

大規模部品調達ルート最適化問題へのハイブリッド解法の導入事例

03500280	株式会社富士通総研	*佐藤 芳光	SATOU Yoshiaki
	株式会社富士通総研	船越 亘	FUNAKOSHI Wataru
01606110	株式会社富士通総研	宮崎 知明	MIYAZAKI Tomoaki

1. はじめに

メーカーにおいては、部品サプライヤから部品を調達して製品を生産しているが、コスト削減の施策の一つとして、調達物流コストの削減、特に部品の運搬にかかるコストの削減が求められている。

メーカーでは、これまで、各部品サプライヤがそれぞれ個別に工場に納品する方式を採用していた。しかし最近では、部品の納入頻度が増えたことによって、部品の輸送効率を上げるために、工場から部品メーカを巡回して部品を集める方式を採用し始めている。さらに、全国レベルでの調達部品の輸送効率の向上を目指している。すなわち、部品サプライヤによる個別最適化から、メーカーによる全体最適化への転換が行われている。

本稿では、大規模部品調達ルート最適化問題へのハイブリッド解法の導入事例を紹介する。

2. 大規模部品調達ルートコスト最適化問題とは

2.1. ネットワークの構造

ネットワークのノードとしては、部品サプライヤ、工場、スルーセンターが存在する。工場へは、部品サプライヤまたはスルーセンターからの多頻度納入を行う。スルーセンターでは部品サプライヤからの多頻度納入を行い、工場もしくは他のスルーセンターへの出荷を行う。また、部品の輸送経路を

- ・ 直送ルート：工場を出発し、部品サプライヤを巡回して部品を集荷し、工場に戻るまでの経路
- ・ ミルクランルート：スルーセンターを出発し、部品サプライヤを巡回して部品を集荷し、スルーセンターに戻るまでの経路
- ・ 幹線輸送ルート：工場/スルーセンター間または

2か所のスルーセンター間を往復する経路の3種類に分類する。(図1)

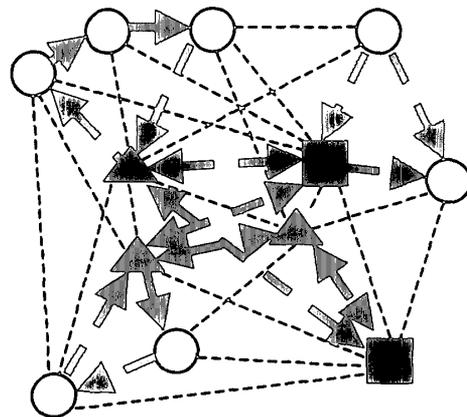


図1 部品サプライヤ(●)/スルーセンター(△)/工場(■)とルート

2.2. 問題の解と制約条件

本問題では、各部品の部品サプライヤから工場への輸送経路(1~数箇所のスルーセンター経由 or 直送)を全体コストが最も安くなるように決定する。

なお、本問題の解は、以下の制約条件に代表される、制約条件を満たすものとする。

- ・ 各ルートには割り当て可能な重量/体積の上限がある。
- ・ 各オーダーは(1~数か所の)経由可能な地点が指定されている。(どの地点を経由してもよいオーダーもある。)
- ・ サプライヤには荷扱い可能時間帯(タイムウィンドウ)が設定されている。

3. アルゴリズム

3.1. ルート算出アルゴリズム

本問題に対して、

- (1) スルーセンターを経由せずに直送するオーダを算出する。(直送ルートの算出)
- (2) スルーセンターを経由するオーダ(直送ルートに割り当たらないオーダ)に対し、最適な経路を算出する。(幹線輸送ルートの算出)
- (3) 各オーダに対し、部品サプライヤから割り当てられたスルーセンターへ輸送するためのルートを算出する。(ミル克蘭ルートの算出)

という、コスト要因の大きな部分から段階的に解いていくアプローチにより、各オーダの輸送経路を算出するアルゴリズムを構築した。

本アルゴリズムでは、上記の(1)~(3)の各段階において、全ての実行可能解からルート候補の絞込みを行った上、集合被覆問題の解法を適用して、各段階でのコスト最適なルートの組み合わせを算出した。

3.2. ルート改善アルゴリズム

以下の近傍探索法によるミル克蘭ルート改善アルゴリズムを構築した。

[近傍探索法]

任意の初期解に対して、以下の手順による解の改善をコストが減少しなくなるまで繰り返す。

- (ア) **3-route**:任意に選択したルート i と近隣のルート j, k に対し、ルート i から 1 か所の部品サプライヤをルート j に移動し、ルート j から 1 か所の部品サプライヤをルート k に移動する。
- (イ) **inter-route**:任意にルート $i, j (i \neq j)$ を選択し、ルート i の $i_n (\leq 2)$ 個の部品サプライヤと $j_n (\leq 2)$ 個の部品サプライヤの交換を行う。
- (ウ) **intra-route(4-opt*)**:全てのルートに対し、部品サプライヤ $i, k (k > i)$ を選択し、部品サプライヤ $1 \sim i$ を部品サプライヤ $k, k+1, k+2$ の前後に移動する。

3.3. ハイブリッド解法とその利点

ルート算出アルゴリズムにおけるルート候補の絞込みロジックによっては、列挙された(実行可能なルートでかつ最適解となり得る)ルート候補の中に最

適解が含まれない、すなわち改善の余地が残されているルートが算出される可能性が大きい。一方、ランダムに作成した解をルート改善アルゴリズムの初期解にして本問題を解いた場合、解の精度、探索効率とも余り良くないことがわかる。

本稿では、それぞれの解法の短所を補うため、ルート算出アルゴリズムとルート改善アルゴリズムを組み合わせたハイブリッド解法(ルート算出アルゴリズムの解をルート改善アルゴリズムの初期解とする解法)を提案する。

4. 実行結果

実行結果については、当日発表する。

5. まとめ

部品調達ルート最適化問題に対し、本稿で示したハイブリッド解法を構築し、シミュレーションを行った結果、最近の数値最適化技術の急速な進歩もあり、(部品サプライヤ:1,000 か所程度、工場:10 数か所、スルーセンター:数か所程度)の大規模な部品調達ルート最適化問題でも実務に適用できるレベルの解を算出できることがわかった。

また、本稿の手法を応用することにより、他の大規模な最適化問題について、実務への適用の可能性を確認した。

[参考文献]

- [1] Jacques Renaud, Gilbert Laporte and Faye F. Boctor, "A Tabu Search Heuristic for the Multi-Depot Vehicle Routing Problem," *Computers & Operations Research*, Vol. 23, No. 3, pp. 229-235, 1996
- [2] Jacques Renaud, Faye F. Boctor, Gilbert Laporte, "A Fast Composite Heuristic for the Symmetric Traveling Salesman Problem," *Inform Journal on Computing*, Vol. 8, No. 2, Spring 1996