

## 広域都市圏土地利用交通分析システム

A LAND USE - TRANSPORT ANALYSIS SYSTEM  
FOR A METROPOLITAN AREA

中 村 英 夫\*・林 良 嗣\*\*・宮 本 和 明\*\*\*

By Hideo NAKAMURA, Yoshitsugu HAYASHI  
and Kazuaki MIYAMOTO

## 1. はしがき

交通施設整備が地域に及ぼす効果影響を分析するためには、交通と土地利用の相互依存関係を踏まえた分析が必要であるということは、すでに 1950 年代のアメリカ合衆国の各大都市圏での Transportation Study 以降認識されてきた。しかし、交通モデルと土地利用モデルは互いに独立に発展してきたといった方がよく、交通モデルでは将来土地利用分布は与件とされ、土地利用モデルでは地域間の所要時間は所与とされることが多かった。その後この 2 つの現象を結びつけて表現するモデル化の試みも少なからず行われてきた。これらのモデルのおもなものは、次のような 3 つのタイプに要約することができる。

i) エコノメトリックタイプモデル (EMPIRIC<sup>1)</sup>, POLIMETRIC<sup>2)</sup>, 浅野<sup>3)</sup>など)

これらのモデルにおいては、土地利用と交通条件の相互関係を、過去のデータに基づいて統計的に推定された方程式群を用いて表現している。

ii) 数理計画タイプモデル (Herbert-Stevens<sup>4)</sup>, NBER<sup>5)</sup>, Wilson<sup>6)</sup> など)

これらのモデルは、ある行動規範を仮定し、それを数理計画モデルとして定式化しているものである。

iii) ローリータイプモデル (Lowry<sup>7)</sup>, BASS<sup>8)</sup>, Leeds<sup>9)</sup>, 南関東<sup>10)</sup>など)

これらのモデルは、異なる土地利用間の立地序列に従って、繰り返し計算により、土地利用変化を見出そうとするものである。そして、これらにおいては、立地のポテンシャルを従業地あるいは買物中心までのアクセシビリティで表現している。

しかしながら、これらのモデルは i) 立地行動の記述が不十分なこと, ii) 交通条件以外の土地条件の考慮が不十分なこと, iii) 立地過程における地価の主導的役割を軽視していること, iv) モデルで用いられている土地利用(活動)分類が実際の立地行動パターンに対応していないこと, 等の欠点を有していたために、実際の土地利用—交通分析への適用においては必ずしも満足のいくものではなかった。

従来のモデルにおけるこれらの不十分な点は、主として次のようなことに起因していると考えられる。すなわち、第 1 に、従来、土地利用交通モデルの適用に際して必要とされる膨大なデータの社会的蓄積が乏しかったこと、第 2 に、各種活動の立地行動に関する分析の蓄積が不十分で、立地予測モデルに採用し得る行動規範が見出しにくかったこと、第 3 に、大規模なモデルと膨大なデータを用いた分析に際して繰り返しシミュレーションを行うには、従来の計算機システムの機能では不十分であったこと、が挙げられる。

ところがここ数十年来、立地選好あるいは行動についての調査や分析の蓄積に加えて、土地データやパーソントリップデータの整備、あるいは計算機のハードウェアやデータベース理論等の進歩は著しく、上述の制約が緩和される状況になってきた。このような状況のもとに、より高い信頼性と実用性を目ざして、われわれは数年来、首都圏を対象として交通施設整備に伴う広域的な土地利用および交通の状況の変化を予測するモデルと、それに基づく計画分析のための対話型支援システムを開発してきたので、ここにそれらをまとめて報告する。このモデルシステムは、各活動の立地行動を基本として構築した各種モデルから成るものであり、2. で述べるように、広域立地モデルとしての住宅、工業、商業業務の各モデル、局地立地モデル、および交通モデルから構成されるかなり大規模なものである。本論文では紙幅の関係でモデルの全体構成とその考え方、住宅立地モデル、お

\* 正会員 工博 東京大学教授 工学部土木工学科

\*\* 正会員 工博 名古屋大学助教授 工学部土木工学科

\*\*\* 正会員 工博 東京大学講師 工学部土木工学科

よびモデルを用いての計画分析のための支援システムを中心に報告し、他の部分の詳細については、工業および商業業務立地<sup>10)</sup>、交通ネットワークの構成<sup>11)</sup>、局地立地モデル<sup>12)</sup>等に分けてすでに報告し、あるいは近々報告する予定であるので、それらを参照されたい。

2. 土地利用交通モデルの全体構成とその特徴

(1) 立地選択と交通選択

個人あるいは企業の立地および交通の行動をみると、多くの場合立地選択は長期的な視点に基づく意思決定行動であり、一方、交通手段あるいは経路の選択は短期的な視点に基づく意思決定行動であることから、一般に、立地選択が支配的であり、それに従属して交通手段および経路が選択されるものと考えられる。それゆえ、モデル構造においては、まず交通サービスを与件として与え、この条件下で立地行動がなされるとし、その結果として立地者が交通行動の選択をするという順序で示すべきであると考えられる。言い換えると、立地選択において立地者は交通状況を十分に把握したうえで立地するものであるので、立地者の特性が決まれば、その交通行動は一義的とはいえないにしてもかなりの部分まで説明され得るとも考えられる。本研究はこのような考え方に基づいて、土地利用および交通の相互依存関係を表現するものである。

(2) 土地利用と活動の分類

都市圏の土地利用および交通をモデル化するためには、まず、立地行動に基づいて土地利用を分類しておく必要がある。ここでは、(i) 広大な土地など資源に強く依存し、かつ長期的計画のもとに立地する計画的立地、(ii) 自由に最適の土地を選好して立地する選択的立地、(iii) 他の活動に付随して立地する付随的立地、(iv) 他の活動にその用地を提供するのみの受動的立地の4つの立地行動に基づいて土地利用を分類している。また、本分析システムにおいては、経済指標の形で与えられる将来の各活動の需要を各土地に配分し、その結果出現する土地利用および交通を予測するものであることから、活動と土地利用の間の対応関係を明確にしておく必要がある。以上の土地利用分類と活動分類の対応関係を示したものが表-1である。

(3) モデルの全体構成

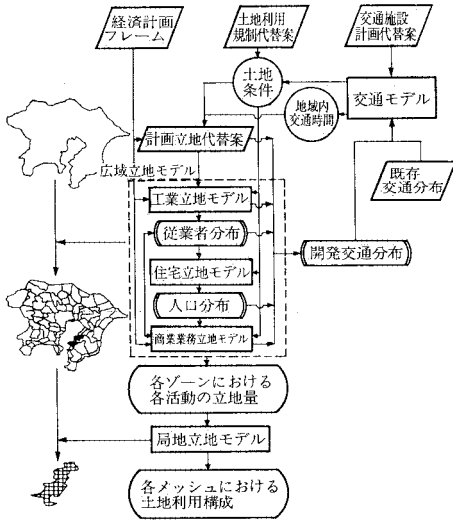
ここでは、これらの分類別の土地利用と活動の立地、および交通の状況を予測するためのモデルシステムを構築するが、その全体構成は図-1のとおりである。

表-1 都市圏の土地利用分類

| 立地タイプ | 土地利用        | 地域活動           | 立地量の求め方   |
|-------|-------------|----------------|-----------|
| 計画的立地 | 基幹工業地       | 化学・石油・一次金属・鉱業* | 先決立地      |
|       | 専門教育および文化施設 | 公務・サービス        |           |
|       | 政府公共業務地     | 公務             |           |
|       | 基幹交通運輸用地    | 運輸通信           |           |
|       | 大規模公園       |                |           |
|       | 大規模運動競技施設用地 |                |           |
|       | 大規模公営住宅団地   |                |           |
|       | 供給処理施設用地    |                |           |
|       | 防衛施設用地      | 公務             |           |
| 選択的立地 | 戸建住宅地       | 戸建住宅           | 住宅立地モデル   |
|       | 中高層住宅地      | 中高層住宅          |           |
|       | 内陸工業地       | 紙パルプ・窯業・土石*    | 工業立地モデル   |
|       |             | 食料品*           |           |
|       |             | 繊維・その他*        |           |
|       |             | 電気・精密機械*       |           |
|       | 地区中心商業業務地   | 金属・一般機械・輸送機械*  | 商業業務立地モデル |
|       |             | 製造業管理業務        |           |
|       |             | 小売             |           |
|       |             | 卸売             |           |
|       |             | サービス           |           |
|       |             | 金融・保険          |           |
| 不動産   |             |                |           |
| 電気・ガス |             |                |           |
|       | 公務          |                |           |
|       | 運輸・通信       |                |           |
|       | 建設          |                |           |
| 付随的立地 | 近隣商業地       | 小売・サービス        |           |
|       | 交通運輸用地      | 運輸・通信          |           |
|       | 文教および厚生施設用地 | 公務             |           |
|       | 地区公共業務地     |                |           |
|       | 住区基幹公園      |                |           |
| 受動的立地 | 農地          | 農林水産           |           |
|       | 林地          |                |           |
|       | 空地          |                |           |
|       | 荒地          |                |           |
|       | 水地          |                |           |

\* 本社等の管理業務を除く

このモデルシステムは、基本的には人口や各種活動の地域内での配分モデルと考えられるべきものであり、広域都市圏全域の将来の人口、生産額等の経済計画フレームと交通施設代替案、土地利用規制代替案が外生的に与えられる。そして、計画立地型土地利用の立地代替案が



図一 交通土地利用モデルの全体構成

与えられ、これを受けて立地モデルにより産業と住宅の広域的な立地が見出され、さらに交通モデルにより、この土地利用変化の結果として生じる新たな交通状況が推定される。そして、この交通状況に対応した地区間の交通所要時間に基づいて、次の期の土地利用が見出される。かくして、最終的には標準3次メッシュ(約1km<sup>2</sup>)を単位としてそこにおける土地利用の構成を表現しようとするものである。

この場合まず問題となるのは、活動(土地利用)の立地をモデル化するに際して、次の2点を考慮する必要のあることである。1つは、各活動(土地利用)の立地行動はそれぞれ異なるため、モデル化にはそれぞれ別の立地要因やモデル構造を必要とすること、もう1つは、各活動(土地利用)は立地に際して競合する場合があり、それを表現するためには統一的な立地選択基準やモデル構造を必要とすることである。しかしながら、これら2つの要件を満足し、広域都市圏内のすべてのメッシュの立地状況を表現するモデルを構築しようとするれば、それは膨大な数の変数を有するきわめて複雑なものとし、モデルの信頼性あるいは実際への適用性を考えればその実現は困難である。すなわち、広域都市圏内部におけるこのような詳細な状況を直接に見出すことはほとんど不可能であり、またその必要性にも乏しい。そのため、ここでは図一に示すように2段階に分割して推定する。

第1段階の広域立地配分においては、広域都市圏全体を2、3の市町村程度に統合した広さのゾーンに分割し、その各ゾーンへの配分を行う。なお、ゾーン分割は地形的にみてほぼ均質であることを基準とする。この段階では、配分対象である1つ1つのゾーンの面積は十分に大きいため、活動(土地利用)間の競合を直接に表現

する必要性はあまり認められず、むしろそれぞれの活動(土地利用)の立地選好(どのゾーンを選択するか)を明示的に表現することの方が重要であると考えられる。そこで、広域立地配分においては、活動(土地利用)間に次のような立地序列を仮定し、この過程を繰り返して活動間の均衡した立地量を見出すこととする。すなわち、既存の土地利用分布および計画立地型土地利用の分布から求められる入出荷先分布をもとに工業立地を見出し、これより得られる従業者分布に依存して住宅立地を見出す。さらに、以上の立地分布を購買需要先の情報として商業業務の立地を見出し、これより得られる従業者分布がまた住宅立地に影響を及ぼすという立地序列を仮定する。

基幹産業の立地がすべての活動立地に対して先行し、他に支配的な影響を及ぼしていくという状況は、首都圏のように既集積の大きな所では、ローリーモデルで仮定されるように顕著ではない。したがって、本来は各活動の立地はすべて同時的に求めていくべきものであろう。しかしながら、計算処理を行うに際しては、そのような同時決定的な方法はきわめて困難であること、また、ローリー流の工業→住宅→商業といった序列が、論理的にも比較的納得しやすいので、この序列を仮定している。なお、ここでローリーモデルでの基幹産業に対応するのは計画立地型土地利用である。選択立地型の工業についてはモデルにより予測されるが、その立地が他の活動分布には比較的依存しないことから、立地序列においては住宅や商業業務に先立って立地する構造としている。住宅および商業業務においては、ローリーモデルの立地序列の考え方とまったく同様である。

第2段階の局地立地配分においては、配分対象が1km<sup>2</sup>という小区画であるために、活動(土地利用)間の競合(ある土地に何が立地するか)が重要となるため、これを考慮したモデルが構築される。

### 3. 計画型立地

本研究においては、立地場所が相対的に限定される土地利用を計画立地型土地利用として、先決的に立地するものとして別扱いにしている。計画立地型土地利用としては表一に示すものが挙げられるが、これらは資源的にも社会環境的にも立地条件がきわめて限定的であり、しかも、立地件数が比較的少ないものである。これらの立地計画は中期においてはすでに決定されていることが多く、予測の対象から除外できると考えられる。また、たとえ未定の場合であっても、その立地可能地が限定されることから、将来予測においてもいくつかの代替案として扱うことが可能である。そのような代替案の探索を

支援するのに、土地分級モデルを用いているが、その詳細については省略する。

### 4. 立地モデル

#### (1) 工業立地モデル<sup>10)</sup>

工業立地モデルは、企業の立地選好をもとに、製造業各業種の立地配分を行うモデルである。企業は、立地に際して各土地の工業立地因子を総合的に評価するための総合指標を有していると考え、それを立地選好指数と名づける。そして、企業が立地した土地と立地しなかった土地との間には、その企業にとっての立地選好指数に差が存在し、この差によって企業のこれら2つの土地に対する立地選好を判別できると考える。表-2は、この考え方に基づいて、工場立地アンケート調査結果に数量化理論第Ⅱ類を適用して推定した立地選好指数のスコアである。立地配分においては、与えられた工業団地予定用地について、その土地の面積制約のもとに、各用地に対する立地量を求めている。その際、各用地に対する立地選好指数と立地比率の関係を、アンケート調査のサンプル用地における立地選好指数と立地比率の関係に最も近くなるようにしている。

#### (2) 住宅立地モデル

##### a) 基本的考え方

従来、立地論においては、世帯は住宅立地に際して効用が最大となる土地に立地するという説明がなされてきた。しかしながら、現実の立地をみると、世帯は将来に

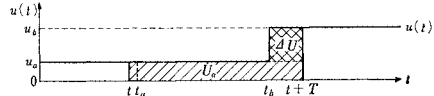


図-2 年間効用の変化

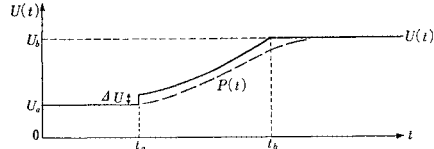


図-3 期待効用の変化

わたる期待効用が高く、しかも現在の地価の低い土地を指向すると考える方が自然であるように思われる。すなわち、「世帯は、期待効用と地価の差として認められる、立地に際しての消費者余剰(これを立地余剰と名づける)が最大であるような土地を指向する」と考えられる。

一方、1つの土地において立地候補者が競合する場合に関しても、従来、最大の効用を有する者が立地するとされてきた。この考え方は、現実にも当てはまるものと思われるが、1つの土地における地価が唯一であるため、「各土地においては、立地余剰が最大である世帯が立地する」と言い換えることもできる。

以上のことから、従来、各世帯の効用最大化の原則で説明されてきた住宅立地は、立地余剰最大化の原則によって説明の方が合理的であると考え、これに基づいてモデル化を図り住宅立地分布を推定する。以下に、立地余剰と立地量との関係について詳述する。

いま、1つの従業地  $j$  に通勤する従業者とその居住候補地である土地  $i$  を考える。そして、その土地と従業地

の間の通勤時間を短縮するような交通施設が  $t_b$  年に整備されることを想定する(計画発表は  $t_a$  年)。このとき、この従業地  $j$  の従業者が土地  $i$  に  $t$  年に立地した場合に得られる年間の効用  $u(t)$  を描くと、図-2のように、交通施設が供用される時点 ( $t_b$  年) に不連続に上昇する。ここで、住宅立地に際して想定される使用期間を  $T$  年として、時点  $t$  における立地者の将来  $T$  年間にわたる期待効用  $U(t)$  は、次のように求められる。

$$U(t) = \sum_{l=1}^T \frac{u(t+l)}{(1+r)^l}$$

$$= \begin{cases} \sum_{l=1}^T \frac{u_a}{(1+r)^l} = U_a & [t < t_a] \dots\dots (1) \\ \sum_{l=1}^{t_b-t} \frac{u_a}{(1+r)^l} + \sum_{l=t_b-t}^T \frac{u_b}{(1+r)^l} & [t_a \leq t < t_b] \dots\dots (2) \\ \sum_{l=1}^T \frac{u_b}{(1+r)^l} = U_b & [t_b \leq t] \dots\dots (3) \end{cases}$$

ここに、 $r$  は利子率である。これを図示すれば、図-3の  $U(t)$  のようになる。

表-2 立地選好における各立地因子の重み

| 立地因子  | カテゴリ番号         | カテゴリ内容                       | サンプル数<br>立地群 | 非立地群      | カテゴリスコア<br>$\alpha_{i,j}$ | 偏        | 差 | レンジ     | 偏相関係数 |         |   |         |       |
|-------|----------------|------------------------------|--------------|-----------|---------------------------|----------|---|---------|-------|---------|---|---------|-------|
| 輸送条件  | 出荷条件<br>(重みつき) | 1                            | 120分未満       | 12        | 6                         | 0.244 8  | / | 0.400 9 | 0.226 |         |   |         |       |
|       |                | 2                            | 120~200      | 10        | 8                         | 0.183 0  |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 3                            | 200~320      | 16        | 25                        | 0.056 0  |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 4                            | 320~480      | 17        | 48                        | -0.013 0 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 5                            | 480~900      | 21        | 77                        | -0.052 0 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 6                            | 900分以上       | 4         | 22                        | -0.156 1 |   |         |       |         |   |         |       |
|       | 入荷条件           | 1                            | 90分未満        | 34        | 46                        | 0.052 1  | / | 0.131 8 | 0.096 |         |   |         |       |
|       |                | 2                            | 90~150       | 23        | 65                        | 0.002 9  |   |         |       |         |   |         |       |
| 労働力条件 | 現労働力条件<br>新規立地 | 1                            | 30分未満        | 13        | 60                        | 0.324 8  | / | 0.541 7 | 0.318 |         |   |         |       |
|       |                | 2                            | 30~60        | 21        | 8                         | 0.189 3  |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 3                            | 60~90        | 6         | 23                        | -0.083 6 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 4                            | 90~130       | 8         | 21                        | -0.150 9 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 5                            | 130分以上       | 4         | 42                        | -0.216 9 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 6                            | —            | 28        | 32                        | 0.002 4  |   |         |       |         |   |         |       |
| 団地条件  | 地域指定           | 1                            | 20.0万人以上     | 14        | 24                        | 0.070 3  | / | 0.166 0 | 0.087 |         |   |         |       |
|       |                | 2                            | 10.0~20.0    | 28        | 57                        | -0.006 4 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 3                            | 4.5~10.0     | 13        | 59                        | -0.024 3 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 4                            | 4.5万人未満      | 25        | 46                        | -0.065 0 |   |         |       |         |   |         |       |
| 用地条件  | 用水型<br>非用水型    | 1                            | 用水制限弱        | 24        | 80                        | 0.044 3  | / | 0.089 4 | 0.088 |         |   |         |       |
|       |                | 2                            | 用水制限強        | 26        | 41                        | -0.013 3 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 3                            | —            | 30        | 65                        | -0.045 1 |   |         |       |         |   |         |       |
|       |                | 分譲地価<br>昭和44年価格にデフレ<br>ートした値 | 1            | 1.1千円/㎡未満 | 9                         | 13       |   |         |       | 0.191 6 | / | 0.452 0 | 0.344 |
|       |                |                              | 2            | 1.1~2.0   | 26                        | 48       |   |         |       | 0.136 9 |   |         |       |
|       |                |                              | 3            | 2.0~3.0   | 26                        | 30       |   |         |       | 0.096 7 |   |         |       |
|       | 4              | 3.0~5.0                      | 9            | 32        | -0.018 4                  |          |   |         |       |         |   |         |       |
|       | 5              | 5.0千円/㎡以上                    | 10           | 63        | -0.260 4                  |          |   |         |       |         |   |         |       |

相関係数  $\eta = 0.542$

立地候補者は、ある土地に対してつけ値をつけるが、その値は、一般に立地候補者のその土地からの将来にわたる期待効用以下である。そして、このうち最高つけ値をつけた者が立地し、その値がその土地の地価となる。このとき、立地需要が十分あれば一般につけ値は前期の地価以上となり、このようなつけ値、立地という過程が繰り返されると、図-3 に示すように、最高つけ値（地価）は最終的には期待効用に等しくなる。

こうして、交通施設整備によって増加した期待効用は、立地の進行に伴って地価に吸収され、立地余剰は遞減していく。以上のように、交通施設が整備されると、その影響の及ぶ地域の土地においては立地候補者の立地余剰が他の地域に比して大きくなり、他の地域よりも相対的に多くの住宅立地が進行し、最終的に立地余剰がゼロに漸近して均衡する現象が説明される。このことは、交通施設以外の、土地の効用に影響を及ぼす変化、たとえば上下水道の整備や区画整理の施行についても同様と考えられる。

**b) 地価関数**

ある土地条件のもとでの地価を推定するために、首都圏各地の地価公示価格をもとに地価関数を推定する。その結果が表-3 である。ここで、公示価格はその性格から、周辺 1 km<sup>2</sup> ほどの地区の平均的地価を示す指標であるといえる。地価関数は、すでに論文 12) において戸建低密住宅地、戸建高密住宅地について別々に推定しているが、表-3 に示すものは、従前の式に説明変数として宅地面積を加え、住宅地地価関数としてより一般化した

ものである。戸建住宅地の地価はこの地価関数より得られる。

一方、中高層住宅の立地に際しては、1 戸当たりの負担すべき地価は一般に戸建の場合に比して軽減される。この値は、中高層住宅地と戸建住宅地の平均容積率の比として表わすことができ、昭和 50 年における首都圏での平均値は 1.9 である。逆に、建物の単価は中高層住宅の方が一般に高い。首都圏では昭和 50 年価格で 10000 円/m<sup>2</sup>（公示価格水準に換算）程度の差がある。これらのことを考慮して、中高層住宅の立地に際して負担すべき地価は、地価関数より得られる値以上の換算を施した値とする。

なお、本研究では地価の指標として公示価格を用いているが、田園都市線および千代田線沿線のそれぞれ 127, 47 地点において売買価格との関係を調査したところ、それぞれ 0.585 倍（相関係数 0.985）、0.566 倍（相関係数 0.986）と安定した倍率が得られており、公示価格を地価の指標として用いることは可能であると考えられる。

**c) 立地余剰の計測**

一般に、効用の計測は困難、あるいは不可能といわれているが、本研究では以下の考え方をを用いて、効用を仮想的に計測することを考える。

図-3 からわかるように、 $U_a$  あるいは  $U_b$  は基盤施設整備の影響を受けない時期における立地者の期待効用であり、この値は地価にほぼ一致していると考えてよい。そのため、まず、このような期間における地価をその土地の土地条件によって説明する地価関数を推定すれば、これを用いて後述のような方法によりこの期間の立地者の期待効用  $U_a$  または  $U_b$  が見出し得ると考えられる。ここで、式 (1) または (3) を用いれば、年間効用  $u_a$  または  $u_b$  に還元することができ、式 (2) を用いて基盤施設整備の影響を受けて期待効用の変化する期間 ( $t_a \leq t < t_b$ ) の任意の時点  $t$  における期待効用  $U(t)$  が得られる。

ここで、われわれの分析の対象とする土地の最小単位は標準 3 次メッシュ（約 1 km<sup>2</sup>）であるが、一般に 1 つのメッシュ内には従業地を異にする複数の立地者が混在しており、同一メッシュにおいても従業地が異なれば立地者の期待効用は違った値をとる。先述の地価関数は、メッシュにおける平均地価を表わすものであり、この値は、 $t < t_a$  または  $t_b \leq t$  においてはメッシュ内の各区画における立地者の期待効用の平均値（各従業地 [ $j = 1, 2, \dots, J$ ] への通勤者数による重みつき平均）とみなされる。そして、この地価関数に各立地候

表-3 住宅地地価関数

| 要因     | 指標  | カテゴリ      | サンプル数 | カテゴリスコア(a) | スコアの平均値からの偏差 |       |       | 偏相関係数 |
|--------|---|-----------|-------|------------|--------------|-------|-------|-------|
|        |   |           |       |            | -2万          | -1万 0 | 1万 2万 |       |
| 通勤条件   | Z <sub>1</sub> :各従業ゾーンまでの鉄道所要時間の通勤者による重みつき平均(分) | 20~50     | 86    | 48 175     |              | 0.690 |       |       |
|        |   | 50~60     | 83    | 35 314     |              |       |       |       |
|        |   | 60~70     | 122   | 34 668     |              |       |       |       |
|        |   | 70~80     | 94    | 30 182     |              |       |       |       |
|        |   | 80~90     | 73    | 22 397     |              |       |       |       |
|        |   | 90~120    | 80    | 16 744     |              |       |       |       |
|        |   | 120~160   | 66    | 12 491     |              |       |       |       |
| 160~   | 14  | 4 436     |       |            |              |       |       |       |
| 交通利便性  | Z <sub>2</sub> :最寄駅までの距離(m)                     | ~500      | 57    | 15 344     |              | 0.268 |       |       |
|        |   | 500~1200  | 215   | 9 571      |              |       |       |       |
|        |   | 1200~2200 | 220   | 7 185      |              |       |       |       |
|        |   | 2200~5000 | 102   | 5 229      |              |       |       |       |
|        |   | 5000~     | 24    | 0          |              |       |       |       |
| 自然環境   | Z <sub>3</sub> :地形                              | 台地・丘陵     | 339   | 3 113      |              | 0.140 |       |       |
|        |   | 沖積低地      | 279   | 0          |              |       |       |       |
| 基盤整備水準 | Z <sub>4</sub> :供給処理施設(ガス・下水道)                  | いずれか有     | 285   | 8 236      |              | 0.317 |       |       |
|        |   | 無         | 333   | 0          |              |       |       |       |
| 住宅地整備  | Z <sub>5</sub> :区画整理                            | 有         | 203   | 3 930      |              | 0.157 |       |       |
|        |   | 無         | 415   | 0          |              |       |       |       |
| 住宅地価   | Z <sub>6</sub> :旧市街地面積比率(昭和35年)(%)              | 75~100    | 126   | 10 728     |              | 0.332 |       |       |
|        |   | 25~75     | 105   | 6 592      |              |       |       |       |
|        |   | 0~25      | 387   | 0          |              |       |       |       |
| 居住面積   | Z <sub>7</sub> :宅地面積(m²)                        | 300~      | 129   | 2 076      |              | 0.078 |       |       |
|        |   | 180~300   | 290   | 1 703      |              |       |       |       |
|        |   | ~180      | 199   | 0          |              |       |       |       |

重相関係数 R=0.844

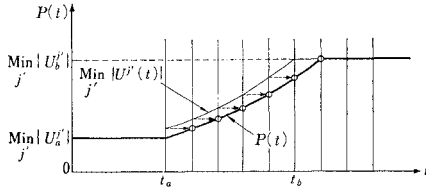


図-4 地価の変化

補者 ( $j$ ) の従業地までの固有の通勤時間を代入することにより、この期間 ( $t < t_a$  または  $t_b \leq t$ ) における各立地候補者の期待効用  $U_a^j, U_b^j$  が与えられる。こうして、任意の時点における立地候補者  $j$  の期待効用  $U^j(t)$  も前述の方法により求められる。

一方、ある土地の地価  $P(t)$  は前述のようにその土地に対する最高のつけ値であるが、この値は立地需要が十分に大きい場合には、その前の時点の立地者の期待効用の値に達すると考えられる。このことは、次のように理解することができる。

議論を単純化するために、一期間内の立地者はすべてその期間内のある一時点において同時に立地すると仮定する。土地市場は、各期（内の一時点：図-4 参照）ごとに均衡に達するものと考え、立地需要が十分大きい場合には、各時点での立地者 ( $j'$ ：従業地に関係なく任意の立地者を  $j'$  で示す) のうちの最低の期待効用 ( $\text{Min}_j \{U^{j'}(t)\}$ ) の値まで地価が上昇して均衡すると考えられる。しかし、現実には市場の遅れがあるため、この値が次の時点の地価として認識されるものと考えられる。この最低の期待効用の値は、後に述べる立地配分の計算過程において、最低の立地余剰で立地する立地者の期待効用として求めることが可能である。このようにして、各時点における地価  $P(t)$  が順次求められる。図-4 は、このことを示している。

以上のように考えることにより、各従業地の従業者があるメッシュへ立地する場合の期待効用およびそのメッシュの地価が求められ、したがってそれらの差より立地余剰の値が計算される。この値に基づいて、各従業地別の住宅需要者の各ゾーンへの立地配分が以下のようにして求められる。なお、住宅需要は工業、商業業務立地モデルから得られる新規従業者による需要と、ゾーンごとにトレンド分析から求められる住み替え需要を加えたものである。

d) 立地配分

ある立地候補者がゾーン内の各メッシュにおいて得られる立地余剰は、ゾーン内の各メッシュによって異なるために、ある立地候補者のゾーン内での立地余剰は分布をなす。先述のように、ゾーン分割はその内部が地形的にほぼ均質となるように行われている。このように分割されたゾーン内の土地条件は、取り扱いの容易さを考慮

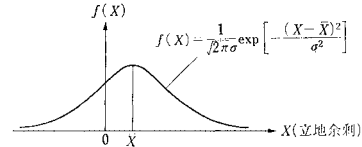


図-5 ある従業者のゾーン面積が1であるようなゾーンにおける立地余剰分布

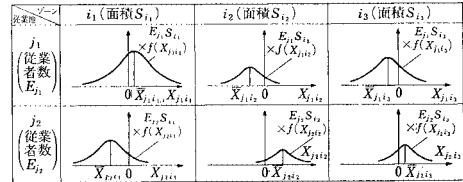


図-6 潜在需要とゾーン面積を味した立地余剰分布

して正規分布していると仮定する。そのことから、メッシュごとに計算される立地余剰も正規分布すると仮定される。ここでゾーン面積が1であるような場合を想定すれば、ある従業者のそのゾーンでの立地余剰の分布は図-5 のようになる。したがって、一般にあるゾーンに対する各従業地からの立地量は各従業地別の住宅需要者数 ( $E_j$ ) とゾーン面積 ( $S_i$ ) をかけ合わせたものに依存すると考えられる。図-6 は、これを従業地とゾーンの組合せについて例示したものである。立地配分は、図-6 に基づき、すべての従業地とゾーンの組合せについて、この分布のうち最も立地余剰の大きい部分から順次数値計算により行われ、それぞれの従業地の住宅需要者が全員立地するまで繰り返される。この配分の計算アルゴリズムについては、既発表の論文<sup>12)</sup>を参照されたい。

e) モデルの適用性の検討

昭和50年から53年にかけての首都圏全域における従業者分布の変化および住み替え需要数を所与として、その期間内における各ゾーンへの立地量をモデルにより求め、実績値と比較した結果、両者の相関係数は0.845という結果が得られた。

(3) 商業業務立地モデル<sup>10)</sup>

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、近隣に立地する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とに大別される。後者は、周辺各地区への経済距離および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ゾーンごとの活動規模を表現するモデルを定式化し推定した結果、図-7 に示すように、商業業務9業種別に有意な式を得た。予測に

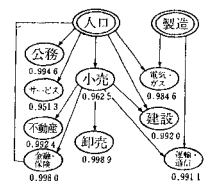


図-7 業種連関図

際しては、人口分布、製造業および既存の商業業務の従業者分布が与えられることにより、業種連関関係をもとに逐次的に各業種の従業者数が推定される。

### 5. 交通モデル

交通モデルは、主として平日の交通を対象としたものであり、交通目的としては通勤、買物、業務を扱い、観光・レクリエーション交通は扱っていない。

本交通モデルは、いわゆる4段階推定法のプロセスをとるが、従来の交通モデルと異なる点は、交通施設整備に伴う開発交通を含めた交通量が立地モデルの出力を用いて直接、あるいは間接に得られる点である。

通勤交通に関しては、開発分布交通量が住宅立地モデルの結果より直接に得られ、これに、既存分布交通量を加えれば、全通勤分布交通量が得られる。

一方、業務および買物交通については、工業および商業業務立地モデルの出力を用いて求められる。しかし、これらの立地モデルが2地点間の取引関係を直接表現しているものではないため、立地量に基づいて、従業者当たりの発生集中原単位により推定される。これから、従来の分布モデルを用いて、業務および買物分布交通量を求めている。業務および買物に関しても直接的に分布交通量を求めるためには、現状の工業および商業業務立地モデルを改める必要がある。

以上のようにして得られる開発および既存を合わせた目的別分布交通量に対して従来の機関分担モデルを用いて機関別交通分布を求める。さらに、道路および鉄道ネットワークモデル<sup>1)</sup>により得られる地域間の交通所要時間に基づいて経路配分される。ここで、これらのネットワークモデルにおいては、広域都市圏内の大規模な道路網および鉄道網<sup>2)</sup>を階層的に再編成し、計算の大幅な簡略化を図っている。

このように、本交通モデルでは、発生、分布の推定には土地利用モデルの出力を用いていることから、開発交通を考慮しなければならない長期効果の予測への適用が可能であり、また、推計プロセス自体も簡略化されている。

### 6. 局地立地モデル<sup>12)</sup>

局地立地モデルは、異なった土地利用間の競争を表わすもので、第1段の広域立地モデルが活動立地モデルと

注 1) 首都圏の例では主要地方道以上の道路網(リンク数約4000 およびノード数約1400)および地方鉄道法により定義される鉄道をすべて含んだ鉄道網(区間数約1300 駅数約1200)を対象としている。

みなされるのに対し、このモデルは土地利用そのものの展開を局地的にみようとするものである。このモデルでの与件は、広域立地モデルによってゾーンに配分された各活動の立地量であって、それがゾーン内のどのメッシュに実現するかを求めている。その適合性は、横浜市港北区・緑区を含む地区において、昭和40年から50年にかけての土地利用変化について事後的分析を行い、かなり良好な結果を得ている。

### 7. 計画分析支援システム

#### (1) 基本的考え方

広域都市圏の土地利用と交通を一体として表現するモデルは、上述のようになりかなり複雑なものとなる。加えて、分析に必要なデータは1km<sup>2</sup>を単位とする各種の土地条件をはじめとして多様かつ膨大なものとなる。したがって、このようなモデルを用いて実際に計画代替案の効果影響を予測し、その結果に基づいて代替案を評価し、必要に応じて修正していくことを可能とするためには、信頼性の高いモデルの構築や必要なデータの整備のみならず、分析を支援するための操作性に富んだシステムが不可欠となる。すなわち、代替案の評価および修正を容易にするシステムが整備されることによって、分析に要する労力および時間が妥当なものとなり、多数の試算とその検討が可能となることによって分析の信頼性も高められる。かようにして、実際の計画へのモデルの適用が可能になると考えられる。

このような計画分析支援システムには、次のような機能が要求される。

- (1) データの入力、検索、更新を容易にするデータベース管理機能
- (2) 多様な計画代替案の容易な入力機能
- (3) 分析の中間段階での出力チェック機能
- (4) 出力のわかりやすい表示機能
- (5) モデル実行操作の簡便性

以上のことから、本研究では図-8に示すような計算機システムを用いて、データベースの構築、およびグラフィクス、プログラムの階層的メニュー管理を中核とする対話型システムの整備を試みる。

#### (2) データベース

##### a) 基本構成

従来、地域分析におい

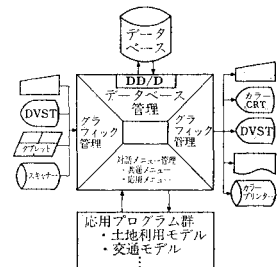


図-8 計算機システムの構成

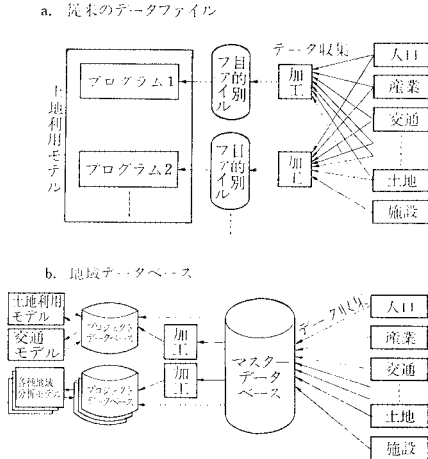


図-9 従来のデータファイルとデータベース

て用いられてきたデータ処理方式は、図-9に示すように、個々の分析のための応用プログラムに対して目的別にデータファイルを作成するものであり、一般に既存の、あるいは新たに調査した地域データを加工処理した形で記憶しておくものであった。そのために、このようなデータファイルは、プログラム相互間で共用することは一般に困難であり、新しいプログラムを作成するたびに、データの編集、加工、時には改めて収集し直すことにより、新しいデータファイルを作成する必要があり、効率的なデータ処理方式とはいえなかった。

本システムでは、地域データを管理するマスターデータベースと応用プログラム群用のプロジェクトデータベースの2つのデータベースを用いてデータ処理を行っている。マスターデータベースは地域現況および確定された計画を記述するデータを標準化して重複なく格納するものであり、その更新は、オリジナルな地域データに変更があったときのみデータベース管理者によって行われる。一方、プロジェクトデータベースは、応用プログラム群に対して定義されるものである。プロジェクトデータベースでは、ユーザーである計画者が自由に代替案の設定、およびそれに対するプログラムの実行結果の書き込みを行うことができるようになってきている。このように、プロジェクトデータベースをマスターデータベースから独立して構成している理由は、代替案の分析に対する原データの保護を容易にするとともに、各サブシステム内で独自の処理が迅速かつ自由にできるようにするためである。

土地利用モデルと交通モデルは、図-9に示すように、これらのプロジェクトデータベースを介して連動する。すなわち、土地利用モデルより出力される立地量がプロジェクトデータベースに書き込まれ、それをもとに、交通モデルによって分布交通量をはじめ地区間の交通所要

時間に至る一連の計算が実行され、プロジェクトデータベースの交通所要時間のデータが更新される。この値がまた土地利用モデルの入力となる。

#### b) 地域データの表現

地域データは、位置や形状を示す幾何学的情報とそれに対応する属性情報を有する点が大きな特徴である。そのため、データモデリングに際しては、幾何学的情報とそれに対応する情報とに分けておくと、データの更新、検索にも便利である。ここで、幾何学的情報とそれに対応する属性情報というのは、たとえば、駅(点)に対応した乗降客、道路リンク(線分)に対応した交通量、行政区画(面)に対応した人口といったものである。

データベースモデルとしては、ツリーモデル、ネットワークモデル、リレーショナルモデル<sup>13)</sup>が考えられるが、ここではリレーショナルモデルを用いる。それは、リレーショナルモデルにおいては、内容表示がわかりやすいことに加えて、地域データに対して頻繁に行われる追加、更新等の操作が容易であるからである。ここでデータベースモデルについて例をとって説明する。たとえば、行政区界における県界と市界、あるいは鉄道ネットワークにおける駅(ノード)と路線(リンク)のように、一般にデータ間には階層構造やネットワーク構造が存在する。ツリーモデルやネットワークモデルにおいては、これらのデータ間の関係を表わす全体構造をまずデータの枠組として記述しておくものである。そのため、すべてのデータ処理がこの枠組に規定されていることから能率的な処理が行えない場合があり、また、データ表現に構造をもちこむことから複雑な表現が必要となる。これらに対し、リレーショナルモデルはデータ間の関係をも一つのデータとして表現するものである。リレーショナルモデルにおいては、データ間の関係を含めてすべてのデータが表形式で簡潔に表現でき、また、検索等のデータ処理も数学的な演算操作により能率的に行うことが可能である。本研究におけるリレーショナルモデルは、以下のような4つの基本関係表によってデータを表現している。

- ① 形状要素関係表
- ② 形状モデルと属性モデルを対応づける対応関係表
- ③ 属性関係表
- ④ 各関係表間の関係を示す関係表

なお、幾何学的形状を数値データとして表現するためには、別途モデルを必要とするが、ここでは正準幾何モデル<sup>14)</sup>を用いる。このモデルは、地図等に描かれている点、線、面を、有向線分で近似して表現するものである。

以上のデータモデルを用いて、鉄道ネットワークを表現した例を表-4に示す。なお、表-4は説明を容易にするために実際のデータ表現よりも簡略化している。鉄道ネットワークは、POINT という駅(点)の位置形状



表-4 リレーショナルデータベースモデルによる鉄道ネットワークの表現

| POINT        |       |       |  |
|--------------|-------|-------|--|
| Point<br>コード | X座標   | Y座標   |  |
| 100-1        | 32.18 | 19.32 |  |
| 100-2        | 34.25 | 16.11 |  |

| L-PP        |              |              |
|-------------|--------------|--------------|
| Line<br>コード | Point<br>コード | Point<br>コード |
| 110-1       | 100-1        | 100-2        |
| 110-2       | 100-2        | 100-3        |

| P-AT         |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|
| Point<br>コード | 乗換<br>時間 | 乗換<br>時間 | 乗換<br>時間 |
| 100-1        | 2        | 3        |          |
| 100-2        | 2        | 4        |          |

| L-AT        |          |          |          |          |          |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Line<br>コード | 乗換<br>時間 | 乗換<br>時間 | 乗換<br>時間 | 乗換<br>時間 | 乗換<br>時間 |
| 110-1       | 10       | 10       | 6        | 4        | 1        |
| 110-2       | 10       | 10       | 4        | 3        | 1        |

| RAIL  |      |      |      |  |
|-------|------|------|------|--|
| POINT | L-PP | P-AT | L-AT |  |

を示す関係表、L-PP という駅と区間のつながり方を示す対応関係表、P-AT、L-AT という駅、区間に対応する属性（たとえば乗換時間や区間所要時間など）を示す関係表、およびこれらの関係表を1つのグループとして管理する RAIL という関係表から構成される。

e) 計画代替案の表現

土地利用交通モデルで分析対象となる代替案は、フレームとして与えられる、将来の地域全体の経済諸指標の代替的な目標値と、各地区における施設計画や土地利用計画の代替案とから構成される。これらの計画代替案とは、各地区の土地条件を左右する鉄道網、道路網、区画整理、供給処理施設、工業団地の整備計画、および用途地域等の法規制の代替案のことである。

これらの代替案は、プロジェクトデータベース内に表-5に示すようなリレーショナル型式で格納されている。たとえば、PLAN 1 という代替案は、鉄道網計画代替案 NET 11、道路網計画代替案 NET 21 等

表-5 リレーショナルデータベースモデルによる代替案の表現

| PLAN  |        |        |       |           |
|-------|--------|--------|-------|-----------|
| 代替案名  | 鉄道網代替案 | 道路網代替案 | ..... | TRANSLAND |
| PLAN1 | RAIL   | NET11  | ROAD  | NET21     |
| PLAN2 | RAIL   | NET12  | ROAD  | NET21     |

| RNET   |       |      |       |
|--------|-------|------|-------|
| 鉄道網代替案 | POINT | E-VV | ..... |
| NET11  | 20    | 60   | ..... |
| NET12  | 21    | 61   | ..... |
| NET13  | 21    | 62   | ..... |

から構成され、PLAN 2 は、PLAN 1 に対して鉄道のみが NET 12 に替わるだけである。このような場合、PLAN 1、PLAN 2 は別々にそれらの計画全体を記述するデータを保有するのではなく、単に PLAN 2 が PLAN 1 と異なる部分、すなわち、NET 11 が NET 12 に替わるという情報を、代替案定義表 PLAN に保有し、新たなデータとしては NET 12 を付け加えるだけでよい。このように、代替案を分解していき、最終的には RNET という表中に示すように、実際に計画の個々の内容を記述するデータを保有する関係表の番号が得られるようにしておく。

d) 外生パラメーターの表現

モデルには、敷地面積当たりの出荷額あるいは世帯当たりの従業者数をはじめとする、いわゆる原単位とよばれ、その値が外生的に設定されるパラメーターがいくつか存在する。これらのパラメーターの設定値は、分析結果に重大な影響を及ぼす。それゆえ、この感度分析は、結果の信頼性を検討するうえできわめて重要である。このシステムでは、このような外生的なパラメーターも前述の計画代替案と同様にして容易に代替的な数値として入力できるように設計されている。

(3) グラフィックスと対話メニュー方式による土地利用交通計画の分析

計画分析過程では、計画者は（代替案の入力）→（分析・予測）→（評価）を繰り返しながら計画案を修正、決定していく。そこでは次のような、計画者と計算機の間での情報の受け渡しが、各段階で行われる。

i) プロジェクトデータベースから予測結果などの必要なデータを呼び出し、地図、グラフ、表の形で外部

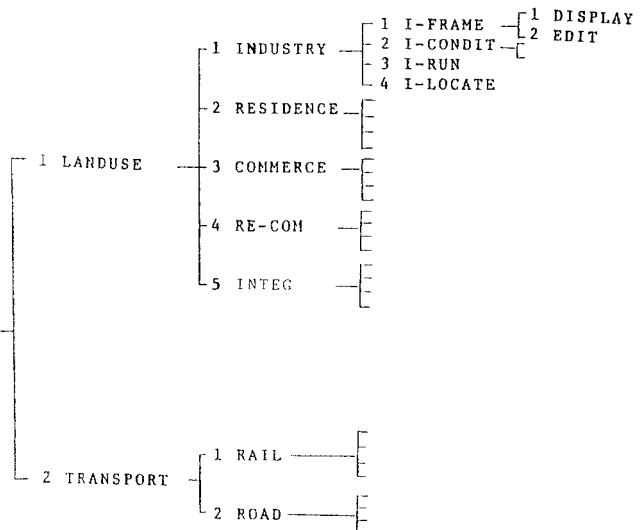


図-10 土地利用交通計画分析のための基本メニュー

表示する。

ii) 計画者はこれらの外部表示をみて判断し、次の新たな分析あるいはパラメーターを変えて感度分析を行うためのメニュー選択を行う。

iii) 選択した分析のための、新たな代替案や修正されたパラメーターを入力する。

このループは、対話における最も基本的なループとなる。

この対話を支援する道具として、メニュー方式による指令を考える。メニュー方式とは、計算機が次に選択可能な実行プログラムを提示し、分析者がその中より必要とする実行プログラムを指定する対話処理方式であり、この方式によりプログラムの実行指示を容易に行うことができる。ここでは、選択肢のメニューを分析過程に従って階層的に構成している。これにより、一連の操作が非常に能率化され、たとえば分析の中間過程での内容の把握も容易なものとなる。

図-10は、土地利用交通計画分析のための基本メニューの一部を示したものであり、まず、土地利用モデルと交通モデルの選択に始まり、分析過程に従って段階的にメニューが選択できる。ここで土地利用モデルを選択すれば、次のメニューにおいて、(1) INDUSTRY (工業立地モデル)、(2) RESIDENCE (住宅立地モデル)、(3) COMMERCE (商業業務立地モデル)、および(4) RE-COM (住宅・商業業務モデルの連動)、あるいは、(5) INTEG (全モデルの連動シミュレーション)、が表示される。ここで、(1)~(5)のいずれかを選択した場合には、その各場合に何を実行するのか、すなわち、(1) I-FRAME (経済計画フレーム等の表示および変更)、(2) I-CONDIT (各地区の土地条件の表示および変更)、(3) I-RUN (シミュレーションの実行)、(4) I-LOCATE (立地予測結果の出力)、を選択するメニューが表示される。

ここで適用例として、1975年から1990年にかけての首都圏の将来立地予測の例のうち、住宅立地予測の部分を示す。以下は、この期間に東京湾横断道路(鉄道併設)が供用された場合を仮想して、試算の一例として取り上げたものである。この場合、その他の鉄道網や、区画整理等の土地条件に影響を及ぼす各種の整備はある与えられた計画どおりに改善されるとし、また、都市計画区域全域を立地可能地と仮定している。

住宅立地モデルを選択すると、写真-1のようなメニューが画面に表示され、経済計画フレーム値の確認あるいは変更のためにPF1のキーを押すと、フレームの内容が表示される。また、土地条件に関するR-CONDITを選択すると、個々の土地条件の地域分布の表示があり、たとえば、1990年における鉄道網上での横浜から

首都圏各地への所要時間の表示を求めると、写真-2に示す図がカラーグラフィックディスプレイ上に表示される。こうして、経済計画フレームや土地条件の設定が終わると、R-RUNの指示によりシミュレーションが実行される。たとえば、横浜に通勤する従業者の各地区での期待効用は、土地条件の向上により写真-3のようになり、一方、地価の分布は写真-4のように示される。これより、この期間内での各時点の立地余剰の値は、4.(2)で述べたような方法で計算される。したがって、これらの写真からもわかるように、横浜の従業者にとっての立地余剰の大きい土地は、横断道が供用される場合には対岸の木更津付近に多く見出される。この傾向は、東京の従業者にとっても同様なものになる。住宅立地は立地余剰の大きい土地から進行するとの考えに基づく4.(2)に示した配分方法に従って、首都圏のすべての従業者の従業者増に伴う住宅立地が写真-5のように予測される。さらに、立地の結果として地価が上昇し、写真-6のような1990年の地価分布が予測される。横断道がない場合も同様に予測され、両者の比較を行うことができる。

以上のように、段階的なメニューを順次選択し、必要な指令や数値を入力していく対話型式によって、土地利用交通計画が分析されていく。

立地の結果は分布交通量に変化を及ぼし、それが各路線の交通量、交通所要時間に影響をもたらす。この結果も同様に出力される予定であるが、交通モデルは全体としてまだ完成には至っていない。

## 8. ま と め

本研究では従来の土地利用交通モデルに再検討を加え、これらのもつ欠点を補い、次のような点において従来の分析方法に比べより改良されていると考えられる方法をつくり上げた。

(1) 全体システムとしての齊一的整理を行った。すなわち

- ① 地域スケールに対応した多段階分析を行った。
- ② 立地行動および産業分類に対応した形で土地利用の再分類をした。
- ③ 土地利用と交通の相互連関を明確に表現した。

(2) 立地行動の記述を明確化した。すなわち

- ① 上記土地利用分類に対応した立地行動のモデル化を図った。
- ② 立地過程において地価の果たす役割を明示的に導入した。
- ③ 立地余剰の概念を広域的な住宅立地行動に適用した。

写真-1 住宅立地モデルのメニューの画面



写真-2 横浜からの鉄道所要時間  
(1990年 横断道 有)

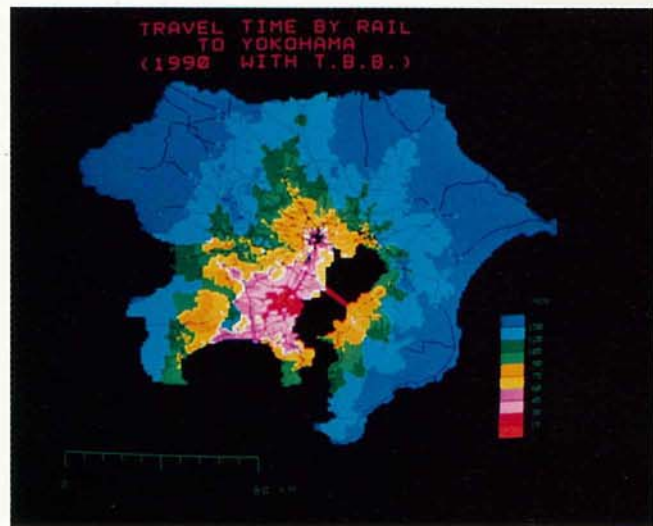
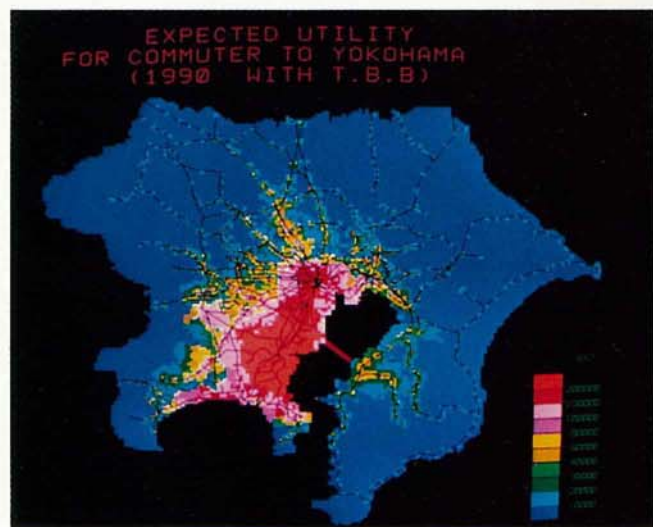


写真-3 横浜 従業者の期待効用  
(1990年 横断道 有)



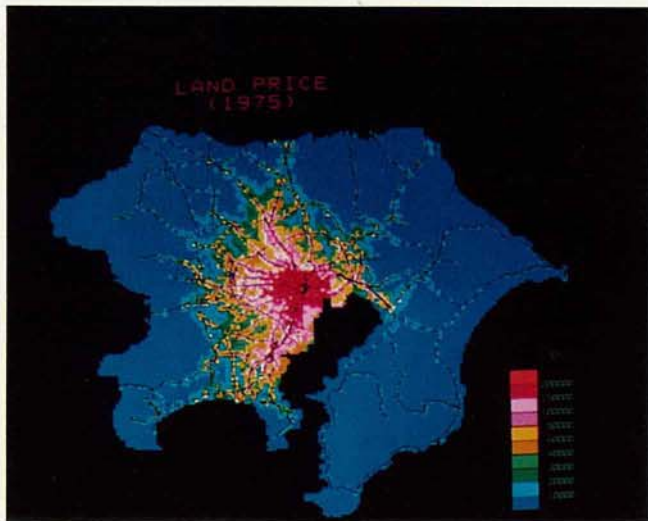


写真-4 現況 地価分布 (1975年)

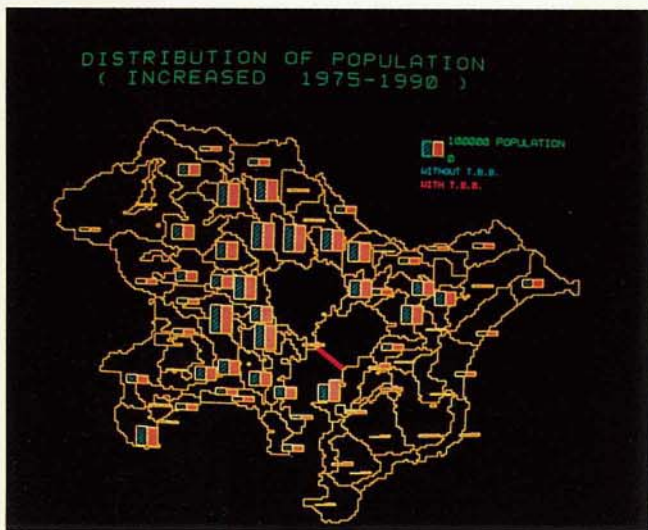


写真-5 新規住宅立地分布  
(1975~1990年 横断道有)

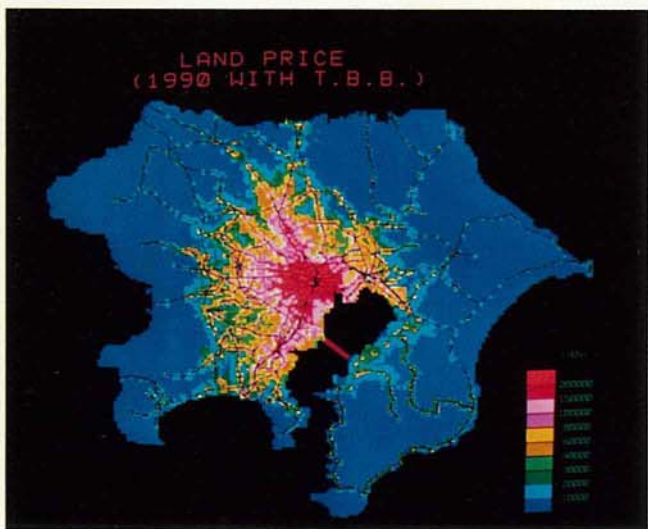


写真-6 将来 地価分布  
(1990年 横断道有)

(3) 詳細な土地条件を考慮した. すなわち

① 地価, 交通サービス, 地形, 供給処理施設等の基盤施設の整備水準等を, 1 km<sup>2</sup> メッシュ単位で考慮した.

② 上記土地条件のデータベース化により, 詳細な分析を可能とし, 加えてデータの修正整備を容易にした.

(4) 分析の操作性を向上せしめた. すなわち

① 多種多様かつ膨大なデータの能率的な管理方式を導入した.

② 段階的なメニュー方式を用いた対話処理により, シミュレーション実行時における操作の簡略化を図った.

③ グラフィックスを用いた理解しやすい分析結果の表示方法を整備した.

④ 上記の結果, 感度分析の実行や多数の代替案の分析を可能とし, 分析の信頼性をより高めた.

以上の結果として, わが国の大都市圏のように既集積の大きな地域において, 交通施設整備をはじめとする各種基盤整備あるいは土地利用規制等のもたらす影響を比較的容易にかつ詳細に予測し得る方法を提示し得たと考える.

なお, 本研究は, 交通行動および現象のさらに詳細なモデル化, 立地の総需要の予測方法の開発をはじめ個々に記述された内容についても改善すべきいくつかの点が残されている. 今後多くのご批判をいただき, 一層の改良を進めたいと考えている.

最後に, 本研究はわれわれ三人の密接な協同作業によるものではあるが, このほか, この数年間東京大学測量研究室に在籍した学生諸氏, 蔭山朝昭, 松江昭夫, 山中芳朗, 楨谷博光, 宮地淳夫, 齊藤俊樹, 森 昌文, 河合康之, 大島邦彦各君の協力のもとに行われたものである. 研究途路において, 彼らの示した種々の考案と骨身を惜しまぬ尽力をここに記しておきたい. さらにまた, 本研究の特に支援システムの部分は, 高速道路調査会の武田文夫, 東京理科大学の大林成行, 内山久雄, IBM 東京サイエンティフィックセンターの松家英雄, 杉本和敏の各氏と共同して行われた IBM パートナシッププログラムによる研究会より得た知見が盛り込まれている

ことを記し, 感謝の意を表する次第である. なお, 計算機システムとしては, IBM 東京サイエンティフィックセンターおよび東京大学大型計算機センターのシステムを用いた.

#### 参考文献

- 1) Hill, D.M., B. Brand and W.B. Hasen: Prototype Development of a Statistical Land Use Prediction Model for Greater Boston Region, Highway Research Record 114: pp. 51~70, 1965.
- 2) Bolan, R.S., W.B. Hansen, N.A. Irwin and K.H. Dieter: Planning Application of a Simulation Model, a paper prepared for the New England Section, Regional Science Association, Fall Meeting (Boston College), 1963.
- 3) 浅野光行: 都市における交通一活動分布モデルに関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, No. 285, 1979-5.
- 4) Herbert, D.J. and H.B. Stevens: A Model for Distribution of Residential Activity in Urban Areas, Journal of Regional Science, Vol. 2, No. 2, pp. 21~36, 1960.
- 5) Ingram, G.K., J.F. Kain and J.R. Ginn: The Detroit Prototype of the NBER Urban Simulation Model, National Bureau of Economic Research, Columbia University Press, 1972.
- 6) Wilson, A.G., P.H. Rees and C.M. Leigh: Models of Cities and Regions, JOHN WILEY & SONS, 1977.
- 7) Lowry, I.S.: A Model of Metropolis, the RAND Corporation, 1964.
- 8) Wendt, P.F. et al.: Jobs, People and Land, Bay Area Simulation Study, Institute of Urban and Regional Development, University of California, 1968.
- 9) 伊藤 滋ほか: 地域計画の計画と適用, 第5章, 勁草書房, pp. 175~214, 1974.
- 10) 中村英夫・宮本和明: 広域都市圏産業立地モデル, 土木学会論文報告集投稿中.
- 11) 林 良嗣・楨谷博光・大島邦彦・中村英夫: 大規模鉄道ネットワーク探索の簡略化のための階層モデル, 土木学会論文報告集投稿中.
- 12) 中村英夫・林 良嗣・宮本和明: 都市近郊地域の土地利用モデル, 土木学会論文報告集, No. 309, 1981-5.
- 13) 植村俊亮: データベースシステムの基礎, オーム社, 1979.
- 14) Matsuka, H. and S.Uno: Canonical Geometric Modeling for Pictorial Applications, Lecture Note in Computer Science, Vol. 81, Springer-Verlag, pp. 234~252, 1979.

(1981.7.23・受付)