

## 都市高速道路整備に伴う都市圏構造変化の予測：

### MEP 型土地利用・交通モデルによる＊

*Estimation of Spatially Distributed Effects of Urban Expressway Construction:*

*Using ME&P Typed Land-Use Transport Interaction Model*

西井和夫 \*\*・近藤勝直 \*\*\*・戸松 稔 \*\*\*\*・津島康弘 \*\*\*\*\*

By Kazuo NISHII\*\*, Katsunao KONDO\*\*\*,

Minoru TOMATSU\*\*\*\*, Yasuhiro TSUSHIMA\*\*\*\*\*

#### 1. はじめに

都市高速道路を取巻く社会経済環境は厳しく、特に建設費の高騰を背景としてその採算性の確保には困難を伴う見通しにあり、このため償還費用に關しての用地費の先送り、あるいは関連分担金の見直しといった議論などもなされるに至っている。一方、今後の都市圏における交通問題の中で果たすべき都市高速道路の機能や役割の重要性を考えると、その整備・拡充にかかわる適切な計画・評価方法の検討が不可欠となってきた。

都市高速道路の整備は、一般に自動車交通の疎通機能向上を通じて、土地利用・経済活動さらに地方財政等に極めて広範囲でかつ長期間にわたる影響を及ぼす。そして、こうした高速道路と地域との関係強化こそ、これからの都市高速道路自身の存在意義を確かなものにする上でも重要な視点といえる。言い換えれば、都市高速道路の役割としては直接的には都市圏内の円滑な交通流動達成のための高速走行サービスの提供（交通処理機能）にあるが、最終的には圏域のネットワーク強化による都市圏構造の一体的形成の促進（一体性機能）に如何に寄与できるかが重要であると考えられる<sup>2)</sup>。

本研究は、このような基本的認識に立って、都市高速道路の整備効果が圏域の各地域へどのように帰属するかを計量的に把握することを最終的な目的としている。ここで、地域への効果の帰属とは以下の

ように考えている。すなわち、立地量を「地域の活動量」としてとらえ、立地パターンの類似なグループを「主体」として、各主体が交通条件の変化に伴ってどれだけの活動量の変化を各ゾーン（地域）において生じるかを「効果の地域帰属」としてとらえることを基本としている。<sup>12)</sup>

本研究では、このような流れの中で都市高速道路の整備に伴う圏域の社会・経済面の変化を把握できるシステムの開発を行うとともに、このシステムを用いて長期構想等に関する整備効果を計量的に予測する手法の体系化について検討を行う。このとき、基本的には今後のダイナミックな圏域の社会・経済構造の変化に対応させるべく、土地利用変化過程の因果関係をよりの確に表現するのに有効な土地利用・交通モデルを前提とした分析予測フレームを考えていくことにする。

具体的には、分析対象の都市高速道路としては阪神高速道路とし、そのカバー圏域である京阪神都市圏を整備効果の波及する対象エリアを仮定している。また、本研究のメインフレームとなる土地利用・交通モデルは、次節で紹介する MEP 型モデルを取り上げ、整備効果の計量システム分析のツールとして適用をはかっていくことにする。

#### 2. 整備効果分析のための土地利用・交通モデル

##### (1) これまでの土地利用・交通モデル研究の流れ

これまで土地利用モデルあるいは立地モデルに関しては数多くの研究がなされており、特に 1970 年代以降は立地経済理論の精緻化とともに、工学的な実用ツールとしての有効性を目指した各種のモデルビルディング<sup>3)</sup>が精力的に行われてきている。その中で本研究に關連が大きいと考えられる基本的テーマとしては、土地利用（あるいは立地）と交通との

\* キーワーズ：土地利用、産業立地、整備効果計測法

\*\* 正員、工博、山梨大学工学部土木環境工学科

(〒400 甲府市武田4-3-11、TEL&FAX 0552-20-8533)

\*\*\* 正員、工博、商博、流通科学大学情報学部

(神戸市西区学園西町3-1、TEL 078-794-3554、FAX 078-794-3054)

\*\*\*\* 正員、(株) 地域・交通計画研究所

(〒540 大阪市中央区北浜東2-19 橋本センタービル8F

TEL 06-941-5677、FAX 06-941-6132)

\*\*\*\*\* 工修、静岡県 袋井土木事務所 掛川支所

(〒436 静岡県掛川市金城60

TEL 0537-22-6275、FAX 0537-22-0934)

相互関係問題、そして圏域を都市圏レベルに据えた広域的な土地利用（形態）の変化予測の問題が挙げられる。従来の土地利用モデル構築のための基本的考え方（概念および立地理論）、例えば配分モデルの中のポテンシャル概念、非集計モデルにおけるランダム効用理論、そして立地均衡モデルにおけるつけ値理論や立地余剰の考え方などが理論的仮定の妥当性があるのか、また実際の土地利用変化や立地動向を説明する上でどの程度有効であるかという問題（テーマ）も重要といえる。しかし後述するように、本研究が最終的には整備効果分析・システムの構築を目指しており、その適用目的への充足度の観点がより重要となるため、ここでは前二者の問題に対して注目していくことにする。

さて、比較的広域的なレベルで、土地利用と交通との相互関係（あるいは交通条件の変化が土地利用へ及ぼす影響を明示的に扱うことができること）については、交通需要予測における土地利用モデルとして古典的とも言えるローリモデル<sup>4)</sup>から始まり、1980年代に精力的に研究が進んだ国際共同研究（ISGLUTI）の中で提案されたいくつかのモデルがある<sup>5)</sup>。この中には、本研究で取り上げたMEPモデル<sup>6)</sup>、中村、林、宮本らによるCALUTASモデル<sup>7)</sup>、天野、戸田、阿部らによるOSAKAモデル<sup>8)</sup>などが含まれる。

さらに、1980年代に入りこのような流れを踏まえて、立地均衡概念や立地余剰について理論展開を中心とした議論<sup>9) 10)</sup>、あるいは最近の動向として、宮本によるRURBANモデル<sup>11)</sup>そして鉄道整備効果の影響評価への適用した上田らの研究<sup>12)</sup>などに見られるように多彩な研究が指向されている。

また、交通条件の変化が圏域の土地利用形態に及ぼす影響を計量的にとらえるために、実用的にはローリモデルのようなアクセシビリティやポテンシャル式を用いた活動量の配分モデルがよく用いられている。著者が都市高速道路の経済効果分析として行った研究においても、活動量の全体推計にはシステムダイナミクスモデルによって、その各ゾーンへの配分はローリモデルによって行った<sup>13)</sup>。

以下では、先述の国際共同研究の中で紹介されたMEPモデルの基本的考え方を述べ、これをベース

として本研究の中で提案するモデルの基本構造を明らかにしていきたい。

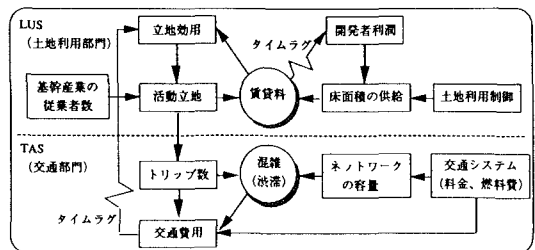
## (2) MEPモデルの基本的考え方

MEPモデルとは、土地利用・交通モデルの1つとして1978年、ME&P (Marcial Echenique and Partners) によって開発されたもので、現在は、その改良版がMEPLANとも言われている。

このモデルは、基幹産業部門従業者数が人口（世帯数および非基幹産業部門従業者数）を発生させ、さらにそれが人口を発生させるという点で従来のローリモデルの立地順序（一方的相互作用）を維持しているが、その相互作用の具体的な表現形式はかなり異なっている。すなわち、産業部門と世帯部門の各立地主体間の相互作用力の強さは、産業連関分析で用いられる投入産出係数の考え方をを用いて決定づけられる。

また、すべての非基幹産業部門従業者と世帯の配置は、各ゾーンの床需要に関する効用関数、他のゾーンへのアクセシビリティ、そしてゾーン特性に関係づけられた魅力度に従って決められる。そして、世帯と非基幹産業部門は、床面積への立地需要において競合関係にあり、その需要量は、すべての利用可能な床面積が利用され、すべての活動主体が配置されるという均衡が達成されるまで床面積価格（賃貸料）によって調整される。

さらにMEPモデルは、土地利用部門と交通部門の2つのプログラムに大別して考えられている。土地利用部門では、物理的な土地開発としての総床面積供給量、総活動量そして活動立地を決定する空間的相互関係を予測する。そして、この部門では、床面積の取得にかかわる競合関係が強くなるにつれて、諸活動主体にとっての床面積の供給量と需要量



出典 Urban Land-use and Transport Interaction

図21 MEPモデルの概略ブロック図

とが均衡に達するまで賃貸料の上昇を繰り返す。

一方、交通部門では、土地利用部門における空間的相互作用にもとづいて、OD交通パターン・手段分担・ネットワーク上への配分といった関係を表現する。ここで、混雑（渋滞）が起きると、手段分担において用いる交通費用が混雑に起因する費用負担の増加を考慮しながら繰り返し計算される。なお、このMEPモデルにおけるモデル構造は、概略的に図2.1で説明されている。

### (3) 提案モデルの基本構造

前述のようなMEPモデルの基本的な考え方の中で、本研究で扱う都市圏レベルの交通条件の変化に伴う圏域構造の変化予測という課題との関係で特筆すべき点を整理すれば、以下のようである。

まず第1に、当然のことながら土地利用と交通との相互作用を明示的に表現するモデル構造を前提としている点である。これは、モデル構築の段階に応じて交通部門と土地利用部門を独立的に同定化することも可能であり、適用上の広がり特徴ともいえる。

第2点としては、このモデルは、床需給関係を内生化した立地均衡モデルである点があげられる。従来のローリモデルのように（床）面積が、面積制約的な外生変数として用いられる場合と異なり、賃貸料を介した需給バランスを表現できる変数として機能する。

そしてMEPモデルの第3番目の特徴として、賃貸料（rent）の導入による土地市場モデルの表現があげられる。もちろん、とくにわが国のような大都市圏への過集積の状況下で、こうした賃貸料がすべての立地主体に共通に土地市場で機能すると仮定できるかどうかといった問題もあるが、少なくとも床取得にかかわる経済負担力に見合ったゾーン立地をモデル表現する1つのツールとして用いることにする。これら3点は、いずれも従来のローリモデル型のような土地利用モデルにはない考え方であるといえ、それがMEPモデルを用いた最大の理由である。

本分析では、このようなMEPモデルをもとにして、経済効果分析に供する土地利用・交通モデルの構築を目指す。より操作性を高める工夫およびデータの制約等からオリジナルなMEPモデルとは異なった定式化を行っている。主な変更点は以下の通りである。

1) 交通モデルの外生化・・・交通と土地利用との相互関係は、このモデルの基本構造を成しているが、提案モデルでは、交通条件の所与のデータとして外生化して、交通条件の変化が土地利用へ及ぼす影響は表現可能であるが、その逆の土地利用変化が交通に及ぼす影響は内生化されていない。これは、モデルの全体設計と実用的検討の主旨を考慮して決めたものであり、所要時間は、阪神高速道路網を中心としたネットワークに関する交通量配分シス

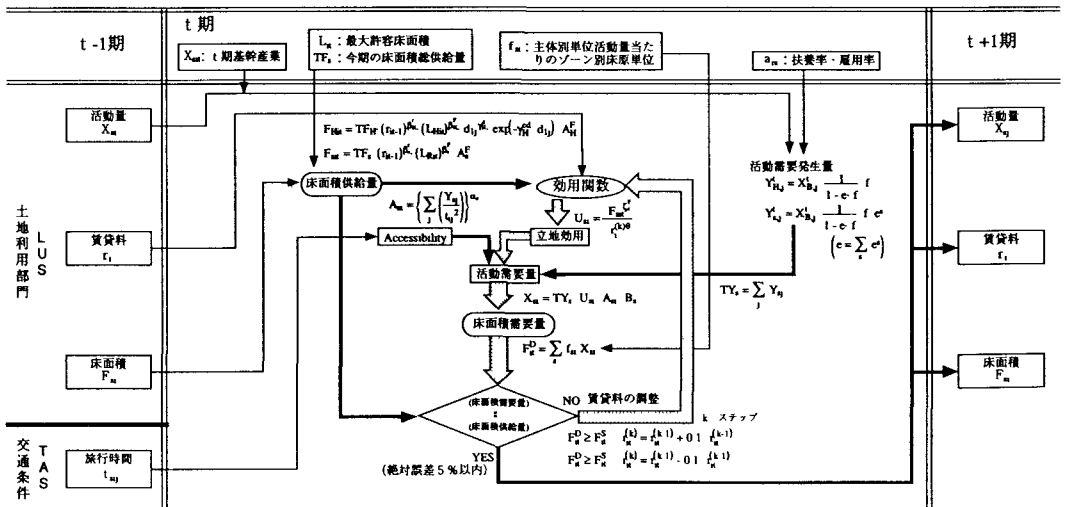


図2.2 提案モデルのフロー図

テムとの連動によって与えられる。

2) ゾーン活動需要流動量の算定式・・・MEPモデルにおけるオリジナルな定義に従おうとしても現実的にデータ対応がうまくいかない場合がある。特に、この活動需要量の算定は全体の適合度に大きく関係するために、活動立地に関する効用関数に対して集計的なゾーンの評価式を用いた形式へ変更している。また、立地魅力度は、アクセシビリティという考え方を導入している。オリジナルなMEPでは、個人の床取得にかかわる最適化問題を活動需要量の決定方法の考え方として用いている。しかしながらモデルで表現すべき活動需要量とはゾーン単位の集計量であるため、ここでは、モデルの操作性を高める意味でも集計的なゾーンに対する評価式の形式で定式化することにした。

3) 床面積供給に関する都心ゾーン・・・床面積供給量の算定式において、近畿圏の中で大阪都心ゾーンは、それ以外の郊外ゾーンに比べ活動主体の立地メカニズムパターンが極端に違っている。そこで、提案モデルでは、大阪都心ゾーンの床面積供給量だけは外生化して、大阪都心ゾーンを除外した圏域において定式化を行っている。

4) 賃貸料の調整方法・・・賃貸料は、基本的には床面積の需給のバランスによって調整する。この点については、オリジナルなMEPモデルと変わりはない。本来MEPモデルでは、床面積の需給のバランスを直接的な調整方法を用いていたが、今回モデルは、一定の値を増減しながら段階的調整を行っている。これは収束性を安定させることと、前期の賃貸料を初期値としながらそれをベースとして今期の賃貸料が決定づけられる利点を有するからである。

5) 投入産出係数に関しては、従来のローリモデル等によく用いられている扶養率、雇用率によって代用した。

図2.2に今回構築したモデルのフローを示す。

### 3. 対象圏域と立地主体の設定

ここで対象圏域は、今後の都市高速道路の整備計画に関連する地域をできるだけ網羅した範囲に設定する必要がある。具体的には、大阪府全域と兵庫県

、京都府、滋賀県、奈良県、和歌山県の2府4県とし、そのゾーニングは、図3.1に示すように域内ゾーンは第3回京阪神PT調査時の中ゾーンをもとにした69ゾーンであり、域外ゾーンについては20ゾーンである。なお、具体的な域外ゾーンの区分方法としては、地域の生活圏域の大きさ（平成元年度「地方生活圏要覧」地域財団法人地域開発研究所 監修建設省建設経済局参照<sup>14)</sup>）をベースにゾーニングを行った。また、現況再現、将来予測の際にはこの89ゾーンの25ゾーンに集約した形での検討を行っている（図3.1参照 なお、大阪市・京都市の加色は図の拡大を意味する。）。

活動立地主体は多種多様の業種にわたるが、それら一つ一つを活動主体として分析することは困難であり、また立地傾向の把握や立地変化の読み取りも難しいので、各業種を集約しておくことにする。そこで本研究では、これまでの経済効果分析事例（前掲<sup>12)</sup>）を参考にして、産業部門の基幹産業（Basic）、非基幹産業部門（Retail 1～Retail 3）の3主体の4分類と、これに世帯（Household）をプラスした合計5部門とした（表3.1参照）。

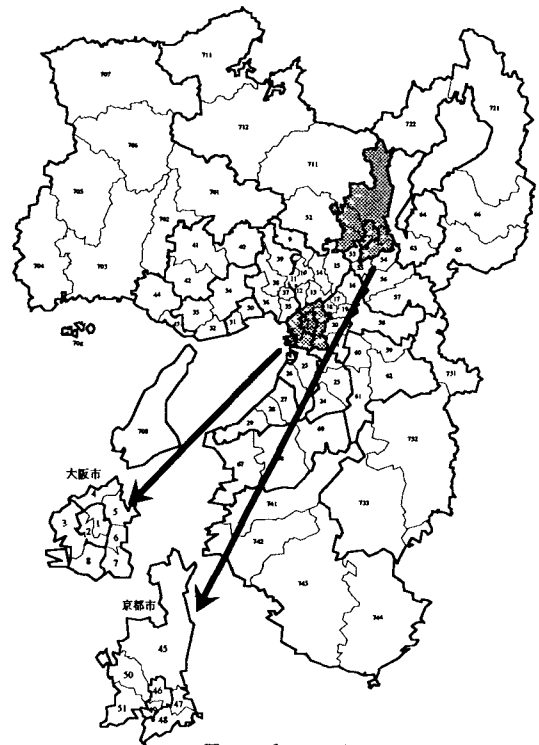


図3.1 ゾーニング

表3.1 各主体の業種分類

| 世帯部門    | Household                     |
|---------|-------------------------------|
| 基幹産業部門  | 農業                            |
|         | 林業                            |
|         | 漁業・水産業                        |
|         | 鉱業                            |
|         | 建設業                           |
|         | 製造業                           |
| 非基幹産業部門 | 電気・ガス・水道・熱供給業                 |
|         | 国家事務                          |
|         |                               |
| 非基幹産業部門 | Retail1 卸売・小売業                |
|         | Retail2 金融・保険業<br>不動産業<br>運輸業 |
|         | Retail3 サービス業                 |

#### 4. ゾーン活動量推定式の定式化

このモデルの土地利用部門に着目すると、床面積に関する立地競争は賃貸料を操作変数として表現されている。床面積量の供給側に関して図4.1に示すように、この賃貸料、最大許容床面積等を説明変数とした算定式を定義する。この式は、立地主体別に各ゾーンの床面積供給量が主体別総床面積を当該ゾーンの相対的魅力度（(t-1)期の賃貸料、t期の最大許容床面積）によって配分されることを示す。各主体によって立地する立地パターンに差異があるため、世帯部門、非基幹産業部門のそれぞれに対応する定義式を定めた。この中で、世帯部門の床面積供給量式にはガンマ関数を導入している。これは、都心ゾーン（ゾーン1,2）の過大評価の解消、言い換

○世帯部門

$$F_{sit} = TF_{it-1} \cdot (r_{it-1})^{\beta_{it-1}^F} \cdot (L_{sit})^{\beta_{sit}^F} \cdot d_{ij}^{\gamma_{it-1}^d} \cdot \exp(-\gamma_{it-1}^{cd} \cdot d_{ij}) \cdot A_{it-1}^F$$

調整係数： $A_{it-1}^F = \sum_i \frac{1}{(r_{it-1})^{\beta_{it-1}^F} \cdot (L_{sit})^{\beta_{sit}^F} \cdot d_{ij}^{\gamma_{it-1}^d} \cdot \exp(-\gamma_{it-1}^{cd} \cdot d_{ij})}$

○非基幹産業部門

$$F_{sit} = TF_{it-1} \cdot (r_{it-1})^{\beta_{it-1}^F} \cdot (L_{sit})^{\beta_{sit}^F} \cdot A_{it-1}^F$$

調整係数： $A_{it-1}^F = \sum_i \frac{1}{(r_{it-1})^{\beta_{it-1}^F} \cdot (L_{sit})^{\beta_{sit}^F}}$

$F_{sit}$ ：S主体、iゾーン、t期の床面積  
 $TF_{it-1}$ ：S主体の総床面積  
 $r_{it-1}$ ：iゾーン、(t-1)期の賃貸料  
 (円/1世帯 or 1従業員、1m<sup>2</sup>、1ヵ月)  
 $L_{sit}$ ：S主体、iゾーン、t期の最大許容面積  
 $d_{ij}$ ：都心ゾーン（ゾーン1）から  
 各ゾーンまでの旅行時間（分）  
 $\beta_s^F, \beta_s^d, \gamma_{it-1}^d, \gamma_{it-1}^{cd}$ ：パラメータ（S主体）

図4.1 床面積供給量算定式

えればドーナツ化現象をモデルで表現するためである。すなわち、大阪都心からの所要時間距離でみた世帯の立地におけるピーク地点を求めておき、それとガンマ関数のピークがあてはまるパラメータを与えることにより、世帯における床面積を圏域の構造に一致させようとしている。

また、この最大許容床面積は、本来のMEPモデルでは、世帯部門、非基幹産業部門の計4主体に関して同一のデータを使用しそれらが床面積を争奪する形式であったが、本モデルにおいては、世帯部門と非基幹産業部門とでデータを分割した。これは、世帯部門の都心ゾーンでの床面積の取得を抑制させるためである。なお、このことによって結果として世帯部門は独自に床面積の各ゾーンの配置量が定まり、一方、非基幹産業部門については、最大許容床面積の残りに対して3主体間で配分量が決められることとなる。

一方、活動需要量を最終的に求めるために、図4.2に示すようにゾーン活動需要流動量の算定式の定式化を行った。なお、オリジナルなMEPモデルでは、この部分を魅力度と立地効用に関する別個の式から評価しているが、ここでは、以下に示すような重力モデル型の構造式によって推定することを試みた。また、ここでの基本としては、アクセシビリティ

Accessibility： $A_{si} = \sum_j \left( \frac{Y_{sj}}{l_{ij}^2} \right)^{\alpha_s}$  効用関数： $U_{si} = \frac{F_{si} \zeta_s^F}{r_i \theta_s}$

総活動需要発生量： $TY_s = \sum_j Y_{sj}$

↓

今期のゾーン活動需要量： $X_{si} = TY_s \cdot U_{si} \cdot A_{si} \cdot B_s$

調整係数： $B_s = \sum_i \frac{1}{U_{si} \cdot A_{si}}$

$A_{si}$ ：アクセシビリティ  
 $TY_s$ ：総活動需要発生量  
 $U_{si}$ ：効用関数によって決めるS主体  
 にとつてのiゾーンの魅力度  
 $l_{ij}$ ：i-j間距離抵抗（自動車のt<sub>ij</sub>を利用）[分]  
 $r_{it}$ ：iゾーン、(t-1)期の賃貸料  
 (円/1世帯 or 1従業員、1m<sup>2</sup>、1ヵ月)  
 $F_{sit}$ ：S主体iゾーンの床面積 [m<sup>2</sup>]  
 $X_{si}$ ：S主体iゾーンの活動立地量  
 (世帯数or従業員数)  
 $\alpha_s, \zeta_s^F, \theta_s$ ：パラメータ（S主体）

図4.2 ゾーン活動需要量算定式

ティ (Asi) 指数を魅力度として導入している。次に、オリジナル MEP モデルで S 主体の活動需要 Ysj を各ゾーンに配分しそれを j ゾーン側でサムアップして Xsi を求めているものを、本モデルでは、床面積供給量式の TFs を全ゾーンに配分すると同様に、一旦算出された Ysj を各主体で合計して TYs (総活動需要発生量) としてから、これを効用関数とアクセシビリティによって各ゾーンに配分する形式をとることにする。

5. パラメータ推定結果の検討

表 5.1 は、床面積供給量算定式に関するパラメータ推計結果である。2 つの変数に関する符号条件は満たされ、かつ重相関係数についても比較的良好な値が得られた。

ここで賃貸料のデータは、家計調査年報から得られるものを用いた。この床面積供給量 (Fsi) は、(土地利用面積) × (容積率) で定義することにし、このモデルでは床の開発余地や開発利潤に相当する変数を説明変数とする回帰式によってパラメータ推計される。その際、用いられる変数のうち最大許容床面積 (Lsit) は、開発可能敷地面積 (居住地面積 + 田畑 + 荒地) に容積率を乗じた値を用いることとする。

一方表 5.2 は、ゾーン活動需要流動量についての

結果を示す。(ここで賃貸料の係数である  $\theta_s$  は -1.0 に固定をしてパラメータ推計をしている。) これらより、世帯部門および非基幹産業部門の各主体とも算定式の重相関係数が 0.9 以上と良好な相関を示し、また符号条件も満たしている。

床面積とアクセシビリティの係数である  $\zeta_{ss}^F$  および  $\alpha_s$  は、1980 年、1985 年と両時点ともに 1.30 ~ 1.50、0.60 ~ 0.75 と安定した値を示している。これまでのいくつかのトライアルに比べてゾーン活動需要流動量算定式における高い推計精度が得られたので、本モデルにおける高精度の現況再現性が期待できる結果といえる<sup>15)</sup>。

表 5.2 ゾーン活動需要量算定式のパラメータ推計結果 (その 1)

| 1980年          | 世帯部門            | 非基幹産業部門         |                 |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                |                 | Retail1         | Retail2         | Retail3         |
| $\zeta_{ss}^F$ | 1.38950 (13.88) | 1.29127 (16.28) | 1.21080 (18.79) | 1.45117 (15.97) |
| $-\theta_s$    | -1.00000        | -1.00000        | -1.00000        | -1.00000        |
| $\alpha_s$     | 0.66070 (6.943) | 0.75236 (8.281) | 0.66120 (6.558) | 0.71899 (8.182) |
| 重相関係数          | 0.925           | 0.937           | 0.952           | 0.931           |

(その 2)

| 1985年          | 世帯部門            | 非基幹産業部門         |                 |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                |                 | Retail1         | Retail2         | Retail3         |
| $\zeta_{ss}^F$ | 1.45046 (13.06) | 1.38703 (16.47) | 1.29465 (18.80) | 1.54130 (15.12) |
| $-\theta_s$    | -1.00000        | -1.00000        | -1.00000        | -1.00000        |
| $\alpha_s$     | 0.63694 (5.494) | 0.70869 (6.663) | 0.58715 (5.004) | 0.68583 (6.406) |
| 重相関係数          | 0.914           | 0.935           | 0.950           | 0.922           |

( ) 内は t 統計

表 5.1 床面積供給量算定式のパラメータ推定結果

(その 1)

| 1980年            | 世帯部門            | 非基幹産業部門         |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  |                 | Retail1         | Retail2         | Retail3         |
| $\beta_s^r$      | 0.88374 (11.93) | 0.92727 (11.57) | 1.32166 (12.00) | 0.80856 (11.29) |
| $\beta_s^F$      | 0.48323 (7.26)  | 0.61414 (8.36)  | 0.67963 (6.74)  | 0.50747 (7.73)  |
| $\gamma_n^d$     | 0.00490         |                 |                 |                 |
| $-\gamma_n^{cd}$ | -0.00010        |                 |                 |                 |
| R                | 0.802           | 0.814           | 0.809           | 0.803           |
| 観測値              | 87              | 87              | 87              | 87              |

(その 2)

| 1985年            | 世帯部門            | 非基幹産業部門         |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  |                 | Retail1         | Retail2         | Retail3         |
| $\beta_s^r$      | 0.88967 (16.85) | 0.91739 (15.71) | 1.26710 (15.69) | 0.79329 (15.67) |
| $\beta_s^F$      | 0.63195 (11.48) | 0.74525 (12.08) | 0.86100 (10.09) | 0.61483 (11.49) |
| $\gamma_n^d$     | 0.00495         |                 |                 |                 |
| $-\gamma_n^{cd}$ | -0.00010        |                 |                 |                 |
| R                | 0.882           | 0.880           | 0.871           | 0.876           |
| 観測値              | 87              | 87              | 87              | 87              |

( ) 内は t 統計

注) 都心ゾーン外生化のために除外

6. 本モデル適用による現況再現性の検討

前述のように京阪神都市圏の域外を含む 89 ゾーンに対して提案モデルの適用を行った。なお適用時点は、1980 年と 1985 年の 2 時点とし、それぞれ初期年にあたる入力データは、適用時点の前期における実績値を用いることとする。例えば、1980 年モデルには、1975 年の活動立地、利用面積および賃貸料の初期値をそれぞれ与え、さらに 1980 年データとして、各パラメータ値、基幹産業従業者数、等をデータとして用いている。モデルの収束条件は、各ゾーンの床面積と賃貸料が変化がないときに収束したと判定している。

表 6.1 ~ 表 6.3 は、提案モデルによる現況再現性の全体的な結果である。

1) 本モデルによる活動立地量の現況再現性は、1980 年、1985 年と 2 時点で行った。まず 1985 年の

表6.1 MEPモデルによる活動立地量の現況再現性 (1980年)

| 1980年                    | House hold | Retail1 | Retail2 | Retail3 |
|--------------------------|------------|---------|---------|---------|
| 行々推定値<br>(世帯数)<br>(従業者数) | 5832725    | 1801318 | 413046  | 837543  |
| 実績値<br>(世帯数)<br>(従業者数)   | 5904691    | 1830190 | 410182  | 876920  |
| 絶対差<br>(世帯数)<br>(従業者数)   | -71966     | -28872  | 2864    | -39377  |
| 相対誤差 (%)                 | -1.22      | -1.58   | 0.70    | -4.49   |
| 相関係数(25ゾーン単位)            | 0.802      | 0.896   | 0.884   | 0.761   |
| 相関係数(89ゾーン単位)            | 0.764      | 0.887   | 0.921   | 0.768   |

表6.2 MEPモデルによる活動立地量の現況再現性 (1985年)

| 1985年                    | House hold | Retail1 | Retail2 | Retail3 |
|--------------------------|------------|---------|---------|---------|
| 行々推定値<br>(世帯数)<br>(従業者数) | 6243474    | 1917529 | 459139  | 942418  |
| 実績値<br>(世帯数)<br>(従業者数)   | 6286454    | 1932846 | 456052  | 983924  |
| 絶対差<br>(世帯数)<br>(従業者数)   | -42980     | -15317  | 3087    | -41506  |
| 相対誤差 (%)                 | -0.68      | -0.79   | 0.68    | -4.22   |
| 相関係数(25ゾーン単位)            | 0.895      | 0.933   | 0.929   | 0.781   |
| 相関係数(89ゾーン単位)            | 0.865      | 0.909   | 0.940   | 0.774   |

結果は1980年のそれに比べて、比較的に良好である。(具体的に相関係数でみて見ると、1980年モデルの0.85前後であるのに対して1985年モデルでは0.90前後となっている。)

2) 活動需要流動量算定式では、パラメータ推計結果が、2時点ともに相関係数0.920前後であった。これに対して、床面積供給量算定式では、1985年モデルが0.88前後に対して1980年モデルは0.80前後であった。このことは上述の1980年の全体の現況再現性低下の原因の一つといえよう。

3) 各主体別では、2時点とも、非基幹産業部門のRetail3であるサービス業の適合度が他の主体に比べて見劣っている。圏域全体での相対誤差も他の主体が1%あるかないかであるのに対して、Retail3は4%と少し悪い状況である。

4) なお、表6.3は、従来のローリモデル型にはないMEPモデル独自の内性変数といえる床面積および

表6.3 MEPモデルによる床面積および賃料の現況再現性：相関係数 (1980年および1985年)

|                       | Household | Retail1 | Retail2 | Retail3 |
|-----------------------|-----------|---------|---------|---------|
| 1980年床面積<br>(25ゾーン単位) | 0.770     | 0.873   | 0.867   | 0.855   |
| (89ゾーン単位)             | 0.739     | 0.886   | 0.907   | 0.785   |
| 1985年床面積<br>(25ゾーン単位) | 0.872     | 0.912   | 0.917   | 0.876   |
| (89ゾーン単位)             | 0.846     | 0.910   | 0.929   | 0.807   |
| 1980年賃料               |           |         | 0.821   |         |
| 1985年賃料               |           |         | 0.761   |         |

賃料に関する現況再現性の結果を示したものである。この中で、賃料に関する適合度が他に比べてやや悪いゾーンを含んでいることがわかる。これは、賃料が前期の値を初期値としながらモデルの収束計算の中で調整係数として変化するために、ゾーンによって不安定な解として推定される場合があるためと考えられる。

図6.1は、1985年の実績立地量とモデルによる推定立地量を横軸に立地量の実績値、縦軸に推定値をとり、それぞれプロットしたグラフである。またそれぞれの活動主体別に、プロットされた値について直線回帰を行った結果をグラフ上に直線で示している。

非基幹産業部門のRetail3の回帰直線は1:1のラインより傾きが小さくなっており、やや過小評価に推計されていることを示し、一方Retail1, Retail2は、それとは逆に1:1のラインより傾きが大きく過大評価の傾向にある。全体的に、非基幹産業部門の各主体とも相関係数は0.8以上と良好な結果といえる。世帯部門に関しても相関係数は0.87とまずまずの結果といえる。

一方図6.2は、世帯部門に関してその相対誤差を集約ゾーンレベルで図示したものである。(ここで相対誤差とは、モデルによる各ゾーンの推定値から実績値を差し引いて求めた残差を実績値で除した値のことを指す。) この図より過大評価を示すゾーンが4ゾーン程度あるが、ほとんどゾーンが絶対誤差

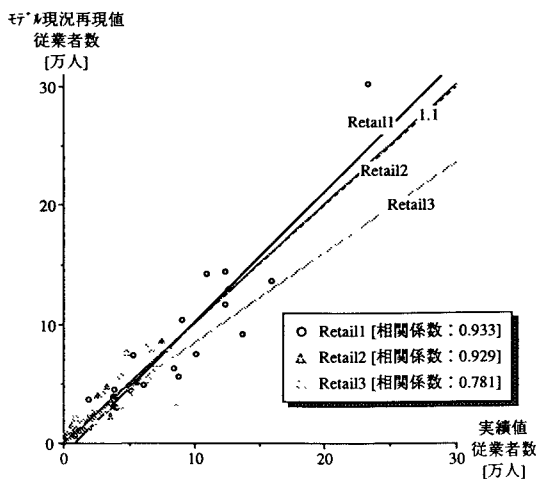


図6.1 非基幹産業部門における実績値およびモデルの現況再現値プロット図 (1985年)

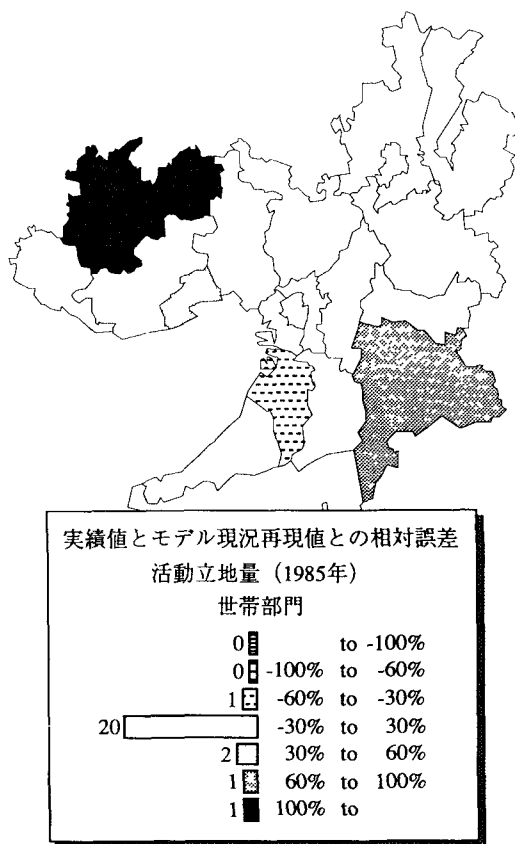


図6.2 世帯部門における活動立地量の相対誤差 (1985年)

30%以内でありこれも良好な結果といえる。

## 7. 提案モデルによる将来ケーススタディ

### (1) ケーススタディの考え方

ここでは、これまで現況再現性を検討してきた提案モデルを用いて、圏域における将来の交通条件および基幹産業部門の立地動向等の変化に伴い、世帯数および非基幹産業部門従業者数がどのように影響を受けるかについて実証的に検討する。これは、将来の都市高速道路建設に伴う整備効果がどの活動主体に、さらにどのゾーンに帰属するかという地域帰属問題を考える上で不可欠な課題である。また、整備効果分析・評価モデルとしての有効性を検証する上でもこのようなケース・スタディの意義は大きい。

さて、ここでのケース・スタディの考え方であるが、基本的には都市高速道路のネットワークとしての整備基準の差異とそれぞれに対応する圏域構造

(世帯と従業者の立地と配置)との関係、整備効果の地域帰属が圏域の都市圏構造の変化にどのように影響するかを眺めていくことにする。

なおMEPモデルは、土地利用モデルと交通モデルの2つのプログラムから成り立っており、交通モデルから求められた旅行時間 ( $T_{ij}$ ) を用いることによって本来リカーシブなシミュレーションが可能である。

しかし、今回のモデルでは、旅行時間 ( $T_{ij}$ ) を交通配分システムより得たデータを外生的に与えているが、5年毎のOut Putを得ていないのでリカーシブな将来推計でなく平成22年(2010年)への直接的な予測を行っている。

具体的な検討ケースは以下の3ケースであり、ケース2とケース3で将来の都市高速道路網整備水準に差異を考慮している。

ケース1: 現況ネット (現況再現値)

ケース2: 基本ネット (計画既定網整備による将来値)

ケース3: フルネット (将来構想網整備による将来値)

図7.1は、これらのケースにおけるネットワークを示す。ここで基本ネットとは、阪神高速道路の計画既定路線を中心とした整備網を指し、京都地区の供用開始、大阪池田線、北神戸線、東大阪線の各延

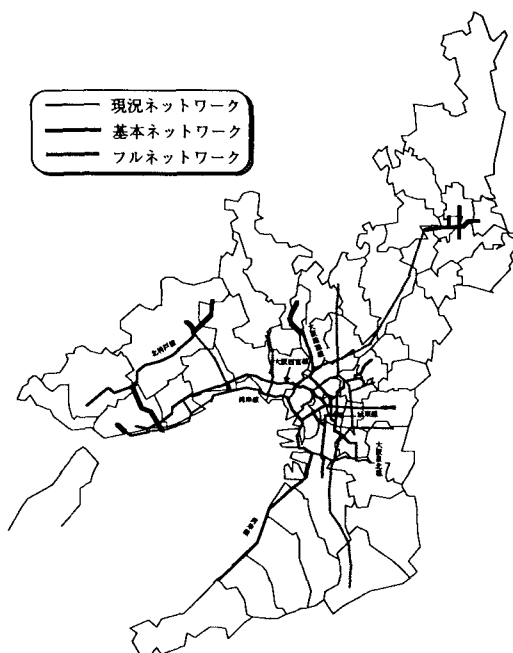


図7.1 将来構想ネットワーク

伸、そして神戸山手線などが含まれる。また、フルネットとはこれに加えて、大阪京都線、第二環状線、北大阪・大阪泉北線といった新たな主要軸が整備された将来構想網を指す。

また、ケース1は現況ネットにおける現況再現値であり、次項で行うケース1とケース2の比較に用いる。

## (2) ケース1とケース2との比較

ここでのケース間比較の意図は、計画既定網レベルの整備水準のもとで将来時点における基幹産業部門従業者数の配置が外生的に与えられたときの圏域構造の変化を明らかにすることにある。

ここで、基幹産業部門従業者数の将来値(平成22年)は、近畿圏における各種人口フレームの伸び率(H22/H2)を調べ、現況時点で基幹産業部門従業者数と最も相関の高い従業人口における伸び率を用いて将来値を算出している。(なお、他の外生データとしての総床面積量に関しても近畿圏全体の従業人口の伸び率を用いて将来値を求めている。)

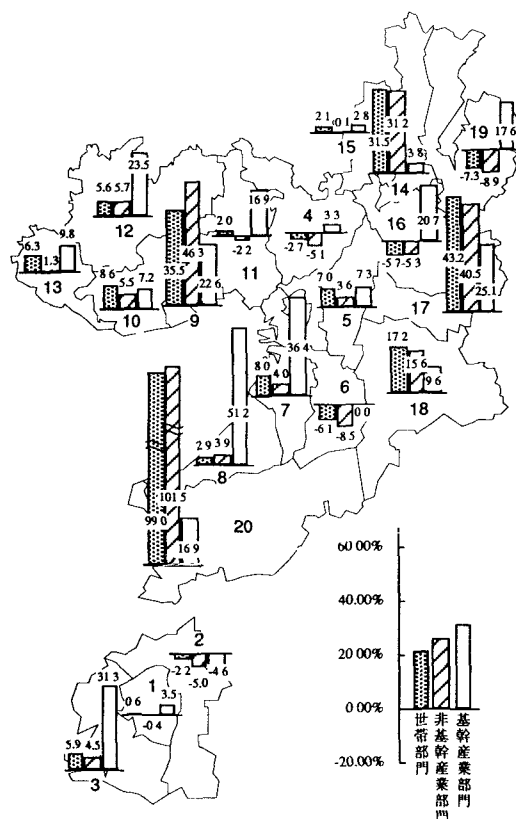


図7.2 1985年現況再現値と基本ネットワーク将来値の相対的増減

図7.2は、現況再現値(ケース1)に対する計画既定網におけるゾーン間所要時間を用いたときの平成22年(将来時点)の推計値(ケース2)の変化率を示したものである。

基幹産業部門は全体で10.6%(約62万人)の増加のうち、上位5位の増加ゾーンで全体の約50%34.6万人の増加量を占め、これらは大阪湾岸エリアのゾーンから成る。

一方、世帯部門および非基幹産業部門は、伸び率は両者とも12.4%で増加量としては世帯部門77.7万世帯、非基幹産業部門41.1万人となっている。これらの増加を主として担うゾーンも共通しており、兵庫域外と和歌山域外の2つの域外地域と域内の5ゾーン(神戸市南部(ゾーン9)、和歌山(ゾーン20)、京都市中心部(ゾーン14)、東南奈良(ゾーン18)、そして奈良生駒(ゾーン17))から成る。

これより、外生的に与えられる基幹産業部門と他の内生変数である世帯部門と非基幹産業部門のそれぞれの立地量変化パターンを比較すると、基幹産業部門の湾岸エリアに集中した伸び率(増加量)に対して、世帯部門と非基幹産業部門はどちらかと言えば圏域の周辺部地域における増加が目立っていることがわかる。これらの傾向は、基本的には、周辺地域における床面積供給量の増加あるいは開発余地量によるところが多いことを示唆している。また、交通条件の変化が及ぼす影響としては、京都地区および奈良方面、そして神戸市南部において新規路線の整備によって世帯数と非基幹産業部門従業者数の増加を読み取ることができる。

## (3) ケース2とケース3との比較

次に、外生的な基幹産業部門従業者数の与え方は同一のもとで将来のネットワークの整備レベルの差異による圏域構造の変化を比較検討していくことにする。前述のようにケース2は計画既定網の整備水準に対して、ケース3は将来構想網というべきフルネットを仮定している。図7.3は、これらケース間比較の1つの見方として各主体ごとの各ゾーンにおける相対的な増減率を示している。

このケース間比較は、言わば同じ大きさのパイの分け方の違いを眺めていることになり、交通条件の変化がどのような各ゾーンのシェアに影響を与えた

かを評価できる。

この図より、世帯部門と非基幹産業部門とは共通した増減パターンを示すので、以下では、この増減率の特徴にだけ注目していくことにする。まず増加しているゾーンは、大阪都心（ゾーン1）、神戸市南部（ゾーン9）、京都市中心部（ゾーン14）の核都市、圏域の周辺地域に位置する泉南（ゾーン8）、東幡臨海（ゾーン13）、そして北東大阪（ゾーン5）、京都市周辺（ゾーン15）、阪神（ゾーン11）であり、これら以外のゾーンは逆に減少している。

この増減パターンは相対的なためにどこかのゾーンが増加すればそれだけ他のどこかのゾーンで減少することになる。今、フルネットと基本ネットとの違いを考えるとフルネット整備は文字通り、都市高速道路網が京阪神都市圏を密に連結するものであり、とくに第2環状線や大阪京都線、東神戸線によって大阪－神戸－京都の3核都市の係強化を軸

とした一体的な圏域形成が期待されているといえる。この図7.3の結果は、こうしたネットワーク整備の圏域形成に果たす機能がモデル内で働き圏域の活動立地量変化として発現したものと解釈できる。そして、ケース2からケース3への交通条件の変化は、核都市の活動レベルをより高めるとともに、周辺の副核的機能をもつ都市に対しても新たな活動集積をもたらすと考えられる。

8. 結論

本研究は、都市高速道路建設に伴う圏域の土地利用変化を的確に予測するための計量システムの開発を目的として、MEP型土地利用・交通モデルの構築を行うとともに、都市高速道路の整備水準の差異による整備効果の地域帰属の計量化ならびに圏域構造の変化予測を試みたものである。

本研究の前半部にあたるMEP型土地利用・交通モデルの構築については、提案モデルがオリジナルなMEPモデルの構造を必ずしも忠実に再現してはいないものの、従来のローリモデルでは表現できない床面積需給関係のような立地均衡の考え方を導入したこと、また現況再現性の結果から実用的な整備効果の分析ツールとしての有効性についても確認でき一応の成果を得たと考えられる。（また本論文では十分な検討ができていないが、将来予測の中でモデルの疑似動学的な扱いも可能となっており、今後の課題といえる。）

一方、後半部のケース・スタディは、整備効果の地域帰属を計量的に把握することを目的として圏域形成からの予測を積極的に行っていくことを意図した検討であった。

本論文で示したケース間比較のアウトプットはこの検討の一部であるが、他に種々の検討方法もあることも明らかである。こうした整備効果の評価問題は、経済効果全般にわたる重要な課題であるといえ、今後、この計量システムをより洗練化する上でもさらにケース・スタディの議論を深めていく必要があるだろう。

<謝辞>

本研究を遂行するにあたり、モデル入力データの収

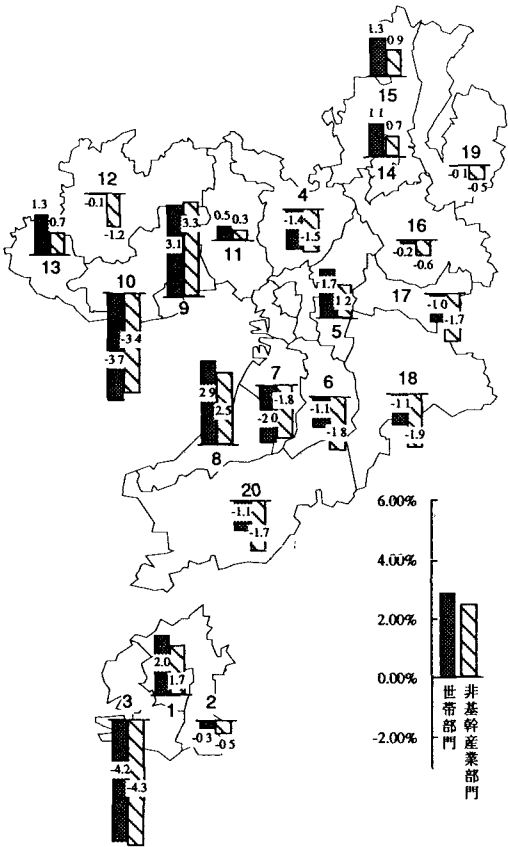


図7.3 基本ネットワーク将来値とフルネットワーク将来値との相対的増減

集等に協力していただいた阪神高速道路公団調査課吉田聡氏、ならびにモデル構築の計算にあたって労を惜しなかつた(株)地域・交通研究所 米田英雄氏、そして山梨大学大学院生 植北浩典氏に対して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 阪神高速道路公団(1993年):「阪神高速道路料金体系研究業務報告書」
- 2) 阪神高速道路公団(1994年):「阪神高速道路料金体系研究業務報告書」
- 3) Webster, F. V. et al. (Editors): LAND-USE/TRANSPORT INTERACTION: POLICIES AND MODELS, Avebury, UK, 1988
- 4) Lowry, I.S.: MODEL OF METROPOLIS, Rand Corporation, Santa Monica, California, 1964
- 5) F Vernom Webster: An International Study on Land-Use/Transport Modeling, PROC. OF JSCE No.419/4-13 July, pp.1.-20, 1990
- 7) 中村英夫・林良嗣・宮本和明:「広域都市圏土地利用交通分析システム」土木学会論文報告集、第335号 pp.141~153 1983

- 8) 阿部宏史:「広域都市圏における土地利用モデルの開発と応用に関する研究」, 京都大学学位論文
- 9) 青山吉隆:「土地利用モデルの歴史と概念」土木学会論文集、No.347 pp 19~28 1984年
- 10) 柏谷増男、安藤朝夫:「住宅立地均衡理論からみた立地余剰配分モデルの考察」土木学会論文集、第407号/4-11 pp.139-145 1989年7月
- 11) 宮本和明・天野昇・野網孝之:「ランダム効用と付け値分析に基づく土地利用モデル(RURBAN)の検討と改良」土木計画学研究・講演集、No.17 pp.511-514 1995年1月
- 12) 上田孝行・中村英夫・赤土大介・Hasib.M.A HSAN:「交通・立地分析モデルによる鉄道新線整備の影響分析」土木計画学研究・講演集、No.17 pp 131-134 1995年1月
- 13) 佐佐木綱・西井和夫:「都市高速道路建設に伴う経済効果の地域帰属に関する研究」土木学会論文報告集、pp.91-101 1982, No 326
- 14) 財団法人地域開発研究所:「地方生活要覧」建設省建設経済局監修、1988年
- 15) 西井和夫・近藤勝直・津島康弘・長谷川千明「都市高速道路建設に伴う都市圏構造形成の計量分析:MEP型土地利用・交通モデルの構築」土木計画学研究・講演集、No.17 pp.507-510 1995年1月

---

#### 都市高速道路整備に伴う都市圏構造変化の予測:MEP型土地利用・交通モデルによる

西井和夫, 近藤勝直, 戸松稔, 津島康弘

これからの都市高速道路は、大都市圏域においてその広域的ネットワーク整備によって、圏域の社会経済構造の一体的形成に供することが期待できる。本研究は、こうした都市高速道路の整備効果を交通条件の変化に伴う土地利用(世帯と従業者の立地と配置)の影響という形で計量的に予測評価するMEP型土地利用・交通モデルの構築をはかるとともに、この提案モデルを用いて将来ケーススタディを通じた整備効果の地域帰属を実証的に検討した。

It is expected that the urban expressway network broadly covering metropolitan areas can contribute to form the socio-economic structure through its strongly connecting the zones in the areas with each other. This study is concerned with development of the ME&P typed land-use transport interaction model. This model can quantitatively estimate the spatial distribution of households and employments caused by the urban expressway construction. As a case study on the proposed model, spatially distributed effects of alternative levels of service by the network improvements are empirically compared with each other.

---