

徳島大学大学院 学生員 藤沢一仁
 徳島大学工学部 正員 青山吉隆
 中電技術コンサルタント 正員 峰和実

1. はじめに

本研究の目的は、都市内のゾーン別用途別床面積を理論的かつ体系的に推測するモデルを構築することである。研究対象都市には大阪市を選び市内22区をそのままゾーンに分割し、用途としては表-1のように5つに分類した。また本研究では表-2のように土地利用表を作成し後述の研究に利用した。

表-1 用途分類

記号	1	2	3	4	5
用途	住宅	商業	工業	事務所	その他

表-2 t 年度の土地利用表

用途 ゾーン	1	...	j	...	n	計	
1	$X_{11}^{t,j}$	...	$X_{1j}^{t,j}$	...	$X_{1n}^{t,j}$	$X_{1\cdot}^{t,j}$	$X_{ij}^{t,j}$: ゾーン, j 用途の床面積
...	...	...	...	...	...	...	
i	$X_{i1}^{t,j}$	...	$X_{ij}^{t,j}$	...	$X_{in}^{t,j}$	$X_{i\cdot}^{t,j}$	$X_{ij}^{t,j}$: ゾーン床面積
...	...	...	...	...	...	...	
m	$X_{m1}^{t,j}$	...	$X_{mj}^{t,j}$	...	$X_{mn}^{t,j}$	$X_{m\cdot}^{t,j}$	$X_{ij}^{t,j}$: 用途床面積
計	$X_{\cdot 1}^{t,j}$	...	$X_{\cdot j}^{t,j}$	...	$X_{\cdot n}^{t,j}$	$X_{\cdot\cdot}^{t,j}$	$X_{\cdot\cdot}^{t,j}$: 総床面積

(t+1)年度の土地利用表の周辺分布であるゾーン床面積 $X_{i\cdot}^{t+1}$ 、用途床面積 $X_{\cdot j}^{t+1}$ の予測方法についてはすでに提案を行なった¹⁾。すなわち、

$$X_{i\cdot}^{t+1} = \frac{X_{i\cdot}^{t,j} S_{ij}^{t+1} (1 - \alpha e^{-\beta C_{ij}^t})}{\sum_j S_{ij}^{t+1} (1 - \alpha e^{-\beta C_{ij}^t})} \quad (1)$$

ここに(1)式において S_{ij}^{t+1} は都市計画などから外生的に与えられる可住地面積であり、 C_{ij}^t はポテンシャルより推測される地価である。 $X_{i\cdot}^{t+1}$ は X_{ij}^{t+1} が与えられれば $X_{i\cdot}^{t+1} = \sum_j X_{ij}^{t+1}$ により計算される総床面積であり、 $X_{\cdot j}^{t+1}$ は経済指標より外生的に与えられるとする。

2. ゾーン別用途別床面積予測モデルの策定

(t+1)年度の土地利用表の周辺分布が推定されると、ゾーン別用途別床面積 X_{ij}^{t+1} を次に述べる2つの手法で推定することが可能であることを示す。

A) 現在パターン法による土地利用予測モデルの策定

この現在パターン法には4つの方法が含まれているが本研究では、平均成長率法、デトロイト法、プレート法の3種を用いる。現在パターン法によるゾーン別用途別床面積予測のフローチャートは図-1に示す通り

である。このモデルの全体的な流れを順を追って詳述すると次のようになる。

- (1) このモデルに入力されるデータはt年度の土地利用分布パターンすなわち、ゾーン別用途別床面積 X_{ij}^t である。
- (2) 時間距離 T_{ij}^t は時系列的に交通計画などの実施によって変化してゆくものであり外生的に与えられる。
- (3) t年度ポテンシャル P_{ij}^t はゾーン別用途別床面積 X_{ij}^t と時間距離 T_{ij}^t により計量される。
- (4) t年度ポテンシャル P_{ij}^t よりt年度の地価 C_{ij}^t を推定する。ここで地価モデルには指数式と線型式があり、本予測モデルにおいて両式を用いて別々に精度を求める。
- (5) 可住地面積 S_{ij}^{t+1} は港湾の埋め立て、山の開削などによって変化するものであり、ここでは対象地域に適用される都市計画より外生的に与えられる。
- (6) 用途床面積 X_{ij}^{t+1} は対象地域の影響圏との結びつきを考慮しながら算定すべきものであるが、本研究では外生的に経済指標により与えられるものとする。
- (7) (t+1)年度用途床面積 X_{ij}^{t+1} より対象地域の総床面積 $X_{\cdot\cdot}^{t+1}$ を求める。
- (8) 総床面積 $X_{\cdot\cdot}^{t+1}$ 、可住地面積 S_{ij}^{t+1} 、地価 C_{ij}^t よりゾーン床面積 $X_{i\cdot}^{t+1}$ を推定する。ただし、この $X_{i\cdot}^{t+1}$ は $\sum_j X_{ij}^{t+1} = \sum_j X_{i\cdot}^{t+1}$ を満足する必要がある。
- (9) (t+1)年度のゾーン床面積 $X_{i\cdot}^{t+1}$ と可住地面積 S_{ij}^{t+1} よりゾーン容積率 Q_{ij}^{t+1} を求め、この値が法的最大容積率 Q_{max} を上回っていないか確かめる。上回っていれば $X_{i\cdot}^{t+1}$ から $S_{ij}^{t+1} \times Q_{max}$ を差し引き新しく求めた $X_{i\cdot}^{t+1}$ を、そのゾーン以外のゾーンへゾーン床面積予測モデルによって改めて配分し、すべてのゾーン容積率が Q_{max} 以下になるまで計算を繰り返す。
- (10) t年度の土地利用分布パターン X_{ij}^t と(t+1)年度の周辺分布 $X_{i\cdot}^{t+1}$ 、 $X_{\cdot j}^{t+1}$ を入力として現在パターン法により、(t+1)年度の土地利用分布パターン X_{ij}^{t+1} を求める。
- (11) (t+1)年度の土地利用分布パターンを入力として(1)~(10)のアルゴリズムをN年まで繰り返す。

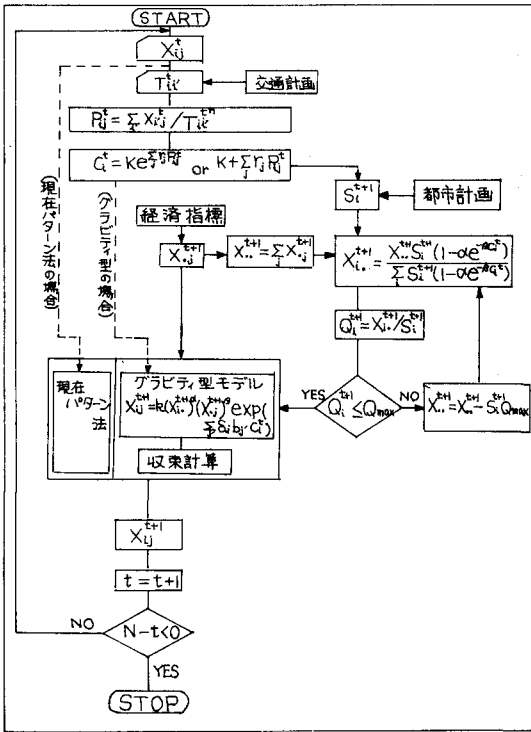


図-1 現在パターン法およびグラビティ型土地利用予測モデル

B) グラビティ型土地利用予測モデルの策定

都市において立地する場合、立地者はいかなる要因により立地が最も左右されるであろうか。これに該当する影響要因は数多く存在するが、ここではその内の交通要因、地価要因の2つに限り、この2要因を予測式の中に組み入れたモデルを次式に示す。

$$X_{ij}^{t+1} = k(X_{ij}^{t+1})^{\alpha} \cdot (X_{ij}^{t+1})^{\beta} \cdot \exp(\sum_j \delta_j b_j C_{ij}^t) \quad (2)$$

ただしレグミ変数 δ_j は $j=j$ のとき 1
 $j \neq j$ のとき 0

(2)式は土地利用表における周辺分布と地価によって将来の土地利用分布を予測するものである。また地価は交通要因としての時間距離とゾーン別用途別床面積より計量されるポテンシャルにより推定したものをを用いる。表-3は(2)式のパラメータ分析を行なった結果である。データとしては昭和46年度大阪市土地利用表、昭和45年度ゾーン別地価を用いた。 b_1 (住宅) b_2 (工業)のパラメータは負でそれ以外は正である。このことより中心に向うにつれて地価が増大するような地価分布を示

表-3 パラメータ分析結果

k	926774
α	0.73994
β	1.70781
b_1	-0.06205
b_2	0.06669
b_3	-0.02854
b_4	0.04130
b_5	0.03523
相関係数	0.82131

す大阪市では、中心部に商業、事務所、その他が、周辺部になるに従い住宅、工業の用途が立地していることを意味する。次に、グラビティ型予測モデルを組み入れた土地利用予測モデルの全体構造は図-1に示されている。このグラビティ型モデルが前述の現在パターン法による予測と異なる点は、地価の変動がたにちに土地利用の変動として作用していることと、(2)式より推測される床面積 X_{ij}^{t+1} は $X_{ij}^{t+1} = X_{ij}^{t+1}$ 、 $X_{ij}^{t+1} = X_{ij}^{t+1}$ が満足しないため収束計算（ここでは現在パターン法を用いた）を行なう必要があることである。

3. 予測の結果と評価

A) 現在パターン法による場合

表-4には、地価予測モデルが指数式と線型式の場合でかつ平均成長率法による手法の場合の結果を示した。予測の精度は相関係数0.97以上と、適合度が良い。

表-4 平均成長率法による場合

	年	相関係数	χ^2 値 (10^3)	RMS (10^3)
指数式	46	0.9819	2.8694	1.7153
	47	0.9814	2.9985	1.7846
	48	0.9756	3.7564	2.0937
	49	0.9724	4.3364	2.3077
直線式	46	0.9785	3.2835	1.8699
	47	0.9778	3.4461	1.9579
	48	0.9787	3.5030	1.9704
	49	0.9793	3.7153	2.0202

また、デトロイト法、フレータ法による予測値は平均成長率法とほとんど一致しており、その差は見うれなかつた。結論としては、この現在パターン法による土地利用予測モデルは短期の予測の場合で、かつ対象地域内に著しい土地利用、交通体系の変化がない場合には、予測の経費が低廉で、また予測手法が割合簡単であって有効なモデルと思われる。

B) グラビティ型モデルによる場合

表-5は昭和45～49年度の大阪市に対してグラビティ型モデルを摘要して得られた結果である。適合度は収束計算を行なうと少し良くなる傾向があり、収束計算法の違いによる適合度の差はほとんどなかつた。結論として、このモデルは短期予測では現在パターン法より精度は劣るものの長期予測では都市内交通の変化が土地利用の変化として表現可能な点で適に適合度が良くなるだろう。(参文) 青山、峰、藤沢、552 土木学会全国都市計画大会「都市における土地利用予測モデル」

表-5 平均成長率法による場合

年	収束計算	相関係数	χ^2 (10^3)	RMS (10^3)
46	収束なし	0.86819	0.23041	0.45003
47	収束なし	0.88919	0.26118	0.41585
48	収束なし	0.82214	0.39910	0.63552
49	収束なし	0.84924	0.32533	0.49169
46	平均成長率	0.82861	0.38740	0.61333
47	平均成長率	0.85217	0.32211	0.49286
48	平均成長率	0.83502	0.41174	0.59939
49	平均成長率	0.85555	0.32735	0.51239
46	収束なし	0.85769	0.23301	0.46818
47	収束なし	0.88309	0.25297	0.42454
48	収束なし	0.82819	0.33727	0.56860
49	収束なし	0.85040	0.32084	0.48742
46	平均成長率	0.83713	0.33686	0.54112
47	平均成長率	0.85747	0.30805	0.48989
48	平均成長率	0.85661	0.38892	0.50926
49	平均成長率	0.87479	0.28219	0.47883