

市街地変化モデルによる都市構造変化プロセスの分析

京都大学工学部 正員 吉川和広 京都大学工学部 学生員 塩本知久
東北大学応情研 正員 文 世一 京都大学工学部 学生員 〇川井 治

1. はじめに 筆者らは既に、デベロッパーの行動に基づいて新規開発・再開発を記述することにより、市街地変化モデルの開発にとりくんできた。本稿では、このモデルを拡張し、立地需要者側、床供給者側双方の行動を考慮に入れるために、「レント」を内生化したモデルを開発した。また本モデルでは、デベロッパーの予想する家賃と、市場を通じてのこの予想家賃の修正を考慮した。さらに本モデルを仮想都市に適用し、市街地変化の基本的特徴を調べて、都市構造変化を分析した。

2. 市街地変化モデルの定式化

(i) デベロッパーの行動モデル デベロッパーなどの建設主体は、現在から将来にわたる家賃収入について予想を行い、期待される家賃収入から建築費用を減じたネットの家賃収入、すなわち次式のPVNを最大化するように、開発時期 τ 、建物の用途 k 、容積率 I_{ki} を決定するものと仮定する。将来家賃の予想には、過去の家賃のトレンドを用いると考えた。

・新規開発の場合

$$PVN_i^{\tau}(k, I_{ki}) = \sum_{t=1}^{\tau-1} \frac{RA_t^{\tau}}{(1+r)^{t-1}} + \sum_{t=\tau}^T \frac{RR_i^t(k, I_{ki})}{(1+r)^{t-1}} - \frac{CB_i^{\tau}(k, I_{ki}) + CC^{\tau}}{(1+r)^{\tau-1}} + E_i^{\tau}(k, I_{ki}) \quad (1)$$

ここに

 RA_t^{τ} : t 期に得られる農地地代収入 $RR_i^t(k, I_{ki})$: t 期 i ゾーンにおける用途 k 、容積率 I_{ki} の建物から得られる家賃収入 r : 時間割引率 CC^{τ} : τ 期農地整合コスト $CB_i^{\tau}(k, I_{ki})$: τ 期 i ゾーンにおける用途 k 、容積率 I_{ki} の建物の建設コスト $E_i^{\tau}(k, I_{ki})$: 確率変動項

・再開発の場合

$$PVN_i^{\tau}(k_0, H_{k_0 i}, k, I_{ki}) = \sum_{t=1}^{\tau-1} \frac{RR_i^t(k_0, H_{k_0 i})}{(1+r)^{t-1}} + \sum_{t=\tau}^T \frac{RR_i^t(k, I_{ki})}{(1+r)^{t-1}} - \frac{CB_i^{\tau}(k, I_{ki}) + CD_i^{\tau}(k_0, H_{k_0 i})}{(1+r)^{\tau-1}} + E_i^{\tau}(k_0, H_{k_0 i}, k, I_{ki}) \quad (2)$$

ここに

 $RR_i^t(k_0, H_{k_0 i})$: t 期 i ゾーン、用途 k_0 、容積率 $H_{k_0 i}$ の旧建物から得られる家賃収入 $RR_i^t(k, I_{ki})$: t 期 i ゾーン、用途 k 、容積率 I_{ki} の新建物から得られる家賃収入 $CB_i^{\tau}(k, I_{ki})$: τ 期 i ゾーン、用途 k 、容積率 I_{ki} の建物建設コスト $CD_i^{\tau}(k_0, H_{k_0 i})$: τ 期 i ゾーン、用途 k_0 、容積率 $H_{k_0 i}$ の建物の除去コスト r : 時間割引率 $E_i^{\tau}(k_0, H_{k_0 i}, k, I_{ki})$: 確率変動項

ここで、開発時期 τ 、建物容積率 I_{ki} 、用途 k は、同時に決定され则认为、本研究では、離散変数である用途、開発時期と連続変数である容積率を離散・連続同時決定モデルとして考慮した。容積率 I_{ki} は、PVNの I_{ki} に関する1階の条件より求められる。但し、法定容積率を越えてはならないという制約条件がある。用途、開発時期は離散変数なので、ロジットモデルによって、用途選択確率 $P_{U_{ki}}$ 、新規開発確率 P_{N_i} 、建物更新確率 $P_{C_{ki}}$ を求める。これらを用いて次期の床ストック面積 LFA_{ki} が求まる。すなわち

$$LFA_{ki}^{t+1} = LFA_{ki}^t - LA_{ki}^t \cdot PC_{ki}^t \cdot H_{ki}^t + \{VA_i^t \cdot PN_i^t + \sum_{k=1}^K (LA_{ki}^t \cdot PC_{ki}^t)\} \cdot PU_{ki}^t \cdot I_{ki}^t \quad (3)$$

ここに LA_{ki}^t : t 期 i ゾーン k 用途利用土地面積 H_{ki}^t : t 期 i ゾーン旧建物容積率 VA_i^t : t 期 i ゾーン空地面積

(ii) 立地需要者側の行動 立地需要者側である世帯と企業は、それぞれ自分の効用、利潤が最大となるように、立地場所を選択するものとする。世帯の効用 z_i 、企業の利潤 π_i は次のように定式化した。

$$z_i = y - T_i - h \cdot R_{ki} + e \quad (4)$$

$$\pi_i = S_i - w \cdot N - u \cdot R_{2i} + e \quad (5)$$

ここに y : 所得、 T_i : 通勤費用、 h : 住宅の広さ、 S_i : 売上高
 R_{ki} : 家賃 ($K=1$; 世帯、 $K=2$; 企業)、 w : 賃金
 N : 従業者数、 u : 事業所の面積、 e : 確率変動項

企業、世帯の i ゾーン立地選択確率 P_{ki} は、ロジットモデルによって求められる。すなわち、

・世帯の場合

$$P_{1i} = \frac{LFA_{1i} \exp(z_i)}{\sum_j LFA_{1j} \exp(z_j)} \quad (6)$$

・企業の場合

$$P_{2i} = \frac{LFA_{2i} \exp(\pi_i)}{\sum_j LFA_{2j} \exp(\pi_j)} \quad (7)$$

次に、この立地選択確率を、外生的に与えられたトータル立地需要面積 TD_k に乗ずることによって、 i ゾーン立地需要面積 DS_{ki} が求まる。

$$DS_{ki} = TD_k \cdot P_{ki} \quad (8)$$

(iii)市場家賃決定モデル 家主は、各時点において自らの利潤が最大となるように、自らの所有する建物を賃貸市場へ供給するかしないかを選択するものと仮定する。家主の供給確率 PSS_{ki} は、ロジットモデルによって以下のように求められる。

$$PSS_{ki} = \frac{\exp(R_i - C_i)}{\exp(R_i - C_i) + \exp(-C_{ia})} \quad (9)$$

R_i ; 家主の収入家賃

C_i ; 貸し出す場合の維持費

C_{ia} ; 貸し出さない場合の維持費

そして下の式を満たすように、市場家賃 R_{ki} が決定される。

$$TD_k \cdot P_{ki} = LFA_{ki} \cdot PSS_{ki} \quad (10)$$

(iv)デベロッパーの将来家賃の予想の修正

デベロッパーは、開発の時期、内容を選択する際に、過去から現在にいたる家賃のトレンドをもとに将来家賃を予想する。この予想家賃と、将来、顕在する市場家賃とは必ずしも一致しないので、デベロッパーは、市場家賃に関する新たな情報をもとに予想の修正を行なう。予想の修正は次式のように行なわれると仮定する。

$$R_{n,t}^e = R_t^n + (n-t) \cdot (R_t^n - R_{t-1}^n) \quad (11)$$

ここに、 $R_t^n = \beta \cdot R_t^n + (1-\beta) \cdot R_{t-1}^n$

$R_{n,t}^e$; t 期に予想した n 期の期待家賃

R_t^n ; t 期における市場家賃

β ; パラメータ、 $0 \leq \beta \leq 1$

3. 仮定都市におけるモデルの適用

ここでは、大阪府の1980年における土地利用データをもとに設定した仮想都市を対象に、市街地変化プロセスの基本特性についてモデル分析を行なった。

図-1は、地域別に開発時期の選択確率の分布を示している。これより、新規開発については、いずれの地域でも早期に開発される確率が高い。一方、再開開発時期の選択については、都心に近いほど、遅く開発される確率が高くなっている。すなわち、再開開発が進みにくいことを示している。

さて、本モデルには、市街地変化プロセスに影響を与える要因が、パラメータとして含まれている。ここでは、割引率、総立地需要、建設コストの変化について分析する。主な結果は、次の通りである。

- ①割引率が高くなると、開発時期が、遅くなる。
- ②建設コストが上昇すると、中心部において住宅の床面積が増え、商業床面積が減る。
- ③総立地需要が増え、郊外において住宅、商業

の床面積が増加する。すなわち郊外化が進む。

次に本モデルでは、容積率規制の効果を分析することができる。法定の最高容積率を上げた場合には、都市の土地利用に与える影響は次の通りである。

表-1に示すように、都心部において建設される床面積、容積率は全体として増加するが、住宅の床面積は減少する。すなわち、高容積化によって商業にとっての集積の経済効果が大きくなるため、商業用途の選択確率が大きく増加し、結果として住宅の床面積を減少させた。このことは、企業の集中と住宅の郊外化をもたらすので、職住分離が進み、総通勤距離を増加させる。

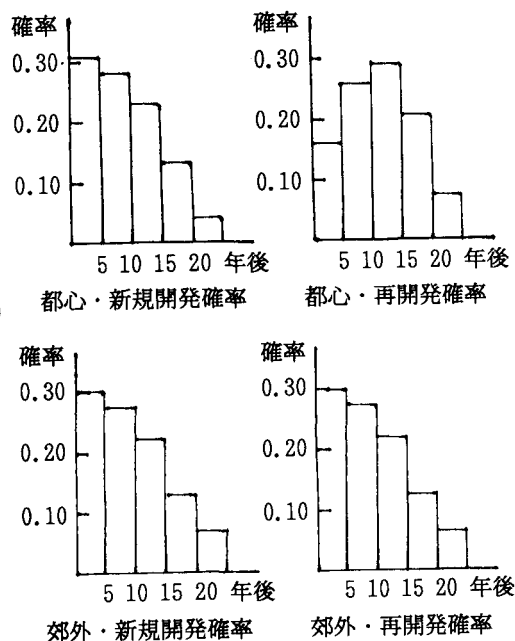


図-1 開発時期の選択確率

表-1 法定容積率による影響（建設床面積及び容積率）

		法定容積率の変更比率		
		0.8 (強化)	1.0 (現状)	1.5 (緩和)
都心	住宅用途	331.6 (3.0038)	321.6 (3.0103)	311.8 (3.0032)
	商業用途	2338.8 (3.4463)	2535.3 (3.7138)	2868.9 (4.1806)
	合計	2670.4	2856.9	3180.7
準都心	住宅用途	877.4 (1.7736)	876.3 (1.7703)	903.4 (1.7800)
	商業用途	1739.4 (2.2342)	1867.7 (2.3958)	1874.0 (2.4426)
	合計	2616.8	2744.0	2777.4

上段：20年後の建設床面積 (ha)、下段カッコ内：20年後の容積率