

地方港における複占競争下での船社の配船戦略*

Competition analysis of shipping companies in duopoly market*

中谷雄一郎**・稲村肇***

By Yuichiro NAKAYA**・Hajime INAMURA***

1. はじめに

阪神・淡路大震災以降、我が国ではコンテナ貨物取り扱い港が急激に増加している。(図-1参照)こういった背景には地方港の国際化ということが挙げられる。近年、地方では各県が港湾の整備に力を入れており、また地方港の背後の荷主企業は物流コストの低減を図るために地方港からの輸出入を積極的に進めている。地方港における主要貨物である日韓航路貨物を例にとると、従来貨物は釜山港から日本の主要港へ運ばれ、そこから内航船またはトラックに積み替えられて地方へ輸送されていた。しかし阪神・淡路大震災以降は、地方港で相次いで韓国航路が開港され、釜山港から直接地方港へ輸送されるようになってきた。

このように地方港の重要性が増す中で、整備の必要性が高まっており、港湾整備を計画する際には港湾を使用する主体である船社の行動を把握しなければならない。地方港における船社の配船行動を分析したものには佐藤ら¹⁾があるが、この研究では船社を1社でしか考えず複数船社の競争を説明することはできない。

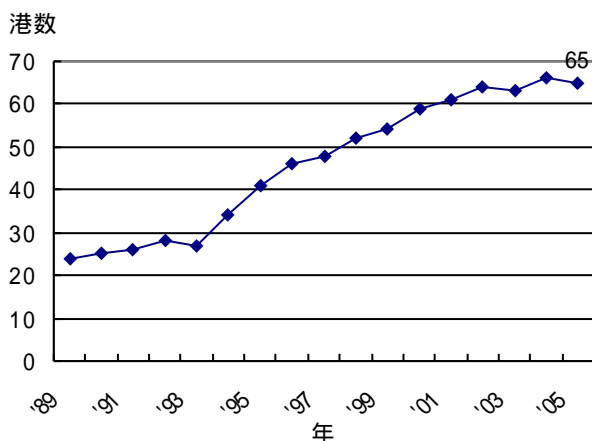


図-1 日本のコンテナ取り扱い港数の推移

*キーワード：船社間競争，地方港

**非会員，東北大学大学院情報科学研究科

(仙台市青葉区荒巻字青葉06, TEL:022-795-7497,

E-mail:nakaya@plan.civil.tohoku.ac.jp)

***F会員，工博，東北大学大学院情報科学研究科

そこで本研究では地方港のような需要の不確実な状況における複数船社の競争を分析・予測することを目的とする。この複数船社の行動のモデル化によって、地方港湾整備の一助となると考えている。

2. モデルの設定

以下では、統計的決定理論とゲーム理論を船社の行動に適用していく。船社の行動は週何便運航するかということで、現状の運航に対して{増便，変化なし，減便}の3通りとする。

(1) 需要予測

需要は佐藤らの方法²⁾にならって予測する。まず月毎の貨物需要データから移動平均を取ることによって季節値を求める。これは船社にとって既知の情報であると言える。次に貨物需要データから季節値を引いたものを調整貨物需要データとする。そして行動決定期以前2年間の調整貨物需要データを回帰分析することによって需要変化のトレンドをとり、将来の予測値と分散を求める。

現状の行動を継続する場合はそのままのトレンドで推移する。一方で行動を変化させた場合、貨物需要は増便すれば増え、減便すれば減るはずである。このトレンドの変化は佐藤ら²⁾で使用した酒田港のデータを用いることとする。

また、行動を変化させる場合は実験を行う。本研究では行動の変化自体を実験と考え、行動決定6ヶ月後の予測値に対しても確率を与える。つまり実験結果 $z_1 \sim z_5$ に予測値の-10%以下，-10%以上-5%以下，-5%以上5%以下，5%以上10%以下，10%以上の値を与え、それに対して正規分布の確率を与える。そしてそれぞれの実験結果に対して変化させた行動を維持するか、元に戻すかを選択することができる。なお行動を継続する場合には実験は行わないものとする。

最後に、得られる貨物需要に対しても正規分布を仮定して確率分布を求め、5つの代表的な値に離散化する。表-1に貨物需要の確率を予測値と分散を用いて表す。なお行動を変化させる場合の分散は行動を継続する場合の1.5倍とする。

表-1 貨物需要の確率

貨物需要	X-	X-	X	X+	X+
確率	1.336	0.73	0.42	0.73	1.336

(2) 期待利潤

船社の行動を決定する価値基準は各船社の行動後2年間の期待利潤とする。期待利潤は利潤に貨物需要の確率を乗じることによって算出される。利潤は次式で表される。

$$\text{利潤} = \text{運賃収入} - \text{費用} - \text{機会損失} \quad (2-1)$$

機会損失は貨物需要が船舶のキャパシティより多い場合のみ発生し、次式で表される。

$$\text{機会損失} = (\text{貨物需要} - \text{キャパシティ}) \times \text{運賃} \quad (2-2)$$

(3) 船社間の競争

船社間の競争として先手後手が入れ替わる完全情報シユタッケルベルグゲームを仮定し、次のような条件を設定する。

- a) 行動変化の機会は6ヶ月毎とし各船社の行動変化の時期には3ヶ月のズレがあるものとする。
- b) 行動を決定してから実際に行動に移すまでには準備期間として6ヶ月を有するものとする。
- c) 行動を決定するのは常に先手である。
- d) 3ヶ月を1期とする。

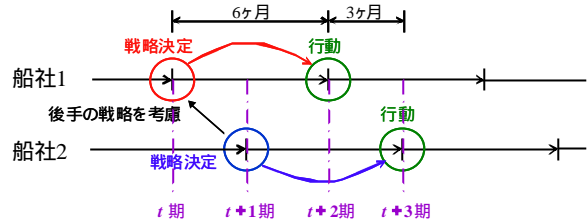


図-2 船社の行動決定

t期に先手が行動を決定するときの船社間の複占競争をゲームツリーで表すと図-3になる。図-3では簡略化のためzおよびθを2通りで表しているが、分析では前述したとおり5つの代表的な値を与えるものとする。先手は実験後の後手の再配船までを考慮し、式(2-3)で表される期待利潤最大化行動を取る。このようなゲームが1期毎に行動決定者が替わりながら繰り返される。

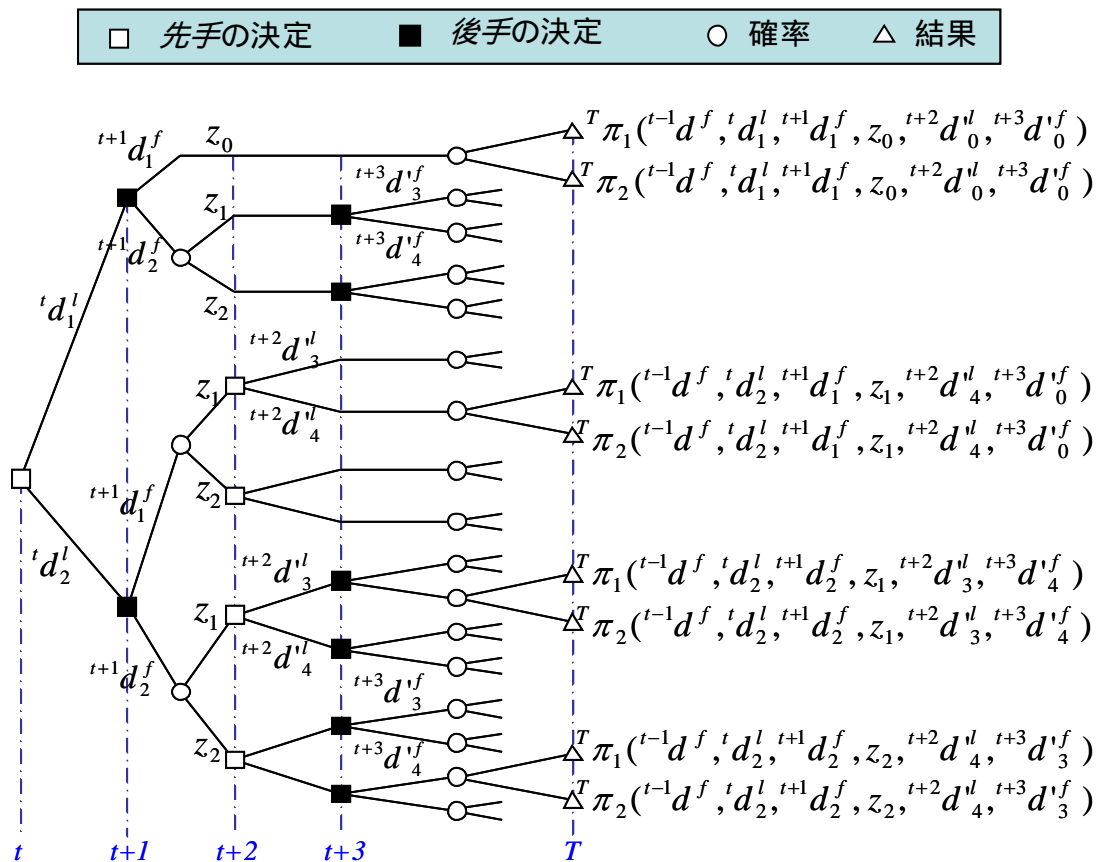


図-3 船社の競争に関するゲームツリー

$$\begin{aligned}
& \max_{d^l} E_{z_j} [{}^{t+2,t+10} \pi^l ({}^{t-1} d^f, {}^t d^l, {}^{t+1} d^f(z), z_j, {}^{t+2} d^d(z), {}^{t+3} d^f(z), {}^{t+2,t+10} \theta^l)] \\
& \text{s.t. } {}^{t+1} d^f(z_j) \equiv \arg \max_{d^f} E_{z_j} [{}^{t+3,t+11} \pi^f ({}^{t-1} d^f, {}^t d^l, {}^{t+1} d^f(z), z_j, {}^{t+2} d^d(z), {}^{t+3} d^f(z), {}^{t+3,t+11} \theta^f)] \\
& \text{s.t. } {}^{t+2} d^d(z_j) \equiv \arg \max_{d^d} E_{z_j} [{}^{t+4,t+10} \pi^l ({}^{t-1} d^f, {}^t d^l, {}^{t+1} d^f(z), z_j, {}^{t+2} d^d(z), {}^{t+3} d^f(z), {}^{t+4,t+10} \theta^l)] \\
& \text{s.t. } {}^{t+3} d^f(z_j) \equiv \arg \max_{d^f} E_{z_j} [{}^{t+5,t+11} \pi^f ({}^{t-1} d^f, {}^t d^l, {}^{t+1} d^f(z), z_j, {}^{t+2} d^d(z), {}^{t+3} d^f(z), {}^{t+5,t+11} \theta^f)] \tag{2-3}
\end{aligned}$$

ただし、

$T\theta$: T期の貨物需要

d_1 : 「現状の行動を継続する」という決定

d_2 : 「現状の行動を変化させる(減便・増便)」という決定

d_3 : 実験後に「変化させた行動を維持する」という決定

d_4 : 実験後に「変化させた行動を元に戻す」という決定

z_j : 実験結果

π : 利潤

l : leader(先手)

f : follower(後手)

3. 対象とデータ

対象港湾としては秋田港を選定した。秋田港は外貿コンテナ航路として H7.11 に韓国航路が開設された。開設当時は興亜海運 1 社のオペレーションにより週 1 便運行されていたが、需要量の変化に伴い船社の参入・撤退、増便・減便が起こり、2007 年現在では 3 社のオペレーションにより週 4 便運行されている。本研究では船社が興亜海運・汎洋商船の 1, 2 社であった H10.8~H15.2 までを分析対象期間とする。1 社の時も常に他社と競争状態にあるとして分析を行う。

対象航路は、釜山港 苫小牧港 秋田港 釜山港の 3 港間の航路とする。船社は、貨物需要と他社の行動を考慮した上で、420TEU の船舶をこの航路で週に何便運航させるかを決定する。

費用及び運賃は 2 社間で常に同じとし、白井ら²⁾にならって推計する。それを表-2、式(3-1)に示す。なおここで、固定費用とは運航便数によって変動しない費用、準固定費用とは運航便数によって変動する費用、変動費用とは貨物取扱量によって変動する費用とする。各費用の分類は表-3 に示す。

表-2 費用推計結果

		船舶 (TEU)	固定費用 (\$)	準固定費用 (\$)	変動費用 (\$)
1便	割合	420	17,311	23,797	150,600
			9%	12%	79%
2便	割合	420×2	17,311	47,593	150,600
			8%	22%	70%

$$\text{運賃} = \text{費用} \times (1.39 - 0.0061 \times \text{配船数}) \tag{3-1}$$

表-3 費用分類

準固定費	燃料費	
	港費	
固定費	船費	資本費
		オペレーティング費
変動費	貨物費	管理費
		ターミナル費
		空コンテナ費
		装置準備費
		貨物保険費

その他、予測値の 1.1 倍を超えた分の貨物需要に対する変動費用は 881(\$/TEU)とする。また、先行者に優位性があると考え、興亜海運と汎洋商船の 1:1 の便数に対して 6:4 の貨物需要が得られるものとする。

4. 結果と考察

(1) BASE 分析

BASE 分析結果を図-4 に示す。

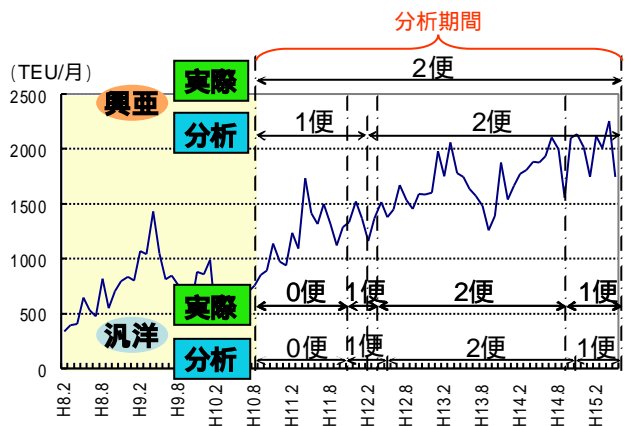


図-4 BASE 分析結果

まず汎洋商船の行動は的確に捉えているといえる。興亜海運の行動において H10.8~H12.2 までは便数が実際よりも少なくなっている。これは、H9.2~H9.8 の間の一

時的な貨物需要の急増に対してそれ以降の貨物需要が落ち込んでいるため貨物需要が減少傾向にある，という予測が原因であると考えられる．しかし，こういった急増・急減には何らかの理由があり，実際には船社はこの理由を把握している．したがって，船社はこの期間を減少傾向にあると捉えていなかったと考えることができる．また，モデルでは全ての期間について 420TEU の船舶を対象としていたが，実際にはこの期間船社は 300TEU 前後の小さい船舶を運航している．その他にも，独占状態から他社が参入してくると利潤が大幅に減少してしまうため，費用が大きくなって過剰な便数にすることによって他社の参入のリスクを回避していると考えられる．このことからこの船社の行動モデルは秋田港において船社の行動をほぼ的確に表しているといえる．

次に興亜海運の実績と分析結果の利潤を表-4 に示す．分析結果のほうが大きい値となっており，つまり H10.8 ~ H12.2 の期間，週 1 便で運航することが興亜海運にとって効率的な配船行動であったということがわかる．

表-4 利潤比較

	実績	分析結果
興亜海運の利潤	\$13,657,968	\$15,141,278

(2) 感度分析

BASE 分析は不確定要素を含んだ一定の前提条件を設定して行った．こういった条件は実際には経済状況など様々な要因によって変動する．ここでは BASE モデルをもとに固定費用，準固定費用，変動費用が変動したときに，船社の行動がどれほど変わるのか感度分析を行う．以下に各費用の感度分析結果の概要を示す．

a) 固定費用

固定費用が変動すると汎洋商船の参入の時期のみが変化し，それ以外の行動はほぼ変わらない．

b) 準固定費用

準固定費用の変動による便数への影響は船社ごとにも全体的にも大きい．汎洋商船の参入の時期には変化がない．

c) 変動費用

変動費用の変動による便数への影響は船社ごとと比較して，全体的には小さい．汎洋商船の参入の時期には変化がない．

次に，各費用の変動に対する船社の行動の変化を表す指標として式(4-1)で表される BASE 分析との乖離率を設定する．分母は BASE 分析の興亜海運・汎洋商船両船社の便数を対象期間合計したもの，分子は感度分析 p と BASE 分析の各期各船社における便数の差を対象

期間合計したものである．図-5 に各費用の縮尺を調整して変動させた時の BASE 分析との乖離率の変化を示す．準固定費用の変動による便数への影響が最も大きいことがわかる．

$$\text{乖離率} = \frac{\sum_t |S_p^k - S_{BASE}^k| + \sum_t |S_p^h - S_{BASE}^h|}{\sum_t (S_{BASE}^k + S_{BASE}^h)} \quad (4-1)$$

ただし，

S_p : 感度分析 p の t 期の便数

k : 興亜海運

h : 汎洋商船

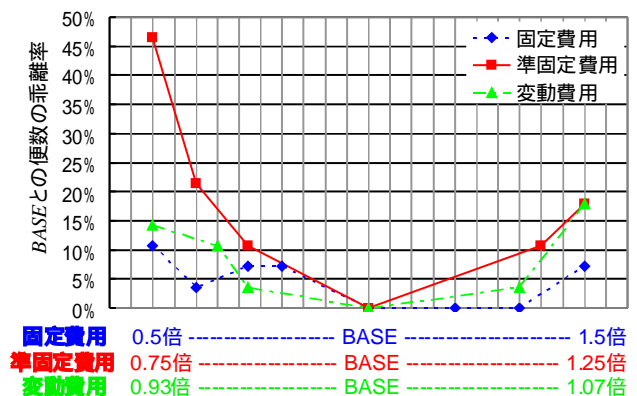


図-5 感度分析結果

5. 結論

本研究の結論として以下の点が挙げられる．

- (1) 構築した船社の行動モデルは実際の船社の考えと整合性があることを確認した．
- (2) 実際の配船行動と分析結果の配船行動の利潤を実際の貨物需要データから算出した結果，分析結果の配船行動がより効率的なことが判明した．
- (3) 参入時期に影響を与えるのは固定費用のみであり，逆に固定費用は参入後の行動に対してはほぼ影響がないと言える．
- (4) 船社の行動に最も影響を与えるのは準固定費用であることがわかった．
- (5) 競争状況下では独占状況下とは違い，費用の大小から便数の大小を一概に決定することはできない．

参考文献

- 1) 佐藤聡一郎：需要の不確実性を考慮した船社の地方港への寄港行動，東北大学大学院修士論文 2007
- 2) 臼井重人：国際コンテナ貨物の輸送コストと運賃の推計，東北大学大学院修士論文 1996
- 3) Wenbin Wei, Mark Hansen : Airlines' competition in aircraft size and service frequency in duopoly markets , *Transportation Research* 2007