

IV-1 アジア地域コンテナ定期船輸送を対象とした船社、荷主の行動モデルの作成

中央大学大学院 学生員 ○小坂 浩之
中央大学理工学部 正 員 谷下 雅義
中央大学理工学部 正 員 鹿島 茂

1. はじめに

アジア地域のコンテナ貨物の増加から、各国はコンテナターミナルの大規模な整備を進めている。しかし、現在のアジア各国の港湾整備計画は船社や荷主の行動が十分に考慮されていない。そのため、アジア地域全体でみたときに港湾整備が過剰な投資になっている可能性が考えられる。

本研究は、アジア地域の港湾整備評価を行うという視点から、船社、荷主の行動をモデル化することを目的としている。

2. 本研究の位置付け

KURODA 他¹⁾は、港湾の施設量やサービス水準がコンテナの流動に与える影響を分析するため、船社、荷主、港湾管理者の行動をモデル化している。しかし船舶の運航においてルートを検討していないために、アジア地域内の多様性のある船舶の運航を分析できない。IMAI 他²⁾は、船社の行動において船舶の運航ルートを決するモデル化を行っているが、港湾の施設量は検討していない。本研究は KURODA 他³⁾のモデルに、船舶の運航ルート考慮することでアジア地域の港湾整備評価を行うことが可能なモデルを作成する。ここでは船社、荷主の行動モデルを示す。

3. モデルの仮定と前提条件

次に示す仮定と前提条件で、船社、荷主の行動を2目的最適化問題としてモデル化を行った。またモデル化における行動の要因の関係を図1に示す。

1) モデルの仮定

荷主は港湾における OD 貨物量を、輸送費用が最小になるように運航ルート別に配分し、経路貨物量決定する。船社は保有する船舶の寄港地、運航ルート、運航頻度を利潤が最大になるように決定する。

2) モデルの前提条件

- ・年間のコンテナ貨物定期船輸送を対象とする。
- ・複数の港湾における OD 貨物量 O^j を与件とする。
- ・船社は経路 w における船型別年間運航回数 n_w^l を決定する。
- ・荷主は経路 w に配分する経路貨物量 Q_w^j を決定する。
- ・保有船舶の船型別総数 N^l は与件とする。
- ・船舶が1寄港で積載する経路貨物量は経路内で等しい。

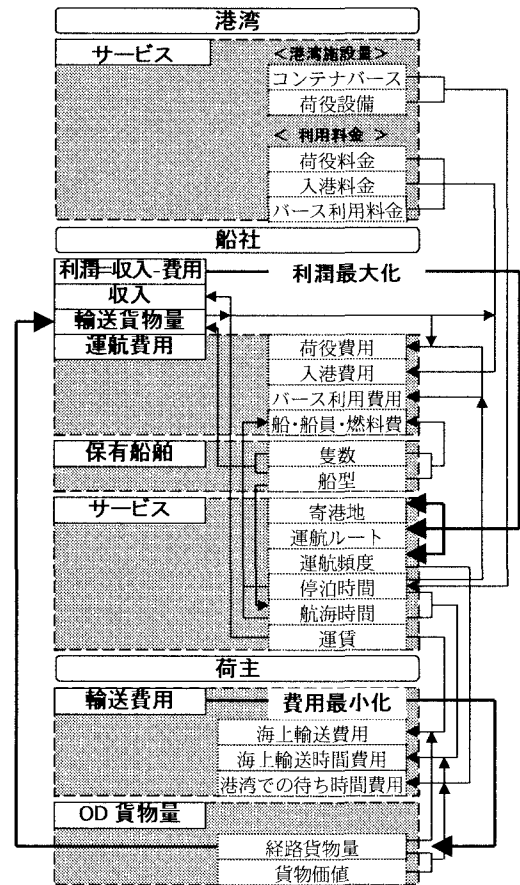


図1・船社、荷主の行動とその要因の関係

キーワード：港湾計画、物資流動

連絡先：中央大学 交通計画研究室（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27, TEL03-3817-1817）

4. モデルの定式化

1) 船社の行動モデル

目的関数の第1項は料金収入、第2～6項はそれぞれ年間の船・船員費、燃料費、荷役費用、バース使用費用、入港費用を示す。制約条件は船舶の運航がOD貨物量を満たす条件、経路に投入された船舶がその経路を1年間運航する条件、船社が運航させる船舶総数の条件である。

$$\begin{aligned} \max_{\delta_w^l, n_w^l} \sum_w \sum_i \sum_j \sum_l f^{ij} Q_w^{ij} \delta_w^l & - \sum_w \sum_i (cs^i + cc) / 365 \left[\left\{ \sum_l \left(\sum_j Q_w^{jl} + \sum_j Q_w^{ji} \right) / \sum_l \delta_w^l n_w^l \right\} / u^i \right. \\ & \quad \left. + \left(\sum_l \sum_j R_w^{lj} D_{ij} / V^l \right) \right] \delta_w^l n_w^l \\ & - \sum_w \sum_i f_w^i \left(\sum_l \sum_j R_w^{lj} D_{ij} / V^l \right) \delta_w^l n_w^l \\ & - \sum_w \sum_i w_p \left\{ \sum_l \left(\sum_j Q_w^{jl} + \sum_j Q_w^{ji} \right) / \sum_l \delta_w^l n_w^l \right\} \delta_w^l n_w^l \\ & - \sum_w \sum_i GT^i v_p^i \left[\left\{ \sum_l \left(\sum_j Q_w^{jl} + \sum_j Q_w^{ji} \right) / \sum_l \delta_w^l n_w^l \right\} / u^i \right] \delta_w^l n_w^l \\ & - \sum_w \sum_i \sum_l GT^l pf_p^l Q_w^{il} \delta_w^l n_w^l \\ \text{sub. to} \\ \delta_w^l = 1 \text{ or } 0 \quad n_w^l \geq 0; \quad \text{整数} \\ \sum_l C^l \delta_w^l n_w^l R_w^{il} \geq O_{ij} \\ \left[\left\{ \sum_l \left(\sum_j Q_w^{jl} + \sum_j Q_w^{ji} \right) / \sum_l \delta_w^l n_w^l \right\} / u^i + \left(\sum_l \sum_j R_w^{lj} D_{ij} / V^l \right) \right] \delta_w^l n_w^l \geq 365 \\ \sum_w \left[\left\{ \sum_l \left(\sum_j Q_w^{jl} + \sum_j Q_w^{ji} \right) / \sum_l \delta_w^l n_w^l \right\} / u^i \right. \\ \quad \left. + \left(\sum_l \sum_j R_w^{lj} D_{ij} / V^l \right) \right] \delta_w^l n_w^l = 365 N^i \end{aligned}$$

2) 荷主の行動モデル

目的関数の第1項は海上輸送費用、第2、3項はそれぞれ港湾での待ち時間と運航時間による貨物価値損失費用を表す。制約条件は経路貨物量のODフロー保存と船舶容量制約である。

$$\begin{aligned} \min_{Q_w^{ij}} \sum_i \sum_j f^{ij} Q_w^{ij} \delta_w^l & + \sum_w \sum_i \sum_j pcQ_w^{ij} (1 + \eta) \wedge 365 / 2 \sum_l \delta_w^l n_w^l \\ & + \sum_w \sum_i \sum_j pcQ_w^{ij} (1 + \eta) \wedge \sum_l \delta_w^l \left[\sum_{i=1}^{k-1} T_{i, i+1, w}^l \right] \\ & + \left\{ \sum_{i=1}^k \left(\sum_j Q_w^{i, j} + \sum_j Q_w^{j, i} \right) / \sum_l \delta_w^l n_w^l \right\} / L_w \\ \text{sub. to} \\ Q_w^{ij} \geq 0 \quad \sum_w Q_w^{ij} = O_{ij} \quad \sum_w Q_w^{ij} \leq \sum_l C^l \delta_w^l n_w^l R_w^{ij} \end{aligned}$$

変数の説明

添字

w 経路 i, j 船舶が運航する時の発港湾と発着港湾
 p 船舶の寄港地 l 船舶（船型）

経路を表す変数

R_w^{ij} 経路 w が i ノードと j ノード間を通るとき1、通らない時0
 Q_w^{ij} 経路 w が j ノードを通るとき1、通らない時0
 k_w a から出発する経路 w が通るノードの番号
 $S_w(k_w)$ 経路 w の k_w 番目に通過するノード

決定変数

Q_w^{ij} 経路 w への貨物量（TEU／年）
 δ_w^l 経路 w の船型別運航（する時1、しない時0）
 n_w^l 経路 w の船型別年間運航回数

外生変数

O^{ij} i, j 間の年間貨物量OD（TEU／年） η 利率
 pc 単位貨物価値（円／TEU）
 C^l 船型別積載能力（TEU） V^l 船型別速度（Knot）
 GT^l 船型別トン数（TON） N^l 船型別保有船舶数
 u^l バース当りの船型別日間荷役能力（TEU／日／バース）
 f^{ij} a, j 間の単位貨物量当りの海上輸送料金（円／TEU）
 cc 船型別年間船費（円／船舶／年）
 cs^l 1船舶当りの年間船員費（円／船舶／年）
 fc^l 船型別日間燃料費（円／船舶／日）
 w_p 港湾別単位貨物量当りの荷役料金（円／TEU）
 v_p^l 港湾別船型別トン当り日間バース使用料金（円／船舶（トン数）／日）
 pf_p^l 港湾別船型別トン当り1入港当りの料金（円／船舶（トン数））

5. おわりに

本研究は、アジア地域の港湾整備を評価するために、船舶の運航においてルートを考慮し、船社、荷主の行動をモデル化した。アジア地域内の船舶の運航を分析することは、アジア地域の国間コンテナ貨物輸送の他に、アジア地域と北米、欧州間等のコンテナ貨物のトランシップ輸送を含むことから、重要性が高いと考える。今後は、アジア地域のハブ港間における船舶の運航を対象として、作成したモデルの有効性を検討する予定である。

【参考文献】

- 1) Stackelberg Equilibria Analysis of Container Cargo Behavior Katsuhiko KURODA, Zan YANG Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 1, No. 1, Autumn, 1995
- 2) A Containerized Liner Routing Problem Akio IMAI, Stratos PAPADIMITRIOU 土木計画学研究・講演集 1996