に代入することにより、総消費者余剰(5)を導出できる。

次に小売業立地モデルに対応する数理計画問題（問題 2）の目的関数は次式のとおりである。

$$- \sum_{j=1}^N W_{1j} \ln W_{1j} + \sum_{j=1}^N \int_0^{W_{1j}} \lambda D_j / (W_{0j} + W_{1j}) - r_j + \gamma \ln A_j d W_{1j} + \delta W_{1,N+1} \rightarrow \max \dots \dots \dots (15)$$

式 (15) は、交通ネットワーク均衡に基づく確率配分モデル^{21), 22)}と同様の考え方に基づいて定式化したものである。上式の第 1 項は、問題 1 と同様、確率の変動項に対応している。第 2 項は、小売業立地量の関数として表現される利潤関数 (8) を立地量に関して積分したものである。このことは、フローディペンデントな交通ネットワーク均衡モデルにおいて、リンクコスト関数をリンクフローに関して積分することと同様の考え方に基づいており、これにより個々の小売業の立地が他の小売業の利潤に及ぼす一種の外部効果を考慮することができる。いま D_j を定数として式 (15) の積分を求め、定数項を無視すると、問題 2 は次の数理計画問題になる。

$$- \sum_{j=1}^N W_{1j} \ln W_{1j} + \sum_{j=1}^N \lambda D_j \ln (W_{0j} + W_{1j}) + \sum_{j=1}^N (-r_j + \gamma \ln A_j) W_{1j} + \delta W_{1,N+1} \rightarrow \max \dots \dots (16)$$

ただし

$$\sum_{j=1}^N W_{1j} + W_{1,N+1} = TW \dots \dots \dots (17)$$

この場合も、式 (16) を最大化するための条件が小売業立地モデル (9) と同形となる。しかし、上述のような外部効果のため、式 (16) に示した目的関数は式 (12) の総利潤とは一致しない。そこで、小売業の総利潤は問題 2 の最適解 (W_1^* , W_2^* , ..., W_N^*) を用いて式 (12) により改めて算定することになる。

さて、これまで繰り返し述べてきたように、消費者、小売業の両者の行動は密接な相互依存関係を有しており、したがって上述の 2 つの数理計画問題も独立に定義できるものではない。

そこで本研究ではこれら両者の相互関係を一種のゲームとみなして、以下の考察を進めることとする。いま消費者、小売業をゲームのプレイヤーと考え、消費者の買物流動パターン S_{ij} および小売業の立地パターン W_j が各プレイヤーの手であると考えよう。このとき、小売業は立地決定の際、なんらかの形で売上予想、すなわち自らの立地に対する消費者の動向についての見通しを立てたうえで立地するが、消費者は、店舗が開設されてはじめてその小売業の存在を認知し、その店で買物を行うかどうかの決定を行うと考える。実際、本モデルにおける商業地選択モデルは、 W_j の分布が与えられたもとの消費者の選択パターンを表わしており、一方、小売業立地モデルの式中には消費者の行動モデルが内蔵されて

いるため小売業は自らの行動結果に対する消費者の反応行動を考慮に入れて立地行動を行うという上述の行動仮説が反映されている。いいかえると上述のゲームにおいて小売業は消費者の目的関数や制約条件に関する情報をもっているが、消費者は小売業が示す戦略すなわち立地パターンに対して自己の消費者余剰を最大にするように行動する。このようなゲームの均衡解は、小売業を先手、あるいは上位のプレイヤー (leader)、消費者を下位のプレイヤー (follower) とする Stackelberg 解とよばれる²³⁾。

Stackelberg 解は、上位の問題における 1 つの制約条件として、下位の問題の最適条件を加えた数理計画問題を解くことにより得られる。この場合には、問題 1 の最適条件が消費者の商業地選択モデルなので、式 (3)、(4) を式 (15) に代入し、積分を求めた式を目的関数とする次の数理計画問題を W_j について解けばよい。

$$- \sum_{j=1}^N W_{1j} \ln W_{1j} + \lambda / \alpha \sum_{i=1}^N O_i \ln \sum_j W_j^i \exp (u_j - c_{1j}) - \sum_{j=1}^N (r_j - \gamma \ln A_j) W_{1j} + \delta W_{1,N+1} \rightarrow \max \dots \dots (18)$$

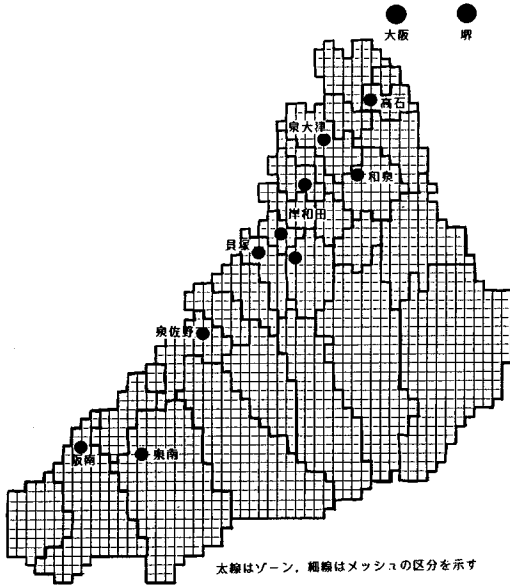
ただし

$$\sum_{j=1}^N W_{1j} + W_{1,N+1} = TW \dots \dots \dots (19)$$

なお、この問題の最適条件は、問題 2 の最適条件に問題 1 の最適条件を代入した式と同値である。すなわち Stackelberg 解が問題 1 と問題 2 の最適条件を同時に満足するという Nash 解の条件を満足している。したがってこのゲームの均衡解は、Nash-Stackelberg 解である。

ここでいえることは、一般に Nash-Stackelberg 解はパレート性を達成し得ず、場合によっては小売業、消費者双方にとって望ましくないような状況になる可能性があることである。この場合、公共主体はなんらかの形で消費者、あるいは小売業の行動を誘導制御することにより上述のような状況を改善し、地域商業の振興と消費者の利便性を向上させるよう努める必要がある。そのため、公共団体にとっては、(1) 小売業の立地を誘導して消費者余剰を改善する、(2) 消費者の買物行動を誘導して小売業利潤を改善する、という二通りの方法が考えられる。

しかしながら本研究では、以下に述べるような考察に基づき、商業地再開発計画においては、消費者保護の立場から消費者余剰の改善を図るよう小売業の立地を誘導することが重要であると考えた。すなわち、再開発事業による床の供給は、小売業の立地行動に直接影響を及ぼすが、消費者行動には小売業の立地を介して影響が及ぶものといえる。したがって、再開発事業により消費者の行動を直接コントロールすることは困難である。また、小売業立地モデルにおいて、小売業は利潤水準 δ を下



図—4 泉州地域と主要商業地

回るような立地行動をしないので、小売業にとっては常に適正な利潤水準が確保されていることになる。本研究では対象地域を含む広い圏域を対象に小売業立地を考えているため、対象地域内において小売業が十分な利潤が得られなければ、地域外へ立地することになる。その場合、一方の消費者は、地域内において十分な小売サービスが受けられなくなり、地域外への買物トリップを余儀なくされる。したがって消費者の利便性を確保することはより重要なことと思われる。ただ、その際に事業主体にとっては、事業の実行可能性、すなわち採算性が保証されている必要がある。

以上の考察に基づいて、本研究では事業の採算性を確保し得る範囲で、より望ましい消費者余剰を達成し得るような再開発事業の内容（規模、用途構成）を見出すことを目的としてモデル分析を行うこととする。

4. 商業地再開発モデルのパラメーター推定

本研究では、大阪府の泉州地域を対象として、3.で定式化したモデルのパラメーター推定、および商業地整備に関するモデル分析を行うこととした。その際図—4に示すように、対象地域を31個のゾーン、および約1500個の500mメッシュに分割し、実証分析を行うこととする。

(1) 商業地選択モデルの推定結果

商業地選択モデルの推定には、1980年の京阪神パーソントリップ調査における非日常的買物目的のトリップに関するデータをサンプルとして用いた。モデル推定の際には、買物トリップの発地をサンプルの住所に対応する

表—1 消費者の商業地選択モデルの推定結果

レベル1：選択肢は泉州地域内の10コの商業地

変数名	パラメータ	パラメータ	t値
小売業の従業者数(人)	W_j	0.897	6.570
居住地からの距離(km)	d_{ij}	-0.648	18.302
駐車台数(台/人)	X_{1j}	5.370	2.550
買回品販売店の率	X_{2j}	0.0169	1.220
的中率			66.36%
尤度比			0.557

レベル2 選択肢は大阪、堺、泉州地域内の商業地

変数名	パラメータ	パラメータ	t値
レベル1の合成変数(注)	Y_{ij}	0.419	4.569
居住地からの距離(km)	d_{ij}	-0.0931	4.619
小売業の従業者数(人)	W_j	0.110	1.667
大阪市ダミー	X_{3j}	1.269	3.899
的中率			86.29%
尤度比			0.577

注) レベル1の合成変数は次式により求められる

$$Y_{ij} = \ln \sum_j W_j^\alpha \exp(\sum_k \beta_k X_{kj} - \mu d_{ij})$$

メッシュと対応させた。また泉州地域の主要な買物先は図—4に示した10個の商業地、および地域外の大阪、堺であるが、これら12個の商業地へのトリップは用いたサンプルの96%を占める。そこで本研究では、これら12個の商業地を選択肢とするモデルを作成することとするが、その際、消費者は地域内の商業地で買物を行うか地域外の大阪、堺へ出かけて行くかという選択(レベル2)の後、地域内の10か所の商業地のうちで買物を行う商業地を選択(レベル1)するものと考え、これを2レベルのネスティッドロジットモデルとして推定した。推定結果は表—1に示すとおりである。

(2) 小売業立地モデルの推定結果

小売業立地モデルの推定には、立地行動に関する個人データが入手できないので、事業所統計メッシュデータより、1975~1980年の間のゾーン別小売業立地者数を求め、これを用いた集計モデルとして作成する。なお本研究では、3.(3)で述べたように、地域外における架空の商業地を立地選択肢としているが、この商業地への立地実績データは次のように求める。まずt時点における地域人口POP^tによる消費需要を満たすのに必要な小売業の数をNW^tとすると、架空の商業地における小売業の数W_{N+1}は、NW^tと実際に地域内に立地している小売業の数との差であると考えられる。すなわち

$$NW^t = \rho^t POP^t \dots \dots \dots (20)$$

表—2 小売業立地モデルの推定結果

説明要因	パラメータ	t値
立地可能床面積 (㎡)	0.40899	113.8
小売業の平均利潤*	0.00181	56.9
$\ln A_{N+1}^7 + \delta^{**}$	5.92529	155.9
相 関 係 数	0.853	
尤 度 比	0.861	

* iゾーンに立地する小売業の利潤を π_i とすると、
 $\pi_i = \lambda D_i / W_i - r_i$
 ここで、 D_i : 商業地 i への買物トリップ数
 W_i : 従業者数 (人)
 r_i : 床価格の年額 (百万円)
 なお、表に示したパラメーターは上式における λ の推定値である。
**** 式 (9) 参照。**

$$W_{N+1} = NW^t - \sum_{j=1}^N W_j \dots \dots \dots (21)$$

ここで ρ^t は、対象地域より広い、閉じた圏域に対して定義される定数で、ここでは大阪府全域の値を用いている。小売業立地モデルの推定結果は表—2 に示している。表において地域外の商業地 $N+1$ における利潤水準 δ 、および立地可能床面積 A_{N+1} は実際のデータから特定できないので、式 (9) における $\ln A_{N+1} + \delta$ を1つの定数として推定している。なお、小売業立地モデルは、3. (3) に述べたように、不動産問題となっているので、Newton-Raphson 法によるパラメーター推定の各ステップにおいて両辺にある W_j を一致させるプログラムを付加している。推定結果をみると、実績値との相関係数が 0.8530 で、良好な結果が得られたといえる。

(3) 資金計画モデルの推定結果

資金計画モデルは6本の線形回帰式により構成されているが、パラメーターの推定には大阪府において計画されている市街地再開発事業 (地区数 11) の資金計画データ²⁴⁾を用いており、推定結果は表—3 に示すとおりである。このモデルに実際の保留床面積を入力して求めた事業費と収入額の推計値を実績値と比較すると相関係数でそれぞれ 0.9564、0.9240 であり、事業費と収入額の推計値間の相関係数は 0.9844 であった。

5. 商業地整備計画に関するモデル分析

本研究では 3. (5) で考察したように、事業の採算性を保証しつつ、消費者余剰をできるだけ向上させるような再開発事業のあり方を求めるという立場から、実際の再開発事業の計画を対象としたケーススタディを行うこととする。本研究では、泉州地域のほぼ中央に位置する泉佐野駅前地区の市街地再開発事業をケーススタディの対象として取り上げた。計画によると、この地区における施行区域面積は 3.7 ha に及んでいる。なお、本ケーススタディにおける計画期間を 10 年間とする。

表—3 事業主体の資金計画モデルの推定結果

支	工事費	KOU (工事費+諸費) = 0.2530 F (総建築床面積) (23.496) $R^2 = 0.9822$ ただし総建築床面積 F = KF (権利床面積) + X (保留床面積) KF: 転出率により変動 X: 計画変数			
	用地費	YOU (用地費) = 0.001327 TEN1 × LP (転出敷地面積・地価) (10.306) $R^2 = 0.9139$ ただし転出敷地面積 TEN1 = (従前の敷地面積) × (転出率)			
出	補償費	HOS (補償費) = 0.5690 TEN2 (転出床面積) - 18.1446 RW (木造率) (5.941) (2.477) $R^2 = 0.8719$ adj- $R^2 = 0.8559$			
	一般会計補助	IPAN (一般会計補助) = 0.02552 F + 0.7282 HJU (3.252) (5.5419) $R^2 = 0.9497$ adj- $R^2 = 0.9441$ ただし HJU は住宅、公益的施設の床面積が保留床の 1/3 以上を占める場合の補償費、および駐車場整備費用の合計額 (それ以外の時は 0)			
取	道路特会	TOKU (道路特別会計) = 0.3478 PA (公共用地面積) (12.793) $R^2 = 0.9424$ ただし PA は施工区域面積から建築物の敷地面積を引いた値			
	保留床処分	HO (保留床処分) = $\sum DH_k \cdot PH_k$ DH _k : 用途別床面積, PH _k : 用途別床価格 (下表)			
入	保留床の床価格	用途	パラメータ (t 値)	説明変数	R ²
		住宅	0.000659 (15.033)	地価 (千円)	0.9676
		店舗	0.001288 (13.907)	地価 (千円)	0.9508
		事務所	0.001760 (4.446)	地価 (千円)	0.7672
		駐車場 公益的施設	0.000372 (3.590) 0.001386 (12.884)	地価 (千円) 地価 (千円)	0.6481 0.9940

(注) 支出額、収入額の単位は百万円、床面積、敷地面積の単位は m²

本研究でモデル分析の対象とするのは、再開発事業における保留床の規模と用途構成である。公共主体の計画手段として、交通施設の整備や住宅開発などが商業地再開発に関連しているが、商業地再開発だけのために上述の整備が行われるとは考えにくく、また再開発の内容に関する検討とは、レベルが異なると考えられるので、与件として取り扱う。モデル分析のための入力情報は、将来人口分布、交通ネットワーク、そして事業に関しては、既存権利者の転出率である。このうち、将来人口分布は泉州地域を対象としてすでに作成されている土地利用モデル²⁵⁾により求められる。また既存権利者の転出率は、パラメーターとして取り扱うが、ここではまず過去の事業における平均値 0.512 を与え、後にこの値の変動に関する影響分析を行うこととする。

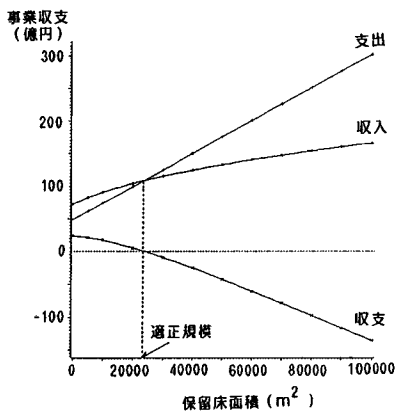
(1) 保留床の規模と用途構成に関するモデル分析

本研究で取り上げる床用途は、店舗、住宅、駐車場、事務所その他であるが、ここでは大阪府における既存の事例²⁴⁾を参考に表—4 に示すような 31 通りの用途構成の組合せケースを設定した。表—4 には、各ケースの内容と、それぞれについて商業地再開発モデルにより計算を行った結果を示している。ここで保留床面積とは、図—5 に示すように、小売業立地モデルにより計算された保留床需要を資金計画モデルにインプットして求めた事

表一4 保留床の用途構成案に関する計算ケースと結果

No.	保留床用途構成				計算結果		
	店舗	住宅	駐車場	事務所その他	保留床面積	消費者余剰	総買物トリップ長
1	0.9	0.01	0.09	0.00	21500	1878112	4669665
2			0.06	0.03	24000	1877271	4672643
3			0.02	0.07	25000	1876436	4675620
4	0.1	0.01	0.00	0.00	21500	1875709	4677605
5			0.29	0.00	22000	1883683	4650808
6			0.26	0.03	23500	1883351	4651801
7	0.7	0.1	0.22	0.07	29500	1883925	4650808
8			0.20	0.00	21500	1880975	4659741
9			0.17	0.03	23500	1880619	4660733
10	0.2	0.1	0.13	0.07	27500	1880156	4662718
11			0.10	0.00	21000	1878156	4669665
12			0.07	0.03	24500	1877748	4670658
13	0.5	0.2	0.03	0.07	25000	1876551	4674628
14			0.30	0.00	23000	1884280	4648823
15			0.27	0.03	26500	1884650	4647831
16	0.3	0.2	0.23	0.07	28500	1883873	4650808
17			0.20	0.00	24000	1881527	4657756
18			0.17	0.03	27500	1881408	4657756
19	0.4	0.3	0.13	0.07	27000	1879897	4663711
20			0.10	0.00	33000	1879704	4663711
21			0.07	0.03	34500	1878598	4667680
22	0.4	0.4	0.03	0.07	36500	1878969	4673635
23			0.30	0.00	44000	1892831	4625996
24			0.27	0.03	50000	1893247	4625003
25	0.3	0.5	0.23	0.07	51000	1890810	4630958
26			0.20	0.00	39000	1885462	4645846
27			0.17	0.03	43500	1884935	4646838
28	0.6	0.6	0.13	0.07	46000	1883070	4652793
29			0.10	0.00	34500	1879691	4663711
30			0.07	0.03	39000	1878795	4666688
31			0.03	0.07	41000	1876889	4673635

注) 表中の数値は保留床の中での各用途の構成比である。



図一5 保留床規模と事業収支の関係

表一5 既存権利者の転出率が事業収支に及ぼす影響

転出率	0.2	0.3	0.4	0.513	0.6	0.7	0.8
収入	16374.0	16685.9	16997.8	17194.9	17621.6	17933.5	18245.4
支出	15205.7	15944.1	16682.6	17194.9	18159.4	18897.9	19636.3
収支	1168.3	741.8	315.2	0.0	-537.8	-964.4	-1390.9

(単位は百万円)

業費と収入額が等しくなる保留床面積であり、各評価指標値は、この保留床面積に対する値である。図より、保留床の増大とともに事業費は直線的に増加するが、事業収入の増加は逓減しており、過大な保留床は事業の採算を悪化させることがわかる。表一4の計算結果より、この地区における再開発では、店舗に特化させるよりも、ケース23~25のように各用途の混在した複合的な床用途構成が、保留床面積を多く建設しても採算性を確保でき、消費者余剰も大きくなることがわかった。また住宅と店舗に関する同一の組合せの中で、駐車場の割合を大きく取ると、保留床面積は小さくなるものの、消費者余剰が大きくなることがわかった。

(2) 既存権利者の転出率に関する影響分析

通常、再開発事業においては多くの権利者が存在しており、事業の実施に際してすべての権利者から賛同の得られることはまれであるため、ある程度の転出者が出ることは避けられない。しかし従前の権利者の転出率は事業の採算性に大きな影響を与える。転出率の大きな場合には用地費、補償費による支出が増大するとともに、総建築床面積に占める保留床面積の割合が増大するため、事業収入のうち保留床処分金への依存度が高くなる。過去の再開発の事例からも、大量の保留床を抱え事業の採算性を悪化させたり、再開発地区の活力を低下させるという例が少なくない。

表一5は、ケース24の用途構成案について、転出率をパラメトリックに変動させ、それぞれの値について事業収支を計算した結果を示しているが、これより転出率が10%増えるごとに事業収支に約4億円の影響があることがわかった。

6. おわりに

本研究では、市街地再開発事業による商業地整備計画に着目し、床需要と整合がとれ地域商業の振興や消費者の利便性を向上させ得るような再開発の規模、内容を見出すための計量的モデル分析の方法を開発した。本研究で得られた成果を要約すると次のとおりである。

(1) 従来より商業地整備への適用を念頭において、消費者の買物行動の分析や再開発事業に関する研究が行われてきたが、いずれも個別の問題に関する議論に終始しており、商業地整備計画の合理的作成を支援するための総合的な分析方法に関して十分に研究が行われていなかった。これに対して本研究では商業地再開発に関する主体として消費者、小売業、事業主体を取り上げ、これらの行動をモデル化するとともに、各モデルを連動させた商業地再開発モデルとして構成し、このモデルを用いて商業地再開発計画作成にあたっての定量的な情報の提供を可能とした。

(2) 再開発事業においては、建設された商業床に対する需要予測を正確に行う必要があるが、そのような目的で用いるべき小売業立地モデルの開発が遅れていた。そこで本研究では、小売業の立地が消費者の買物行動と密接な相互依存関係をもつことに着目し、消費者の商業地選択行動を内蔵するとともに、商業地整備などにより、地域内へ立地する小売業の総数が変化することを表現し得る小売業立地モデルを開発し、実証分析を通じてその有効性を検証した。

(3) 消費者の商業地選択行動と小売業の立地行動との間の相互関係をゲーム論的に考察し、この両者の関係が Nash-Stackelberg 問題として解釈できることを示した。また、このようにパレート性が達成されない状況において、公共主体は、消費者保護の立場に立ち、小売業の立地行動を誘導制御して消費者余剰を高めるような再開発計画を作成する必要があることを明らかにした。

(4) 商業地再開発モデルを実際の計画問題に適用し、ケーススタディを通じて、事業の採算性を保証するとともに地域の消費者にとって望ましい商業地再開発の規模と内容を見出す方法を示した。

最後に、本研究の実施にあたって、現在 NTT に勤務する田辺 博氏（当時京都大学大学院）には計算作業等でご協力いただいた。またデータ利用に際して、大阪府土木部総合計画課、および都市整備課の皆様には、便宜を図っていただいた。ここに感謝の意を表する次第である。なお、本研究に対して文部省科学研究費（総合研究 A、課題番号 61302065、奨励研究 A、課題番号 62790209）の補助を受けたことを記し、感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 中西正雄：小売吸引力の理論と測定，千倉書房，1983 年。
- 2) Huff, D. F. : A probabilistic analysis of shopping center trade areas, *Land Economics*, Vol. 39, pp. 81~89, 1963.
- 3) 上掲 1)
- 4) たとえば，森地 茂・屋井鉄雄・藤井 卓・竹内研一：買回品の買物行動における商業地選択分析，土木計画学研究・論文集 1, pp. 27~34, 1984 年。
Ben-Akiva, M., Gunn, H. F. and Silman, L. A. : Disaggregate trip distribution models, *Proc. of JSCE*, No. 347, pp. 1~18, 1984.
- 5) 小川冬木：再開発と商業需要予測，再開発研究第 3 号，pp. 116~122, 1985 年。
- 6) たとえば，中村英夫・宮本和明・林 良嗣・山中芳朗：大都市圏における商業業務立地モデル，第 3 回土木計画学研究発表会講演集，1981 年。
- 7) Lakshmanan, T. R. and Hansen, W. G. : A retail market potential model, *Journal of the American Institute of Planners*, Vol. 31, pp. 134~143.
- 8) Miller, E. J. and Lerman, S. R. : A model of retail location, scale and intensity, *Environment and Planning A*, Vol. 11, pp. 177~192, 1979.
- 9) Kern, C. R., Lerman, S. R., Parcels, R. J. and Wolfe, R. A. : Impact of Transportation Policy on the Spatial Distribution of Retail Activity, Final Report, US Department of Transportation, 1984.
- 10) Wilson, A. G., Coelho, J. D., Macgill, S. M. and Williams, H. C. W. L. : Optimization in Location and Transport Analysis, John Wiley, Chichester, U. K., 1981.
- 11) 谷村秀彦・梶 秀樹・池田三郎・腰塚武志：都市計画数理，朝倉書店，1986 年。
- 12) 吉川和広・小林潔司・屋井鉄雄・奥谷 正：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，1986 年。
- 13) 天野光三・村上 正・土橋正彦：都市再開発事業の評価に関する実証的研究—財源計画から見た再開発事業の難易度判定モデルとその応用—，第 39 回土木学会年次学術講演会講演概要集，第 IV 部門，1984 年。
- 14) Roy, J. R. and Johansson, B. : On planning and forecasting the location of retail and service activity, *Regional Science and Urban Economics* 14, pp. 433~452, 1984.
- 15) Roy, J. R. and Johansson, B. and Leonardi, G. : Some spatial equilibria in facility investment under uncertain demand, *Papers of the Regional Science Association*, Vol. 56, pp. 215~228, 1985.
- 16) Neuberger, H. L. I. : User benefit in the evaluation of transport and land use plans, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 5, pp. 52~75, 1971.
- 17) Williams, H. C. W. L. : On the formation of travel demand models and economics evaluation measures of user benefit, *Environment and Planning A*, Vol. 9, pp. 285~344, 1977.
- 18) 吉川和広・小林潔司・文 世一：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，土木計画学・研究集 9, pp. 527~534, 1986 年。
- 19) 上掲 10), pp. 160~163.
- 20) 上掲 10), pp. 169~172.
- 21) Fisk, C. : Some developments in equilibrium traffic assignment, *Transportation Research B*, Vol. 14 B, pp. 243~255, 1980.
- 22) 宮城俊彦・加藤 晃・ランダム効用理論を基礎とした交通統合モデル，土木計画学研究・論文集 1, pp. 99~106, 1984 年。
- 23) 志水清孝：多目的と競争の理論，共立出版，1982 年。
- 24) 大阪府：「大阪府のまちづくり」，市街地再開発事業実施地区調査，1985 年。
- 25) 吉川和広・小林潔司・文 世一：土地利用モデルを用いた大都市周辺地域整備計画に関する研究，土木計画学研究・論文集 3, pp. 129~136, 1986 年。

(1988. 4. 13・受付)