

広域的な都市圏における交通—活動分布計画モデルに関する一考察

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の集積の結果、本来の集積による効率がそなわれ、都市部における交通問題の深刻化を招いている。このような都市交通問題を抜本的に解決するためには、大都市地域における人口や産業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、このような土地利用の効率化・適正化の方向と符合するような道路施設の建設整備計画を立案していくことが重要である。本研究では、以上の問題意識のもとで大都市地域の土地利用のパターンや、そこから派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を構築するとともに、モデル分析を通じて上述のような望ましい道路計画策定のための計画情報を求めていくこととする。

2.本研究のアプローチの概要——1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、以下のようなことが問題となってくる。すなわち、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層多階層の構造をしており、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。また、計画問題でとりあげるべき評

価尺度の間には記述レベルや抽象度の差異があるため、このような抽象度の異なる評価尺度を同一のモデルの中で統一的に論じることが困難である。そこで、本研究では、このような特徴をも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なアプローチを試みることにする。すなわち、まず、図-1のレベル1においては、「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2つの目標をとりあげる。そして、これらの目標をできるだけ達成させるような土地利用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、さらに交通施設の間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することとする。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ため、ここではレベル2にお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対する数学モデルに関する考察に関しては、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

YOSHIKAWA KAZUHIRO, KOBAYASHI KIYOSHI, KAWAI NORIAKI

りあげ、これに関して以下では考察することにする。

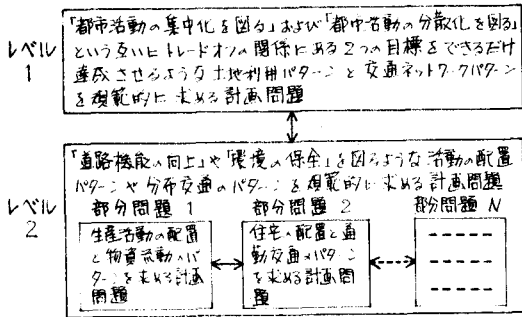


図-1 本研究のアプローチの概要

3. モデルの定式化——ここでは上述したようなレベル1の計画問題を分析するための数理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」という目標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土地利用パターンと交通ネットワークのパターンを同時に求めるようなシステム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。まず、前者の目標の達成度を測るために式(1)に示すような都市活動間の「近接性指標」をとりあげることにする。すなわち、いまゾーン k ($k=1, \dots, K$)の i 種の活動立地量を L_i^k 、ネットワーク代替案 t におけるゾーン k, t 間の時間距離を tD_{ktr} とすると、当該の目標 R 度 A は次式のように定式化できる。

$$A = \sum_{i,j} \sum_{k,l} \sum_t (a_{ij} L_i^k L_j^l / tD_{ktr}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに a_{ij} は活動 i と j 間の近接性の強さを表す定数であり、 α 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 t において活動 i のために供給可能な土地面積を A_i^t 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。 $D_i = \sum_t L_i^t \cdot (L_i^t / A_i^t) \dots\dots (2)$
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。

$$\sum_t \delta_t \left(\sum_{i,j} \sum_{k,l} \sum_t a_{ij} L_i^k L_j^l / tD_{ktr} \right) \rightarrow \max$$

制約条件

(面積制約)

$$\sum_k L_i^k \leq A^i \quad (i=1, \dots, K)$$

(諸活動の立地量に関する制約)

$$\sum_k \beta_i^k L_i^k = B_i \quad (i=1, \dots, I)$$

(各ゾーンの諸活動の立地量に関する制約)

$$A_i^t \geq L_i^t \geq \underline{A}_i^t$$

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

(費用制約)

$$\sum_t (C_{it}^+ \Delta L_i^t + C_{it}^- \delta L_i^t) \leq K_i \quad (i=1, \dots, I)$$

(混雑度に関する制約)

$$\sum_t L_i^t \cdot (L_i^t / A_i^t) \leq \alpha_i \quad (i=1, \dots, I)$$

(ネットワークの排他条件)

$$\sum_t \delta_t = 1$$

ここに、 A_i^t はゾーン t の土地利用可能面積、 $\bar{L}_i^t, \Delta L_i^t, \delta L_i^t$ はそれぞれゾーン t における活動 i の現在 $\bar{L}_i^t$ 、増減面積、 ΔL_i^t 、 δL_i^t はゾーン t で活動 i の立地面積を増加または減少させる必要費用、 K_i は費用の上限値、 α_i はゾーン t における活動 i の単位面積あたりの活動量(例えば人口、生産量、販売額等)、 B_i は地域全体の活動 i の活動水準、 δ_t はネットワーク代替案 t が選ばれるとき1、そうでないとき0となる変数、 α_i は混雑度を示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。

4. おわりに——以上の考えに基づき、モデルの定式化、および定証分析を行っており、いくつかの成果を得ているが紙面の都合上、これらの成果については講義時に発表する予定である。

(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"