

IV-137

複数の評価指標を考慮した広域物流拠点の配置に関する研究

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

公共が主体となって、広域物流拠点を高速道路あるいは幹線道路と一体的に整備・配置することにより、物流に関するいくつかの問題を解決することが期待されている。

広域物流拠点と高速道路の一体的整備により、大型車の都市内流入や物流拠点の無秩序な立地の抑制などが期待できる。しかし、物流コストの削減、交通渋滞の緩和、環境への負荷の減少などの目的は、対象地域内の道路ネットワーク上の交通状態に依存するため、広域物流拠点の配置パターン間で競合する。そこで、本研究では、多目的最適化の考え方を適用して、広域物流拠点の配置を決定する方法論の構築を試みる。

2. 配置決定モデルの構造

一般に、多目的最適化問題は以下のように定式化される。

$$\min f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x))^T \quad (1-a)$$

subject to

$$x \in X = \{x \in R^n | g_j(x) \leq 0, j=1, \dots, m\} \quad (1-b)$$

本研究では、決定変数 x は配置パターンを表すベクトルに相当する。さらに、各評価指標（目的関数）に上限制約を設ける。すなわち、

$$\begin{aligned} f_1(x) &\leq \alpha_1 \\ f_2(x) &\leq \alpha_2 \\ &\vdots \\ f_k(x) &\leq \alpha_k \end{aligned} \quad (1-c)$$

である。本研究では、 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ を現状値とする。また、評価指標として輸送費用、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）を考える。したがって、式(1-a)、(1-c)において、 $k=3$

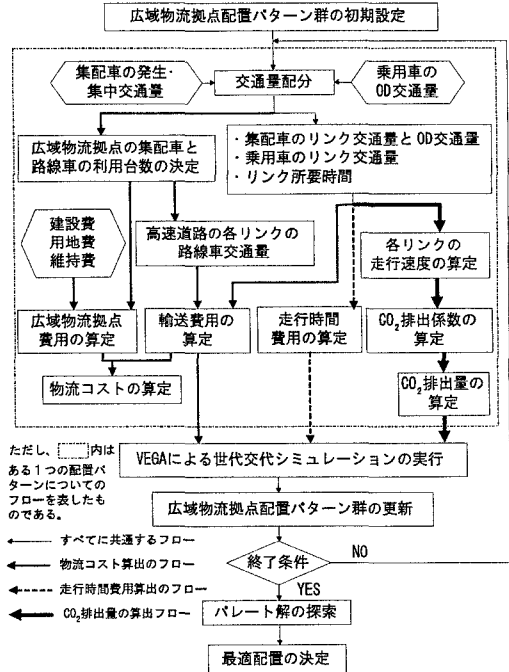


図1 広域物流拠点の配置決定モデルの構造

である。結局、制約条件式(1-b)、(1-c)の下で目的関数式(1-a)を解いて、パレート最適解 x^* を求めることになる。

広域物流拠点の配置を求めるにあたって、広域物流拠点～他地域間は路線車が貨物を輸送し、広域物流拠点～端末ノード間は集配車が配送するような物流体系を考える。広域物流拠点の配置決定モデルの構造は、図1に示される。最初に、ランダムに配置パターンを50個（個体数=50）発生させる。次に、各々の配置パターン下で、交通量配分が行われる。その結果、各配置パターン下での輸送費用、走行時間費用、CO₂排出量が求まる。これら各評価指標値（適合度）が計算されると、配置パターン群（個体

広域物流拠点，配置計画，遺伝的アルゴリズム

〒564 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL/FAX 06-368-0964

〒606-01 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5125 FAX 075-753-5907

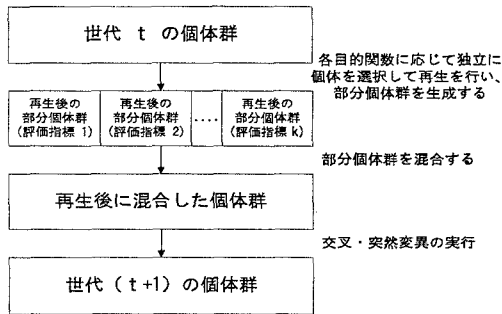


図2 VEGAの基本的概念図

群) に対して、ベクトル評価遺伝的アルゴリズム (Vector Evaluated Genetic Algorithms : VEGA)¹⁾ が適用され、配置パターン群 (世代) が更新される。その後、更新された配置パターン群に属する各配置パターン下で交通量配分が行われ、各評価指標値が求められる。ただし、計算時間を短縮するために、既出の配置パターンについては各評価指標値を再計算しない。なお、世代数が30に到達した段階で計算が終了する。

VEGAは、複数個の個体の発生により多点探索を行うというGAの特徴を活用し、パレート最適解の部分集合を求めることができるという特徴を有する。その基本的概念は、図2に示される。単一評価のGAとの相違点は、評価指標の数に応じて個体群を部分個体群に分割し、各評価指標ごとに独立に再生を行って部分個体群を生成することにある。ただし、交叉や突然変異の処理は、再生後の部分個体群を混合した個体群に対して適用される。

3. モデルの適用例

図3に示される京阪地域の道路網に対して、上述のモデルを適用する。比較のために、各評価指標を単独に用いた場合に得られた最適な配置パターンを表1に示す。これらの結果の相違は、道路網を利用する集配車、路線車、乗用車のいずれの走行環境を重視すべきかに起因している。なお、各評価指標を単独に用いた場合には、図2に示されるモデルにおいて、VEGAではなく、単純GAにエリート保存選択等の処理を加えた方法を使用している²⁾。

モデルを適用した結果、パレート最適解として配置パターン (1,15) と (1,2,5,15) が得られた。これらの配置パターンは、各評価指標を単独で用いた

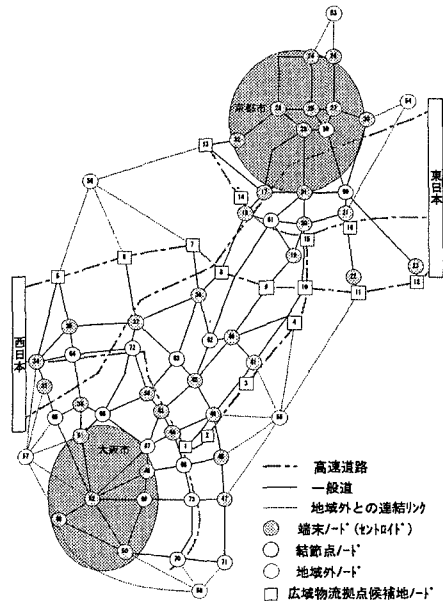


図3 計算対象とする道路網

表1 単一の評価指標下での最適な配置パターン

評価指標	輸送費用	走行時間費用	CO ₂ 排出量
最適配置	(1,15)	(1,2,5,15)	(1,15)

場合の最適な配置パターンに一致した。また、計算時間は、単一の評価指標のケースを1回計算する場合とほぼ同じであった。

4. おわりに

本研究では、複数の評価指標を同時に考慮して、広域物流拠点の最適配置を決定する場合の基礎的枠組みを示した。構築されたモデルを実際の地域に適用した結果、単一の評価指標下で求まる最適配置を含んだパレート最適解 (集合) を直接的に得られることが確認できた。しかし、VEGAの問題点とも言われる妥協解の探索効率については、知見が得られなかった。今後は、評価指標の数を増やすなどして、この点について検討・改善する必要がある。また、パレート最適解の集合から、意思決定者の選好解を決定する方法についても検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) Schaffer, J.D.: Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithms, Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms and Their Applications, pp.93-100, 1985.
- 2) 多賀慎, 山田忠史, 則武通彦, 谷口栄一: 複数の評価指標を用いた物流拠点の配置に関する基礎的研究, 平成9年度関西支部年次学術講演概要, 土木学会関西支部, 1997.