

京都大学工学部 正員 吉川 和広  
京都大学工学部 正員 春名 攻  
京都大学工学部 正員 小林 梨司

1. はじめに

日本経済が従来、高度成長期から低成長期に移行した今日、都市・地域計画が重視すべきものは新たなフローではなく、高度経済成長期を通じて形成した地域構造の再編成であることは繰り返し強調されているところである。このように、都市・地域計画の基本的な視点の転換期を迎えた今日、望ましい地域構造への誘導に資する社会・経済基盤の整備への要請は相変わらず根強く、関係をもつ社会システムの構成員の各レベルから土木事業に対して多種・多様な要請が寄せられるようになってきた。

このように、本研究が対象としている地域計画問題は現象面でも評価面でも複雑な構造を呈示するようになってきた。実際の社会システムを対象とする地域計画は、数多くの個別計画により、複合的に構成されているが、このような計画問題の解決にあたっては、計画の評価の側面でも現象の側面でも合理的であるような計画モデルの構築とモデル分析を実施して、問題の解決にとって必要な計画情報を求めていくことが重要である。

我々は、このような特徴をもつ地域計画問題を多層・多階層という構造特性に着目してシステム論的に分析を加え、数理計画モデルとして定式化し、実証的な分析を行った。本稿では、このうち、大都市圏域の幹線道路網計画を対象とした数理計画モデルによる実証的分析の方法と結果をとりまとめ示すとともに、問題の解決のための計画情報の取得にとって数理計画モデルが有効な方法であることを実証的に示したいと考えるものである。

2. 地域計画問題のシステム分析の方法

都市圏全体を対象とする広域的な土木計画における計画主体は、施設を利用したりその恩恵をうける個人や企業さらには多くの階層の地域社会や各種の集団等々の複合主体である。このような計画主体は、空間的にも異なる地域に分布して存在すると同時に公共施設の存在のみならず影響効果は多種・多様である。つまり、施設を

おしよの社会・経済的な活動機能の向上がはかるといふプラスの効果と、自然的・社会的環境条件の悪化のよくなマイナスの効果が生じてくるという多様な側面を持つている。

このように、広域的な土木計画では計画主体の種類や数も多く、その実態も複雑である。また、計画内容の評価も多くの側面から多角的に行われなければならない。評価の多元性や計画主体間の評価にある競合関係の調整という問題も合理的に解決していくことが必要である。計画モデルを使ってこのような特徴をもつ計画問題の分析を効果的に行っていくためには、①計画の対象とする現象を分析目的からみとどまる限り合理的に構造論的に把握するとともに、②複雑な評価の問題もこの現象メカニズムとの関連において合理的に記述しなければならぬ。

しかし、このような合理的な分析のための要件を満たすような計画モデルは計画内容や対象とする現象が複雑にみればなるほど容易に定式化できなくなる。このため、大局的な観点から計画問題において重要な役割を果たしている構成部分に着目し、これらの構成部分の特徴やメカニズムに見合、た部分問題を同定していくことが必要である。さらに、計画問題の構成要因の分析結果の精度を計画問題全体の中で検討し、各部分問題や部分問題間の論理的・精度的な整合性についてトータルシステムという観点から十分に検討しておくことが重要である。そして、部分問題をシステム論的に分析し、全体問題の中での関連性を明らかにしていくという方法が効果的であり望ましい方法であると考えられる。このためには、計画化のウロセスを複数のステージに分割するとともに、システム分析手法を駆使することによって各ステージの機能目的を効率的に達成することが必要である。さらに、分割した各ステージ間の論理的・精度的な整合性を、たえずトータルシステムをとおして十分に検討しておくことが必要である。

以上で述べたことは、広域的な土木計画のための

システム分析の要件である。筆者らの研究グループは以上の考えに基づいて、地域計画における土木計画問題のシステム論的な分析方法に関する実証的研究を行った。ここでは、とくに京阪神都市圏における幹線道路網計画に対するシステム論的な分析を例にとり、以上で示したようなシステム論的な分析のプロセスの全体像と、その中の数理計画モデルの活用事例について述べることにする。

### 3. 広域的な幹線道路網計画問題のシステム論的分析方法の応用

大都市圏域における幹線道路網計画では、計画主体の種類も多く、計画内容の範囲も都市圏全体を対象とする広域的な視点から、個々のリンクを対象とする局所的な視点に至るまで多様なレベルにわたって行われるなければならない。一方、大都市圏域の幹線道路網も大都市圏の骨格的な流動を処理するような基本幹線道路網から、地区間の交通の処理に供せられる都市幹線道路網まで、さまざまな機能をもつ道路施設により構成される。このような複合的な特性をもつ計画問題の分析を効率的に行っていくためには、大局的な観点から計画問題の構成、計画情報の精度に着目して系統的に整理しておくことが望ましい。つまり、本研究事例では、計画問題の構成部分の特徴やメカニズムに適合した分析の空間的スケールのレベルを図-1に示すように設定し、そのうえで当該の構成部分に対応する部分問題を同定していくことが重要である。そして、以上の分析レベルに従って計画化のプロセスを構築していくことが望ましいと考える。以上の考えに基づいて作成した幹線道路網の構想計画化のプロセスを図-2に示している。このプロセスは基本的には図-2に示すような

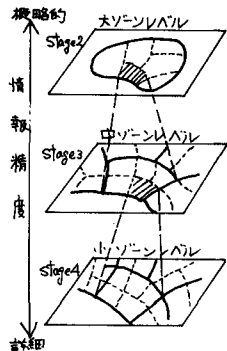


図-1 空間的分割レベル

### (1) ステージ1. (将来構想と幹線道路網の基本的な整備方針の決定のステージ)

地域の望ましい変化の方向を模索するというマクロなレベルでの政策決定の重要性が認識されている今日、計画問題の構造化を通じて、問題解決の基本的な方向づけ

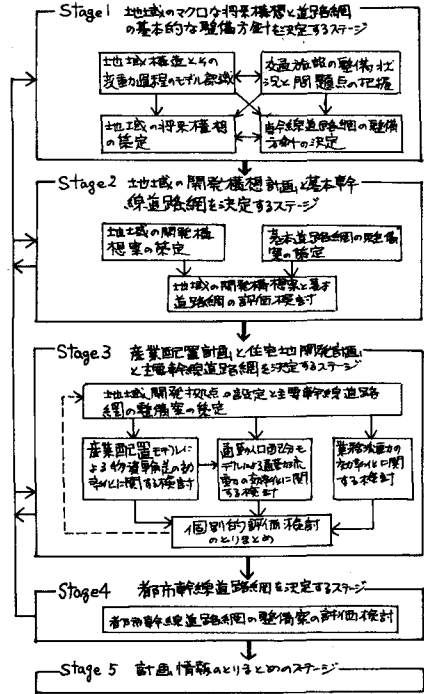


図-2 幹線道路網の構想計画化のプロセス

表-1 計画システムの構成

ステージ	分析目的	数理モデル(主要利用)	決定事項(道路網)	空間レベル
ステージ1	将来構想の決定と幹線道路網の整備方針の決定	将来構想(地域開発)	幹線道路網の整備方針	—
ステージ2	地域開発構想計画と基本幹線道路網の決定	地域開発構想計画(モデル)	基本幹線道路網	大ゾーンレベル
ステージ3	土地利用計画と主要幹線道路網計画の決定	土地利用計画(ロジック)	主要幹線道路網	中ゾーンレベル
産業配置レベル	産業配置の計画と主要幹線道路網の決定	産業配置計画	主要幹線道路網	中ゾーンレベル
交通計画レベル	交通計画の計画と主要幹線道路網の決定	交通計画	主要幹線道路網	中ゾーンレベル
土地利用計画レベル	土地利用計画の計画と主要幹線道路網の決定	土地利用計画	主要幹線道路網	小ゾーンレベル
ステージ4	都市幹線道路網の整備案の計画内容検討	(小ゾーンレベル)	都市幹線道路網	小ゾーンレベル

を行うというマクロなレベルでの将来構想の策定はますます重要になってきている。これに対して、本研究では図-3に示すように、地域の過去から現在までの地域状態を示す各種のデータから地域構造の変動状況をマクロに把握するとともに、地域構造の変動をひまひまに地域内の諸条件や運輸交通的特性を明らかにすることとする。さらに、地域構造の趨勢的な変動状況と計画目的や政策手段との関連関係をシステム論的に把握する。そして、計画目的を達成するための地域の開発・整備構想を現場の技術者・計画者の経験情報や判断、意向や関連諸計画に盛り込まれている構想を総合的に勘案しつつ策定するという方法を採用した。

(2)ステージ2 (地域の開発構想計画と基本幹線道路網の決定のステージ)<sup>3)</sup>

本ステージでは、前ステージでの検討結果を踏まえて大都市圏のマクロなレベルでの地域開発構想案や基本幹線道路網の整備案を策定し、両者の望ましい組み合わせを求め、いくというプロセスシステムを構築することとした。本ステージの計画情報化のプロセスは図-4に示す通りである。本ステージの決定事項は表-1に示したように、大ゾーンレベルでの地域開発構想案と基本幹線道路網である。つまり、本ステージの目的は、マクロなレベルでの地域の採果像や道路網の整備案を総合的な観点から決定することにより、よりミクロなレベルでの代替案の選択の幅を一次的に「しぼり込む」ことにある。このような大局的な観点からの評価、検討の結果、土地利用計画案や幹線道路網計画案の策定に伴う多くの煩雑で多様な思考や検討の幅を効果的に限定することが可能となり、ミクロなレベルでの計画問題(部分問題)の分析のねらいも絞りやすくなる。また、このように分析、検討の範囲をあらかじめしぼり込んでおくことにより、その範囲の中で本来的に非線形な社会・経済システムの諸現象も線形近似することが可能となり、その結果計画問題の重要な部分問題の分析も数理計画手法等のシステム分析手法を駆使した計画モデルの構築と計画モデルを用いた操作的なモデル分析が可能となる。さらに、ステージ2において決定した地域の開発構想案は「それに向って制御すべき地域の望ましい採果像」を示すものであり、以降のステージで行

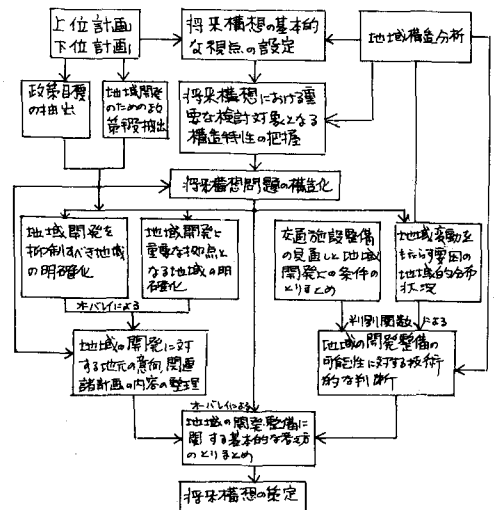


図-3 将来構想の策定プロセス

うよりミクロなレベルでの各論的・個別的な分析・検討の方向づけや評価の基準や方法を定める際の基礎となるものである。また、本ステージで得られた分析情報や決定事項は以降のステージで行われる分析・計画の入力情報となるものである。つまり、大ゾーンレベルでの地域開発構想案(採果フレーム)は、次のステージで求める中ゾーンレベルの採果フレームのコントロールトータルとしての役割を果たすこととなる。また、次のステージでは本ステージで決定した基本幹線道路網に主要幹線道路網の整備案を付加したような幹線道路網の整備案を策定するとともに、これらのフレーム案や道路網の望ましい組合せについて評価・検討することとする。

(3)ステージ3 (数理計画モデルによる土地利用計画と主要幹線道路網の決定のステージ)

一般に、大都市圏域における重要な交通流動としては、通勤流動、物資流動、業務流動がある。本ステージの目

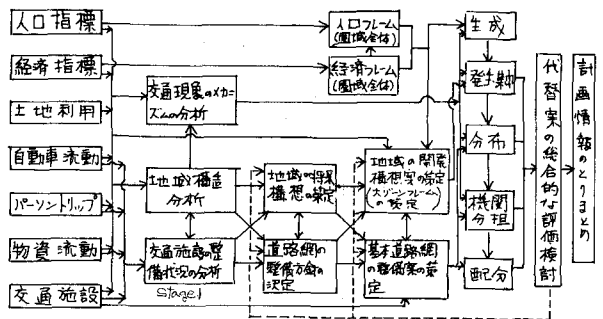


図-4 ステージ2の分析プロセス

的は土地利用計画案と主要幹線道路網の整備案の組合せの望みしをも上述の各種の流動の側面から評価・検討することにある。中ゾーンレベルにおける主要な検討対象としては、図-5に示すように通勤流動や物資流動がある。本ステージでは、このような部分問題の分析を数理計画モデルを用いて行うこととするが、本ステージの分析プロセスは図-5に示している。また、数理計画モデルによる部分問題の分析プロセスのフレームを図-6、図-7に示している。つまり、まず、ステップ1では、地元・市町村の地域開発に対する意向等を勘案しつつ、各ゾーンの工業地開発方針や住宅地開発方針を設定するとともに、主要幹線道路網の整備案を策定することとする。本ステップで設定した開発方針は、産業活動配置モデルや通勤人口配分モデルにおいて各ゾーンの活動立地量の制約式として定式化される。ステップ2では、図-6に示す産業活動配置モデルを用いて、物資流動の効率化を図るような産業活動の配置計画案を策定する。ステップ3では、図-7に示すような通勤人口配置モデルを用いて、通勤流動の効率化を図るような通勤人口配置計画案を策定する。この際、ステップ2での産業活動配置パターンは、ステップ3における通勤人口配分モデルのインプット情報となる。また、以上の部分問題の分析においては、計画変数として、主要幹線道路網の整備案をとりあげ、これらの計画変数をパラメータとしたパラメトリック分析を実施し、これらの計画変数と産業活動配置計画案や通勤人口配分計画案の望みし組合せを定めることとする。そして、ステップ4で、以上の個別的な視点からの評価・検討の結果を総合的に道路計画者の立場から道路

計画による、その解決が図らなければならない。4) ステップ4 (都市幹線道路網の決定のステージ) 本ステップでは、これまでのステージで得た分析結果をトータルシステムとの関連のもとに整理する。さらに、以上の分析結果に基づいて、最終的に小ゾーンレベルでの採択フレームを策定するとともに、四段階推定法による交通需要予測のプロセスを通じて幹線道路網計画を策定することとする。さらに、これまでのステージにおいて、複雑な計画問題に対して多面的・多角的に分析してきたとはいえ、やはりさまざまな残した問題点が存在する場合には、これまでのステージへフィードバックされることとなる。以上で、大都市圏域における幹線道路網計画に対するシステム論的な分析方法の全体像とその中での数理計画モデルの果す役割や分析目的等に関しては、以降明らかにし得たものとする。以下では、さらに、上述のプロ

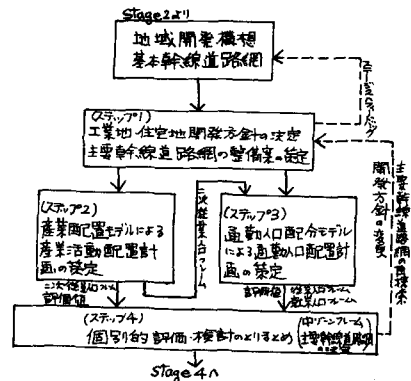


図-5 ステージ3の分析プロセス

計画情報としてとりまとめるのである。その際、ステップ2とステップ3の評価・検討の結果の間にConflictが生じた場合はステップ1にフィードバックされることとなる。つまり、ステップ1で設定された地域開発方針や幹線道路網の整備案の再探

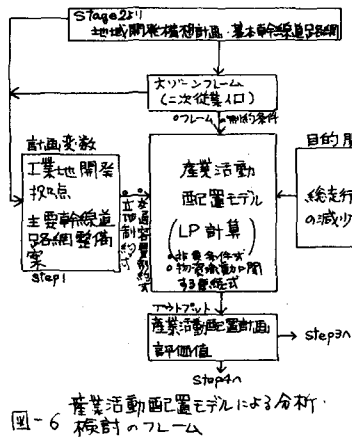


図-6 産業活動配置モデルによる分析・検討のフレーム

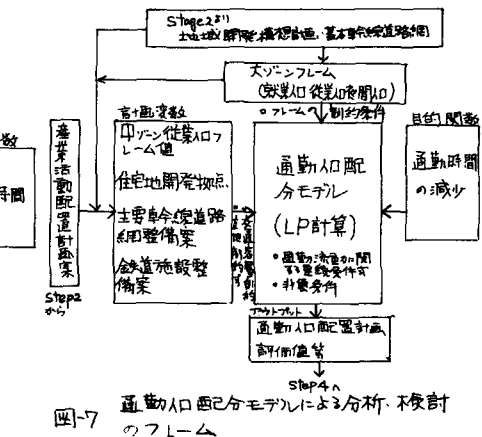


図-7 通勤人口配分モデルによる分析・検討のフレーム

セスの中にも、特に数理計画モデルを用いた土地利用計画案や主要幹線道路網を決定するステージをとりあげるときにも、当該ステージにおける数理計画モデルの内容やモデル分析の方法について示すこととする。

4. 数理計画モデルによる幹線道路網計画問題のシステム分析

△分析

(1) 産業活動配置計画問題に関するシステム分析

近年の深刻化した交通問題を本格的に解決するためには、各種の都市活動の配置状況を交通現象の効率化という側面から積極的に再検討するとともに、これらの都市活動の望ましい配置状況と整合のとれるような幹線道路網の整備計画を策定していくことが必要である。本研究では大都市圏域での重要な流動である物資流動に着目し、物資流動の効率化が達成できるような望ましい産業活動の配置案と幹線道路網の組み合わせを規範的に求めるための数理計画モデル(産業活動配置モデル)を定式化する。その際、計画変数として、主要幹線道路網の整備案をとりあげ、これらの計画変数を変化させてモデル分析を行い計画変数と産業活動配置計画案の望ましい組み合わせを求めていくこととした。

さて、計画モデルの定式化は以下に示すとおりである。モデル化のための前提条件はつぎのようである。

- ① 産業活動の配置の対象とする都市圏を区一に示す中ゾーンレベルゾーン分割する。
- ② 大ゾーンレベルでのフレーム値は区一に示すステージ2で決定されていると考へ、本モデルを用いて求める中ゾーンレベルでの活動配置に対してコントロールトータル役割を果たす。
- ③ 産業活動を計画的配置可能な業種とそうでない業種に区分し、本モデルでは前者を配置の対象としてとりあげる。

物資流動の連続条件式

$$\sum_s X_{ij}^{sr} = A_{ij} \sum_{r \in (C_j)} X_{jre}^{ru} \quad \begin{matrix} (i,j=1, \dots, I) \\ (r=1, \dots, R) \end{matrix} \quad (1)$$

$$F_j^r = \sum_{s \in (A(s))} X_{ij}^{sr} \quad \begin{matrix} (j \in \{c\}) \\ (r=1, \dots, R) \end{matrix} \quad (2)$$

ここで、 $X_{ij}^{sr}$  は S ゾーン ( $s=1, \dots, R$ ) の i 業種 ( $i=1, \dots, I$ ) から r ゾーン j 業種へ輸送される物資の重量、 $F_j^r$  は r ゾーンにおける j 業種への集中量、 $A_{ij}$  は j 業種の物資を 1 単位発生するのに必要な i 業種の物資量、 $I(j)$  は j 業種で発生する物資が集中する相手業種の集合、 $A(j)$  は j 業種に集中した物資を発生した業種の集合、 $\{c\}$  は流通過程の末端の業種の集合である。

圏域外との物資の流動に関する制約式

$$\sum_{s \in (K_i)} \sum_{r \in (T_i)} \sum_{j \in (A(s))} X_{ij}^{sr} \leq \bar{S}_i \quad (i=1, \dots, I) \quad (3)$$

$$\sum_{s \in (T_i)} \sum_{r \in (K_i)} \sum_{j \in (A(s))} X_{ij}^{rs} \geq \bar{S}_i \quad (i=1, \dots, I) \quad (4)$$

$$\sum_{s \in (T_i)} X_{ij}^{rs} = \beta_{ij}^r A_{ij} \sum_{r \in (T_i)} X_{jre}^{ru} \quad (i,j=1, \dots, I) \quad (5)$$

ここで、 $\bar{S}_i$ ,  $\bar{S}_i$  はそれぞれ i 業種に集中する物資の圏域外への流動量、i 業種から発生する物資の圏域外の流動量、 $\{K_i\}$ ,  $\{T_i\}$  はそれぞれ圏域外、圏域内のゾーン集合、 $\beta_{ij}^r$  は圏域内ゾーンにおいて i 業種に集中する i 業種の物資のうち圏域外から流入する物資の占める割合(圏域依存率)である。

断面交通量に関する制約式

$$\sum_r \sum_s \sum_{j \in (A(s))} \delta(r,s,t) t_{ij}^{rs} + g_t \leq \bar{Q}_t \quad \begin{matrix} (t=1, \dots, T) \\ (i,j=1, \dots, I) \end{matrix} \quad (6)$$

ここで  $t_{ij}^{rs}$  は  $X_{ij}^{rs} / \alpha_i$ 、 $\alpha_i$  は i 業種で発生する物資を輸送する貨物車の平均積載重量、 $\bar{Q}_t$  は t 断面 ( $t=1, \dots, T$ ) における断面交通容量、 $g_t$  は t 断面を通過する貨物車以外の交通量、 $\delta(r,s,t)$  は OD 対  $r,s$  の交通が断面 t を通過するかどうかを示す 0 または 1 の定数である。ここで  $g_t$  の算定にあたっては大ゾーンレベルでの将来フレーム値をもとに四段階推計法を用いた分布交通量を算定し、分布交通量の中で貨物車以外の交通量を各断面ごとに集計 ( $g_t$  とし) 算定している。

産業活動の配置量に関する制約式

$$\sum_{r \in (P)} \sum_s \sum_{j \in (A(s))} \gamma_i X_{ij}^{rs} = P_i^p \quad \begin{matrix} (i=1, \dots, I) \\ (p=1, \dots, P) \end{matrix} \quad (7)$$

$$\sum_s W_i \sum_{j \in (A(s))} X_{ij}^{rs} + R_r \leq \bar{W}_r \quad (r=1, \dots, R) \quad (8)$$

ここで、 $P_i^p$  はゾーン  $p$  において i 業種の物資を 1 単位発生させるのに必要な従業者数である。 $P^p$  は大ゾーン  $p$  ( $p=1, \dots, P$ ) における i 業種の従業人口である。また、 $\bar{W}_r$  は r ゾーンにおける工業用地面積、 $R_r$  は公共用地等面積、 $W_i$  は i 業種物資単位量発生に必要な工業用地面積である。

目的関数

$$T = \sum_r \sum_s \sum_{j \in (A(s))} \sum_{i \in (I)} t_{ij}^{rs} T_{rs} + \sum_s \sum_{j \in (A(s))} v_s^j T_{rs} \rightarrow \min \quad (9)$$

ここで、 $T_{rs}$  は OD 対  $r,s$  の平均走行時間であり、 $v_s^j$  は、本モデルで取り扱わない業種間の物資流動に伴う OD 対  $r,s$  の貨物車交通量である。

以上の計画モデルを京阪神都市圏における産業活動の配置計画と幹線道路網計画に適用して実証的な分析を実施した。その際、本研究では図一8に示す手順に従って数理計画モデルにおける各種の変数や定数の合理的な設定を試みることにより計画情報の精度の向上をめざして行った。すなわち、① 業種間、特徴的な物資流動パターンを求めたための業種間の物資流動構造の分析、② 地域間の物資流動パターンを求めたための地域間の物資流動構造分

析、③物資の発生・集中特性からみた等質地域構成に関する分析を実施し、計画モデルにおける変数や各種の定数の合理的な設定を試みている。一応、計画変数としては、図-9に示すような幹線道路網の整備案と4通りの開発構想案をとりあげ、これら計画変数の28通りの組合せを想定しモデル分析を実施した。これらのモデル分析の結果を計画情報としてとりまとめ、その一部を図-9に示している。これらの結果より、①現幹線道路網では、採炭の交通需要を充足することはできない。②湾岸道路の建設・整備は、京阪神都市圏における物資流動の効率化を図る、また、いくつうえで極めて有効な手段である。③湾岸道路の建設・整備と同時に主要幹線道路である中央環状道路の整備を図ることが物資輸送の効率化に有効である。④以上の幹線道路の建設・整備を図ると同時に、泉南地域において、金属製品製造業、一般機械器具製造業の計画的な配置を積極的に図ることが、道路交通の機能を増進させるうえに望ましいことが判明した。その他の計画情報に関しては、講義時に示すこととして、ここは省略する。

図-8 エンコーダ作成手順

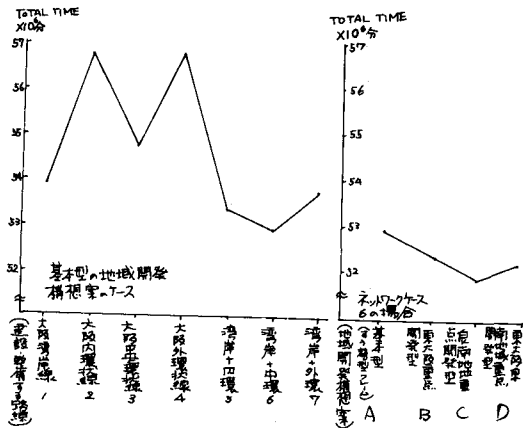


図-9 計画情報の一部 (総走行時間と計画変数の関係)

(2) 通勤人口配分計画に関するシステム分析

本研究では、物資流動と同様に地域の重要な交通流動である通勤流動に着目し、通勤流動の効率化が達成できるような通勤人口配分計画案と交通施設の整備案、望ましい組合せを求めようとする数理計画モデル(通勤人口配分モデル)を定式化する。そして、計画変数としては産業活動配置モデルを求めた産業活動の配置案や主要幹線道路網の整備案をとりあげる。また、通勤流動の効率化のためには、幹線道路網の整備のほかにも鉄道施設の整備も重要な手段と考えらるため鉄道施設の整備案も計画変数としてとりあげることにした。そして、これらの計画変数をパラメータとしたパラメトリック分析を実施し、これらの計画変数と通勤人口配分計画案の望ましい組合せを求めようとする。

通勤人口配分計画モデルを定式化するにあたり、世帯の住宅選択行動に関して以下のような仮説を設定した。  
 ①世帯の住宅選択行動には住宅のタイプに関する選択と居住場所に関する選択という二つの側面が考えらる。  
 ②世帯の移動の種類は、世帯主の従業地が変化することによって生ずる移動と世帯のライフステージによって生ずる住み替え移動の二つのタイプが考えらる。この二つの基本的な仮説を前提とし、さらにモデルの構築にあたって、以下に示す世帯の住宅選択行動仮説を設定する。  
 ③各世帯の世帯主の従業地は、世帯の住宅選択にあたり、事前に決定されている。  
 ④世帯は住宅選択にあたり、最初に住宅タイプを選択する。  
 ⑤世帯は、必要とする住宅規模や住宅価格を勘案し、居住可能な地域地区の中から通勤時間が最小となる地区を居住地として選択する。

以上を示した基本的な仮説に基づいて定式化した通勤人口配分モデルを以下に示す。

通勤流動の流動パターンに関する制約条件式

$$M_{jml} = \sum_{i \in Z_{ijml}} x_{ijml} \quad (j=1, \dots, J, m=1, \dots, M, l=1, \dots, L) \quad (10)$$

こゝに、 $M_{jml}$ は従業ゾーンj ( $j=1, \dots, J$ ) の従業する年齢階層l ( $l=1, \dots, L$ )、住宅タイプm ( $m=1, \dots, M$ ) の世帯主数、 $x_{ijml}$ は居住ゾーンi ( $i=1, \dots, I$ ) から従業ゾーンjへ通勤する住宅タイプmに居住する年齢階層lの通勤世帯数、 $Z_{ijml}$ は従業ゾーンjに通勤する住宅タイプm、年齢階層lの世帯が居住地として選択すること可能なゾーンの集合である。

居住地別世帯数の制約条件式

$$P_k^p = \sum_{i \in Z_p} \sum_{m \in L} \sum_{l \in L} X_{ijml} \quad (\text{ゾーン}l\text{-}4\text{に関する制約}) \quad (11)$$

$$\bar{Z}_i \geq W_i + \sum_{m \in L} \sum_{l \in L} W_{ml} X_{ijml} \quad (i=1, \dots, I) \quad (12)$$

∴,  $P_k^p$  はゾーン  $P$  ( $p=1, \dots, P$ ) における年齢階層  $k$  の世帯数 (定数),  $Z_p$  はゾーン  $P$  に含まれるゾーンの集合,  $\bar{Z}_i$  はゾーン  $i$  の住宅地面積,  $W_i$  は住宅以外の用地面積,  $W_{ml}$  は世帯タイプ  $m$  住宅タイプ  $l$  の住宅平均敷地面積, 交通施設の容量に関する制約条件式

$$Q_n \geq F_n + \sum_{i \in Z_p} \sum_{m \in L} \sum_{l \in L} \delta_{ijm} X_{ijml} \quad (m=1, \dots, M) \quad (13)$$

∴,  $Q_n$  は断面  $n$  の交通容量,  $F_n$  は断面  $n$  における通勤流動以外のピーク時流動量,  $\delta_{ijm}$  は居住ゾーン  $i$  から従業ゾーン  $j$  へ通勤する世帯主が断面  $n$  を通るの割合を示す 0-1 定数である。

**目的関数**

$$T = \sum_{i \in Z_p} \sum_{j \in Z_p} \sum_{m \in L} \sum_{l \in L} T_{ij} \cdot X_{ijml} \rightarrow \min \quad (14)$$

∴,  $T_{ij}$  はゾーン  $i$   $j$  間の平均通勤時間である。

以上の計画モデルを大阪都市圏における通勤人口配分計画と交通施設の整備計画へ適用し実証分析を試みた。通勤人口配分モデルにおける各種の定数や変数の作成手順を図-10に示している。まず、①大阪通勤圏に関しては、通勤流動構造の分析の結果、現在の大阪通勤圏は大阪都心への鉄道時間距離60分以内に含まれており、また大阪通勤圏の外縁化傾向は大阪都市圏外縁部の開発余地面積の多い地域で進展しているもの、その範囲は60分圏内に含まれることわかった。そこで、この60分圏を対象圏域とするともに、交通施設整備により新たに60分圏内に含まれる地域も対象圏域に含めた。②仮説2より、通勤人口配分モデルでは現時点から計画目標年次におけるまでの期間中に従業地が

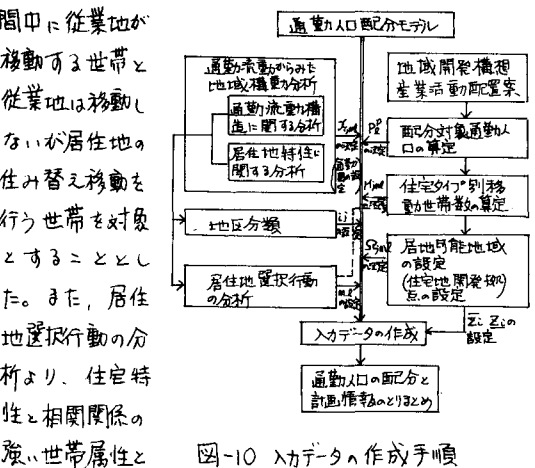


図-10 カダスター作成手順

①では、世帯主の年齢があげられ、世帯のライフステージと住宅タイプの選択には強い関連があることがわか、

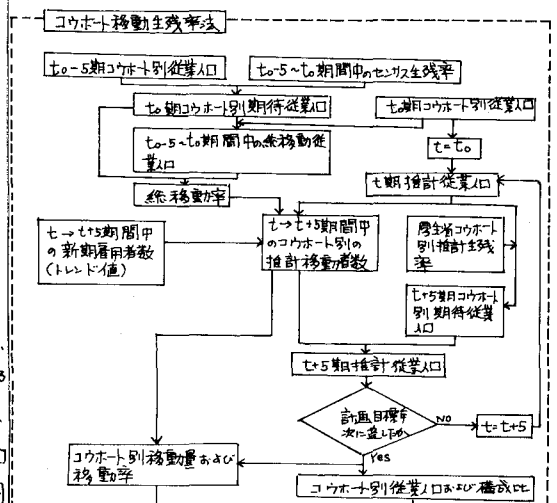


図-11 配合対象世帯数算定のプロセス

採するとした。そこで、②を求めた従業地別の通勤人口  
 に対して図-11に示すプロセスに従って、従業ゾーン別年  
 令別住宅タイプ別配分対象世帯数を算定した。④仮説4  
 および仮説5により、配分対象世帯が居住地として選択  
 可能な地域は従業ゾーンの位置と世帯の年齢階層や選択  
 する住宅タイプによって規定される。そこで、各従業地  
 に通勤する年齢階層別住宅タイプ別世帯が居住地として  
 選択可能な地域を判別関数によって求めた。つまり、通  
 勤人口配分モデルで対象とする従業ゾーン別年令別住宅  
 タイプ別の配分対象世帯は、この居住可能な地域の中か  
 ら通勤時間が最小になるような居住地を選択すると考え  
 るわけである。このような考え方に基づく通勤人口配分  
 パターンは先に定式化した通勤人口配分計画モデルでホ  
 められることとなる。

さて、実証分析の結果であるが、まず計画変数として  
 は、従業人口の配置計画案、幹線道路の整備案、鉄道施  
 設の整備案をとりあげることとした。このうち、従業人  
 口の配置計画案は、産業活動配置モデルによる計算結果  
 (4ケース)に対して、図-11に示す手順に従って作成  
 した。幹線道路網の整備案としては図-9に示したワと  
 おりのケースをとりあげる。鉄道整備に対しては、表-  
 2に示す地域開発構想案において、特に住宅開発を重点  
 的に行うことを想定した地域と主要な従業地域を連結す  
 る鉄道路線に着目し、これらの鉄道路線の整備を行うケ  
 ースと行わないケースという2ケースを設定した。もし  
 て、これらの計画変数を組合わせた56とおりの計算ケ  
 ースを想定しモデル分析を行った。以上のモデル分析の結  
 果を計画情報としてとりまとめたが、その一節を表-2  
 に示す。以上の結果より、①各地域開発構想案における  
 1人あたりの平均通勤時間には、それほど差はない  
 もの、②副核的地域(南大阪地域・東大阪地域)を重  
 点的に開発することにより、  
 従業人口の分散を図ること  
 が通勤流動の効率化の面か  
 らは有効である。③現有的  
 鉄道を整備しない場合  
 には東大阪重点開発型が平  
 均通勤時間が最小になっ  
 ている。④一方、鉄道施設の  
 整備を図る場合には、南

大阪重点開発型が平均通勤時間最小となる。一方、⑤東大  
 阪重点開発型の平均通勤時間はその程度減少されている。  
 つまり、東大阪への通勤人口を吸収しようとする背後因  
 が空間的に限られており、鉄道を整備し背後圏を拡大し  
 ても地理的条件からそれほど通勤時間の短縮はない。  
 ⑥これに対して、南大阪地域は従業地と居住地が空間  
 的に近い距離にあり、既存の鉄道施設の輸送力向上を因  
 ることにより通勤時間の短縮が図られる。⑦大阪都市部  
 への通勤者の居住地としては、北大阪・北東大阪地域が  
 選択されている。⑧幹線道路網の整備案を变化させても  
 平均通勤時間はそれほど変化しないことが判明した。

5. おわりに

以上では、現象面でも評価の面でも複雑な構造を呈す  
 るようになってきた近年の地域計画問題に対しての有効  
 なシステム論的アプローチの方法の一つとして数理計画  
 モデルによる方法について述べてきた。土木計画問題に  
 おける評価の多元性や計画主体間の評価における競合関  
 係という計画本質の複雑さに起因する問題を効果的に解  
 決するためには、「多重階層性」という構造特性を効果的  
 に把握し、大局的な観点から計画問題において重要な役  
 割を果たす構成部分に着目し、これらの構成部分に見合  
 った部分問題を同定していくことが重要である。そして、  
 部分問題をシステム論的に分析し、全体問題の中での関  
 連関係を明らかにしていくという方法が効果的である。  
 本稿では以上の考え方に基いて実施したシステム分析  
 事例のうち、幹線道路網計画を対象とした実証分析例を  
 とりあげるとともに、その中での数理計画手法の適用  
 という点に焦点をあてて研究成果を整理したものである。

(参考文献)

1) 吉川和広, 春名攻, 小林潔司, "大都市圏域における  
 幹線道路網の手法論に関する一考察", 地域学会講演要  
 覧昭和57年。2) K. Yoshikawa, M. Hanuna, & K. Kobayashi,  
 "Multivariate analysis of regional structural change for  
 transportation planning," *Proceedings of the 7th Pan-Pacific  
 Regional Science Conference, Surfers Paradise, 1981.*  
 3) 吉川和広, 小林潔司, 三嶋誠, "京阪神都市圏におけ  
 る幹線道路網計画のためのシステム分析", 土木学会第37  
 回年次学術講演会講演要録, 昭和57年。

表-2. 計画情報(一部)  
 (道路網整備案6に対して)

播種地域	基本型	副核型	副核重点型	東大阪重点型	東大阪重点型	東大阪重点型
あ	49,126	42,030	49,088	42,841		
く	45,660	46,528	46,406	46,452		