

京都大学工学部 正 員 吉川和広
 京都大学工学部 正 員 小林潔司
 京都大学大学院 学生員 〇川合紀章

1. はじめに——近年の大都市地域への過度の人口の集中や産業活動の集積の結果、都市における本来の集積の効率がそこなわれ、都市部においては交通混雑や環境問題といった交通問題の深刻化を招いている。ところで、従来の交通施設計画においては、交通施設計画の上位の計画としての土地利用計画のアウトプットを与件として、そこから発生する交通需要の充足を目的とした交通施設計画案の策定を目指すことが多かったが、このような方法だけでは都市交通問題の抜本的な解決は望めないと考える。すなわち、このような大都市地域における交通問題を効果的に解決するためには、大都市地域における人口や産業活動の過度の集中化を抑制することにより、土地利用の効率化・適正化を図ると同時に、交通施設計画のレベルにおいても、土地利用の効率化・適正化のための種々の整備方針や方策に関して、交通現象の側面から積極的に再検討を行なうとともに、土地利用の効率化・適正化の方向と斉合するような幹線道路施設の建設・整備計画を立案していく必要があると考える。

そこで、本研究では、以上のような問題意識にもとづいて、上述のような望ましい幹線道路の建設・整備計画へのアプローチを試みるための第1ステップとして、まず、大都市地域の種々の活動の配置パターンや、そこから発生する交通現象のメカニズム、さらに交通施設の整備状況の相互の関連関係に着目する。そして、土地利用の効率化・適正化を図り、同時に道路交通の機能の増進も図れるような望ましい都市活動の配置パターンや分布交通のパターン、あるいは交通施設の整備水準を規範的に求めるような計画問題について考察することとする。そして、この計画問題を分析するための種々の数学モデルの構築とそれにもとづくモデル分析を中心とするような方法について考察することとする。

2. 本研究のアプローチの概要——上で述べたような計画問題をシステムモデルとして定式化していく際には、この計画問題が大規模で複雑なことから次のようなこと

が問題となってくると考えられる。すなわち、都市の諸活動の種類によって、そこから派生する交通現象のメカニズムが異なっており、都市の諸活動や交通現象の間の関連関係は極めて複雑な多重多階層の構造をしている。したがってこれらの関連関係を同時にとりあげたようなモデルの構築は困難である。そこで、本研究では、このような特徴を持つ計画問題を効果的に分析するために、図-1に示すような段階的アプローチを試みることにする。すなわち、まず、レベル1の計画問題として、「都市活動の効率的な集中化を図る」という目標と「都市の諸活動の分散化を図る」という互いにトレードオフの関係にある目標をとりあげ、これらの目標をできるだけ達成させるような活動の立地パターンと交通ネットワークパターンを同時に求めるような計画問題を考える。次に、レベル2においては、諸活動の配置状態や活動の間に生じる交通現象、さらに交通施設の関連関係をレベル1よりもより詳細に記述するとともに、道路機能の向上や環境の保全を図るような活動の配置パターンや分布交通のパターンを求めるような計画問題について考察を行う。その際、このような計画問題は非常に大規模かつ複雑なものになること、さらに各活動主体ごとにそこから派生する交通現象のメカニズムが異なっており、そこでとりあげるべき評価の尺度も異なっていることから、ここではレベル2にみける計画問題全体を図-1に示すように、いくつかの部分問題に分割する。そして、各部分問題に対して適切

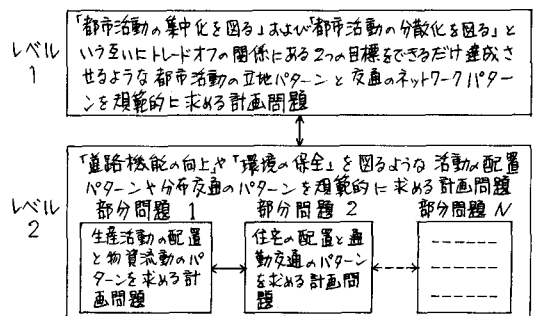


図-1 本研究のアプローチの概要

な数学モデルを構築し、モデル分析を行う。そして、これらの分析結果やレベル1の分析結果を総合する方法をシステム化することとした。なお、このような部分問題における数学モデルに関する考察については、別稿1にその一例を示している。本稿では、このような部分問題のうち、特にレベル1の計画問題をとりあげ、これに関して以下で示すことにする。

3. モデルの定式化(レベル1に関して)——レベル1の計画問題を分析するための数学モデルについて考察することとする。すなわち、「都市活動の効率的な集中化を図る」という目標と「都市活動の分散化を図る」という互いにトレードオフの関係にある2つの目標をとりあげ、これらの目標をできるだけ達成させるような都市活動の立地パターンと交通ネットワークパターンを同時に求めるような数学モデルの定式化を行う。

a) 目標について——ここでは本モデルでとりあげる「都市活動の効率的な集中化を図る」という目標と「都市活動の分散化を図る」という目標の達成度を測るための尺度を定式化することとする。すなわち、いまゾーン k ($k=1, \dots, K$)の i 種の活動の立地面積を L_i^k 、ネットワーク代替案 α におけるゾーン k と l 間の時間距離を t_{kl}^{α} とすると、当該の目標尺度 A は次式のように定式化できる。

$$A = \sum_k \sum_i \sum_l (b_{kl} L_i^k L_l^k / t_{kl}^{\alpha}) \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 b_{kl} は活動 i と l 間の結び付きの強さを表す定数であり、 α はパラメータである。

つぎに「都市の分散化を図る」という目標の達成度を測るために式(2)に示すような各活動の「混雑度指標」を考慮することとする。すなわち、いまゾーン k において活動 i のために供給可能な土地面積を A_i^k とすると地域全体での活動 i の平均的な混雑度 D_i は次式のように定式化できる。

$$D_i = \sum_k L_i^k \cdot (L_i^k / A_i^k) \quad \text{----- (2)}$$

b) モデルの定式化——ここでは便宜上「都市活動の効率的な集中化を図る」という目標を目的関数としてとりあげ、一方、「都市活動の分散化を図る」という目標は技術的に制約条件として定式化することとした。このとき、本モデルは次のような数理計画問題として定式化できる。

$$\sum_k \delta_k \left(\sum_i \sum_l \sum_j b_{kl} L_i^k L_l^k / t_{kl}^{\alpha} \right) \longrightarrow \max$$

制約条件

(面積制約) $\sum_k L_i^k \leq A^k \quad (i=1, \dots, I)$

(諸活動の立地量に関する制約) $\sum_k \delta_k L_i^k = B_i \quad (i=1, \dots, I)$

(各ゾーンにおける諸活動の立地量に関する制約) $A_i^k \geq L_i^k \geq \bar{A}_i^k$

$$L_i^k = \bar{L}_i^k + \Delta L_i^k - \Delta \bar{L}_i^k$$

(費用制約) $\sum_k (C_k^+ \cdot \Delta L_i^k + C_k^- \cdot \Delta \bar{L}_i^k) \leq K_i \quad (i=1, \dots, I)$

(混雑度に関する制約) $\sum_k L_i^k \cdot (L_i^k / A_i^k) \leq \alpha_i \quad (i=1, \dots, I)$

(ネットワークの排他条件) $\sum_k \delta_k = 1$

ここに、 A^k はゾーンの土地利用可能面積、 $\bar{A}_i^k$ 、 $\bar{L}_i^k$ はそれぞれゾーン k での活動 i の立地量の上限値と下限値、 $\bar{L}_i^k$ 、 ΔL_i^k 、 $\Delta \bar{L}_i^k$ はそれぞれゾーン k における活動 i の現在の立地面積、立地面積の増加分・減少分、 C_k^+ 、 C_k^- はゾーン k で活動 i の立地面積を1単位増加あるいは減少させるに必要な費用、 K_i は費用の上限値、 δ_k はゾーン k における活動 i の単位面積あたりの活動量(E と α は人口生産量、販売額等)、 B_i は地域全体の活動 i の活動水準、 α_i はネットワーク代替案 α が与えられるとき、 α が変化する変数、 α_i は混雑度を表すパラメータである。

このモデルで α_i の値をパラメトリックに変えることによって、2つの目標間のトレードオフの関係について分析することが可能となる。

そして、その結果として、分散化と集中化の程度が異なった、いくつかの活動の立地パターンとネットワークパターンの代替案を作成する。(図-2)

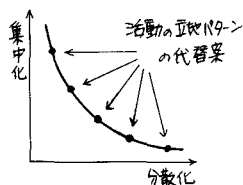


図-2 レベル1の計画目標のトレードオフ関係

4. おわりに——以上で示したレベル1の計画問題によって「都市活動の効率的な集中化を図る」という目標と「都市活動の分散化を図る」という目標ができるだけ達成されるようないくつかの活動の立地パターンと、それと符合のとれるようなネットワークパターンの代替案の集合が示されるが、これらの望ましい活動の立地パターンとそれと符合するネットワークパターンに関する整備方針に関する情報を利用して、レベル2の計画問題ではより具体的に交通機能の向上や環境の保全を目標とし、これらの目標をできる限り望ましい状態に近づけるような都市活動の配置や分布交通のパターンを求めていくこととなる。

以上の考えに基づき、現在、モデルの定式化およびモデル分析のための基礎分析を行っている段階であるが、モデル分析による成果については講演時に発表したいと考えている。

(参考文献) 1. 吉川・小林・谷岡, “大都市圏域における物資輸送計画に関するモデル分析”