

京阪神都市圏における物質輸送計画問題に関するモデル分析

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 〇谷岡和範

京都大学大学院 学生員 植田和哉

1. はじめに 近年の深刻化した交通問題を抜本的に解決するためには、各種の都市活動の配置状態を交通現象の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配置状態の望ましい変化の方向と斉合のとれるような幹線道路網の整備計画を立案していくことが重要であると考え。本研究ではこのような望ましい地域構造を誘導するような道路計画の策定のためのアプローチの第一歩として物質流動に着目するとともに、物質輸送の側面からみた望ましい地域構造の内容について分析することとする。このような問題を分析するにあたって、本研究では図-1に示すようにまず地域における産業活動の集積状況や物質流動の構造を明らかにし、地域構造を構造論的に分析することとした。つぎにこのような分析によって得られた分析情報をもとに物質輸送の効率化が達成できるような産業活動の配置パターンを規範的に求めるための数理計画モデルを定式化しモデル分析を行うといった2段階の計画プロセスを設定し、道路計画のための計画情報を求めることをめざした。

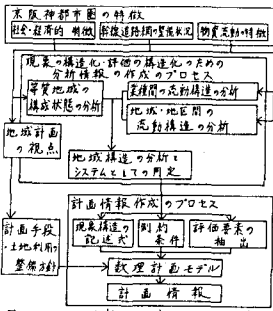


図-1 システム分析手法によるアプローチ方法

種間流動パターンに関する分析③物質の地域間流動パターンに関する分析④物質の発生・集中からみた等質地域の構成状態に関する分析(図-1)を行った。分析結果の詳細は別稿^(*)にゆずり、ここでは以下計画モデルの構築のための基礎情報として簡単にとりまゝめておくこととする。①業種間の流動パターンは、鉄鋼業、繊維製品製造業、建設業、食料品製造業といった4業種を中心とする4つのほぼ独立した流動パターンに大別できる。②これらの流動パターンは空間的に離れた地域間にも生じているが、業種グループによって異なった空間的な流動構造を形成している。③卸売業発の物質流動は大阪・神戸・京都の都心部からその周辺地域に流動している。

3. 計画情報作成のプロセス (1) 概要; 本プロセスでは上述の分析情報に基づいて、まず「総走行距離のてい減」「総走行時間のてい減」「総走行費用のてい減」という3つの計画目標をできる限り達成させることのできる物質輸送パターンを求める物質輸送計画モデルを目標計画法を用いて定式化することとした。

(2) 定式化; (a)物理的制約条件

$$\sum_{j \in A_i} X_{ij}^{st} = A_{ij} \sum_{s \in A_j} X_{ij}^{st} \quad (i=1, \dots, I) \quad (1) \quad F_j^r = \sum_{s \in A_j} X_{ij}^{st} \quad (j=1, \dots, J) \quad (2)$$

ここで X_{ij}^{st} はゾーン $(i=1, \dots, I)$ の業種 $(j=1, \dots, J)$ からゾーン $(s=1, \dots, R)$ の業種 $(t=1, \dots, I)$ へ輸送される物質のフレト重量、 F_j^r はゾーン $(j=1, \dots, J)$ へ輸送される物質のフレト重量、 A_{ij} は業種 (i) の財を1単位生産するのに必要な財の量である。また $I(i)$ は業種 (i) で発生した物質が集中する相手業種の集合、 $A(j)$ は業種 (j) に集中した物質を発生した業種の集合、 $C(s)$ は流通過程の末端の業種の集合である。

$$\sum_{i \in I(i)} \sum_{j \in A(i)} \sum_{s \in C(s)} X_{ij}^{st} \leq S_i \quad (i=1, \dots, I) \quad (3) \quad \sum_{j \in A(j)} \sum_{s \in C(s)} \sum_{t \in I(t)} X_{ij}^{st} \leq S_j \quad (j=1, \dots, J) \quad (4)$$

2. 分析情報作成のプロセス 本研究では物質流動からみた京阪神都市圏の地域構造を解明することを目的として、①産業活動の集積状況とその変化状況に関する分析②物質の業

Kazuhiro YOSHIKAWA Kiyoshi KOBAYASHI Kazunori TANIOKA Kazuya UEDA

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{ij}^{st} = \beta_{ij}^s A_{ij} \sum_{t \in T} X_{ij}^{st} \quad (i \in I, j \in J, s \in S, t \in T) \quad \dots (5)$$

ここで S, I, J はそれぞれ業種を業種とするような移入量の上限、業種を業種とするような移出量の下限である。また I, J はそれぞれ域外、域内のゾーンの集合を表し、 β_{ij}^s は域内かつゾーンにおいて業種に集中する業種の財の、域外からの移入量によつてまかなわれる率(域外依存率)である。

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \delta(i, st) \cdot t_{ij}^{st} + g_t \leq F_t \quad (t \in T) \quad \dots (6)$$

ここに $t_{ij}^{st} = X_{ij}^{st} / \alpha_i$ である。ただし α_i は業種 i の物資を輸送する場合の貨物車1台あたりの平均積載重量、 F_t は断面 t ($t \in T$) における断面交通容量、 g_t は断面 t を通過する貨物車以外の交通量、さらに $\delta(i, st)$ は ODペア (i, s) の交通が断面 t を通過するとき1, 他は0をとる定数

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \beta_{ij}^s X_{ij}^{st} \leq Q_p \quad (p \in P) \quad \dots (7) \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \beta_{ij}^s X_{ij}^{st} \leq L^r \quad (r \in R) \quad \dots (8)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \beta_{ij}^s X_{ij}^{st} \leq P^p \quad (p \in P) \quad \dots (9) \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} k_i X_{ij}^{st} \leq 0^r \quad (r \in R) \quad \dots (10)$$

$$X_{ij}^{st} \leq \bar{X}_{ij}^{st} \quad (i \in I, j \in J, s \in S, t \in T) \quad \dots (11)$$

ここで $\beta_{ij}^s, k_i, \bar{X}_{ij}^{st}$ はそれぞれゾーンにおいて業種 i が財1単位重量を生産するのに必要な工業用水使用原単位、土地使用原単位、必要労働者数であり、 k_i は業種 i の財1単位を生産するとき排出される SO_2 の量、 $Q_p, L^r, P^p, 0^r$ はそれぞれ水系における供給可能工業用水量、ゾーンにおける供給可能土地面積、P通勤圏における供給可能労働者数、ゾーンにおける SO_2 の総排出規制値、 $\bar{X}_{ij}^{st}$ はそれぞれゾーンにおける業種の土地量の下限値、上限値である。

(b) 目標制約条件式

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij}^{st} \cdot D_{rs} \cdot g_r + z_0 = G_0 \quad \dots (12) \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij}^{st} \cdot D_{rs} \leq g_0 \quad \dots (13)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij}^{st} \cdot T_{rs} \cdot g_r + z_1 = G_1 \quad \dots (14) \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij}^{st} \cdot T_{rs} \leq g_1 \quad \dots (15)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij}^{st} \cdot C_{rs} \cdot g_r + z_2 = G_2 \quad \dots (16) \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij}^{st} \cdot C_{rs} \leq g_2 \quad \dots (17)$$

$$\partial_0 / \lambda_0 = \partial_1 / \lambda_1 = \partial_2 / \lambda_2 \quad \dots (18)$$

ここで D_{rs}, T_{rs}, C_{rs} はそれぞれ ODペア (r, s) の平均走行距離、平均走行時間、平均走行費用を表す。また G, g は各目標の満足水準、許容水準であり $\lambda = g - G$ である。さらに z は満足水準からの乖離を示す補助変数である。

表-1 各目標の満足水準と許容水準

	満足水準	許容水準
総走行距離 (km・台)	1,257,343	1,602,265
総走行時間 (分・台)	1,743,104	2,273,337
総走行費用 (円・台)	31,551,580	45,362,040

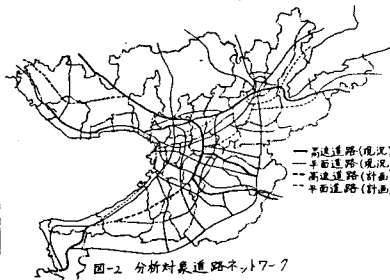


図-2 分析対象道路ネットワーク

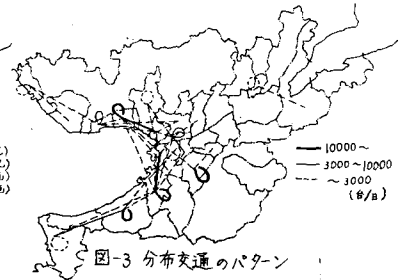


図-3 分布交通のパターン

(c) 目的関数 目標計画法によると、目的関数は次式のようにになる。

$$g_0 \rightarrow \min.$$

--- (19)

(3) 実証分析 本モデルを京阪神都市圏における幹線道路網の整備計画に適用し実証分析を行った。その際用いた入力情報の一部を表-1, 図-2 に示す。本研究では図-2 に示すような7通りの幹線道路網の整備代替案と、地域計画的視点にたつて産業活動の配置に関するフレーム値を変えた4通りの代替案を考え、これらの計画変数の組み合わせにより28個の計算ケースを設定しモデル計算を行った。図-3は各目標の達成値かともよかったケース(計画道路をすべて建設し、かつ産業活動を泉南に集積させた計算ケース)の計算結果の一部である。なお紙面の都合上、その他の計算ケースの結果については講演時に述べることにし、ここでは省略する。以上の分析結果を道路計画のための計画情報としてとりまとめるとつぎのようになる。すなわち、①現在の幹線道路網では将来の物資の輸送需要を充足できない。②湾岸道路の建設・整備は、京阪神都市圏における物資輸送の効率化を図っていくうえで極めて有効な手段である。③湾岸道路の建設・整備と同時に泉南地区において産業活動の集積をめざして各種の都市施設を整備していくことが、道路交通の機能を増進させるうえで望ましいことがわかった。

(※) 吉川, 小林, 谷岡, 植田; "京阪神都市圏における物資流動に関する構造的解析"