

# 大都市における駐車場開発を考慮した商業活性化策の効果分析\*

The analysis on the effect of the commercial regeneration project regarding the development of parking lots in a big city\*

中村一樹\*\*, 青山吉隆\*\*\*, 中川大\*\*\*\*, 柄谷友香\*\*\*\*, 武田純平\*\*\*\*\*

By Kazuki Nakamura, Yoshitaka Aoyama, Dai Nakagawa, Yuka Karatani, Jumpei Takeda

## 1. はじめに

郊外における大型商業施設の魅力の1つに、広大な駐車場が挙げられる。しかし、このような駐車場開発は、どの地域においても有効であるとは限らない。特に、大都市の商業地域のような開発可能な土地が限られた地域では、過剰な駐車場開発は商業床開発を抑制し、商業魅力の低下や公共交通の衰退といった事態の悪化につながることも少なくない。これは、有限な商業土地利用において、商業床と駐車場の土地利用がトレードオフの関係にあることを意味している。このようなトレードオフを考慮して、駐車場整備を評価していくことは重要であるが、既存研究ではこれに対する分析は十分でない。

そこで、本研究では、このような商業床と駐車場のトレードオフの関係を考慮できる土地利用交通モデルを構築し、このモデルを実際都市に適用することで、大都市における商業床や駐車場への開発補助による商業活性化策の効果进行分析する。

まず、駐車場立地状況を考慮した買物交通モデルと、商業立地者による商業床と駐車場の立地行動モデルを含む土地利用モデルを組み合わせ、商業床と駐車場のトレードオフを考慮できる土地利用交通モデルの構築を行う。

次に、構築した土地利用交通モデルを京都市に適用し、ある商業地域に商業床開発や駐車場開発を促進するように、補助金施策を行うことによる都市全体の商業効果を計測し、都心や郊外の複数地域における施策効果の分析を行う。

## 2. 駐車場立地状況を考慮した買物交通モデル

駐車場の立地状況を考慮した買物交通行動を、平成12年京阪神都市圏PT調査データを用いてモデル化する。京都市における自由交通行動を対象とし、交通機関選択と目的地選択の同時選択行動を、図1のように、3層のネスティッドロジットモデルにより表現する。本モデルは、目的地選択と交通機関選択から構成されている。目的地選択は、都心か郊外かの地域選択と、その地域内におけるゾーン選択との2層構造になっている。

最も下位レベルである交通手段選択における選択肢  $m$  の選択確率  $P_m$  は、各選択肢の選択効用  $U_m$  を用いて式1のように定式化する。

$$P_m = \frac{\exp U_m}{\sum_k \exp U_k} \quad (1)$$

上位レベルの選択行動(目的ゾーン選択、目的地域選択)における選択肢  $j$  の選択確率  $P_j$  は、その下位レベルの選択行動(交通手段選択、目的ゾーン選択)による影響を表す式2のようなログサム関数  $\Lambda_j$  を用いて、式3のように定式化する。

$$\Lambda_j = \ln \sum_m \exp(U_{mj}) \quad (2)$$

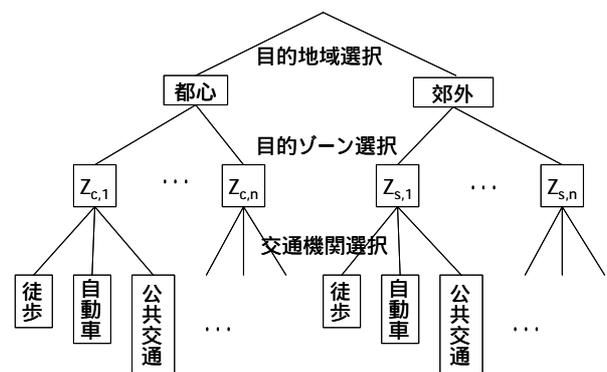


図1 買物交通モデルの構造

\*Key words: 商業活性化, 駐車場, 買物交通モデル, 土地利用モデル

\*\*学生員, 工修, 京都大学大学院工学研究科

(京都市左京区吉田本町 TEL&FAX 075-753-5759)

\*\*\*フェロー, 工博, 京都大学大学院工学研究科

\*\*\*\*正会員, 工博, 京都大学大学院工学研究科

\*\*\*\*\*学生員, 京都大学大学院工学研究科

$$P_j = \frac{\exp(U_j + \lambda\Lambda_j)}{\sum_k \exp(U_k + \lambda\Lambda_k)} \quad (3)$$

$U_{mj}$  : 選択肢  $j$  を選択した場合の選択肢  $m$  の効用  
 : パラメータ

### (1) 交通機関選択モデル

交通機関選択では、徒歩、自動車、公共交通の選択を行うとし、公共交通は、バスと鉄道を含めるものとした。

選択肢  $m$  の効用  $U_m$  は、式 4 のように、特性変数  $X_{k,m}$  の線形関数で定義する。特性変数として、各交通手段の一般化費用や、個人属性、トリップチェインを考慮した影響変数を用いる。

$$U_m = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k X_{km} \quad (4)$$

$k$  :  $k$  番目の特性変数のパラメータ

各交通機関による一般化費用は、都市内交通シミュレーションを用いて算出する。この交通シミュレーションは、交通渋滞や公共交通運行状況を考慮し、所要時間、費用を算出するものである。一般化費用は、所要時間によるものと、自動車の燃料費、公共交通の運賃といった費用とで構成されている。

駐車場の立地状況が、交通機関選択に与える影響を考慮するため、自動車選択の効用において、単位商業床面積当りの駐車場面積を特性変数に用いる。ここで、商業床や駐車場面積のデータは住宅地図から構築したデータベースを用いる<sup>1)</sup>。

### (2) 目的地選択モデル

目的地選択では、PT 小ゾーンから京都市 51 ゾーンを選択肢とし、図 2 のように、都心の 4 ゾーンと、それ以外の 47 の郊外ゾーンとに分ける。



図 2 京都市における都心地域

### a) 目的ゾーン選択モデル

目的ゾーン選択では、買物交通行動者のうち、都心選択者は都心ゾーンを選択し、郊外選択者はその出発ゾーン近隣の郊外ゾーンを選択するものとする。

選択肢  $j$  の効用  $U_j$  は、式 5 のように、ゾーンの規模によって、目的ゾーンの選択確率が変化しないよう定義する。この式は、目的ゾーンの規模による変数を、そのゾーン規模の基準変数  $X_{0j}$  で平均化することを意味しており、選択肢の規模の変化に対して適切な特性となることが示されている<sup>2)</sup>。

$$U_j = U'_j + \ln X_{0j} + \ln \sum_k \beta_k \exp\left(\frac{X_{kj}}{X_{0j}}\right) \quad (5)$$

$U'_j$  : 目的地の規模以外の変数による効用

$k$  :  $k$  番目の特性変数のパラメータ

本モデルでは、 $X_{0j}$  に商業床面積を用いる。これにより、商業床立地状況が目的ゾーン選択に与える影響を考慮することができる。

### b) 目的地地域選択モデル

目的地地域選択では、都心か郊外かの 2 地域を選択し、選択肢の効用は式 4 と同様とする。これにより、都心と郊外における商業地域の特性の違いを考慮することができる。

## 3. 駐車場開発を考慮した土地利用 交通モデル

駐車場開発を考慮した土地利用 交通モデルを構築する。本モデルの構成を、図 3 に示す。土地利用 交通モデルは数多くあり、尹らは<sup>3)</sup>、立地主体の立地行動、土地供給者による土地供給行動、立地主体間の立地競合を考慮した土地利用モデルを、集計的な交通モデルと組合せている。本研究では、尹らのモデルに加え、立地主体である商業立地者の

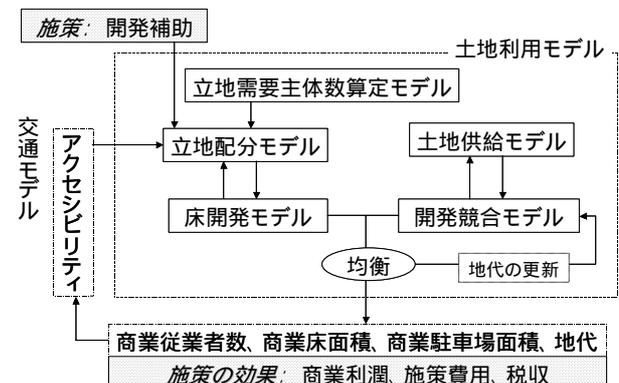


図 3 土地利用 交通モデルの構成

駐車場立地行動と開発者による床開発行動を考慮し、これに前章で示した非集計的な買物交通モデルを組み合わせることによって、商業立地の分析をより詳細に行えるように改良する。

本研究で対象としている商業床開発と駐車場開発における交通との相互作用について述べる。買物交通行動者の効用において、商業床開発量と駐車場開発量を考慮することにより、それぞれの開発量の変化は、各ゾーンにおける買物交通行動者の効用を変化させ、各ゾーンにおける商業アクセシビリティを変化させる。商業アクセシビリティの変化は、商業立地者の生産関数、床地代を変化させ、ここにおいて商業立地者は利潤を最大にするように、取得する床量と、その商業床、駐車場の配分量を決定する。これにより、商業床開発量と駐車場開発量は変化し、再び買物交通行動者の効用を変化させる。このように、商業土地利用と交通との相互作用を表現する。

### (1) 立地需要主体数算定モデル

本モデルでは、対象地域における立地需要主体数を算定する。ここでは、主体を立地動態別に留保層と変動層に分類し、変動層だけを立地配分対象とする。さらに、変動層を、新たに対象地域に流入する新規層と、対象地域内での移動を行う移動層に分類する。新規層は、対象地域内の人口に比例するとして算出し、変動層は、対象地域からの転出入口から、対象地域外に流出する人口を差し引いて算出する。対象地域内の各ゾーンの転出入口は、ゾーンの特性変数から推計する。

### (2) 立地配分モデル

立地需要主体は、商業立地者と住宅立地者とする。

商業立地者は、その立地行動において、取得した床を商業床と駐車場に立地配分を行うとして、この立地配分行動をモデル化する。

ゾーン  $i$  における商業立地者の利潤  $\pi_i$  は、生産額  $Q_i$  から、床取得費用と労働費用を差し引いたものとする。また、次章で提案するように、商業床と、駐車場の床取得費用に対して、補助率  $h_b$ 、 $h_s$  で補助金を与える場合、 $\pi_i$  は、式 6 のように示される。商業立地者は、式 6～式 8 のように、商業アクセシビリティ  $SACS_i$  を考慮した生産関数と有限な土地

の制約の下で利潤を最大化するとし、商業床立地量  $b_i$  と駐車場立地量  $s_i$  を決定する行動をモデル化する。

$SACS_i$  は、ゾーン  $i$  における市場規模を意味し、式 9 のように表す。これは、ゾーン  $i$  への買物交通行動者の効用  $U_{j,i}$  から算出し、 $U_{j,i}$  は、前章で構築した買物交通モデルにより算出する。

$$\pi_i = Q_i - (l_i - h_b b_i - h_s s_i) r_i - w_i \kappa_i \quad \longrightarrow \quad MAX \quad (6)$$

$$s.t. \quad Q_i = a_0 (b_i)^{a_1} (s_i)^{a_2} (\kappa_i)^{a_3} (SACS_i)^{a_4} \quad (7)$$

$$l_i = b_i + s_i \quad (8)$$

$r_i$  : 床地代  $l_i$  : 床取得量

$w_i$  : 賃金  $i$  : 労働投入量

$a_1, a_2, a_3, a_4$  : パラメータ

$$SACS_i = \sum_j \exp U_{j,i} \quad (9)$$

式 6 の最大化問題を解くことで、商業立地者の間接効用関数(利潤)  $\pi_i$  は式 10 のように、商業床立地量と駐車場立地量は式 11、式 12 のように示される。

$$\Pi_i = \ln \pi_i = \zeta_1 \ln r_i + \zeta_2 \ln w_i + \zeta_3 \ln SACS_i - \zeta_4 \ln(1 - h_b) - \zeta_5 \ln(1 - h_s) \quad (10)$$

$$b_i = \frac{v_1 (1 - h_s) l_i}{(1 - h_b)} \quad (11)$$

$$s_i = \frac{v_2 (1 - h_b) l_i}{(1 - h_s)} \quad (12)$$

$\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \zeta_4, \zeta_5$  : パラメータ

$v_1, v_2$  : パラメータ

住宅立地者の立地行動においては、家計の制約の下で、土地と一般財により構成される効用を最大化するように床需要量を決定するものとする。

この効用最大化問題を解いて得られる式 10 のような間接効用関数より、立地主体  $n$  (商業立地者、住宅立地者) のゾーン  $i$  における立地選択確率  $P_{ni}$  を、式 13 のように示す。これと、(1) で得られる対象地域の立地需要主体数から、ゾーン  $i$  における立地主体  $n$  の床取得量  $l_{ni}$  と立地需要主体数  $NL_{ni}$  が決定し、需要床面積  $Df_{ni}$  が式 14 のように示される。

$$P_{ni} = \frac{\exp \Pi_{ni}}{\sum_k \exp \Pi_{nk}} \quad (13)$$

$$Df_{ni} = l_{ni} NL_{ni} \quad (14)$$

### (3) 床開発モデル

床開発者は、各立地主体  $n$  に対して存在し、開発主体  $n$  は、立地主体者  $n$  に開発した床を供給するとして、その開発行動をモデル化する。

ゾーン  $i$  における床開発者の利潤  $d_i$  は、式 15 のように、開発床による床地代収入から開発用土地取得費用と投入資本を差し引いたものとする。また、床の生産関数は、式 16 のように、開発用土地取得量  $L_i$  と資本投入量  $K_i$  で構成されるとする。

床開発者は、式 15、式 16 のように、床の生産関数の制約下で利潤を最大化するとする。

$$\pi_{di} = r_i l_i - R_i L_i - K_i \quad \longrightarrow \quad MAX \quad (15)$$

$$s.t. \quad l_i = d_0 (L_i)^{d_1} (K_i)^{1-d_1} \quad (16)$$

$R_i$  : ゾーン  $i$  における地代  $d_0, d_1$  : パラメータ

床市場を完全競争市場と仮定して、最大化問題を解くことで、式 17、式 18 のように床地代  $r_i$  と床開発量  $l_i$  を決定する。

$$r_i = \phi_1 R_i \quad (17)$$

$$l_i = \phi_2 L_i R_i^{\phi_3} \quad (18)$$

$\phi_1, \phi_2, \phi_3$  : パラメータ

ここで、開発用土地取得量  $L_i$  も決定するが、これは収束計算の更新に用いるため、開発主体  $n$  の  $t$  期の土地占有単位面積  $L_{ni,t}$  として式 19 のように示す。これより、開発数  $ND_{ni}$  から、式 20 の床供給量  $Sf_{ni}$  と、式 21 の土地需要面積  $DL_{ni}$  が決定される。

$$\ln L_{ni,t+1} = \Gamma_{n1} \ln r_{ni,t+1} + \Gamma_{n2} \ln L_{ni,t} + \Gamma_{n3} \quad (19)$$

$$Sf_{ni} = l_{ni} ND_{ni} \quad (20)$$

$$DL_{ni} = L_{ni} ND_{ni} \quad (21)$$

$\Gamma_{n1}, \Gamma_{n2}, \Gamma_{n3}$  : パラメータ

### (4) 土地供給モデル

土地供給者は、土地と一般財を所有することで効用を満たし、これらに対する支出と、地代収入による予算制約の下、効用を最大化するとする。これより、式 22 のように、 $t$  期のゾーン  $i$  の土地供給可能面積  $L_{i,t}$  における、土地供給量  $Sl_{i,t}$  が決定する。

$$Sl_{i,t} = L_{i,t} \left( 1 - \gamma \frac{r_{i,t-1}}{r_{i,t}} \right) \quad (22)$$

$\gamma$  : パラメータ

### (5) 開発競争モデル

開発主体  $n$  は、土地供給モデルからの土地供給面積に対して付け値競争を行い、供給面積  $F_{ni}$  を得るとする。この付け値地代  $R_{ni}$  は、平均地代  $AR_i$  を用いて、式 23 のように示す。

$$R_{ni} = \psi_{n1} (AR_i)^{\psi_{n2}} \left( \frac{F_{ni}}{Sl_i} \right)^{\psi_{n3}} \quad (23)$$

$\psi_{n1}, \psi_{n2}, \psi_{n3}$  : パラメータ

### (6) 均衡

本モデルでは、式 24、式 25 のように、床市場と土地市場の均衡を定義する。この均衡条件に従い、地代と土地占有単位面積を更新して収束計算を行う。

$$\sum_n Df_{ni} = \sum_n Sf_{ni} \quad (\text{for all } i) \quad (24)$$

$$\sum_n DL_{ni} = Sl_i \quad (\text{for all } i) \quad (25)$$

## 4. 立地補助策の評価

商業立地者の床取得量における商業床と駐車場への配分比を変化させる施策として、商業床立地促進施策と駐車場立地促進施策を行うことを想定する。

商業床開発促進施策は、商業立地者の床取得量において、商業床配分量に対する床取得費用(床地代)補助の実施を想定する。駐車場開発促進施策は、商業立地者の床取得量において、駐車場配分量に対する床取得費用補助の実施を想定する。

施策の経済効果として、費用便益分析を行う。施策便益は、施策による商業利潤と税収の増分とし、施策費用は、立地補助金の総計とする。

以上の施策の都心と郊外への実施効果を、本モデルにより計測し比較分析する。なお、その分析結果については講演時に報告する予定である。

#### 参考文献

- 1) Zenrin : ゼンリン電子地図デジタウン, 京都市11区, 2003.
- 2) Ben-Akiva, M., T.L.Sherman and B.Kullan : Disaggregate Travel Models for San-Francisco Bay Areas, Non-Home-Based Models, *Transportation Research Record*, 673, pp.93-99, 1978.
- 3) 尹鍾進・青山吉隆・中川 大・松中亮治 : 環境を考慮した土地利用・交通相互作用モデルの必要性和TDM政策の有効性, *地域学研究*, Vol.32No.1, pp.85-100, 2002.