

## 要旨

### 1. はじめに

鉄鋼製品は、多種多様でしかも重量物を取り扱うために、物流の重要性が高い。このため、鉄鋼製品の輸送手段である陸上・海上輸送の輸送条件を満たす効率的な配送や需要家へのきめ細かな納入を考慮した多目的な運航計画が要求されている。

一方、昨今の計算機能力の飛躍的向上にともない、物流計画策定において最適化技術の適用が広く試みられてきている<sup>1)</sup>。日々の配送計画では、効率的な物流計画を短時間で、精度の高い計画を自動生成することが必要であり、最適化技術<sup>2)</sup>。寿留付き倉焚品の運搬先は全国各地の工事現場であり、配送ルートは日ごとに大きく異なるために過去の配車ルートを参考にすることができない。一方、工事現場によっては搬入時刻の指

定、高誤呼1呼誼鼻の后、鐵研計測制御研究部主任研究員(課長) 田鍋 実

粮睨

田鍋 実 TANABE Minoru JFE 技研 計測制御研究部 主任研究員(課長)  
吉成 有介 YOSHINARI Yusuke JFE 技研 計測制御研究部 主任研究員(課長)

これらの課題に対して、反復局所探索法<sup>1)</sup>を適用し、最適な車種構成、積み合わせ配送ルートを探査する自動配車計画システムを開発した。その際、配送先は日本全国であるため、これらの積み合わせを全国一括で探索することは、非効率である。このため、配送先を一定距離内になるようにクラスタリングし、そのなかでの積み合わせ探索を実施することで、処理時間を短縮した。

### 2.1.2 配車計画アルゴリズム

配車計画は、翌日1日分のオーダーに基づいて毎日作成し、必要な車両台数と車種を決定する。Table 1 に配送問題の概要を示す。

それぞれの車両ごとに配送オーダーの割り付けと配送ルートを決する。配車計画は、積み荷ロットの割り付けとTSP (traveling salesman problem) の組み合わせからなるVRP (vehicle routing problem) である。この問題に対して、繰り返し局所探索法を用いたアルゴリズム (Fig. 1) を適用した。

以下に初期解作成、探索処理に関して述べる。

#### (1) 初期解作成

配送拠点に近い順にソートされた配送オーダーを、ランダムに選択した車両に制約条件を満<sub>ル</sub>ダベ<sub>ル</sub>



ス(場所), 専用車(荷役機械)というような資源を作業時間軸で割り付けていく。なお, 輸送作業モデルでは積み荷役, 揚げ荷役作業を終えた船は直ちに出航して目的地へ向かい, 必要に応じてそこで待機するものとした。輸送作業量は月間輸送量から算出される揚げ地別の航海数により定義される。

#### 2.2.4 京浜寄港シナリオと計画モデル

##### (1) 京浜寄港シナリオ

今回検討することにした京浜寄港航路(福山~東京1/東京2の戻荷として京浜~中京1/中京2のコイル輸送を実施)において, 京浜寄港の航海数は, 京浜発中京1/中京2向け輸送量に基づいて, 10航海/月に設定された。これを実施する方式として以下の2つのシナリオを検討した。

シナリオ1: 中京1/中京2向けの現行運用(A:朝からの揚げ荷役, B:午後からの揚げ荷役の2つの時間帯を選択)の延長で運航の最適化を実施する。

シナリオ2: 中京1の揚げ荷役を24時間稼働化し, RoRo船2隻を中京1/中京2航路専用船として福山との間を連続運航する。残りの船で不足分の航海を実施する。

京浜寄港を実施する場合, Fig. 7に示すように航海サイクルタイムは従来の72時間から92時間に延びる。このため, 後から福山を出発した中京1/中京2便が, 先発の福山~東京1~京浜~中京1/中京2便と, 揚げ地である中京1/中京2で干渉する可能性があり, これを回避する工夫が必要である。

##### (2) ヒューリスティック計画モデル

モデル構築に先立ち, 荷役作業が錯綜する福山での望ましい荷役時間を揚げ地別に整理した。Fig. 8で航路別の実線矢印は揚げ地での標準荷役時間(8:00など)から揚げ荷役を始めるためのクリティカルな福山荷役時間帯を示す。また, 三角印はRoRo船が揚げ地から

再び福山へ戻る時刻を示す。

Fig. 8から, 福山での荷役作業時間帯は揚げ地別に, 時間帯1(2:00~10:00), 時間帯2(10:00~18:00), 時間帯3(18:00~2:00)の3つに分けられることが分かり, 待機時間の少ない運航パターンの接続は以下の

。づ瑾藕詩餘中京 | き

(2) 東京1 / 東京2 航路専用船の2隻が、各々1週間周期で航海頻度の平準化を実現しつつ京浜積み荷役非稼働日を回避できている。

また、シナリオ2のシミュレーション結果をTable 4に示す。シナリオ2ではシナリオ1より航海数が減少してしまうことが分かった。この原因は、Fig. 8に見られるように、中京1