

C-04

## 多目的最適化による和歌山県の港と海上コンテナネットワークの構築 Multi-Objective Optimization for Port and Marine Container Network in Wakayama Prefecture

小川 剛史†  
Tsuyoshi Ogawa

謝 孟春†  
Mengchun Xie

中嶋 崇喜†  
Mitsuki Nakashima

森 徹†  
Toru Mori

### 1. はじめに

近年、コンテナによる貨物の取扱量は増加し、コンテナ輸送の合理化や効率化は一段必要となる。その一方で、製造業の海外移転が進み、国内経済、特に地方経済の縮小が問題点となっている。製造業の国内立地維持のためには、利便性が高く低コストの産業インフラの整備が急務である。そこで、本研究では地方港間での効率的な海上コンテナネットワーク輸送の構築を検討し、多目的最適化手法による輸送コストの削減とサービスの高速化を目指す。

### 2. 海上コンテナネットワークの多目的最適化

本研究では、和歌山県内にある港の間での海上コンテナネットワーク輸送を容量付き配送計画問題とみなし、輸送に使う船の数と輸送のコストの 2 つを目的関数として多目的最適化を行う。

#### 2.1 船の容量付き配送計画問題

本研究での問題設定は、和歌山県の主要港からそのほかの地方港へ貨物を輸送することを想定しているため、以下のように定義する。

$N$  個の地方港に対して、主要港から複数の船で貨物を輸送する。このときに港に輸送するコストが最小となるような経路を求める単目的最適化を求める。ここでの制約条件は

- ① それぞれの港の需要量だけ輸送する
- ② それぞれの港には一度だけ訪問できる
- ③ 船は主要港から出発し主要港に帰ってくる
- ④ 船に積める貨物数には制限があるとする。

#### 2.2 多目的最適化の構成

本研究では、式(1)の 2 つの目的関数の最適化を行う。ここで、入力となる設計変数  $x$  は、港数、港の座標、貨物量の 3 つである。制約条件  $g_j(x)$  は容量付き配送計画問題と同じとなり、上記の①~④となる。また、目的関数  $f_1(x)$  は輸送に使う船の数で、 $f_2(x)$  は輸送のコストとする。この二つの目的関数はお互いに優劣に影響し、二つの目的関数を同時に最適化することは困難である。そこで、1 つの最適解ではなくパレート最適解を求める<sup>1)</sup>。つまり、一つの目的関数の値をそのままに、もうひとつの目的関数の評価が最大化するような解を求める。

$$\begin{aligned} \min & f_1(x_1, x_2, x_3), f_2(x_1, x_2, x_3), \\ \text{s.t.} & g_j(x_1, x_2, x_3) \quad (j = 1, 2, \dots, 4) \end{aligned} \quad (1)$$

### 3. 実験と結果

和歌山県の主要港の下津港から、13 か所の地方港へ貨物を運搬する経路の中で船の数  $f_1(x)$  と輸送にかかるコスト  $f_2(x)$  の 2 つの目的関数が最小となるような経路を実験で検証した。入力データは、図 1 のように拠点となる下津港を 0 番として各港に 0 から 14 の番号を割り振り、座標と輸送される貨物量を設定した。座標は、位置を 0 から 100 の値をとる XY 座標で表し、各港に届く貨物量はすべて 10 とした。

実験の結果を図 1, 2 に示す。船の数  $f_1(x)$  は 2 隻で輸送コスト  $f_2(x)$  は 208.2 となり、赤矢印と緑矢印の経路をたどると輸送にかかるコストが最適であるという結果が確認できた。しかし、今回の結果の問題として地形を無視して経路を決定してしまっている点と、各港の貨物の量を均一にしているため実際のコストと比べると誤差が生じるという点が挙げられる。

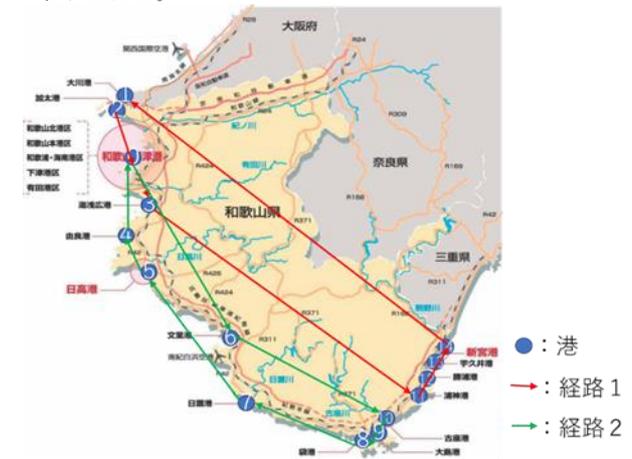


図 1 和歌山の港の最適化された経路

$f_1(x): 2$	$f_2(x): 208.8$
船 1 のルート: 0-3-6-7-5-4-2-1-0	
船 2 のルート: 0-8-9-10-11-12-13-14-0	

図 2 目的関数の値と最適な経路

### 4. まとめ

本研究では、多目的最適化を用いて和歌山県の港の海上コンテナネットワークを構築し、最適な経路を求めた。今後の課題として考慮した経路の形成方法や港ごとに異なった貨物量を設定すること等が挙げられる。

#### 参考文献

- 1) @u0suke87: 多目的最適化問題について, Qiita, 2019