

IV-128

トラックターミナルの規模及び配置の最適化に関する研究

京阪電気鉄道(株) 正員 ○泉谷 透  
京都大学工学部 正員 谷口 栄一

関西大学工学部 正員 山田 忠史  
関西大学工学部 正員 則武 通彦

1. はじめに

ロジスティクスセンターを核とする広域物流拠点と高規格幹線道路とを一体的に整備することで、大型貨物車の市街地への流入を防ぎ、共同配送による効率的な輸送を行うという施策が検討されている。本研究は、広域物流拠点内に整備されるロジスティクスセンターがトラックターミナルとしての機能を有することに着目し、トラックターミナルの規模と配置を決定する手法を構築する。道路ネットワークを明示的に取り扱い、トラックの行動を記述することで、1つのトラックターミナルの勢力圏を内生的に決定する施設配置問題として定式化する。

2. モデルの概要

2.1 前提条件

対象とする物流体系を図1のように単純化する。端末ノードは都市内における貨物の発生集中ノードであり、路線車仮想ノードは計算対象となるゾーン以外の地域（関東、九州など）を表す。モデルを構築するにあたって、以下のような前提条件を設定する。

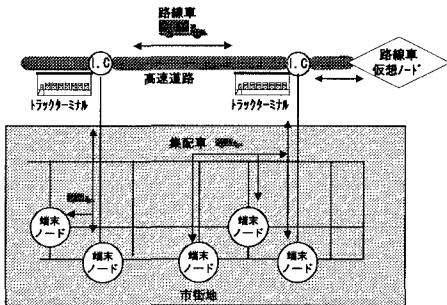


図1 本研究で対象とする物流体系

- 1) トラックターミナルの候補地を将来の道路ネットワークに基づき離散的に与え、それらの候補地の中から最適な配置を決定する。
- 2) 計画主体が評価する費用は輸送費用と施設費用（ターミナル建設費・維持費・ターミナル内のトラック費用・用地費）とする。
- 3) 計画者はトラックターミナルの配置・規模を決定することはできても、トラックの分布・配分交通量を輸送計画的に制御することはできない。
- 4) 端末ノード～路線車仮想ノードの貨物の OD 量は与

件とする。

2.2 モデルの構造と定式化

以上の前提条件より、モデルの構造は図2のように示される。すなわち、計画主体はトラックの行動を考慮しながら、計画対象地域で発生する総費用が最小となるようにターミナルの最適な配置を計画する。

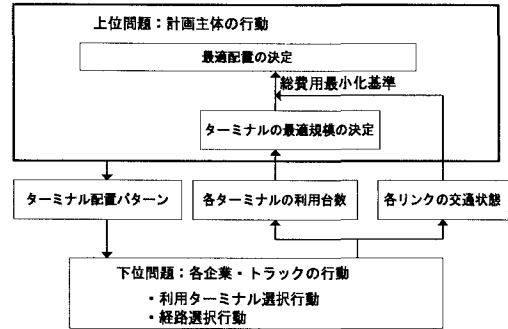


図2 モデルの構造

このモデルは次式のような2レベル最適化問題として定式化できる。

$$\min_{x \in X, y \in Y} f_1(x, y, z^*) \quad (1-a)$$

$$\text{subject to} \\ g_1(x, y, z^*) \leq 0 \quad (1-b)$$

$$\min_{z \in Z} f_2(x, z) \quad (1-c)$$

$$\text{subject to} \\ g_2(x, z) \leq 0 \quad (1-d)$$

ここに、

$x$  : 配置のパターンを表すベクトルで、 $x_i$ は候補地  $i$  に配置するとき1、そうでないとき0（決定変数）

$y$  : トラックターミナルの規模を表すベクトルで、 $y_i$ はターミナル  $i$  のトラックバース数（決定変数）

$z$  : トラックの行動を表すベクトル（状態変数）

$X, Y, Z$  :  $x, y, z$  のベクトル集合

$z^*$  : ある  $x$  のもとでのトラックの行動（下位問題の解）

$f_i$  : 各主体の目的関数 ( $i=1$ : 計画主体,  $i=2$ : トラック)

$g_i$  : 各主体の制約条件ベクトル

式(1-d)を制約条件とし式(1-c)を目的関数とする下位問題は集配車の行動記述モデルである。集配車は、端末ノードからの所要時間が短いターミナルほど利

用する傾向が大きく、各経路の所要時間の情報が入手可能と仮定すると、下位問題は需要変動型利用者均衡配分問題に帰着し、各ターミナルを利用するトラックの台数、各リンクの交通量がアウトプットとして得られる。なお、乗用車のOD交通量も外生的に与えており、集配車、乗用車の2モードの配分となる。また、路線車のOD交通量は、端末ノード～ターミナル間で集配送される貨物量に依存すると仮定する。

また、式(1-a)を目的関数とする上位問題では、下位問題で得られる各ターミナルの利用台数から、次式によって最適バス数を得る<sup>1)</sup>。

$$\min_S c_{bi}TS + c_t Tn(X_i) \quad (2)$$

ここに、

$c_{bi}$  : ターミナル  $i$  の単位時間当りバス費用 (円/時)

$c_t$  : トラックの単位時間当り費用 (円/時)

$T$  : 考察対象期間 (時)

$S$  : トラックバス数

$n(X_i)$  : ターミナル  $i$  を利用するトラックが  $X_i$  台のとき、期間  $T$  の間にターミナル内に滞在するトラックの平均台数

上位問題は組合せ最適化問題に帰着するので、本研究ではその求解法としてGAを適用する。

### 3. 京阪地域へのモデルの適用

モデルの実ネットワークへの適用可能性を検討するために、京阪地域を対象とし、道路網、端末ノードを単純化した図3のようなネットワークを考える。

ネットワークのリンク容量、自由走行時間、端末ノード～路線車仮想ノード間の貨物量、端末ノード間の乗用車のOD交通量、トラックターミナル候補地(16箇所)の地価などをインプットデータに用いて、数値計算を行ったところ、(1,5,15)の3箇所にターミナルを配置する場合が最適となった。

配置パターンとして、(7) : 最適解、(4) : (2,5,15)、(9) : (3,5,15)の3パターンを取り上げ、費用の比較を行う(図4)。候補地1,2,3の順に地価が逓減するため、ターミナル費用は(7)→(9)で減少するが、貨物需要量が多い大阪都心部から離れるので、輸送費用は増加し、ターミナル費用の減少分を上回る。

また、各ターミナルの勢力圏を図3に示す。京都方面のリンクはそれほど混雑していないので、ターミナ

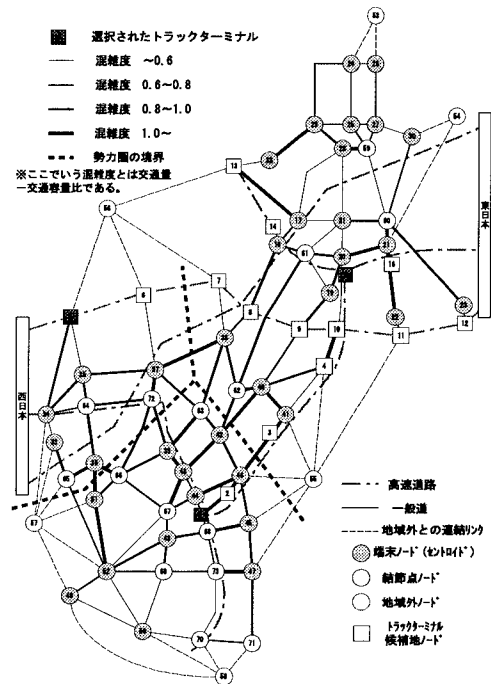


図3 数値計算対象ネットワーク

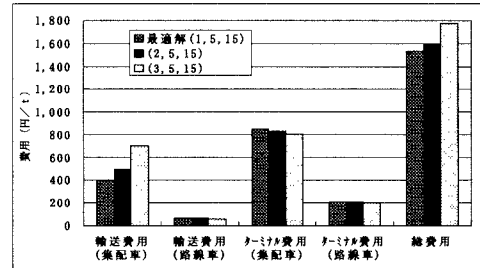


図4 各費用の配置間比較

ル15の勢力圏が大きい。各リンクの道路混雑を反映して、勢力圏が内生的に決定されていることがわかる。

### 4. おわりに

本研究では、道路混雑を考慮して勢力圏を内生的に決定するトラックターミナルの最適規模・配置決定モデルを構築し、数値計算でその適用可能性を明らかにした。ターミナルの配置は輸送費用とターミナル費用のトレードオフの関係で決定されるが、貨物量が集中している地域では、地価がある程度高くても、距離が近い候補地に配置の方が望ましいことがわかった。

#### 【参考文献】

1) 谷口栄一, 則武通彦, 山田忠史, 石井克尚: ロジスティクスセンターにおけるトラックバス数の最適化, 土木計画学研究・講演集 No.18(2), pp745-748, 1995