

関西大学工学部 学生会員 ○多賀 慎 関西大学工学部 正会員 山田忠史
関西大学工学部 正会員 則武通彦 京都大学工学部 正会員 谷口栄一

1. はじめに

近年、製品の多品種化や物流サービスの高度化が進み、貨物の輸送形態は小口化・多頻度化してきている。その結果、積載率の低いトラック交通が増大し、道路混雑や環境悪化などを引き起こしている。そこで、物流拠点と道路を一体的に整備することにより、これらの現象を緩和・改善することが考えられている。例えば、大型車の都市内への流入抑制等を目的とした、広域物流拠点の建設がそれに相当する。本研究では、道路構造を明示的に取り扱い、トラックの行動を考慮したうえで、物流コスト（物流拠点費用と輸送費用の和）、総走行時間費用（路線車、集配車、乗用車の走行時間費用の和）、CO₂排出量（路線車、集配車、乗用車のCO₂排出量の和）の各評価指標下で、広域物流拠点の最適な配置を決定し、その配置の決定要因について分析する。

2. モデルの構造

広域物流拠点を整備した物流形態を図1に示す。すなわち、広域物流拠点～他地域間は路線車が、広域物流拠点～端末ノード間は集配車が輸送するとし、集配車は複数の端末ノードを巡回することはないとする。次に、広域物流拠点の配置決定モデル¹⁾の構造を図2に示す。ここで、離散的に与えた候補地に関する組合せ最適化問題の解法としてGAを用いる。そして、各評価指標値が最小となるような、広域物

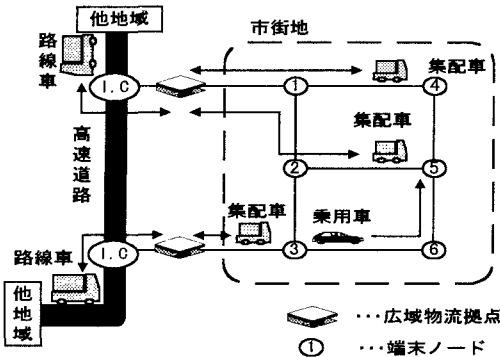


図1 広域物流拠点整備後の物流形態

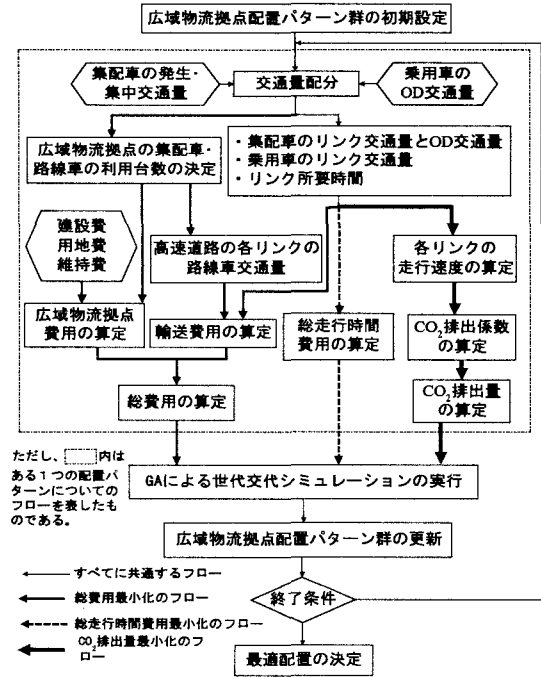


図2 広域物流拠点の最適配置モデル

流拠点の最適配置パターンを探索する。ここで、発生・集中制約のある需要変動型の利用者均衡配分に基づいて、集配車の行動を定式化する。その目的関数は、次式のように表される。

$$\min \sum_a \int_0^{V_a} t_a(\omega) d\omega - \sum_i \sum_j \int_0^{q_{ij}} W_{ij}(\mu) d\mu \quad (1)$$

ここに、
 V_a : リンク a の交通量
 $t_a(\omega)$: リンク a のパフォーマンス関数
 q_{ij} : 広域物流拠点 i ～ 端末ノード j 間の集配車交通量
 $W_{ij}(\mu)$: OD ペア (i, j) に関する集配車の需要関数の逆関数

発生・集中制約は、各端末ノードの集配車について与えられる。制約条件は、式(2), (3)の通りである。

$$\sum_j q_{ij} = O_i \quad (2)$$

$$\sum_i q_{ij} = D_j \quad (3)$$

ここに、
 O_i : 端末ノード i から発生する集配車の交通量
 D_j : 端末ノード j へ集中する集配車の交通量

3. 京阪地域へのモデルの適用

上述のモデルを、簡略化した京阪地域の道路ネットワーク（図 3 参照）に適用する。各評価指標の下での最適配置は、表 1 に示される通りである。評価指標が物流コストと CO₂ 排出量の場合には、最適配置パターンはともに配置 (1, 15) となる。また、総走行時間費用のときは、配置 (1, 2, 5, 15) となった。以下に、これら両配置下での各評価指標値を比較し、配置の決定要因について分析する。

表 1 各評価指標下での広域物流拠点の最適配置

評価指標	物流コスト	総走行時間価値	CO ₂ 排出量
最適配置	(1,15)	(1,2,5,15)	(1,15)

物流コストを評価指標とした場合、図 4 から明らかなように、最適配置は拠点費用と輸送費用のトレードオフで決定される。最適配置 (1, 15) の時に比べて、配置 (1, 2, 5, 15) の方が、拠点費用は小さい。その理由として、候補地 2, 5 に立地することにより、地価の高い候補地への集配車の集中が緩和され、結果的に広域物流拠点の施設規模が縮小されることが考えられる。他方、輸送費用は配置 (1, 2, 5, 15) の方が大きい。その理由として、貨物の発生・集中量が多い都心部の端末ノードからは、候補地 1 の方が距離的に近いが、候補地 1 周辺の道路が混雑しているために（図 3 参照）、集配車は候補地 2, 5 をあえて利用することが挙げられる。

総走行時間費用を評価指標とした場合は、配置 (1, 15) よりも立地箇所が多い、配置 (1, 2, 5, 15) が選択された。広域物流拠点を利用する集配車交通量に比べて一般の乗用車交通量が多いことを考慮すると、総走行時間費用を抑制するためには、都心部で発生・集中する集配車を分散させて、乗用車の走行を円滑にするのが望ましいと考えられる。

CO₂ 排出量を評価指標とした場合には、物流コストの場合と同様、配置 (1, 15) が最適配置となった。配置 (1, 2, 5, 15) の方が CO₂ 排出量が大きくなる理由は、

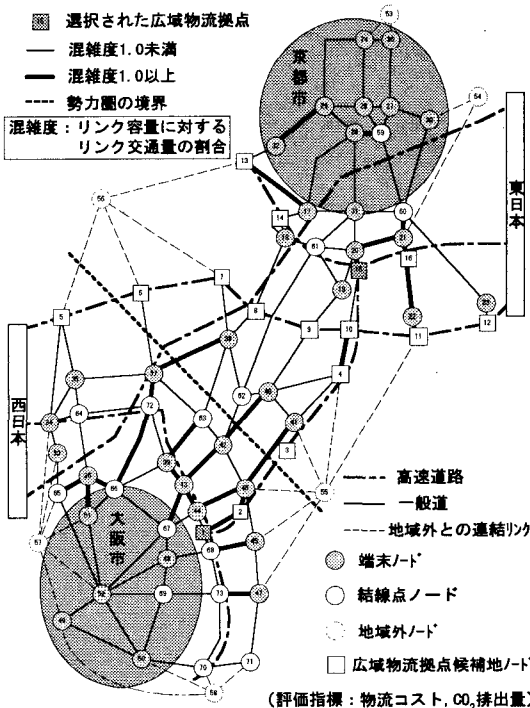


図 3 広域物流拠点の最適配置と各リンクの混雑度

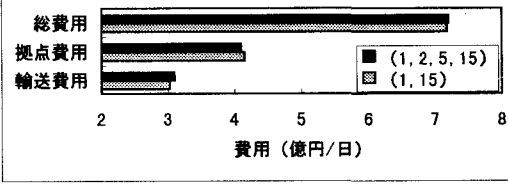


図 4 各費用の配置間比較

路線車の走行距離が増加するためである。貨物の発生・集中量が多い都心部で立地箇所が増加すると、路線車は端末ノードに近い広域物流拠点まで輸送する必要性が生じるため、CO₂ 排出量が増加する。

4. おわりに

本研究では、異なる評価指標の下で広域物流拠点の最適配置を求め、その結果を比較した。配置を決定する要因は、評価指標間で同じではない。道路ネットワークを利用する集配車、路線車、乗用車のいずれの走行環境を重視すべきかは、評価指標により異なる。今後は、複数の異なる評価指標を同時に考慮した配置決定法を考える必要がある。

参考文献

1) 山田忠史, 谷口栄一, 則武通彦, 泉谷透: トラックターミナル機能に注目した物流拠点の最適配置, 土木計画学研究・講演集 No. 19(2), pp. 175-178, 1996.