

IV-122

均衡概念に基づく外貿コンテナターミナルの最適ネットワーク計画法

神戸大学大学院 学生員 越崎 晴之

神戸大学工学部 正 員 黒田 勝彦

1. はじめに

本研究では外貿コンテナ輸送ネットワークに関係する主体として、コンテナバースを整備する港湾管理者(政府)、コンテナ船を各港路へ配船する船社および貨物を仕出す荷主を考え、このネットワークにおける3者の最適計画を求めるモデルの構築をおこなう。

2. 港湾ネットワークモデルの構築

本研究では上記3者の関係を2段階のシュタッケルベルグ問題に見立ててモデルの構築をおこなった。

まず政府の戦略は、船社が利益の最大化を図るという前提のもとでコンテナバースの遊休損失および荷主の港湾までまたは港湾からの陸上輸送費用の最小化を目指したコンテナバースの整備とし、以下のように定式化をおこなった。

$$\begin{aligned} \min: & F(X_k^1, Y_{kj}^1, Z_{ikj}, Z_{jki}) \\ & = \sum_k \sum_i a^1 (365X_k^1 - NT_k^1(Y_{kj}^1)) \\ & \quad + \sum_i \sum_k \sum_j C_{ik}^* (Z_{ikj} + Z_{jki}) \quad (1) \\ \text{sub to} & \\ & 365X_k^1 \geq NT_k^1(Y_{kj}^1) \quad (2) \\ & X_k^1 \geq 0 \quad (3) \\ & \text{and} \\ & \boxed{\begin{array}{c} \text{船社の最適行動} \\ \text{sub to} \\ \boxed{\text{荷主の最適行動}} \end{array}} \end{aligned}$$

ここで、 X_k^1 : k港での船型1用コンテナバース数、 Y_{kj}^1 : 航路k-j間の船型1の船舶数、 Z_{ikj} : ゾーンiからk港を経てゾーンjへ運ばれる貨物量、 Z_{jki} : ザーンjからk港を経てゾーンiへ運ばれる貨物量、 a^1 : 1日当たりの船型1用コンテナバース1バース当たりの遊休損失、 $NT_k^1(Y_{kj}^1)$: k港の船型1用

コンテナバースでの年間荷役時間、 C_{ik}^* : i-k間のトン当たり最小陸上輸送費用である。また、i, k, j: 国内ゾーン、港湾、海外ゾーンを表す添字である。

次に船社の戦略は、荷主が総輸送費用の最小化を図るとの前提のもとで利益(純利益)の最大化を目指して航路別に船型、年間便数を決定するものとし、以下のように定式化をおこなった。

$$\begin{aligned} \max: & G(Y_{kj}^1, Z_{ikj}, Z_{jki}) \\ & = \sum_i \sum_k \sum_j C_{kj} (Z_{ikj} + Z_{jki}) \\ & \quad - \sum_k \sum_j \sum_l R_{kl}^1 * TB_{kl}^1(Y_{kj}^1) \\ & \quad - \sum_k \{ C_k^* \sum_i \sum_j (Z_{ikj} + Z_{jki}) \} \\ & \quad - \sum_j \{ C_j^* \sum_i \sum_k (Z_{ikj} + Z_{jki}) \} \quad (4) \end{aligned}$$

sub to

$$NT_k^1(Y_{kj}^1) \leq 365X_k^1 \quad (5)$$

$$\sum_i f_{kj}^1 DW^1 * TB_{kl}^1(Y_{kj}^1) \geq \sum_i Z_{ikj} \quad (6)$$

$$\sum_i f_{jk}^1 DW^1 * TB_{kl}^1(Y_{kj}^1) \geq \sum_i Z_{jki} \quad (7)$$

$$Y_{kj}^1 \geq 0 \quad (8)$$

and

荷主の最適行動

ここで、 C_{kj} : k-j間のトン当たり海送運賃、 R_{kl}^1 : 航路k-jでの船型lのランニングコスト、 $TB_{kl}^1(Y_{kj}^1)$: 航路k-jでの船型lの年間総便数、 C_k, C_j : トン当たり荷役費用、 f_{kj}^1, f_{jk}^1 : ロードファクター、 DW^1 : 船型lの船の載荷重量である。

最後に荷主の戦略は、総輸送費用の最小化とし、以下のように定式化をおこなった。

$$\begin{aligned} \min: & H(Z_{ikj}, Z_{jki}) \\ & = \sum_i \sum_k \sum_j C_{ik}^* (Z_{ikj} + Z_{jki}) \end{aligned}$$

$$+\sum_{i=1}^I\sum_{k=1}^K C_{kj}(Z_{ikj}+Z_{jki}) \quad (9)$$

sub to

$$\sum_i Z_{ikj} \leq \sum_i f_{kj} DW^1 \cdot TB_{kj} (Y_{kj}) \quad (10)$$

$$\sum_i Z_{jki} \leq \sum_i f_{kj} DW^1 \cdot TB_{kj} (Y_{kj}) \quad (11)$$

$$\sum_k Z_{jki} = Z_{j,i} \quad (12)$$

$$\sum_k Z_{ikj} = Z_{i,j} \quad (13)$$

$$Z_{ikj} \geq 0, Z_{jki} \geq 0 \quad (14)$$

ここで, $Z_{i,j}, Z_{j,i}$:ゾーン間OD貨物量である。

3. ケーススタディ

国内のゾーン(i), 港湾(k)の設定を図-1, 海外のゾーン(j)を7ゾーン(表-1)とし, 各iとk, kとjを結ぶ仮想ネットワークモデルにおいて適用をおこなった。なお, OD貨物量は表-2とし, 船型は1種類(載荷重量:33000トン)としている。また, 簡単なケースのみの計算に止めるために政府の最適行動を求めるにあたっては, 政府の戦略を遊休損失の最小化とした。

今回の仮想モデルでは, 港湾の設定にあたって各ゾーン内に最寄りの港湾となる港湾を1港ずつ仮定したが, 表-2, 表-3を比較して分かるように, 国内の各ゾーンの輸出入貨物が必ずしも最寄りの港湾を経由しているわけではないことに注目すべきである。これは, 船社と荷主の行動がシュタッケルベルグの意味での均衡する条件を求めた結果であり, 背後の港勢圏の貨物を当該港湾のシェアとする考え方が危険であることを意味している。

4. おわりに

今回の研究では, 政府, 船社, 荷主からなる港湾ネットワークでの最適計画法の定式化をおこない, それを仮想ネットワークを用いて適用をおこなった。しかし, 適用にあたっては政府の戦略を遊休損失の最小化のみとしており, 今後はアクセス費用を考慮に入れた場合についてケーススタディをおこなう必要がある。また, 本モデルでは前提条件として船舶の待ち損失については考えていないので, それについても考えてモデル化をおこなっていきたい。

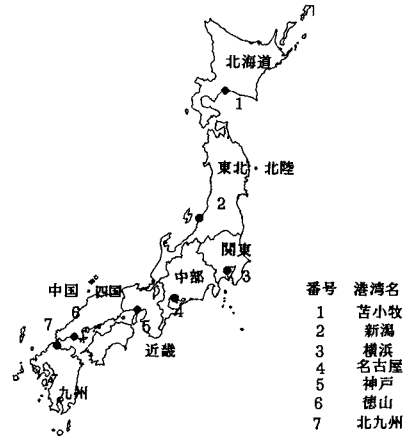


図-1 国内ゾーンおよび港湾の設定

表-1 海外ゾーンの名称

ゾーン番号	1	2	3	4	5	6	7
名称	北米西	北米東	欧州	中近東	オセアニア	近畿	東南アジア

表-2 OD貨物量(上段:輸出, 下段:輸入)

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	計
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	0	0	1
4	0	0	0	1	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1	0	0	1
6	0	0	0	0	0	1	0	1
7	0	0	0	0	0	0	1	1
計	1	1	1	1	1	1	1	7

表-3 各航路への配船数(隻)

	1	2	3	4	5	6	7	計
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

表-4 コンテナバース建設数(バース)

k	1	2	3	4	5	6	7
バース数	0	0	0	0	0	0	0

参考文献

- 1) 細江守紀: 非協力ゲームの経済分析, pp. 50-pp. 63, 頸草書房
- 2) 今井照夫: コンテナ輸送システムにおける整備計画の最適化に関する研究, 神戸商船大学学位論文, 1989
- 3) 木村東一: 外貿港湾選択評価手法とその応用に関する研究, 京都大学学位論文, 1985