The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

太平洋定期船航路直行便のシミュレーションによる評価

学生員　田　中　大　士*　　正員　勝　原　光治郎**
正員　大　和　裕　幸*

Evaluation of Direct Transpacific Liner Service by Simulation

by　Hiroshi Tanaka, *Student Member*　Mitujirou Katuhara, *Member*
Hiroyuki Yamato, *Member*

Summary

Transpacific trade grows 10% per year and shipping companies have to consider the introduction of new transportation systems to adapt to this rapidly changing business environment. The changes of the freight flow and the competitiveness of the new business are major concerns when the new transportation system is introduced. Therefore, in this paper, we establish a discrete simulation model that the cargoes' choice of transportation route is expressed in logit model to evaluate the effect of new transportation system. The parameters of the model are estimated by the PIERS data of August 1999. The simulation result is compared with the PIERS data and it is shown that our model reproduces the real situation of freight flow well. The case that the new liner connects nonstop from Hong Kong to Los Angeles / Long Beach in the shortest time is discussed, and our simulation model proves that new service is competitive.

1. 緒　言

近年の国際コンテナ貨物の流動量は著しく増加している。国土交通省の海事レポート[1)]によるとアジア・アメリカ間の流動量は年率約10%の成長を続けている。このためアジア・アメリカ間定期船の航路編成が著しく変化し、各船社とも各種の運航システムを検討する必要に迫られている。

運航システムの検討を行う際には、航路の変更や港湾の荷役能力の変化によって貨物流動がどのように変化するか、それが経済的に成立するか、ということが問題となる。これらは今までに多く議論されてきているが、定量的な計算例には均衡モデルを利用する方法や、時間の流れに沿って個別にモデル化した貨物や船舶を行動させるような離散シミュレーションを利用する方法が提案されてきている。

均衡モデルを利用した例としては家田ら[2)]、黒田ら[3)]の研究が挙げられる。前者はアジア圏を対象として、総合的なネットワーク分析を主体とした国際コンテナ流動を再現するモデルを構築している。後者は船社、荷主という2種類の経済主体を想定し、それぞれに対して完全競争市場の成立を仮定して国際定期コンテナ流動モデルを開発している。

離散シミュレーションを利用した例としては国内の物流を対象とした大和ら[4)]、松倉ら[5)]、間島ら[6)]のようなものがある。大和らは東京－北海道間において荷主の輸送機関選択行動を犠牲量モデルで表現し、市場による時間の制約も考慮した輸送機関の設計やスケジューリングを行う手法を提案している。松倉らは国内セメント海上輸送を対象として、与えられた輸送需要からタンカーがそれぞれ自律的に行動計画を作成するマルチエージェント型のシミュレータを開発している。また、開発したシミュレータを用いて複数の企業が協力して輸送を行う場合の、物流の効率化効果について検討を行っている。間島らはマルチエージェントシミュレーションにより、河川を利用した災害時の貨物輸送能力を評価している。

上記の2つの方法を比較した場合、離散シミュレーションは船社、荷主を個別に扱うことが可能であり、また、時間の流れに沿った貨物流動の変化の様子を表現することが可能であることから、均衡モデルを利用する方法よりも環境の変動が激しい物流の状況を現実に近い形で表現することが可能であると考えられる。よって、本論では直行便の評価・検

*　東京大学大学院新領域創成科学研究科
**（独）海上技術安全研究所
原稿受理　平成17年10月14日

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

討のために離散シミュレーションの手法を採用する。データは1999年8月のPIERS(Port Import Export Reporting Service)の米国輸出入貨物データを用い、貨物の航路選択行動を人間の選択行動を表現するモデルとして多く用いられているロジットモデルで表現したコンテナ貨物流動シミュレーションモデルを提案する。これは勝原の研究[7]を発展させたものとなる。

荷主の要望は大きくは運賃の低下とリードタイムの短縮、およびその他に分けられる。近年のコンテナ船の大型化は規模の経済によるコンテナ1個あたりのコスト低減を目指しており、運賃低減の要望に対応するものである。一方、近年の航路編成では航路数が増加し、航路周回週数の低下が進んでいる。特に太平洋定期船航路においては中国－北米の直行便が増加し、6週航路の減少と5週航路の増加がすすんでいる。これはリードタイム短縮の要望に対応するものとなっているが、運賃を押し上げる要因にもなり得る。これらコンテナ船の大型化と航路数の増加という2つの傾向は貨物量の増加局面では同時に可能な方策であるが、運賃とリードタイムのどちらを優先させるかは未解決の課題であり、定期船のビジネスモデルに関わる重要な知識である。

以上のような状況を踏まえ、本論ではリードタイム短縮のサービスとして、特に貨物量が多いためビジネスとして成り立つ可能性が高いと考えられる香港－ロサンゼルス(LA)／ロングビーチ(LB)間に高速かつ寄港数の少ない直行便を導入することについて、提案したシミュレーションモデルによる航路の競争力、他航路の集荷力の変化に関する評価を行う。

2. 太平洋定期船航路の実態と変遷

国土交通省の『平成17年版海事レポート』によると、2004年の太平洋航路における貨物量は東航(アジア→アメリカ)が1079万TEU(前年比15%増)、西航(アメリカ→アジア)が393万TEU(前年比5%増)であった。東航では中国発の貨物が最も多く(前年比30%増)、全体の半数以上を占めるに至っているという。西航においても中国向けの貨物量は増加が続いている(前年比14%増)。

本論では1999年8月のデータを用いてシミュレーションを行うので、1999年のコンテナ荷動きの概要についても述べる。1999年の世界全体のコンテナ荷動き量は国土交通省の『平成12年版日本海運の現況』[8]によると3553万TEUであった。そのうち、アジア・アメリカ間航路は東航が599万TEU(8月は56.2万TEU)、西航が316万TEU(8月は22.4万TEU)であり、世界全体のコンテナ荷動き量の25%を占める重要な航路であることがわかる。1999年8月のPIERSの米国輸出入貨物データによると、アジアからの貨物を多く荷揚げしている港はロングビーチ(LBと略記)(18.7万TEU、1999年8月のアジア→アメリカ貨物全体の33.3%)とロサンゼルス(LAと略記)(17万TEU、1999年8月のアジア→アメリカ貨物全体の30.2%)である。また、アメリカへ向かう貨物は大部分が香港で荷積みされている(21.4万TEU、アジア→アメリカ貨物全体の38%)。香港からロングビーチ、ロサンゼルスへ輸送される貨物量はそれぞれ7.8万TEU、4.7万TEUであった。このことから、アジア－アメリカ間航路、特に香港－LA／LB間航路に貨物輸送の需要が多いことがわかる。

次に、太平洋航路に就航している船舶について概説する。Fig.1とFig.2はそれぞれ1999年と2004年において太平洋航路に就航している船舶の積載量と速度の度数分布を表したものである。これらは国際輸送ハンドブック[9]のデータをもとに作成した。1999年では就航している船舶数が384隻であったが、2004年には492隻に増加しており、特に積載量が4000TEUを超える大型の船舶が増加している傾向にあることが分かる。また、速度の増加とともに24ノット以上の速度で運航している船舶も増加傾向にあるといえる。

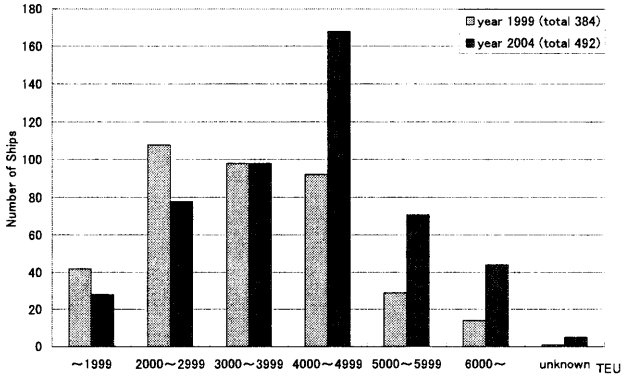

Fig.1 Distribution of ship size

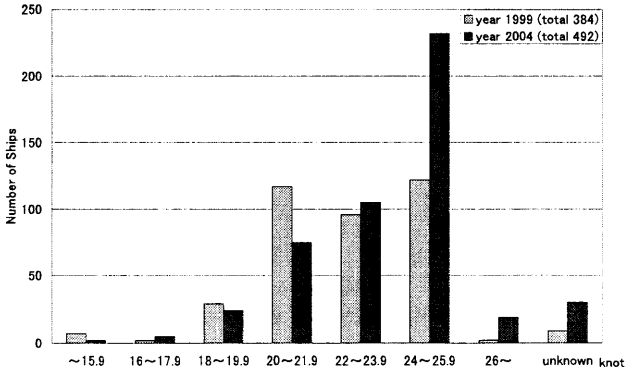

Fig.2 Distribution of speed

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

Table.1、Table.2 はそれぞれ太平洋航路におけるアジアの太平洋を渡る前の最終発港、太平洋を渡った後の最初着港について、それらの港が属する国、最終発・最初着となる航路数とその割合をまとめたものである。これらの最終発、最初着港は各航路が最短時間で結ぶメリットがある港である。表を見ると航路数が増加している中で、香港を含む中国の港湾の比率が1999年から2004年にかけて増加してきていることが分かり、近年の中国の経済成長を反映したものになっていると考えられる。また、日本の港湾の地位が低下していることも見て取れる。

Table.1 Location of Asian final departure ports and transition of their share

Year	1999		2004	
Country	Route	Share	Route	Share
Japan	22	48%	22	31%
Korea	9	20%	19	26%
Taiwan	7	15%	9	13%
China	5	11%	20	28%
Singapore	3	7%	2	3%
Total	46	100%	72	100%

Table.2 Location of Asian first arrival ports and transition of their share

Year	1999		2004	
Country	Route	Share	Route	Share
Japan	28	61%	28	39%
Korea	7	15%	13	18%
Taiwan	5	11%	9	13%
China	4	9%	21	29%
Singapore	1	2%	1	1%
Malaysia	1	2%	0	0%
Total	46	100%	72	100%

3. 太平洋航路シミュレーションモデル

3.1 用いるデータとデータの処理

本論ではPIERSの1999年8月の米国輸出入貨物データを貨物データとして用いる。このデータはアメリカの貿易港を通過する貨物1件ごとの船荷証券(B/L)データを扱っており、貨物の量、貨物の種類、出発地、到着地、輸送に利用した船の名前、アメリカの輸入貨物であればアメリカへの到着年月日、輸出貨物であればアメリカからの出発年月日などが含まれている。

本論で行ったシミュレーションにおいては貨物の発生日時(便宜的に、貨物が使用した船舶が出港する日とした)が輸送航路の選択に影響する重要な項目であるため、アメリカの輸入貨物については輸送に利用された船名をもとに、公表されている運航スケジュールから輸送日数をさかのぼることで貨物の発生時期を推定するという処理を行った。輸出貨物については出発日時が明記されているのでこの処理は必要ない。また、国際輸送ハンドブックに掲載されている運航スケジュールと各航路に属する船舶の名称や船型のデータをシミュレーション内の船舶運航・貨物の積みおろしに用いるために、CSVファイルとして準備した。

本論のシミュレーションは1ヶ月間における航路上の船舶に積載する貨物量を調べることが目的である。しかしながら、今回使用した8月のデータとは8月中にアメリカに到着、もしくはアメリカを出発した、という意味であり、アメリカの輸入貨物については実際に発生した時期が7月後半～8月前半、輸出貨物については8月1日～31日であるため、そのまま利用すると1ヶ月間のシミュレーションでは輸出か輸入のどちらかがまったく存在しない期間が生じてしまう。この問題に対処するために、7月・9月の貨物発生量は8月と同様であるという仮定を置き、貨物の発生曜日が一致するように8月の貨物を7月、9月の貨物として登録し、3ヶ月間のシミュレーションを動かした中で8月のみをモニタリングするという方法をとった。また、PIERSの米国輸出入貨物データと国際輸送ハンドブックの航路データが一致しない場合は『行き先不明』としてシミュレーションからは除外することとした。除外した貨物量は香港－LA/LB間ではデータ全体の23%である。

本論では用いたデータが8月のものだけであるため、貨物量の季節変動までを考慮した競争力の検討は難しい。1年間のデータを用いれば上記のような処理を行う必要もなく、貨物量の季節変動も考慮できることから、より精度の高い競争力評価につながると考えられる。しかしながら、PIERSのデータは高価であるため、本論では輸送件数が12ヶ月の平均値に近い8月のデータ1ヶ月分のみを用いたということを記しておく。

3.2 シミュレーション

3.2.1 シミュレーションの概要

本論で作成したシミュレーションは大きく分けて以下の3段階の処理を行うものである。Fig.3にシミュレーションのフローチャートを示す。

1. データの前処理
2. 時間を1時間ずつ進めながらのアニメーションのプロット・貨物の配分
3. シミュレーション結果の処理

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

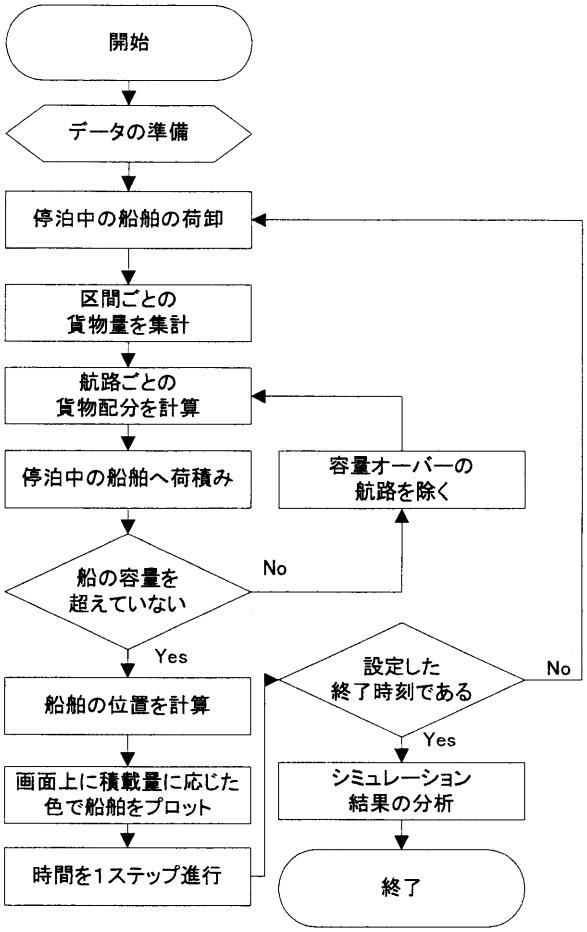

Fig.3 Flow chart of simulation

3.2.2 貨物の航路選択(貨物の航路への配分方法)

各港湾において荷主がどの航路の船舶を選択するかは、航路の便益に依存する。航路の便益は主に運賃と所要日数であると考えられる。運賃は運航速度やスケジュールの組み方、使用する船舶によって異なる可能性があるにもかかわらず全体の平均金額についての情報しか得ることができないので、全ての区間において一定であると仮定し、目的港までの所要日数で航路の便益を計ることとする。この選択行動をロジットモデルで表現する。ロジットモデルについては城所[10]に特徴が詳しく述べられているが、人の選択行動を表すモデルとして多く用いられているものである。交通・物流の分野においては交通需要予測と整合的な便益評価が可能であり、新しい交通サービスが整備される場合でも実務的に便益評価が可能であることが長所であると言われている。

ロジットモデルでは、n 個の航路の中から航路 k を選択する貨物の総量は式(1)のように表現される。

$$q_k = Q\frac{\exp(f_k)}{\sum_{i=1}^{n}\exp(f_i)} \tag{1}$$

Q：対象区間における貨物総量

q_k：航路 k を選択する貨物量

f_k：航路 k を選択することで得られる効用の関数

効用関数は目的港までの所要日数を変数として

$$f_k = \alpha T_k + Const \tag{2}$$

となる。この式を用いると航路 k の分担率 q_k / Q について式(3)のように書くことができる。

$$\ln(\frac{q_k}{Q}) = Const - \alpha \cdot T_k \tag{3}$$

式(3)の係数 α は推定する必要があるので、香港-LA/LB 間を例に推定方法を説明する。Fig.4 は PIERS の米国輸出入貨物データと国際輸送ハンドブックの航路の情報から、香港-LA/LB 間の所要日数と分担率の関係を表したものである。これを見ると香港を出港する曜日ごとに異なる傾向が見られることから、曜日ごとに回帰式のパラメータの推定を行い、それらの平均値(香港-LA／LB では α＝－0.385)を採用する。計算結果を Table.3 に示す。なお、実際の航路には日曜日に香港を出港する航路も複数存在するが、日曜日だけに関しては他の曜日と異なり、所要日数が長い航路のほうがよく利用される傾向にある。これより、日曜日出港の航路に関しては所要日数以外のものが荷主の効用に与える影響が大きいと考えられるので、今回のように所要日数のみで表される効用関数の推定には適切ではないと考えて除外した。同様の方法で香港-LA／LB 以外の区間についても係数の推定を行った。例えば、釜山-LA／LB では α＝－0.420、高雄- LA／LB では α＝－0.264 といった値が推計されている。ただし、上記の方法では便数の少ない区間についてパラメータを求めることが難しいため、計算することができた区間の係数全体の平均値を与えることとした。

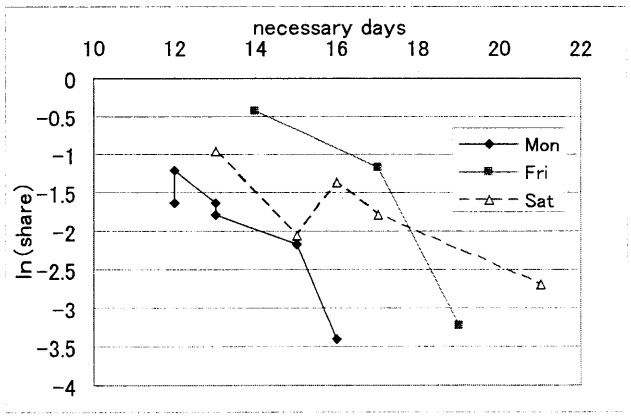

Fig.4 Relation between necessary days and share (from Hong Kong to LA/LB)

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

Table.3 Estimated parameters (from Hong Kong to LA/LB)

Departure day of the week	α	Correlation coefficient
Friday	-0.534	0.861
Saturday	-0.427	0.847
Monday	-0.194	0.742
Average	-0.385	-

シミュレーションにおいては、各船舶への貨物の配分を1日1回、ロジットモデルによる計算で決定する。処理の流れは以下の①～④のようになっており、シミュレーション期間中繰り返す。

① 港に到着した船舶について、その港を目的港とする貨物量だけおろす。

② 各区間について前処理で推計した 1 日に発生する貨物量を集計し、ロジットモデルの式を適用して貨物を航路に配分する。配分する航路は船舶が港にいない翌日以降の航路も含む。

③ その日に出港する船舶に配分された貨物を積みつける。出港する船舶がない航路については、翌日以降に出港する船舶が現れた際に貨物を積みつける。

④ 積載上限を超えてしまった航路の貨物は、ロジットモデルの式を用いることで他の航路に再配分する。

3.2.3 シミュレーションの出力

シミュレーションの結果として、設定した運航スケジュールの各船舶にどれだけの貨物が配分されたのかを記録する。これを船舶ごとの PIERS の米国輸出入貨物データによる 2 港間の輸送量と比較する。これらのデータを利用することで、新しい航路を計画する際に『いつ、どの港を訪れるべきか』、『既存の航路にどのような影響を与えるか』というような問題の検討を行うことができる。

3.3 アニメーション

本論で作成したシミュレーションモデルは、船舶の動きをアニメーションで表現する機能も備えている。画面へのプロットのために、スケジュールの情報から 1 時間ごとに各船舶の位置を計算している。アニメーションは航路や積載量を表示することで物流の様子の理解を助け、また、計算結果の妥当性の検討を補助するものである。シミュレーションプログラムのスクリーンショットを Fig.5 に示す。

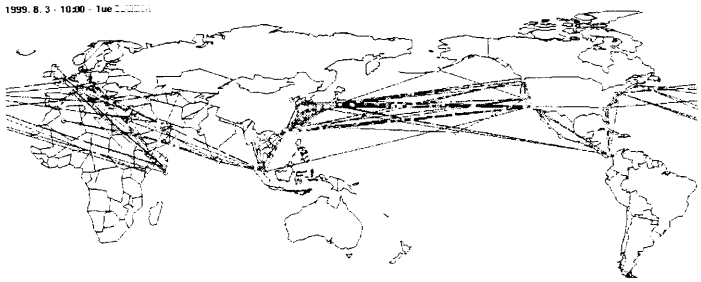

Fig.5 Screenshot of simulation

4. シミュレーションの結果と考察

4.1 モデルの検証

まず、第 3 章で示したロジットモデルによる貨物の航路選択シミュレーションが実際の貨物流動をどの程度再現することができるかを確認するために、PIERS の米国輸出入貨物データ(実際の貨物流動結果)と国際輸送ハンドブックに掲載されている航路のみで行ったシミュレーション結果の比較を行う。

Fig.6 はシミュレーションを行った各船舶について、香港－LA/LB 間を対象として横軸に PIERS の米国輸出入貨物データによる貨物の積載量、縦軸にシミュレーションにおける積載量をとったものである。そして、Table.4 は 3149 個のデータについて y（シミュレーション結果）、x（PIERS の米国輸出入貨物データ）として回帰式

$$y = \beta_1 x + \beta_2 \tag{4}$$

を推定した結果である。相関係数が高く、傾きが 1 に近いほど現状再現性が良いということが言える。

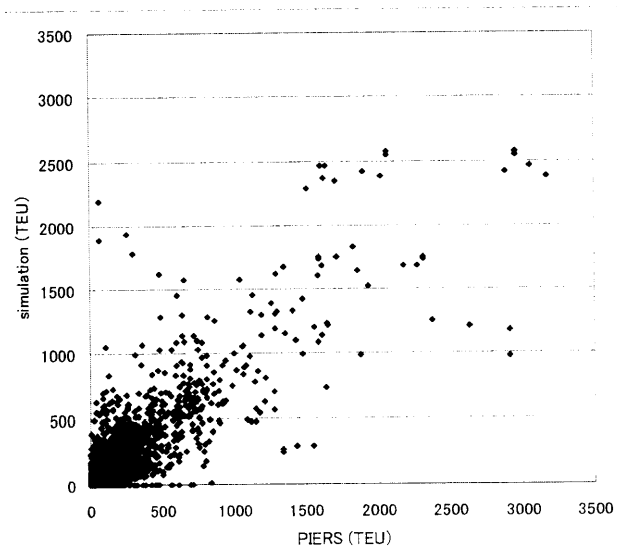

Fig.6 Distribution of simulation result to PIERS data

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

Table.4 Estimated parameters of regression equation

Parameter	Correlation coefficient	β_1	β_2
Value	0.828	0.805	26.11

結果を見ると相関係数が高いことから、モデルの現状再現性は良いと考えられる。回帰係数が1よりも小さくなっている原因としては、区間によってはモデルのパラメータを推計できてはいない、1999年8月という短い期間のデータを使用している、といった使用データに起因するものと、貨物量の配分に影響が大きいと考えられる運賃のような項目がモデルに組み入れられていない、というモデルの構造に起因するものが考えられる。これらについては今後の改善の余地があるといえる。

4.2 香港-LA/LB 直行便新航路

4.2.1 新航路の設定

新しい航路を検討する例題に作成したモデルを適用する。本論では貨物量の多い香港と LA/LB を高速かつ寄港数の少ない直行便で結び、西航でいくつかのアジアの港湾を経由する航路を新規に設定した場合の、新規航路の競争力を検討する。新規航路の候補は複数考えられるが、本論ではその中の1例について検討を行う。

Table.5 に直行便と既存航路の各1例についてスケジュール、隻数、速度、積載可能量をまとめたものを示す。表に例としてあげた既存航路は、使用した貨物データと同じ 1999 年において香港から LA/LB への所要日数が最短のものである。直行便のスケジュールは月曜日に香港を出港するものを記載してあるが、実際にはそれぞれの曜日に香港を出港する設定(7 通り)について検討する。直行便は高速な輸送に対する需要の高まりを考慮して、香港から LA/LB への所要日数が既存の最短のものと同じ所要日数となるものとした。また、西航における貨物量を確保し、さらに定曜日のサービスとするために香港、LA/LB 以外に貨物の取扱量が多い釜山、高雄のみを経由する4週間のループとなるようにした。そのため、使用する船舶の航海速度は現在就航している中で高速な部類に入る26ノットとし、積載量は既存の航路よりも寄港地が減ることを考慮して 3000TEU とした。上記のような航路設定とすることで、既存航路と比べて寄港数が少ないことと、高速な船舶を用いて香港から LA/LB へ直行することの効果を検討することにつながる。

ここで検討した航路以外にも、毎日香港を出港し LA/LB に入港するデイリーシャトル便(3.6 週周期で可能)や、香港-LA/LB 間の所要日数が既存の航路よりも短い高速便が新航路の候補として考えられる。しかし、前者は航路を維持するために26隻もの船舶が必要となること、後者は30ノット以上で運航しなければならないことが実現する上でのネックとなるため、本論では検討しないこととした。

Table.5 Example of new liner route and existing liner route

Route	Schedule	Number of ships	Speed (knot)	Size (TEU)
New	HONG KONG (Sun/Mon) - LA/LB (Fri/Sun) - BUSAN (Tue/Wed) - KAOHSIUNG (Fri/Sat) - HONG KONG (Sun/Mon)	4	26	3000
Existing (SSX)	PORT KELANG (Tue) - SINGAPORE (Wed) - YANTIAN (Sat/Sun) - HONG KONG (Sun/Mon) - LONG BEACH (Fri/Wed) - KAOHSIUNG (Mon/Tue) - HONG KONG (Wed/Thu) - YANTIAN (Thu) - SINGAPORE (Sun/Mon) - PORT KELANG (Tue)	6	23.3	5000

* Description of schedule in new route is the case of departure from Hong Kong on Monday

4.2.2 新航路の輸送量と競争力

4.2.1 のように設定した直行便をシミュレーションモデルに導入して計算を行った。新規航路に導入される船舶4隻の平均輸送量をまとめたものが Table.6 である。各航路は 700TEU から 3000TEU 程度の輸送を行うという結果になった。

Table.6 Average load of every new route

Departure day of the week (Hong Kong)	Average load (TEU)	
	East bound	West bound
Sun	2446	1932
Mon	2508	2396
Tue	1726	2124
Wed	724	1858
Thu	2553	1993
Fri	2960	1293
Sat	2438	1624

シミュレーション結果から新航路の競争力がどの程度であるかを検討し、既存の航路にどのような影響を与えるかを調べる。

競争力を評価する上で最も分かりやすい指標であると考えられるのが、航路の利益である。利益を計算するために必要となる情報は収入と支出、すなわち運賃と運航経費の情報である。しかしながら、運賃に関しては東航・西航の平均値に関する情報しか得ることができず、使用する港や荷主、貨物の種類によって運賃が異なる状況を再現することは難しい。また、運航経費に関しては船型や速度によって燃料消費

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

量が異なること、船価(傭船料)が市況によって大きく変動することから、具体的に算出することが難しい。そこで、本論では以下の式で与えられる値を太平洋航路における競争力を表す指標として提案する。

東航 or 西航の輸送量(TEU) / 1 ループの所要時間(week) (5)

東航と西航に分けている理由は、東航と西航では貨物量と運賃が大きく異なり、同列に扱うことが難しいと考えられるためである。本論では西航の貨物総量が少ないことから、東航の輸送量が全既存航路の東航の平均輸送量よりも多い場合に競争力があるとした。この式で与えられる値は以下のような仮定が成り立つならば利益を大まかに評価することにも利用可能であることから、競争力を表す指標として有効であると考えられる。

仮定 1：既存の全航路の平均は採算がとれている
仮定 2：すべての航路の東航・西航運賃は、それぞれ所要日数に関係なく等しい（入手可能なデータの性質より）
仮定 3：費用の合計は運航日数に比例する（運航経費のうち大きな割合を占める傭船料、燃料費、人件費が運航日数に比例するものであることから）

計算結果を Fig.7、Fig.8 に示す。横線が既存航路の平均値、縦棒が新しい航路(香港を出港する曜日別)である。新しい航路では、火曜日と水曜日に香港を出港する航路の東航以外はすべて既存の航路の値を上回っていることがわかる。これより、新しい航路の競争力は既存の航路と比べて高いと考えられる。

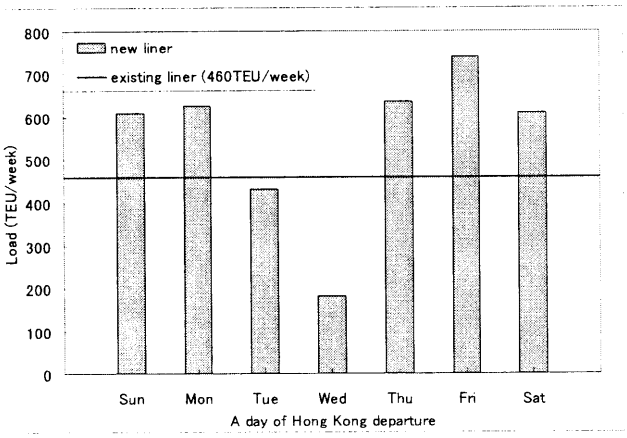

Fig.7 Competitiveness of new liner (east bound)

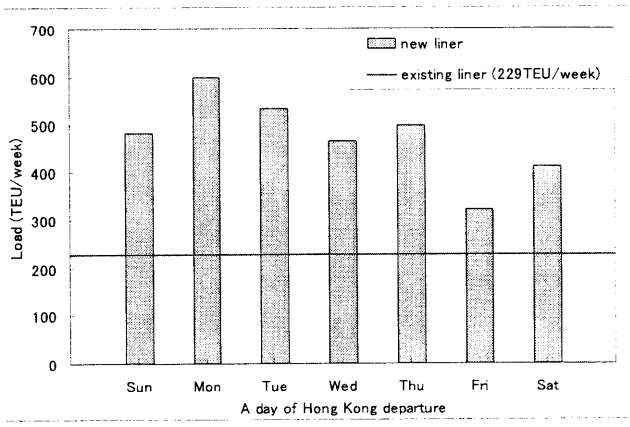

Fig.8 Competitiveness of new liner (west bound)

4. 2. 3 他航路への影響

シミュレーション結果から、新しい航路を導入することによって既存航路の輸送量にどのような影響を与えるかを検討する。Table.7 は月曜日に新しい航路を導入する前後における既存航路の貨物輸送量を香港→LA/LB についてまとめたものである。

Table.7 Influence of new liner on cargo volume of existing liner (from Hong Kong to LA/LB)

Route	With new liner (TEU)	Without new liner (TEU)	Departure day of the week (Hong Kong)	Transportation days (Hong Kong → LA/LB)
New route	1823	-	Mon	12
SSX	1823	2173	Mon	12
TP-6/AE-5	1823	2073	Mon	12
PSW	1918	2168	Sat	14
Far East Express	1375	1614	Mon	13
South East Asia Express Service	1312	1531	Mon	15
PDA	1372	1563	Fri	13
PS2	1005	1126	Sun	15
KL-PSW	886	1000	Sat	14
PDB	489	584	Sun	16
TPS	602	680	Sat	17
PS1	389	453	Mon	16
CKX	451	509	Fri	17
YangMing-PSW	409	459	Sat	16
TP5	451	493	Tue	14
MSC	216	251	Sun	18
Zimline	198	221	Fri	19
CMA	130	151	Sun	20
California & NewYork Service	134	150	Thu	17
Pacific Service	85	98	Sat	21

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers

この区間は貨物量が多く、新規航路が既存の航路と並ぶ最短輸送時間のサービスを提供する区間であるため、新規航路導入の影響が最も顕著に現れる区間である。また、香港→LA/LB の貨物は月曜日発のものが多い。表を見ると、新しい航路と同じ曜日に香港を出発する航路の輸送量が大きく減少することがわかる。既存航路の輸送量は平均で12.5%減少している。また、結果は割愛するが他の曜日に新しい航路を導入する場合にも同様の傾向が見られるということを記しておく。

5. 結　言

本論では太平洋航路の実態と変遷についての情報の整理を行い、貨物の航路選択をロジットモデルで表現したコンテナ貨物流動シミュレーションモデルを提案した。そして、シミュレーション結果と現実のデータの比較により、提案したシミュレーションモデルは現実をよく再現していることが確認された。また、シミュレーションにより香港－ロサンゼルス(LA)／ロングビーチ(LB)間に直行便を導入する場合について航路の競争力、他航路の集荷力の変化や競合関係に関する評価を行った。その結果、新しい航路は既存航路よりも高い競争力を持つことが示された。

今後は、モデルへの運賃に関係する項の導入や、パラメータを推計することができない区間についてシミュレーションを繰り返すことで適切な値を推計する、等のシミュレーションモデルの現状再現能力を高めるための改善が必要であると考えられる。さらに、より新しい貨物・航路のデータを用いてシミュレーションを行うことで、より現実的な検討を行うことが可能になると考えられる。

謝　辞

本研究に対して、日本郵船(株)の合田浩之博士には実務の視点から有益なご助言をいただきました。厚くお礼申し上げます。コンテナシステムテクノロジの渡邉逸郎博士には研究に対するご助言、コンテナ定期船についてのさまざまな情報をいただきました。深く感謝いたします。元・大阪産業大学教授の下條哲司博士、ものつくり大学田中正知教授には海運・物流についての多数のご助言をいただきました。ここにお礼申し上げます。

参 考 文 献

1) 国土交通省海事局編：平成17年版海事レポート，日本海事広報協会, 2005
2) 家田仁他：アジア圏コンテナ流動モデルの構築とその配分仮説に応じた特性分析，土木計画学研究・論文集, No. 15, 1998, pp.469-480.
3) 黒田勝彦他：外航定期コンテナ流動予測モデルの構築とアジア基幹航路への適用，土木学会論文集，No. 653, 2000, pp.117-131.
4) 大和裕幸，山内康友：複数の輸送機関の競合区間における貨物輸送の分担率・採算性・輸送設計に関する研究，運輸政策研究, Vol.6, No.3, 2003, pp9-16
5) 松倉洋史他：企業間協力が海上不定期輸送に与える効果のシミュレーション評価，日本造船学会論文集, Vol.195, 2004, pp43-51.
6) 間島隆博他：複雑系マルチエージェントシミュレーションによる河川を利用した災害時緊急輸送能力の評価，日本造船学会論文集, Vol.192, 2002, pp465-474.
7) 勝原光治郎：太平洋定期船航路の物流シミュレーション，船と海のサイエンス，2003 秋季号，2003, pp48-51
8) 運輸省海上交通局編：平成 12 年版日本海運の現況, 日本海事広報協会, 2000
9) オーシャン・コマース：国際輸送ハンドブック, 1999, 2005
10) 城所幸弘：交通プロジェクトの便益評価―体系と課題―，運輸政策研究, Vol.6, No.2, 2003, pp14-27

NII-Electronic Library Service