

広域都市圏交通土地利用モデル

東京大学 ○ 正員 中村英夫
正員 林良嗣
正員 宮本和明
正員 松家英雄
学生員 横谷博光

1. はしがき

土地利用計画と交通計画は本来表裏一体たるべきものであり、したがってその分析モデルも相互に連動したものであるべきである。このことは従前より認識されながらも現実には実用に供しうるものが殆ど見られなかったのは次のようないくつかの理由によると考えられる。

(1) データ上の制約

土地利用・交通モデルの適用に際しては対象地域全域にわたる土地および交通条件に関する詳細かつ膨大なデータを必要とするが、この社会的蓄積は乏しかったし、また分析者のデータ整備への努力もモデル構築のそれにして二義的であった。このデータ収集の困難さが現在の交通計画の研究の方向をモデルの簡略化へ向わせた最大の原因ともいえる。

(2) 土地利用モデルの信頼性

各種の立地者の立地行動の規範は多様であるため、これらを表現しうるモデルの構築は容易ではなく、極度に単純化された仮説の下で立地配分ないしは土地利用の変化を推定している。そのため推定精度は低く、場合によっては適合性の検査すらなく、モデルとしての十分な信頼性が得られていない。

(3) モデル分析の実行可能性

現実の現象を忠実に反映することを求めるにつれ、モデル構造は複雑に、データは多様かつ膨大となり、ハードウェア、ソフトウェア両面にわたり、単純なコンピュータシステムでは分析をくり返し実行することは経済的にも時間的にも不可能である。このことはモデル分析を困難にすると同時に、くり返して適用してその結果にもとづきモデルを改良し、信頼性の確保を図ることをも妨げるものであった。

このような種々の問題が相乗化し、大都市圏域等で現実の計画に適用しうるモデルの開発は一頓挫の感があったといえる。しかしながら、この数年来上記の制約を緩和しようと期待できるいくつかの条件が熟す傾向にあるようにみえる。すなわち、(1) パーソントリップ調査、地価公示のための調査、空中写真や土地利用図の整備等々の基本データの完備、(2) 計算機の大形化、多様でかつ高性能な端末装置の普及、プログラムのシステム化やデータベース構築に関する各種技法の開発、(3) 実際の土地利用現象や立地嗜好あるいは行動についての調査や分析の蓄積、などである。

以下にのべるモデルはこうした現状のもとで、現実の土地利用計画や交通計画立案に際しての分析に適用可能であることを目指して、首都圏を対象に作られたものである。本稿では全体のモデルのうち、とくに土地利用に関する部分を中心にその概要を示すことにする。詳細については住宅立地¹⁾、工業立地²⁾、商業業務立地³⁾、土地データベース⁴⁾、土地利用交通計画支援システム、交通ネットワークの構成⁵⁾等に分け部分的に報告され、また近々報告される予定であるので、参考文献を参照されたい。

2. 本モデルの特徴と構成

(1) 土地利用分類

土地利用はその生成要因あるいは立地パターンを念頭におき、表1の左欄のように分類され、これは右欄に示される産業分類と対応づけられている。

(2) モデルの全体構成

首都圏全域における将来にわたる人口、生産額等は経済計画フレームとして所与とされ、この枠組の中で交通施設整備や土地利用規制等がなされた場合の各ゾーンにおける住宅、産業等の立地量を見出し、さらに、この土地利用変化の結果として生ずる域内の交通状況を推定しようとする。

各土地への各活動(土地利用)の立地は複数の段階的推定により行なう。すなわち、はじめに首都圏内69ゾーンへの立地量を見出し、そののち、さらに詳細に検討すべきゾーンにおける1Km²メッシュについての立地を見出す。第一段の広域的立地配分においては立地者の各ゾーンに対する選好(どこに立地するか)が、第二段の局地的立地においては立地者間の競合(何が立地するか)がより重要であると考えられるので、それぞれに応じたモデルを準備する。(図1)

以下では広域的な立地を見出すモデルを中心に説明することとする。

(a) 立地モデルの基本的考え方

立地モデルとしては本来すべての立地者のすべての立地可能な土地に対しての立地行動を表現し、それらの間の相互依存及び競合の結果として立地が見出されるという構造を持つべきであろう。しかし、このようなミクロな現象の表現は余りにも多くの変数とこれらの間の関係を記述する関数を必要とし、同時解を求めることは不可能である。そのためより独立性が高く立地する活動(土地利用)を先決的に与え、他を順次これに従属的に立地させ、この過程をくり返して均衡させてゆくことにより、相互依存及び競合関係の下での立地を見出すことにせざるを得ない。これはローリー以降、多くのモデルにおいて採用されているモデル構造であって本モデルにおいても、既存の土地利用及び計画立地→(入出荷先)→工業立地→(就業先)→住宅立地→(購買需要先)→商業業務立地とする立地順序にしたがって全体モデルを構成する。

ここでの各活動の立地はその現実の各立地行動形態に応じてそれぞれ異なった立地モデルを作成する。すなわち、

- (i) 計画立地の範ちゅうの活動(土地利用)は既存の計画にもとづき土地分類モデルを用いて概略の適地選定を行なった上、複数の代替案として立地を想定する。この種の立地は特殊な土地資源の条件に支配されるため他の活動に従属的に立地することは稀であり、また立地する件数も多くはないからである。
- (ii) 工業立地は各企業の立地選好にもとづき、与えられた団地のいずれかを選定するものとして見出される。
- (iii) 住宅立地は要った就業先、住宅形式(戸建、中高層)希望と地価負担力をもつ各世帯がその期待する効用と支払うべき地価の差である立地余剰に応じて決定するとの仮説のもとに推定される。
- (iv) 商業業務は業種ごとに住宅、工業等他の活動の立地及び他の商業業務活動の立地に依存して立地するとしてその立地パターンが推定される。

以下においてこれらの各活動の立地を表現するモデルを簡単に説明しておく。

表1 都市圏における土地利用分類

土地利用	地 域 活 動	立地者の求め方
計画立地	基礎工業地 化学・石油・一次金属 鉄業 専門教育及び文化施設 公務・サービス 公共業務地 公務 基幹交通運輸用地 運輸・通信 大規模公園 大規模運動・娯楽施設用地 大規模公共住宅団地 供給地管理施設用地 防衛施設用地 公務	先決立地
選 択 的 立 地	内陸工業地 鉄鋼・その他 電気・精密機械 金属・一般機械・輸送機械 戸建住宅地 戸建住宅 中高層住宅地 中高層住宅	工業立地モデル 住宅立地モデル
付 随 的 立 地	小売 卸売 サービス 金融・保険 不動産 電気・ガス・水道 公務 運輸・通信 建設 近隣商業地 小売・サービス 交通運輸用地 運輸・通信 文庫及び厚生施設用地 公務 公共業務地 住宅専用公園	商業業務立地モデル
変 動 的 立 地	農 地 林 地 宅 地 荒 地 水 地	

3. 立地モデル各論

(1) 工業立地モデル

工業立地は各活動の立地の主導的な役割を果たしている。

首都圏の工業立地においては、大部分が工業団地をはじめとする工業適地に立地する。したがって、工業立地モデルは、企業の立地選好をもとに競争の工業用地における立地を予測するものである。すなわち、企業は立地選定にあたって各工業用地における各種工業立地因子を総合的に評価すると考え、その総合指標を立地選好指数と名付け、立地選好指数をもとに各種種の工業用地への立地をモデル化している。立地選好指数は工場アンケート調査から、立地した工業用地と立地しなかった工業用地との比較をもとに数量化理論第Ⅱ類より求めている。その結果からみると、用地費、移転、出荷条件等が重要な立地因子である。(表2) また、配分

においては、各工業用地における立地選好指数の差に応じて立地比率を決定しているが、その立地選好指数差と選好比率の関係は立地選好指数の分析結果を用いている。さらに、配分計算にあたっては、工業用地の面積制約のもとに立地比率と選好比率の較差を最小化して立地量を求めている。なお、その他の用地への立地に関しても、同様のモデルを用いて全地域を対象に予測を行なっている。

(2) 住宅立地モデル

各世帯はそれより得られる効用が高く、かつ地価が低い土地に立地を指向する。それゆえ、「世帯にとってはこの効用と地価の差が最大である土地に、また各土地についてはこ

図1 交通土地利用モデルの全体構成

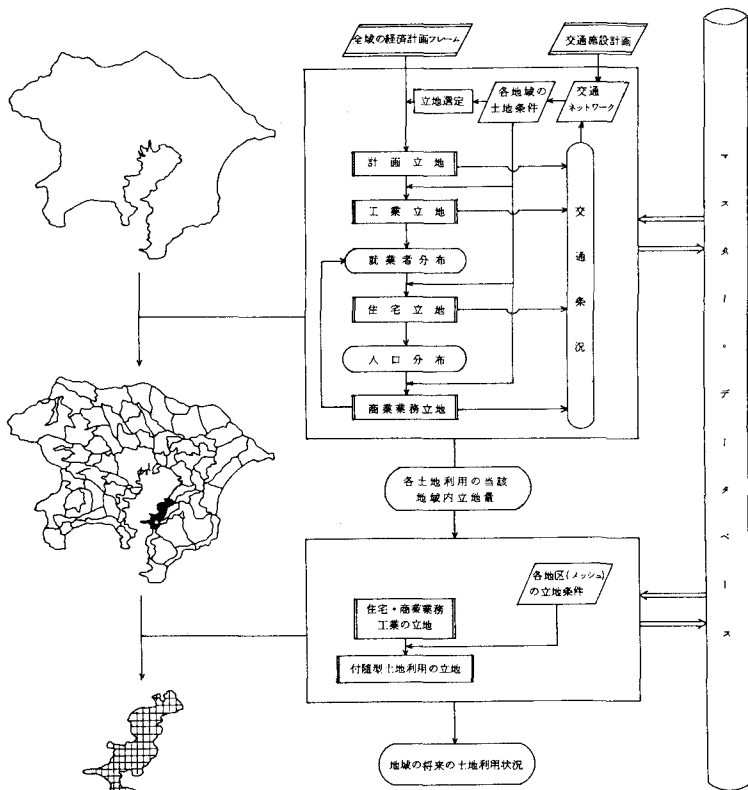


表2 工業立地選好における立地因子の重み

立地因子	カテゴリー番号	カテゴリー内容	サンプル数 立地群 非立地群	カテゴリースコア $a_i x_i$	偏	差	レンジ	偏相関
輸送 出荷条件 (重みつき)	1	120分未満	12	8	0.2448			
	2	120~200	10	8	0.1830			
	3	200~320	18	25	0.0560			
	4	320~480	17	48	-0.0130			
	5	480~900	21	77	-0.0520			
	6	900分以上	4	22	-0.1561			0.4009 0.226
入荷条件	1	90分未満	34	46	0.0521			
	2	90~150	23	65	0.0029			
	3	150~200	15	42	-0.0203			
	4	200分以上	8	33	-0.0797			0.1318 0.096
労働力条件 移転条件 新規立地	1	30分未満	13	60	0.3248			
	2	30~60	21	8	0.1893			
	3	60~90	6	23	-0.0836			
	4	90~130	8	21	-0.1509			
	5	130分以上	4	42	-0.2189			
	6	—	28	32	0.0024			0.5417 0.318
用地条件 工場労働力 (重みつき)	1	4.5万人未満	14	24	0.0703			
	2	4.4~10.0	28	57	-0.0064			
	3	10.0~20.0	13	59	-0.0243			
	4	20.0万人以上	25	46	-0.0650			0.1860 0.087
地域指定	1	2以下	47	131	0.0619			
	2	3	29	41	-0.0938			
	3	4	4	13	-0.2566			0.3175 0.204
用地条件 用水型 非用水型	1	用水制限弱	24	80	0.0443			
	2	用水制限強	26	41	0.0133			
	3	—	30	65	-0.0451			0.0894 0.088
分譲地価 昭和44年価 格にデフレ ートした値	1	1.1千円/㎡未満	9	13	0.1916			
	2	1.1~2.0	26	48	-0.1369			
	3	2.0~3.0	26	30	0.0967			
	4	3.0~5.0	9	32	-0.0184			
	5	5.0千円/㎡以上	10	63	-0.2604			0.4520 9.344

れが最大である世帯が立地する」との余剰最大原則が成立すると考え、これをモデル化して立地分布を推定する。

この効用は一般に付け値という形で貨幣的に顕在化しうるとはいえるが、その値を見出すことは困難である。そのためここでは各土地に対する各世帯の相対的効用を公示地価を基準にして表現する。首都圏内住宅地の公示地価は数量化理論第Ⅰ類を適用すれば、その土地条件により表3のように満足しうる精度で表現できる。

各世帯 i のその土地 j より期待しうる効用

$$U_{ij}^k \text{ はこの地価式 } P_j = f(x_{j1}, \dots, x_{jm_j})$$

において、その世帯の個々の要因すなわち通勤条件及び希望住宅型式 k を与えて得られる値であるとし、

$$x_{ij}^k = U_{ij}^k - P_j^k$$

を立地余剰と呼ぶことにする。

この同一就業地 i 、同一住宅型式 k 希望の世帯 i の個数は需要 d_i^k であり、 $\sum_i d_i^k = D$ が全域の住宅需要に相当する。各ゾーンのメッシュにおける地価はその土地条件の差異のため分布をなし、したがって立地余剰 x_{ij}^k も分布する。この分布を正規分布と仮定し、その土地への潜在需要 d_i^k を分布の全面積とし、高い立地余剰をもつ需要者から優先的に立地するものとする。図2では、ある余剰水準 x のもとで各土地 j に立地する需要の大きさが斜線部で示されている。

表3 住宅地地価関数

要 因	指 標	カテゴリー	サンプル数	カテゴリースコア(α)	スコア偏差 (円/㎡)				偏相関係数
					-2万-1万	0	1万	2万	
通 勤 条 件	Z_1 : 各就業ゾーンまでの鉄道所要時間の平均 (分)	20~50	86	48175					0.690
		50~60	83	35314					
		60~70	122	34668					
		70~80	94	30182					
		80~90	73	22397					
		90~120	80	16744					
		120~180	66	12491					
交 通 利 便 性	Z_2 : 最寄駅までの距離 (m)	~500	57	15344					0.268
		500~1200	215	9571					
		1200~2200	220	7185					
		2200~5000	102	5229					
		5000~	24	0					
自 然 環 境	Z_3 : 地 形	台地・丘陵	339	3113					0.140
		沖積台地	279	0					
基 礎 整 備 水 準	Z_4 : 供給処理施設 (ガス・下水道)	いずれか有	285	8236					0.317
		無	333	0					
	Z_5 : 区画整理	有	203	3930					
住 宅 地 じ	Z_6 : 旧市街地面積比率 (昭和35年) (%)	無	415	0					
		75~100	126	10728					0.332
		25~75	105	6592					
居 住 広 さ	Z_7 : 宅地面積 (㎡)	0~25	387	0					
		300~	129	2076					0.078
		180~300	290	1703					
		~180	199	0					

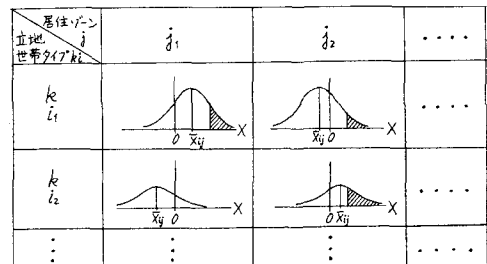
重相関係数 $R = 0.844$

(3) 商業業務立地モデル

商業業務活動は経済活動の中核を占め、また、従業者数においても5割を越えることから、その立地予測は重要である。

商業業務立地モデルの考え方は以下のとおりである。すなわち、商業業務活動は基本的には他の活動に依存して立地しており、その依存関係から、地区内の他の活動のみに依存する活動と、周辺地区の他の活動にも依存する活動に大別される。後者はさらに、各地区への経済距離と同業種との競合関係からも立地が規定される。この考え方のもとにモデルを定式化し推定した結果、商業業務9業種別(表1)に有意な式を得ている。予測に際しては、人口分布、就業者分布が与えられることにより、業種間の連関をもとに逐次的に各業種の従業者数が推定される。

図2 立地余剰分布と立地量



4. 支援システムとしての構成

上述の立地モデルのほか、全体のシステムとしては交通網や交通状況を表わすモデル等を持ち、全体の構成としてはきわめて複雑なものとなる。加えて用いられるデータは1km²を単位とする各種の土地条件をはじめとし

で多様でかつ膨大なものとなる。

このような状況において十分な実用性と信頼性を確保するために、グラフィックスとプログラムのメニュー管理を中核とする対話型システムの構成、およびデータベースの整備を試みる。これらの内容については本研究発表会の別の報告「土地利用-交通計画のための計画策定支援システム」で示されるのでここでは省略する。

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，1981年5月掲載予定
- 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，23-8，1980年8月
- 3) 宮本、中村、林、山中、有藤：大都市圏における商業業務活動予測モデル，本研究発表会講演集
- 4) 松家、杉本、宇土：地理的社会的データ処理システムの概念、地域計画と地域データベースシンポジウム，1980年12月
- 5) 宮本：地域データベースとトランスランドにおけるGISDPSの適用，地域計画と地域データベースシンポジウム，1980年12月
- 6) 林、中村、宮本、杉本、宮地、吉江：土地利用-交通計画のための計画策定支援システム，本研究発表会講演集
- 7) 内山：交通ネットワークモデル、地域計画と地域データベースシンポジウム，1980年12月