

土地利用モデルの岡山都市圏への適用例

東京大学工学部	正 員	中村英夫
東京大学工学部	正 員	宮本和明
国鉄大阪工務局	正 員	○宮本正廣
国鉄	正 員	斉藤俊樹

1. はじめに

土地利用と交通の一体化した分析を目的に、われわれは、ここ数年来、土地利用モデルの構築をはじめとする「土地利用—交通分析システム(Computer Aided Land Use—Transport Analysis System)」に関する一連の研究を行ってきており、それらについては、本研究発表会を中心に報告してきている。それらの研究においては、首都圏を対象地域としてモデルパラメータの推定からモデルの適用可能性の検討まで行なってきた。それ以外の地域における適用可能性については、実証的にはほとんど検討されてはいなかった。しかし、首都圏はわが国においても特殊な地域であることから、他地域における適用を通じて、モデルをより一般化していく必要がある。そのための最初の試みとして、岡山都市圏を対象に、本分析システムの中核を占める土地利用モデルに関して、モデルパラメータの推定をはじめ事後分析および将来予測を行なった。この適用を通じて土地利用モデルの地域的な移転可能性および改良すべき問題点の検討を行なっている。今回の本研究発表会が岡山市で開催されるにあたり、岡山都市圏におけるそれらの結果を報告することにより、本土地利用モデルおよび分析システムに関する新たな討議を期待するものである。

2. 土地利用モデルの概要

土地利用モデルは、土地利用—交通分析システムにおける土地利用交通モデルの一部を構成するものである。土地利用交通モデルの全体構成を図1に示す。

土地利用モデルは、対象地域全域における人口や生産額あるいは従業員数の与えられた将来のフレームワークにもとづき、それらを地域内に配分するモデルである。配分においては、まず市町村程度のゾーン単位に配分し、さらに、詳細な土地利用変化の予測が必要なゾーンについては、ゾーン内の標準3次メッシュ(約1/km²)単位に配分する2段階モデルである。前者のモデルを広域立地モデル、後者のモデルを局地土地利用モデルと呼んでいる。そして、広域立地モデルにおいては、計画的に立地が決定されると考えられる土地利用についてはいくつかの代替案として外生的に与え、それ以外の土地利用(活動)については、各土地利用(活動)の立地行動にもとづいてモデル化された、工業、住宅、商業業務の各立地モデルにより予測するものである。なお、これらの立地モデルはローリー型の立地序列で関係づけられている。各立地モデル間の関係ゆいえば、工業は立地モデルから求められはするが、計画立地型の土地利用とともにローリーにおけるBasic的な位置づけにあり、住宅と商業業務の関係は、ローリーにおける住宅とretailの関係と同一になっている。

今回の岡山都市圏での適用においては、時間的および経費上からの制約があったことから、以上の土地利用モデルのうち、その中核を占める住宅と商業業務の立地モデルによる分析のみを行なっている。それは、先に述べたモデル構造から、それら2つの立地モデルを独立に適用することが可能であるからである。なお、工業立地に関しては、外生的に扱っている。

そこで、今回の分析に用いる住宅立地モデルと商業業務立地モデルについて概説しておく。詳しくは参考文献を参照されたい。

住宅立地モデルは、住宅立地者がある土地に立地する際に、将来にわたって期待する効用に対する対価(期待

周辺ゾーンの他の活動量およびそのゾーンまでの経済距離に規定され、また、周辺ゾーンの同種の活動と競合関係を有するとしてモデル化されている。

住宅立地モデルに関する問題点とその改良については、参考文献6に既示しているので、本論文では、それ以後の主な改良についてのみ説明する。

$$C = f + V \cdot t$$

そして、公共交通機関と自家用車による一般化費用 C_{ij}^p 、 C_{ij}^a をそれぞれ以下のようにして求めた。なお、 i は居住地、 j は就業地を示している。

$$C_{ij}^P = V \cdot t_{ij}^P + F_{ij}^P - C_0$$

下分: i より j への所要運賃 (通勤補助 C_0 と相殺される)

(b) 自家用車

$$C_{ij}^a = V \cdot t_{ij}^a + E_{ij} + T + P_i - C_0$$

 E_{ij} : i より j への燃料費

T: 税, 保険料, 車輛償却費

P_j: j における駐車料金

G: 通勤補助

以上に各種の資料をもとに数値を代入して求めたところ,

$$C_{ij}^a = V \cdot t_{ij}^a + (100 + 2.5 t_{ij}^a)$$

となった。

以上から、各メッシュ i における従業地 j までの通勤条件を時間で表わす指標 t_{ij} は、公共交通機関と自家用車における実際のシェアを用いて、

$$t_{ij} = \Delta_{ij}^p \cdot t_{ij}^p + \Delta_{ij}^a (t_{ij}^a + (100 + 2.5 t_{ij}^a) / 25)$$

$\Delta_{ij}^p, \Delta_{ij}^a$: i, j 間の公共交通機関と自家用車の分担率, なお $V = 25$ 円/分としている。

さらに、この指標を各メッシュにおいて、従業地ごとにその従業者数による重みづけ平均をとることにより、メッシュの平均的な通勤条件が求められ、これが地価式の説明変数となる。

住宅地地価式のその他の説明要因としては、参考文献 6 に示した従業先の集積度の平均をはじめとする首都圏の地価式の説明変数の他に、最寄バス停留所までの実距離等を加えている。以上の要因をもとに数量化理論 I 類により、岡山都市圏における 144 の公示地価をサンプルに推定した結果が表 1 である。参考のために表 2 に首都圏の地価式を示す。

この結果をみると、岡山都市圏においてはサンプル数の関係から多くの要因はとりこむことができなかったが、主要な要因については首都圏と同等の説明力を有していると考えられる。

なお、この住宅地地価式を用いて、住宅立地者の期待効用は、各交通機関利用者ごとに一般化費用にもとづく時間を計算し、それを地価式の通勤条件に代入することにより求められることは、従来の方法と同様である。

4. 商業業務モデルにおける改良点

商業業務立地モデルは、活動間の依存関係を表わす以下の式で定式化されていた。

$$E_i^R = \sum_{R'} \alpha^{R'R} E_i^{R'} + \sum_{R'} \beta^{R'R} \sum_j E_j^{R'} S_{ji}^{R'R} \quad \dots (1)$$

$$S_{ji}^{R'R} = \frac{E_i^R \cdot 10^{-\frac{D_{ij}}{d^{R'R}}}}{\sum_l E_l^R \cdot 10^{-\frac{D_{il}}{d^{R'R}}}} \quad \dots (2)$$

表 1 岡山都市圏における住宅地地価式

重相関係数 $R = 0.8380$

指 標	カテゴリー	サンプル数	カテゴリスコア	スコア偏差 (平均からの偏差)				偏相関係数
				-1	0	1		
従業先までの交通所要時間 (t_{ij}) の平均 (分)	~15 15~25 25~35 35~45 45~55 55~	7 44 45 21 19 8	16220 3530 380 -2277 -8043 -10666					0.663
従業先の集積度 (A_j) の平均 (人)	20~ 15~20 10~15 ~10	80 10 48 6	2583 -2007 -3055 -6653					0.436
最寄駅までの距離 (m)	~750 750~1500 1500	35 37 72	1119 -29 -529					0.110
最寄バス停留所までの距離 (m)	~300 300~	114 30	359 -1365					0.117
都市ガス整備	有 無	41 103	3534 -1407					0.327
区画整理	有 無	26 118	2809 -619					0.207
周辺の環境	住宅地 農地	126 18	999 -6976					0.399
住宅面積 (㎡)	~200 200~	42 102	212 -87					0.023
定 数			20757					

表 2 首都圏における住宅地地価式

重相関係数 $R = 0.8603$

指 標	カテゴリー	サンプル数	カテゴリスコア (%)	スコア平均からの偏差 (平均からの偏差)				偏相関係数
				-4	-2	0	2	4
従業先までの交通所要時間 (t_{ij}) の平均 (分)	~40 40~50 50~60 60~70 70~80 80~90 90~	52 56 127 104 89 35	43019 13334 243 -4946 -8929 -23297					0.732
従業先の集積度 (A_j) の平均 (万人)	400~ 320~400 310~320 300~310 ~300	144 62 53 187 17	9505 6413 -4248 -5721 -27718					0.470
最寄駅までの距離 (m)	~300 300~700 700~1200 1200~2000 2000~	14 92 143 125 89	24519 4006 3064 -2952 -8775					0.402
都市ガス整備	有 無	240 223	6287 -6766					0.379
下水道整備	有 無	128 335	6735 -2573					0.255
区画整理	有 無	179 284	3896 -2456					0.205
鉄道の運行間隔 (分)	~10 10~	152 311	5773 -2822					0.249
最寄商店の近接性	有 無	381 82	1052 -4890					0.137
旧 (昭和35年) 市街化比率	50~ ~50	109 356	421 -127					0.013
定 数			89806					

$E_i^{k,l}$: i ゾーンに業種 k の従業者数あるいは人口
 $S_{ji}^{k,l}$: j ゾーンに業種 k の従業者数あるいは居住者 l ゾーンに業種 k の地域中心活動を選択する比率

$D_{ji}^{k,l}$: j , i ゾーン間経済距離

$d_{ji}^{k,l}$: 距離抵抗を表わす指数

Σ_i : i ゾーンの周辺ゾーンにおける総和

Σ_j : j ゾーンの周辺ゾーンにおける総和

(1) 式の第1項は近隣型の従業者数を表し、第2項は地域中心型の従業者数を表している。その際、(2) 式で示される j ゾーンから i ゾーンを選択する比率を説明する。ゾーンの地域中心型としての集積あるいは魅力を、全従業者数で表現していた。しかし、地域中心型としての集積は、それに従事している従業者数のみで表現する方が適していると考えられることから、今回の適用においては、(2) 式を(3) 式のように修正している。

$$S_{ji}^{k,l} = \frac{(E_i^k - \sum_l \alpha^{k,l} E_i^{k,l}) \cdot 10^{-\frac{D_{ji}^{k,l}}{d_{ji}^{k,l}}}}{\sum_l (E_l^k - \sum_l \alpha^{k,l} E_l^{k,l}) \cdot 10^{-\frac{D_{ji}^{k,l}}{d_{ji}^{k,l}}}} \quad \dots (3)$$

このように修正した式を用いて、繰り返し計算によりパラメータを求めた結果を表3、表4に示す。表3は岡山市都市圏、表4は首都圏である。なお、この表においては、各 $E_i^{k,l}$ は地域全域における各ゾーンのシェアを表現するように変形している。

これらの表を比較すると、データの制約から、必ずしも同一の連関関係式は得られなかったが、ほぼ同等の関係を有しているとみなすことができる。また、分析に用いたゾーン面積の平均が、首都圏 47.8 km^2 、岡山市都市圏 27.6 km^2 、また、人口の平均が、9.38 万人と2.50 万人となっており、必然的に首都圏における近隣型の比重が高くなることわかる。このゾーン規模によるパラメータの変化も今後調べておく必要があると考えられる。なお、両地域におけるモデルとも、重相関係数および t 値において従来のモデルより改善された結果となっている。

5. 岡山市都市圏における土地利用モデルの適用

(1) 対象地域とゾーン分割

今回の対象地域は、岡山市を中心とした岡山県南地域であり、岡山、倉敷、玉野、総社の4市の他8町村から構成される図2に示す地域である。なお、本州四国連絡橋建設に伴い、岡山から茶屋町まで現在の宇野線を複線化し、茶屋町から新幹線で児島付近を通過

表3 岡山市都市圏における商業業務モデルのパラメータ

業種	近隣型			地域中心型			重相関係数
	活動	α	t 値	活動	β	t 値	
商業	人口	.4192	57.0	人口	.5971	209.6	.99977
建設	人口	.5224	29.6	製造	.5003	53.8	.99770
金融・保険	人口	.2251	14.5	商業	.8007	188.7	.99995
不動産	人口	.3022	24.4	商業	.7208	188.7	.99995
運輸・通信	商業	.6363	62.2	製造	.4035	42.4	.99772
電気・ガス・水道	人口	.1431	7.6	人口	.8714	105.1	.99877
サービス	人口	.5424	53.8	人口	.4753	118.0	.99992
公務	人口	.1346	9.5	人口	.8646	170.5	.99975

表4 首都圏における商業業務モデルのパラメータ

業種	近隣型			地域中心型			重相関係数
	活動	α	t 値	活動	β	t 値	
小売	人口	.7731	169.8	人口	.2269	103.4	.99770
卸売	小売	.4058	82.2	小売	.5742	435.6	.99975
建設	人口	.6363	98.9	小売	.3434	145.5	.99762
金融・保険	人口	.3917	58.1	小売	.6081	335.0	.99889
不動産	人口	.4801	75.2	小売	.5217	249.1	.99882
運輸・通信	小売	.6047	71.9	製造	.3887	128.4	.99601
電気・ガス・水道	人口	.4690	32.5	製造	.5243	79.0	.98561
サービス	人口	.6179	41.2	人口	.3821	181.9	.99773
公務	人口	.52022	82.2	人口	.47978	435.6	.99995

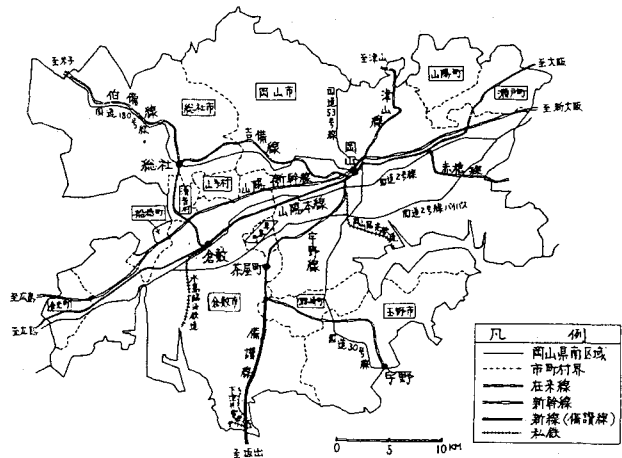


図2 岡山市都市圏の概要

坂出に至る備讃線が計画されている。

分析単位としては、首都圏は圏域が広いため市町村をいくつかあわせたものを1ゾーンとしたが、岡山都市圏では原則とし、市町村を1ゾーンとする。しかし、岡山市及び倉敷市は他市町村に比べて著しく大きいのでいくつかに分割した。分割の基準としては国勢調査区を基にペーリトリップ調査のゾーン区界と符合するようにしている。

(2) 事後分析

住宅立地モデルと商業業務立地モデルのそれぞれについて、過去の土地利用変化の再現性を検討した。

a) 住宅立地

住宅立地の事後分析は、昭和47年から昭和53年にわたるに従業者分布の変化と住み替え世帯数を外生的に与えることにより行なった。住み替え需要は国勢調査データを用いて地域内均一の住み替え比率を用いて算出している。また、岡山都市圏においては中高層住宅が少いことから、住宅タイプとしては一戸建住宅のみを考えている。実績値と計算値の相関係数は、人口の変化分について0.75であった。図3に示す人口分布の結果をみると、一応の傾向は再現しているが、住み替え需要の与え方に起因して、農村的ゾーンは低く求められている。これについては、住宅需要予測モデルの導入により改善されんと考えられる。

b) 商業業務立地

商業業務立地の事後分析も昭和47年から昭和53年を計算することにより行なった。その結果各業種とも、総従業者数で実績値と計算値の相関係数が0.97以上であった。

(3) 将来予測

昭和55年を基準年として、昭和65年の予測計算を行なった。予測計算においては、計画立地型土地利用と工業に関しては入手できる将来計画をもとに外生的に与えている。そして、人口および従業者数のフレームワークは人口問題研究所と岡山県長期計画における県全域に対する予測値に県南部分のシェアを乗じることにより求めた値(表5)を用いている。

予測結果を写真1および図4、5に示す。写真1は昭和65年における地価であり、備讃線の開通により沿線地価がわずかに上昇している。

図4の住宅立地についてみると、岡山市都市心ゾーンは従来の傾向とおり引き続き人口が減少し、都市心に隣接するゾーンでは人口が増加するというドーナツ化現象は今後も続くことを示している。しかし、備讃線沿線においては、人口増加はあまり大きくない。岡山の様な地方都市圏では通勤における鉄道のシェアは低いので鉄道開通による住宅立地への影響があまりないのも当然と考えられる。

図5を見ると3次産業従業者数の変化は、大体過去の傾向と一致している。また、鉄道開通による影響も住宅

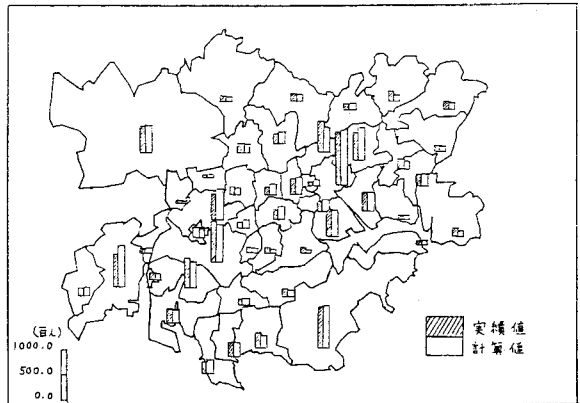


図3 住宅立地モデルによる人口の計算値と実績値
(1972年を基準として1978年を計算)

表5 将来予測における岡山都市圏のフレームワーク
(昭和65年)

産業別	フレーム値
第1次産業	39.800
第2次産業	227.700
うち 製造業	148.700
第3次産業	412.000
就業者総数	679.500
人口	1378.300

立地と同様に余りないと言える。

6. おわりに

首都圏を対象地域として構築されてきた土地利用モデルを岡山都市圏の土地利用変化の分析に適用した。その際、地方都市圏への適用のための改良の他、いくつかの改良を加えている。本研究においては、地域的な移転可能性についての検討は十分とは言えないが、モデル構造に関しては、一応の適用可能性が示されたと言える。今後、国内外を問わずいくつかの都市圏に対して、その適用可能性を検討していくことにより、より一般性の高い土地利用モデルに改良していく予定である。

なお、本研究の実施にあたっては、岡山大学の森忠次教授、明神証教授をはじめ、多くの方々から貴重な御意見、資料等を頂いた。記して謝意を表したい。

なお、結果の出力はIBM東京サイエンティフィックセンターの好意によることを記し謝意を表したい。

参考文献

- 1) 中村、林、宮本：都市近郊地域の土地利用モデル、土木学会論文報告集、第309号、1981年5月
- 2) 中村、宮本、林：交通条件の内陸工業立地へ及ぼす影響のモデル化、高速道路と自動車、高速道路調査会、第23巻第8号、1980年8月
- 3) 中村、林、宮本、他：広域都市圏交通土地利用モデル、土木計画学研究発表会講演集、第3回、1981年1月
- 4) 宮本、中村、林、他：大都市圏における商業業務活動予測モデル、土木計画学研究発表会講演集、第3回、1981年1月
- 5) 林、中村、宮本、他：土地利用交通計画のための計画策定支援システム、土木計画学研究発表会講演集、第3回、1981年1月
- 6) 中村、宮本、林、斎藤：広域都市圏土地利用交通モデルの批判と改良、第4回土木計画学研究発表会講演集、1982年3月
- 7) 宮本、安藤、清水：都市圏住宅立地需要予測モデル、土木計画学研究発表会講演集、第5回、1983年、1月

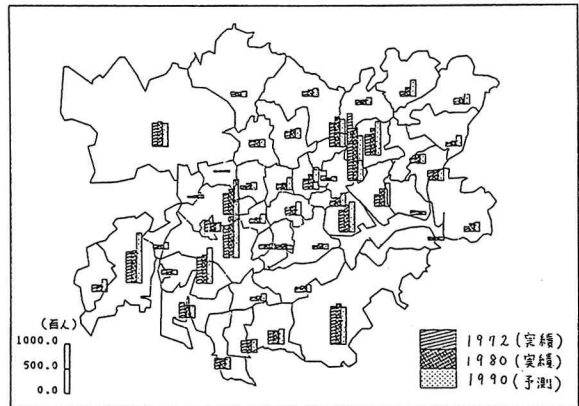


図4 住宅立地モデルによる人口の予測(1990年)と過去の実績(1972, 1980年)

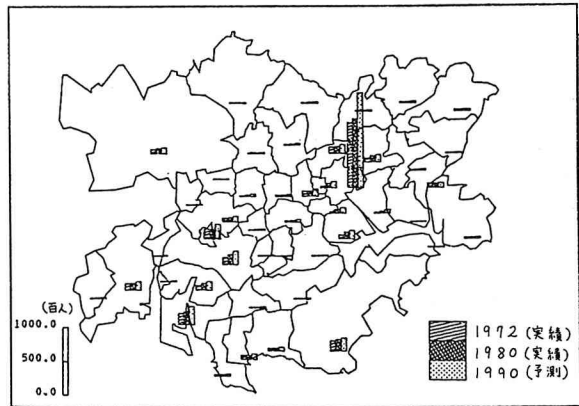


図5 商業業務立地モデルによる3次産業従業者数の予測(1990年)と過去の実績(1972, 1980年)

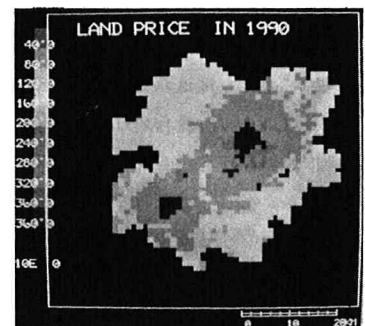


写真1 昭和65年における地価