

フィーダーサービスによるコンテナ貨物流動分析

Analysis on Domestic Physical Distribution of Container Cargo with Feeder Service

黒田勝彦* 楊賛** 竹林幹雄***

Katuhiko KURODA* Zan YANG** Mikio TAKEBAYASHI***

1. はじめに

大港湾都市における交通環境負荷改善の要請、また、労働力不足、道路混雑等の制約を受け、国内貨物の中長距離輸送の海上輸送へのモーダルシフト問題が取り上げられている。そのため、物流サービスレベルを維持できるような代替輸送手段、例えばテクノスパーライナー（TSL）が開発され、また、コンテナ貨物の円滑な複合一貫輸送を実現するための海上輸送ネットワークの形成も重要視され、それに関連する物流施設の整備が検討されており、海上フィーダーサービスの一層の充実が求められている。

一方、外貿一般貨物輸送のコンテナリゼーションがますます進む中で、外洋基幹航路においては、運航効率を求めてコンテナ船の大型化が進み、寄港地の集約化傾向が強くなり、貨物の港湾アクセス距離、ひいてはそのコスト増が余儀なくされることになる。こういったコンテナ輸送市場における変化に応じ、深水コンテナバースを有する国際ハブコンテナ港湾の整備が急務となっているとともに、国土の均衡ある発展と各地の近隣諸国との交流の活発化を図るため、またハブ港と連動するフィーダー港としての役割も重ねて、地域流通港湾の整備も早急に行わなければならないであろう。そういった事情を踏まえ、運輸省港湾局より、「大交流時代を支える港湾」という港湾中長期整備に関する施策方針が公表され、国際中枢港湾、地域国際流通港湾よりなる港湾ネットワークの整備が進められている¹。

港湾ネットワークを整備する場合、現在の産業分布を考慮しなければならないが、その整備により、産業立地、また貨物流動は如何に変化するかを分析し、その結果をもって、ネットワークの整備効果を評価しなければならない。これに関する今までの研究のほとんどは港湾背後圏があらかじめ与えられた上で、港湾立地と規模を検討するものであり、問題の静的な捉え方であるといえる。しかし、コンテナ貨物輸送に関しては、港湾整備の状況により船社のコンテナ定期便航路設定が変化し、またその配船状況に応じて、荷主の貨物流動も変化するものである。

したがって、われわれは本研究において、船社と荷主の輸送市場におけるゲーム的、また同時に需要と供給サイドである関係进行分析し、シュタッケルベルグ均衡モデルとして定式化を試み、それを用いて、フィーダー港湾を整備した場合の港湾ネットワーク変化のいくつかのケースについて、外貿コンテナ貨物の国内流動パターンをシミュレーションし、その流動状況を分析した上で、海上フィーダーの可能性を展望し、輸送の港湾ネットワーク整備代替案を評価する一方法を提案する。

2. 外貿コンテナ輸送市場の分析

外貿コンテナ定期便輸送の特徴として、外航船社は港湾事情によりいくつかの港湾を選んで、寄港ルートを決め、その上に一定数のコンテナ船を運航させ、一方荷主はコンテナ船の積載スペースを購入し、輸送サービスを受けることである。

従来 の 不 定 期 船 輸 送 に お い て は、 特 定 の 荷 主 は 輸 送 需 要 を 提 示 し、 特 定 の 船 社 と 輸 送 契 約 を 結 び、 そ の 中 に 荷 主 の 都 合 に 沿 っ た 寄 港 港 湾、 寄 港 時 期 等 が 定 め ら れ る。 こ の 場 合 に は、 船 社 が 受 動 的 に 輸 送 サ ー ビ ス を 提 供 す る こ と と な る。 一 方、 コ ン テ ナ 貨 物

キーワード 物資流動、港湾計画

* 工博 神戸大学工学部建設学科
〒650 神戸市灘区六甲台町1-1
Tel. & Fax. 078-803-101

** 工修 神戸大学自然科学研究科

*** 工修 神戸大学工学部建設学科
Tel. & Fax. 078-803-1016

定期輸送においては、船社が不特定多数の荷主への輸送サービスの提供という前提において、就航航路、コンテナ船投入便数、投入船型等の情報を含めた運航スケジュール及び他のサービス内容（以下、船社の配船戦略という）を公表した上で、具体的な輸送契約と関係なしで定期運航サービスを行う。荷主はこれに基づき、自分の輸送需要に合うような定期便を選んで、輸送契約を締結する。この場合には、船社が積極的に輸送サービスを行うこととなる。

（１）外航船社の行動

外航船社はこういうサービス提供の意志決定を行うに際して、政府または港湾管理者に決定されたコンテナターミナルの整備状況、港湾運営状況と与件とし、貨物ODと言った情報のもとに、荷主の貨物配分行動に関する予測を行い、それを制約条件のひとつとして、最大利潤をもたらすような配船計画を先に提示することである。この意味において、コンテナ貨物輸送に関して、自分に有利な配船計画を提示し、先手の立場にあり、一方、荷主はその計画をフォローするしか出来ず、後手の立場にある。言い換えれば、シュタッケルベルグゲームにおいて、荷主に対し、船社は常に上位プレーヤーとなる。

コンテナ輸送市場においては、多数の船社が参入している。以前から、海運同盟が形成され、運賃基準の決定や航路設定等に関しては、同盟船社が同一な行動を取っている。今になって、コンソーシアムまで発展し、船舶積載スペースの共同利用、集荷の相互協力が行われている。盟外船が確かに存在しているが、運行スケジュールの設定は自由であるものの、運賃設定が同盟船の存在により、市場の平均相場を取らざるを得ないのは事実である。また、荷主の立場から見ると、貨物の損傷、紛失、明け渡しの遅れ等の関心事に関して、コンテナ輸送により船社間のサービス水準には、大差がなくなっているといえる。従って、本研究において、船社を一社と仮定して、定式化を行う。とはいえ、完全に船社間の競争がないと仮定するのは無理があるので、本研究において、船社の一方的な独占ではなく、多船社間の競争の結果として、荷主の行動を考慮する形のシュタッケルベルグモデルとして表している。また船社

間競争状態を示すパラメータとして、積載率を式に導入し、その大小変化により、競争の程度を表した。それに、海上運賃の決定は一律に外生的に与えられると仮定しても、本モデルの目的から考えると、差し支えない。

内航のフィーダー輸送に関しては、現在「カボタージュ」という規制があり、外航船社は内航海運への参入が認められず、調査によると内航フィーダー船社の経営主体は外航と別であるから、本研究においては、外航船社とは異なる国内における一種の輸送モードを担当する主体として扱う。

（２）荷主の行動

荷主は港湾を選択して、貨物を配分する。選択の基準として、港湾までの距離は一つの要因であるが、そこに寄港するコンテナ船はどの航路に就航しているか、寄港頻度がどれぐらいであるかも重要視されている。荷主はコンテナ港湾までの貨物陸送または内海運費用のほか、港湾における船待ちの間と海上輸送間に発する貨物在庫金利損失、及び目的地までの海上運賃を総合的に判断し、その和が最小となるよう、国内の利用可能なコンテナ港湾を選択し、それを經由する貨物量を配分することである。しかし、ある港湾に寄港するコンテナ船のトータル積載能力以上に貨物を配分すると、貨物は港湾に取り残されて、大きな船待ち金利損失を来すこととなる。このような場合には、他の港湾を利用するしかない。また定期便航路は船社に決められ、荷主はただそれを選択するしか出来ず、船社が示した配船戦略に関する情報を得られてはじめて、その枠内で自分の最適貨物配分戦略を決定するから、シュタッケルベルグゲームにおいて下位プレーヤーとなる。

船社と同様、多数の荷主が存在している。しかし、物流経費を最小限に止めることに関しては、同一の行動基準を持っていると考えられる。すべての荷主の行動がお互いに独立であり、全体の最適値はそれぞれの最適値の和と等しい。従って、本研究において、同一のモデルを用いて、配分行動を記述する。

また、近年フォワーダーが活躍しているが、本質的に貨物荷主の代理であると考えられる。従って、フォワーダーは荷主のコストが最小となるように行

動すると考えられ、この場合に荷主とフォワーダーは一体と見なしてよい。

(3) 船社と荷主の関係

船社と荷主以外に、輸送市場において、政府または地方自治体は、とりわけ我が国では港湾整備と運営政策の策定に主導的な立場にあり、船社と荷主の行動に大きな影響を持っている。船社はコンテナターミナルの整備状況、各港湾の港湾料金が与えられた上で、荷主が配船戦略にいかにかに反応するかを予測して、最適配船を行う。船社は荷主の行動を考慮せず、港湾事情だけにに基づき配船計画を立てるとすれば、最適配船になるとは限らない。また一方、荷主は船社の配船を考慮せず、港湾へ貨物を配分することは成り立たない。このような関係を本研究では「競合的な関係」と定義する。輸送サービスの提供と利用に関しては、それぞれ供給と需要サイドであるゲーム的な関係を持っている。このような関係及び政府の港湾政策との関わりは図1に示している。

上述のように、コンテナ定期輸送市場において、船社と荷主の関係は相手に関する情報に格差があり、戦略の提示順序に先手と後手があるシュタッセルベ

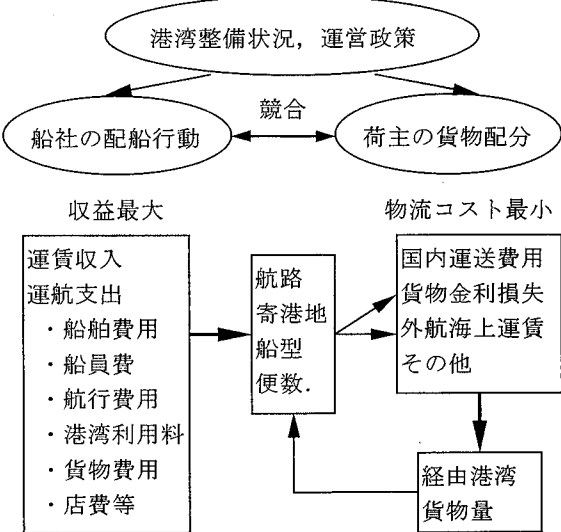


図1 コンテナ輸送市場における船社と荷主の関係

ルグ非協力ゲーム問題に帰着できる。ゲームにおけるプレーの順序は図2の通りである。つまり、船社は港湾整備の状況を与件とし、自分の配船行動に応

じて、荷主はいかに反応するかを予想して、最適配船を決定する。一方、荷主の方では、船社の配船状況と国内輸送ネットワークを与件として、最適貨物配分を行う。そういった決定プロセスを通し、輸送市場の均衡状態はそのシュタッセルベルグ均衡解として求められる。

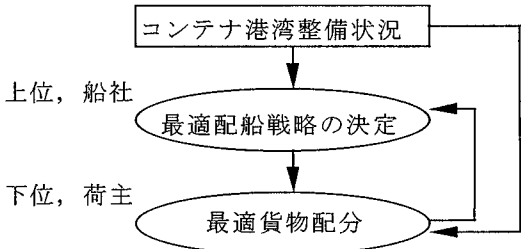


図2 ゲームにおける船社と荷主のプレー順序

3. モデルの構築

(1) 船社行動モデル

船社は運賃収入から船舶運航費用を差し引いた企業利潤を最大することを常に追求する。

その船舶運航費用とは船舶を運航させる際に発生する諸支出のことで、以下のような項目がある。

- ・船舶保有費用 船舶償却費, 船員費
- ・港湾利用料金 入港料金, トン税, 岸壁使用料, 水先料金
- ・貨物取扱費用 荷役費
- ・航行費用 燃料費
- ・経営費用 店費

しかし、店費は船会社の組織によるもので、その全部が運航に直接関係しているとは言えず、ここで考えないことにする。

船社の配船行動は政府の港湾整備・運営政策の影響を強く受けるのであるが、それは存在している港湾間、あるいは整備計画に含まれた新規港湾間にしか航路設定出来ず、また港湾のコンテナ岸壁数による船型と便数の制限以下で各船型の便数を決定しなければならないというように表現できる。

貨物ODの状況、荷主の貨物配分行動を考慮しながら運航スケジュールを組まなければならないのは荷主の行動を一つの制約として取り入れることを用

いて表現する。また、計算上の制限から、多数の荷主を一定の基準を用いてグループ化する必要がある。ここでは、行政区画という基準をとり、ゾーンと称し、各都道府県を一つのゾーンとする。

船社の収入、諸費用支出および目的関数は以下のように定式化できる。

・運賃収入 FI :

$$FI = \sum_k \sum_i \sum_j \sum_{k'} rf_{ij} \cdot (X_{kijk'} + X_{k'jik}) \quad (3.1)$$

ここで、

i, j , 外航コンテナ船寄港港湾,

k, k' , ゾーンの番号,

rf_{ij} , 港湾 i, j 間の海上運賃率 (円/トン),

$X_{kijk'}$, ゾーン k から港湾 i, j 経由して k' ゾーン

までの貨物量 (トン),

$X_{k'jik}$, ゾーン k から港湾 i, j 経由して k ゾーン

までの貨物量 (トン);

コンテナ船が一航海に多港寄港することもあります。運賃は貨物の仕出し港 i と仕入れ港 j により決まる。

・船舶保有費用 SC :

$$SC = \sum_i \sum_r \sum_j \sum_o (cs_o^o + cc) \cdot ct_{irj}^o \cdot Y_{irj}^o / 365 \quad (3.2)$$

ここで、

cs_o^o , 船型 o の船舶償却費 (円/(隻・年)),

cc , 外航船の船員費 (円/(隻・年)),

ct_{irj}^o , 港湾 i, r, j 間の船型 o 一航海のサイクルタイム (日),

Y_{irj}^o , 航路 $i \rightarrow r \rightarrow j$ 上の船型 o のコンテナ船の配船便数 (隻/年), ただし、国内 r 港に寄港せず、直行便の場合もある。

・港湾利用料金 PC

$$PC = \sum_i \sum_r \sum_j \sum_o GT_{irj}^o \cdot Y_{irj}^o \cdot \{ (e_i^o + e_r^o + e_j^o) + (t_i^o + t_r^o + t_j^o) + (b_i^o + b_r^o + b_j^o) + (p_i^o + p_r^o + p_j^o) \} \quad (3.3)$$

ここで、

GT_{irj}^o , 船型 o の大きさ (グロス・トン, GT),

e_i^o , i 港での船型 o の入港料 (円/GT),

e_r^o , r 港での船型 o の入港料 (円/GT),

e_j^o , j 港での船型 o の入港料 (円/GT),

t_i^o , i 港での船型 o のトン税 (円/GT),

t_r^o , r 港での船型 o のトン税 (円/GT),

t_j^o , j 港での船型 o のトン税 (円/GT),

b_i^o , i 港での船型 o の岸壁使用料 (円/GT),

b_r^o , r 港での船型 o の岸壁使用料 (円/GT),

b_j^o , j 港での船型 o の岸壁使用料 (円/GT),

p_i^o , i 港での船型 o の水先料金 (円/GT),

p_r^o , r 港での船型 o の水先料金 (円/GT),

p_j^o , j 港での船型 o の水先料金 (円/GT),

・航行費用 OC :

$$OC = \sum_i \sum_r \sum_j \sum_o fp \cdot fc_o^o \cdot \{ (D_{ir} + D_{rj}) / (V_o^o \cdot 24) \} \cdot Y_{irj}^o \quad (3.4)$$

ここで、

fp , 船舶燃料の単価 (万円/トン),

fc_o^o , 船舶の燃費 (トン/日),

D_{ir} , 港湾 i, r 間の距離 (マイル),

D_{rj} , 港湾 r, j 間の距離 (マイル),

V_o^o , 船型 o の航行速度 (ノット),

・貨物関係費用 CC :

$$CC = \sum_i \sum_j \sum_k \sum_{k'} (X_{kijk'} + X_{k'jik}) \cdot (w_i + w_j) \quad (3.5)$$

ここで、

w_i , i 港における荷役料率 (円/トン),

w_j , j 港における荷役料率 (円/トン),

従って、船社の行動モデルは以下式 (3.6) ~ 式 (3.11) のように書ける。

$$\text{MAX } SB = FI - SC - PC - OC - CC \quad (3.6)$$

sub. to

$$Y_{irj}^o \geq 0 \quad \forall i, r, j \quad (3.7)$$

$$\sum_r \sum_j \text{lf}_{irj} \cdot \text{cp}^0 \cdot Y_{irj}^0 / (365 \cdot u_i^0) \leq Z_i \quad \forall i \quad (3.8)$$

$$\sum_i \sum_r \sum_j \sum_o \text{lf}_{irj} \cdot \text{cp}^0 \cdot Y_{irj}^0 \geq \sum_{k,k'} C_{kk'}^E \quad (3.9)$$

$$\sum_i \sum_r \sum_j \sum_o \text{lf}_{irj} \cdot \text{cp}^0 \cdot Y_{irj}^0 \geq \sum_{k,k'} C_{kk'}^I \quad (3.10)$$

$$\text{荷主の行動} \quad (3.11)$$

ここで、

lf_{irj}^0 , 港湾 i, r, j 間船型 o の外航船の積載率,
 cp^0 , 船型 o のキャパシティー (トン),
 u_i^0 , 港湾 i における船型 o の荷役率 (トン/日),
 Z_i^0 , 港湾 i における船型 o 用岸壁数,
 $C_{kk'}^E$, ゾーン k, k' 間の総輸出貨物量 (トン),
 $C_{kk'}^I$, ゾーン k, k' 間の総輸入貨物量 (トン),

また、

式 (3.7) は配船便数の非負条件、

式 (3.8) はコンテナバース数による制約、

式 (3.9) と式 (3.10) は貨物を全部運べるように配船しなければならないという制約であるが、
 $C_{kk'}^E, C_{kk'}^I$ のいずれ大きな方で決める。

(2) 荷主の行動モデル

荷主の輸送コストの内訳は次のようになる。

- ・国内運送費用 陸送費用, 内海運費用
- ・貨物金利損失 港湾での船待ち, 海上輸送間
- ・海上貨物運賃
- ・その他 港湾での横持ち, バン詰め

この中に、港湾での横持ちやバン詰めに必要な費用は全国の港湾に通じて、差がほとんどないため、港湾選択に影響せず、ここで考えないことにする。
 ほかの費用は以下のように定義する。

・国内運送費用 IF

$$\text{IF} = \sum_{k,i} \sum_{j,k'} (\text{tf}_{ki} \cdot X_{kijk} + \text{tf}_{jk'} \cdot X_{k'jik}) \quad (3.12)$$

ここで、

tf_{ki} , ゾーン k から港湾 i までの運賃率 (円/トン),

$\text{tf}_{jk'}$, 港湾 j からゾーン k' までの運賃率 (円/トン),

ゾーンから港湾まで、またはその逆でいくつかの選択輸送モードがある場合に、運賃率が一番安い方が取られると仮定する。

・貨物金利損失 TL

$$\begin{aligned} \text{TL} = & \sum_{k,i} \sum_{j,k'} \sum_o \text{pc}_{kk'}^E \cdot X_{kijk} \cdot (1+r)^{lt_{ij}^E} \\ & + \sum_{k,i} \sum_{j,k'} \sum_o \text{pc}_{kk'}^I \cdot X_{k'jik} \cdot (1+r)^{lt_{ij}^I} \end{aligned} \quad (3.13)$$

ここで、

$\text{pc}_{kk'}^E$, ゾーン k から k' への輸出貨物の平均単価 (円/トン),

$\text{pc}_{kk'}^I$, ゾーン k の k' からの輸入貨物の平均単価 (円/トン),

r , 利子率 (日歩),

lt_{ij}^E , 輸出貨物を明け渡すまでの所要時間 (日),

$$lt_{ij}^E = 365 / \left(2 \cdot \sum_o Y_{irj}^0 \right) \quad (3.14)$$

lt_{ij}^I , 輸入貨物を受け取るまでの所要時間 (日),

$$lt_{ij}^I = \sum_o \{ (D_{ir} + D_{rj}) / V^0 \} / t_o \quad (3.15)$$

t_o , 船型の数,

・海上貨物運賃 SF

$$\text{SF} = \sum_{k,i} \sum_{j,k'} \text{rf}_{ij} \cdot (X_{kijk} + X_{k'jik}) \quad (3.16)$$

従って、荷主の行動モデルは式 (3.17) ~ 式 (3.22) で表せる。

$$\text{MIN } \text{SC} = \text{IF} + \text{TL} + \text{SF} \quad (3.17)$$

sub. to

$$X_{kijk} \geq 0, \quad X_{k'jik} \geq 0, \quad \forall i, j, k, k' \quad (3.18)$$

$$\sum_i \sum_j X_{kijk} = C_{kk'}^E, \quad \forall k, k' \quad (3.19)$$

$$\sum_i \sum_j X_{k'jik} = C_{kk'}^I, \quad \forall k, k' \quad (3.20)$$

$$\sum_{k,k'} X_{kijk} \leq \sum_o \text{lf}_{ij} \cdot \text{cp}^0 \cdot Y_{irj}^0, \quad \forall i, j \quad (3.21)$$

$$\sum_k \sum_k X_{k'jik} \leq \sum_i l_{ij} \cdot cp^0 \cdot Y_{irj}^0, \quad \forall i, j \quad (3.22)$$

式(3.18)は配分貨物の非負条件、式(3.19)と式(3.20)は貨物の保存式、また式(3.21)としき(3.22)は各航路上に配分される貨物とその航路上のコンテナ船の総積載量を超えないという制約である。

4. 国内港湾ネットワークへの適用例

このモデルを用いて、いくつかの港湾整備のシナリオについて計算を行い、港湾ネットワークが変化した場合の船社配船パターン、またそれに応じた貨

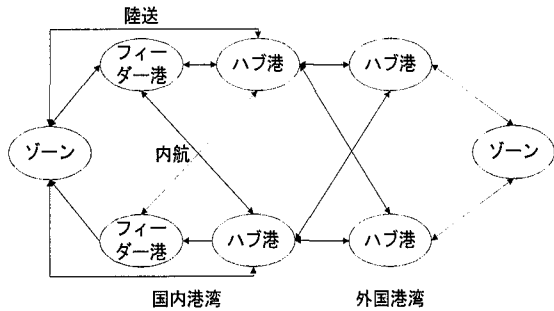


図3 航路、貨物経路設定

物フローの変化を検討した。現在のコンテナ船の寄港パターンを考慮し、図3に示している寄港パターンと貨物経路を設定した。

まず、外航コンテナ船が現在寄港しているコンテ

表1 ケーススタディーのケース設定

ケース	内容
1	外航船寄港地は苫小牧、新潟、京浜港、清水、名古屋港、阪神港、関門港とし、外運、内運の現状データを用いた場合
2	京浜港、名古屋港、阪神港、関門港を国際ハブ港とし、そこらのみ外航船が寄港した場合
3	苫小牧、仙台、茨城、清水、広島港をフィーダー港にし、月1便ずつ上記ハブ港にフィーダー船を就航させた場合
4	上記フィーダー港から、月8便ずつハブ港にフィーダー船を就航させた場合
5	上記フィーダー港のほか志布志、沖縄をフィーダー港とし、月10便ずつハブ港にフィーダー船を就航させた場合

ナ港を取り上げ、現状データを用いて(ケース1、表1)、モデルの有効性の検討を含め、船社の配船と荷主の貨物配分のシュタッケルベルグ均衡解を求めた。その結果は図4に示している通り、各港湾の貨物取扱量の計算値は実績値とよく一致している。また、図5、図6は各港湾における貨物取扱量が全国の総計に占める割合を示している。その結果を比較すると、モデルによる計算値は高い精度があり、信頼できると言えよう。今回は、運輸省等の機関が実施した「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」(平成5年11月)の一月月間の調査データを用いた。

コンテナ船の大型化に伴い、寄港地が集約されることについては、京浜港、名古屋港、阪神港、関門海峡にある関門港のみを寄港地とし、苫小牧、新潟、清水港を寄港ルートから外す場合(ケース2)の貨物流動を検討した。その結果は表2に示している。

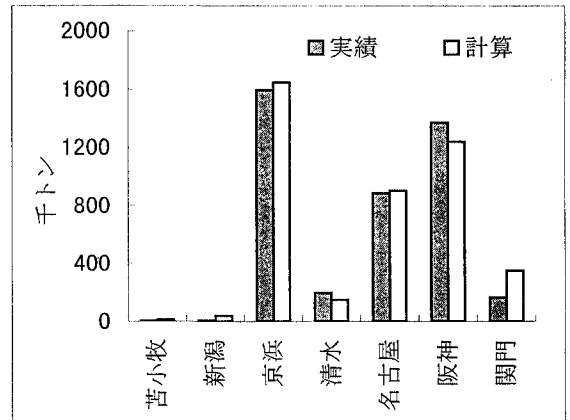


図4 計算値と実績値との比較

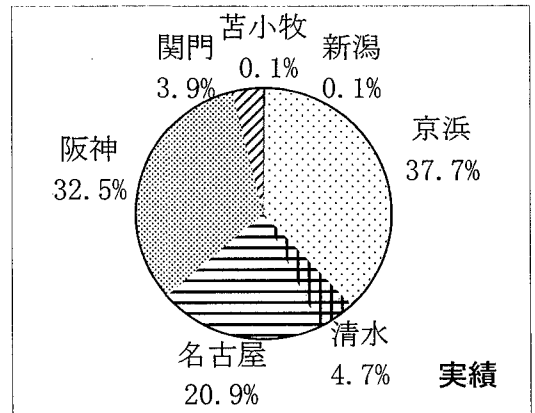


図5 各港湾の貨物取扱量シェア(実績)

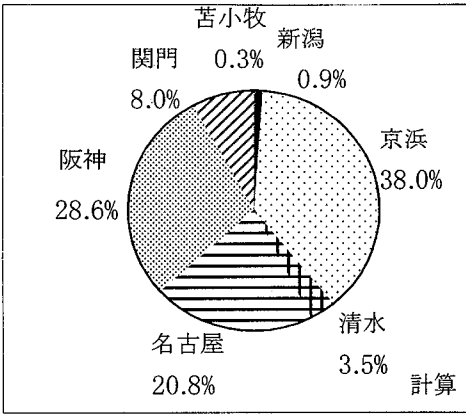


図6 各港湾の貨物取扱量シェア (計算)

表2 フィーダー輸送がない場合の利潤とコスト (百万円/月)

	ケース1	ケース2
船社の利潤	19,460	19,701
荷主のコスト	107,242	108,063

表2の結果を比べると、寄港地の減少により、船社は運航コストを減すことができると同時に、貨物の集中により、高い積載率が確保され、収益の増大をもたらす。しかし、一方、寄港地が集中した結果、もともと最寄りの港湾を利用していたのに、より遠い港湾を利用せざるを得ない荷主が増え、その分の貨物の港湾アクセス費用が増大することとなった。この結果から分かるように、外航コンテナ船の寄港地が減少した場合に、フィーダー港を整備し、輸送ネットワークのサービス水準を維持するか、あるいは高めることにより、荷主の物流コスト増を避けることができる。

フィーダー港が整備され、海上フィーダーサービスが実施された場合、荷主の物流コストの変化について、港湾ネットワークを設定し、計算を試みた。ここで、外航コンテナ船が寄港するハブ港はケース2と同じ京浜港、名古屋港、阪神港、関門港にして、表1のケース3、ケース4、ケース5について、それぞれの港湾ネットワークについて計算を行い、その結果は表3に示されている。

今回の定式化と計算において、2の(1)で述べたように、フィーダー船社は外航船社とは別の経営

表3 フィーダーを考慮した場合の利潤とコスト (百万円/月)

	ケース3	ケース4	ケース5
船社の収益	19,701	19,701	19,701
荷主の費用	107,241	106,724	106,197

グループで、荷主は港湾アクセス手段のひとつとして選択する。したがって、フィーダーサービスの有無に関係なく、船社の収益はケース2と変わらなかった。しかし、一方荷主は最寄り港湾数の増加で、アクセス費用が減少し、それにフィーダー運賃は陸送運賃よりやすいことから、いずれの場合も、ケース2よりコスト減となった。また、表2のケース1の結果と比べると、ケース3の費用はケース1とほぼ同じであるが、他のケースはケース1より減少している。これはケース3の場合、フィーダー便数がそれらのフィーダー港湾からハブ港への現存のフェーリやフィーダー便の便数とほぼ一致しているからである。ケース4、ケース5の場合、フィーダー便を多く就航させることにより、荷主の利用できる利便性の高い輸送容量があるため、陸送から海上フィーダーの利用へ転換したことが推察でき、フィーダー港における岸壁施設の整備の必要性が伺える。

5. おわりに

本研究において、得られた結果は次のようである。

- 1) コンテナ貨物輸送市場における船社と荷主の行動をゲーム理論の観点から考察し、そのダイナミックな市場メカニズムを分析した上で、シュタッケルベルグ均衡モデルとして、定式化を行った。
- 2) コンテナ輸送市場の現状データを用いて、モデルの有効性を検討し、それを確認できる結果が得られた。
- 3) 港湾整備に関するシナリオを想定し、物流への影響を計算し、その結果から港湾整備の効果が認められた。

今後の課題として、次のようなことがあげられる。

まず、政府は港湾整備に関して決定権を持ち、国民経済を助長するよう、つまり国内荷主の利益を考

慮した港湾整備を行わなければならないが、その整備戦略に船社がいかに反応するかにより、港湾整備効果が変わることも考えられる。従って、投資効果を考える場合には、本研究で示したように各主体をゲームのプレーヤーとし、その行動をモデル化した三段階のシュタッケルベルグモデルを立てたアルゴリズムを利用する必要がある。それを用いて、政府の整備戦略の詳細な検討が行えるようになる。

また、フィーダー便を利用した場合に、港湾において、横持ち等の料金が陸送の場合と違ってくるので、各輸送モードでの料金体制をより吟味する必要がある。

それに、近年になって、港湾運営に関しては、いろんな面の規制緩和が議論されているが、海上フィーダーの利用の推進にとって、非常に重要なコンテナ埠頭の内外貿易貨物の共同利用について、本モデルを用いて、検討を行う予定である。

参考文献：

- 1) K.KURODA and Z.YANG: Stackelberg Equilibria Analysis of Container Cargo Behavior, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.1, No.1, 1995.
- 2) J.F.BARD: An Algorithm for Solving the General Bi-level Programming Problem, Mathematics of Operations Research, Vol. 8, No. 2, MAY 1983
- 3) 運輸省港湾局：平成5年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査報告書，1994年3月
- 4) 黒田勝彦，楊賛：国際ハブ・コンテナターミナルの最適ネットワーク計画，日本応用地域学会第9回年次総会講演論文，1994年12月
- 5) 交通日本社 貨物運賃と各種料金表，1994年

フィーダーサービスによるコンテナ貨物流動分析

黒田勝彦，楊賛，竹林幹雄

本研究において、コンテナ輸送に関わる港湾整備と貨物フローとの問題を取り上げ、港湾計画に関する従来の静的な問題捉え方と違って、コンテナ貨物輸送市場における船社と荷主の行動をゲーム理論の観点から考察し、そのダイナミックな市場メカニズムを分析した上で、シュタッケルベルグ均衡モデルとして、定式化を行った。現状データを用いて、モデルの有効性を検討し、それを確認できる結果が得られた。また、港湾整備に関するいくつかのシナリオを想定し、物流への影響を計算し、その結果から港湾整備の効果が認められた。

Analysis on Domestic Physical Distribution of Container Cargo with Feeder Service

Katsuhiko KURODA, Zan YANG, Mikio TAKEBAYASHI

In this paper, we had made a analysis of container transportation market with a opinion that the market changes as a result of the competition among carrier and shipper. And we formulated the competition as a bi-level Stackelberg game with carrier as leader and shipper as follower. The validity of the proposed model is verified by providing some numerical computation results based on the practical data of international container cargo movement in Japan. It is also understand that this model provides a method of checking the effectiveness of the port policies of government or port authority.
