

(IV-28) 船社ごとの行動に着目した国際コンテナ貨物流動モデルの開発

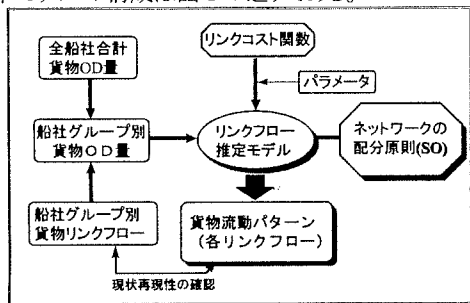
東京大学 学生員 柴崎 隆一
正 員 家田 仁

1、はじめに

近年、アジア地域の経済的な成長に伴い、コンテナ輸送においても極東アジア地域発着の貨物の占める割合が増大している。特に90年代に入ってからコンテナ船の大型化が顕著になり、ハブ&スポーク型輸送が多く見られるようになった結果、日本以外のアジア諸港が国際的なハブ港として著しく成長した。また、船社間の激しい競争の中で、欧米や日本の大手船社は96年より本格的な船社間の提携関係(Global Alliance)を結び生き残りを図っている。そこで、本研究では、各船社グループごとのハブ港の選択を内生化した港湾取扱量算出モデルを開発し、極東アジア地域を対象として、港湾間競争を視野に入れたコンテナ輸送の動態予測を行うことを目的とする。

2、モデルの概要

本モデルの構成は図Ⅰの通りである。



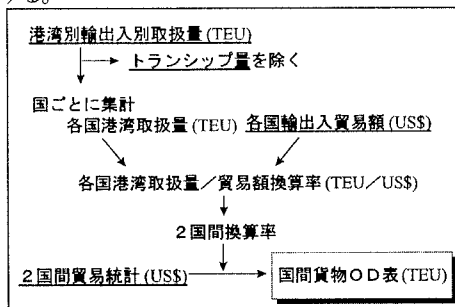
図Ⅰ 本モデルの全体構成

はじめに全船社会計の貨物OD量と船社グループ別の貨物リンクフローを各種統計より算出し、そこから船社グループ別貨物OD量を算出する。次に、このOD表と未知のパラメータを含むリンクコスト関数を用いて、各船社グループが総コスト最小化行動をとるという仮定の下に、システム最適フロー原則(SO)に基づいてネットワーク配分を行い、船社グループごとの貨物流動パターン(リンクフロー)を求める。なお、本稿ではOD量・リンクフローの推定と、ネットワーク構造・リンクコスト関数の説明までについて述べることにする。なお、最終的な貨物流動パターンの推定結果は口頭で発表する。

3、OD量・リンクフローの導出方法

3・1) 全船社会計貨物OD量の算出

まず各国間の貨物OD量を求める。既存の実データの存在しないODペアについては図Ⅱの手順で推定する。



図Ⅱ 国間ODの求め方(下線部が入手可能データ)

次に実データを含めた国間貨物OD量を、図Ⅱ中の各国港湾取扱量を修正目標値としてFlater法により修正する。最後に港間OD量は、日本以外のアジア諸国については港別取扱量と各国総計の港湾取扱量から各港の国内シェアを算出し、国間OD量に乗じることで求める。日本国内については港別にトンベースのOD量の実データが存在するので、国間OD量を制約としてTEUベースに換算する。

3・2) 船社グループ別貨物リンクフローの算出

船社別航路別配船表より消席率を一定として算出する。なお、消席率は、船社へのヒアリングによりアジア域内航路については80%、遠距離航路については極東地域の最終港を出発するときに80%とみなせることから、東航・西航の就航船腹が等しいものと仮定すれば遠距離航路の極東地域内の消席率を40%とみなすことができる。

3・3) 船社グループ別貨物OD量の算出

港*i*への、海上からの流入・流出量をそれぞれ $F_{in\ i}$ ・ $F_{out\ i}$ 、陸上からの流入・流出量をそれぞれ O_i ・ D_i とし、船社グループを*a*とする。このとき、各船社*a*の港*i*での発生貨物量は港*i*から海上へ出ていくフローに比例し、集中貨物量は海上から港*i*に入ってくるフローに比例すると仮定すると、式(1)が成り立つ。

$$O_i^a = \frac{F_{out\ i}^a}{F_{out\ i}} * O_i, D_i^a = \frac{F_{in\ i}^a}{F_{in\ i}} * D_i \quad (1)$$

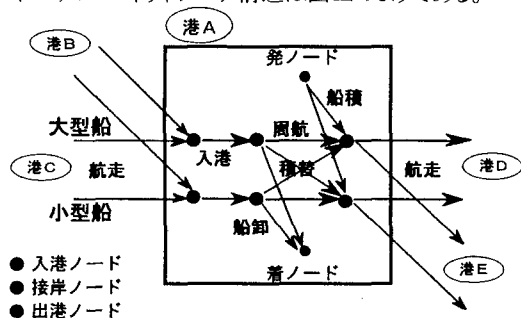
式(1)より求めた O_i^a ・ D_i^a を制約として、Flater法により船社グループごとのOD量を求める。以上の方法で推定した結果の一例を表Ⅰに示す。

表Ⅰ 修正済船社別OD表の1例;Maersk/Sealandグループ (TEU/年)

	東京	横浜	清水	名古屋	大阪	神戸	門司	博多	釜山	高麗	馬尼ラ	香港	青島	天津	上海	マニラ	シンガポール	ジャバ	北米	欧州	豪州
東京	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
横浜	0	0	0	0	0	0	0	0	1,988	660	0	10,388	14,024	3,989	5,955	7,061	756	5,274	31,201	3,452	3,102
清水	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	242	24	35	33	18	115	632	84	366
名古屋	0	0	0	0	0	0	0	0	76	28	0	1,548	1,186	405	610	575	83	495	5,142	762	958
大阪	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	301	178	63	96	82	3	65	152	45	55
神戸	0	0	0	0	0	0	0	0	1,858	836	0	13,537	13,842	4,665	6,968	8,177	1,086	7,853	20,401	6,014	7,486
門司	0	0	0	0	0	0	0	0	32	12	0	538	720	193	290	282	21	107	1,600	94	185
博多	0	0	0	0	0	0	0	0	64	3	0	58	338	26	39	45	1	279	356	209	163
釜山	0	642	1	88	1	280	7	9	0	4	0	727	2,173	418	632	533	28	269	866	109	1,070
高麗	0	298	18	59	0	168	1	1	4	0	0	0	1,987	0	0	0	6	184	335	137	339
馬尼ラ	0	4,417	340	1,579	104	3,236	113	72	419	0	0	0	41,483	0	0	0	344	3,876	4,855	2,808	5,306
香港	0	5,452	351	1,186	112	3,811	108	0	781	630	0	15,379	0	1,514	2,270	2,412	919	7,924	7,919	2,709	8,681
青島	0	4,697	54	568	31	4,057	71	3	70	0	0	0	855	0	0	0	15	465	838	227	306
天津	0	7,022	81	854	48	6,078	108	5	105	0	0	0	1,282	0	0	0	23	898	1,397	341	458
上海	0	7,766	86	821	27	6,405	76	4	74	0	0	0	1,315	0	0	0	18	692	1,596	359	512
マニラ	0	1,404	292	585	5	1,958	23	5	125	67	0	1,501	2,549	258	386	417	0	1,097	735	258	1,129
シンガポール	0	5,413	303	1,032	61	3,173	48	44	395	370	0	8,622	10,289	2,025	3,036	3,259	441	0	5,029	2,435	9,865
ジャバ	0	11,674	2,099	4,002	181	10,327	772	657	454	663	0	10,185	12,728	1,409	2,105	2,479	731	8,107	0	1,443	2,027
北米方面	0	529	199	418	30	1,235	36	13	100	61	0	1,741	2,922	720	1,081	1,113	52	2,414	1,271	0	965
欧州方面	0	3,302	537	1,739	88	3,607	168	79	666	426	0	7,342	6,816	1,559	2,330	2,673	299	5,912	1,714	1,150	0
豪州方面	0	68,271	3,266	14,954	956	51,286	52	3,397	11,787	3,844	0	79,247	70,030	7,650	11,458	12,570	4,990	18,268	29,484	7,857	23,535
門司方面	0	7,436	1,093	1,201	20	5,143	16	23	439	339	0	18,331	13,781	8,444	12,171	12,051	418	7,221	4,196	5,011	7,891
博多方面	0	20,559	20	3,129	406	5,498	142	296	1,195	806	0	14,042	6,492	3,993	5,969	6,968	874	3,855	17,081	4,937	6,502

4. ネットワーク構造とリンクコスト関数形

本モデルのネットワーク構造は図Ⅲのようである。



図Ⅲ ネットワークの構造

船型は実際の計算では4種類に区分するが、図Ⅲでは便宜上大型・小型の2種類に区分して表現している。1つの港は発・着・入港・接岸・出港の5種類のノードと航走・入港・積替・船積・船卸・周航の6種類のリンクからなる。以下に各リンクのコスト関数形を説明する。いずれのコスト関数もコンテナ1個あたりの費用を表し、第1項が金銭的費用、第2項が時間的費用を表している。

4.1) 航走リンクコスト

$$C_1 = (\alpha_1 + \alpha_2) \times \frac{l_{ij}}{\beta \times c} + Tv1 \times \left(Tv2 \times \frac{T \times \beta \times c}{2q_{ij}} + \frac{l_{ij}}{v} \right) \quad (2)$$

Tv1	時間価値(千円/時)	lij	リンク間の距離(マイル)
Tv2	換算係数	β	消費率
qij	ij間のリンクフロー(TEU/年)	c	船腹量(TEU)
α1	燃費(千円/マイル)	T	単位期間(365×24時間)
α2	船費(千円/マイル)	v	船速(マイル/時)

(Tv1, Tv2 は未知パラメータ)

金銭的費用は燃費(距離に比例)と船費(距離に無関係)とから構成されている。なお、船費についても各コンテナ船の生涯運行距離と船速に差がないと仮定し、距離あたりの費用として表現する。時間的費用は運行間隔(の半分; 出港待ち時間の期待値)と所要時間とから構成されている。ここで換算係数 Tv2

は、荷主にとっては待ち時間が長いことが在庫費用の軽減の効果をもたらすなど、単純に待ち時間に時間価値を乗じたものが時間費用にならないことを表現するために取り入れている。

4.2) 入港リンクコスト

$$C_2 = \frac{P_c}{\beta c} + Tv2 \times w \times \frac{24}{R} \quad (3)$$

Pc	入港費(千円)
w	入港待ち時間(時)
R	一日の営業時間(時)

入港リンクコストは、1つの港に貨物が集中したときの混雑による待ち時間をコストとして取り入れたものである。主として港の整備水準(バース数)と入港リンクフローに依存するものである。ここで、入港待ち時間は式(4)で与える。

$$w = \gamma 1 \times \left(\frac{\lambda}{B\mu} \right)^{\gamma 2} \quad (4)$$

γ1, γ2	待ち時間関数の係数
λ	入港量(隻/時)
B	バース数
μ	接岸速度(隻/時)

(γ1, γ2 は未知パラメータ)

4.3) 積替リンクコスト/船積・船卸リンクコスト

$$C_3 = F_{ee} + Tv1 \times \frac{I}{EG} \quad (5)$$

Fee	荷役料金(千円/コンテナ)
E	荷役率(個/時)
G	1バースあたりのクレーン台数

貨物を陸上から積卸したりトランシップするときにかかる費用として、荷役時間と荷役料金をと考える。いずれも港の整備水準に依存するものとする。

4.4) 周航リンクコスト

$$C_4 = Tv1 \times P \quad (6)$$

P	停泊時間(時)
---	---------

周航リンクコストは港での待ち時間のコストである。

(参考文献)

- 1) 家田仁、三島大輔: 港湾の施設整備水準および船舶の規模の経済性を考慮した国際コンテナ貨物流動モデルの開発 (1996東京大学修士論文)
- 2) 国際輸送ハンドブック(オーシャン・コマース)
- 3) 世界のコンテナ船隊及び航就状況(日本郵船調査室)
- 4) 興銀調査271 定期船業界の構造変化と将来展望