

日本に寄港するコンテナ船の航路別の将来船型の試算

コンテナ船の船型は、継続して大型化を続けている。各航路での新造船投入に加え、さらに、欧州航路等への1万TEU超の大型船投入が、既存船の連鎖的な転配により、他航路の大型化をもたらしている。一方、東アジアにおける日本発着コンテナ量の割合は相対的に低下してきており、この傾向が今後も続くものと想定される。このような状況の中で、日本のコンテナターミナルを、より効率的に整備・運営していくためには、寄港船の船型動向を把握する必要がある。本研究は、航路体系が大きく変化しないとの設定の下で、日本に寄港するコンテナ船の航路別の将来船型を試算し、長期的には各航路にて船型の大型化が見込まれるとの結論を得た。

キーワード | コンテナ航路, 大型化, カスケード効果, TEU

赤倉康寛

AKAKURA, Yasuhiro

博(工) 京都大学防災研究所港湾物流BCP研究分野准教授

安部智久

ABE, Motohisa

修(工) 国土交通省国土技術政策総合研究所港湾計画研究室長

神波泰夫

KANNAMI, Yasuo

修(工) バシフィックコンサルタンツ株式会社国際事業部課長

1——序論

コンテナ船の船型は継続して大型化を続けており、アジアー欧州航路では1万TEUクラスが標準となりつつある。大型船の新規投入は、当該航路の大型化に加え、既存船の連鎖的な転配により、他航路の大型化をもたらしている(カスケード効果)。一方、東アジアにおける日本発着コンテナ量の割合は、継続的に低下してきた。また、欧米基幹航路に就航するコンテナ船と、その中で日本に寄港するコンテナ船の船型とに差が生じてきた。需要の相対的な低下が、船型の差の主要因の一つと捉えれば、中国等の経済成長が続くことにより、この差は、今後更に大きくなっていくことが想定される。このような方向性の異なる2つのベクトルが存在する中で、日本のコンテナターミナルを、より効率的に整備・運営していくためには、寄港船の船型動向の把握が必要である。以上の状況を踏まえ、本研究は、航路体系が大きく変化しないとの設定の下で、将来の日本に寄港するコンテナ船の航路別船型の将来推計を試みたものである。

2006年就航のEmma Maerskを契機として、コンテナ船の船型は1万TEU超の時代を迎えた。拡張後のパナマ運河を通航可能な1万3~4千TEUクラスが続々と就航しており、また、今後も就航予定である。さらに、2012年にはCMA-CGM社の1万6千TEUクラスが、2013年7月にはMaersk社の1万8千TEUクラスが就航した。UASC社やCSCL社が、1万8千TEUクラスの建造に着手との情報^{1), 2)}もある。欧州航路への、これらの大型船の投入は、カスケード効果により、

南北航路等のより就航船型の小さい航路の大型化をもたらしている³⁾⁻⁵⁾。また、各航路に投入される新造船も、既存船より船型が大きい。日本のコンテナターミナルにとって、これらの船型大型化の動向の把握は、非常に重要である。

各港湾では、寄港コンテナ船の大型化により、航路・泊地やバース、ガントリークレーン等の拡張・整備が必要となる場合がある。そのため、10~15年後を目標とする港湾計画の改訂においては、寄港コンテナ船の中長期的な船型動向が重要な検討項目の一つとなる。しかし、既存の資料^{6), 7)}では、建造中のコンテナ船のデータは掲載されているものの、中長期的な動向や投入航路の記載はない。国土交通省による港湾貨物量見通し⁸⁾ではコンテナ船型は設定条件であり、その他外貿コンテナ貨物の需要予測に関する研究⁹⁾⁻¹¹⁾でもコンテナ船型は触れられていない。このように既存の資料・研究が見当たらないため、その動向把握は、寄港船社へのヒアリングくらいしか方法がないのが現状である。船社でも、通常、中期経営戦略の期間は3年程度と短い。このような状況の中で、本研究は、日本寄港コンテナ船の、中長期的な船型動向の試算を行ったものである。

2——推計手法

2.1 使用データ

各フルコンテナ船の就航航路は、LLI (Lloyd's List Intelligence) の通年の寄港実績データを使用して整理した。1期4年として、1997・2001・2005・2009年の年間データ

を、モデルの基本構造の策定に用い、さらに、一部で、2010・2011年のデータにより、最新の実績を反映させた。また、船舶諸元はIHS-Fの諸元データを、建造中のコンテナ船データは、データが比較的豊富なClarksonデータを使用した。

2.2 航路の定義

航路は、寄港実績により表—1のとおりに区分した。Level-1区分の定義は以下のとおり。

基幹航路：アジア、北米及び欧州のうち、2地域以上に寄港
南北航路：アジア、北米及び欧州のうち1地域に寄港し、かつ他の地域（中南米、オセアニア及びアフリカ）にも寄港

アジア航路：北東アジア、東南アジア及び南アジア・中東のうち、2地域以上に寄港

域内（アジア）航路：北東アジア、東南アジア及び南アジア・中東の域内のみ寄港

域内（アジア）のLevel-2区分では、北東アジア域内について、さらに中国寄港の有無で分類し、中国寄港有りの場合、以下に3分割した。

中国北部：山東省以北に寄港

中国中部：江蘇省・浙江省に寄港

中国南部：福建省以南（含香港）及び台湾に寄港

2.3 推計フロー

推計フローを図—1に示す。推計は4つの部分・モデルに大別される。まず、新規投入船腹量を推計し、次いで、この新規投入船腹量をLevel-1航路別に配分してカスケード効果をモデル化する。さらに、その結果をLevel-2航路区分に細分し、日本寄港分を判別する。

推計年次は、中長期として2025年を目標とした（基準年となる2009年より4期分）。

2.4 用語の定義

本稿で使用する用語について、定義を行っておく。

船腹量：コンテナ船の輸送能力（TEU Capacity）の総和。

船型クラス：TEU Capacityを、500TEUピッチで分けた階級値。中央値で表記する（例えば1,000～1,499TEUの階級は、1,250TEUクラス）。

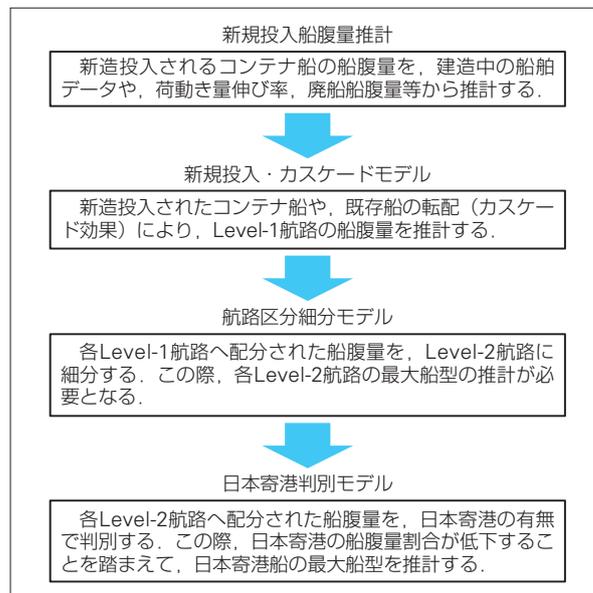
累積船腹量率：コンテナ船を、TEU Capacityで昇順に並べた場合の、各船型クラスの船腹量での累積率のこと。

累積船腹量率：75%とは、当該船型クラスが、船腹量カバー率=75%であることを示す。

船型構成：船型クラス別の船腹量構成のこと。

■表—1 航路区分

Level-1	Level-2
基幹	アジア—欧州、アジア—北米、北米—欧州、北米—アジア—欧州（振り子）
南北	アジア寄港、北米寄港、欧州寄港
アジア	北東ア—東南ア—南ア・中東、北東ア—東南ア、東南ア—南ア・中東
域内（アジア）	北東ア内（中国南部、中国中部、中国北部、韓国・ロシア）、東南ア内、南ア・中東内
その他	南南航路、北米域内、中南米域内、欧州域内、オセアニア域内、アフリカ域内



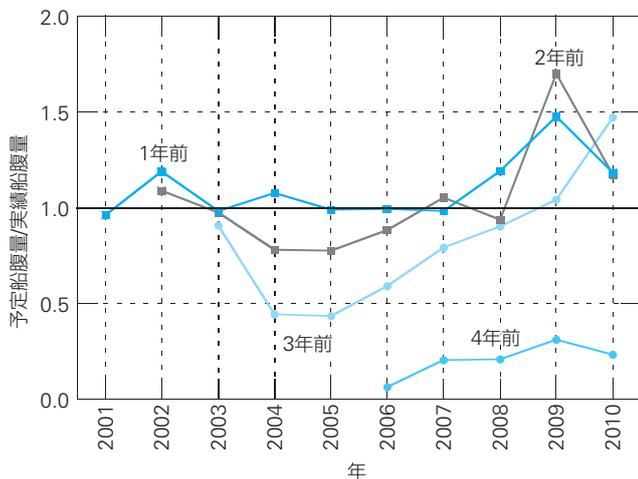
■図—1 推計フロー

3——新規投入船腹量推計

3.1 2013年までの新規投入船腹量

推計の基準年次である2009年から1期分（4年間）の2013年までに新規に投入されるコンテナ船の船腹量（TEU Capacity）は、実際に建造中及び就航したコンテナ船のデータにより把握できるため、これを使用した。

2010・2011年については、就航したコンテナ船を、LLIデータより実績値として把握・整理した。2012・2013年については、Clarksonの新造船データにより就航予定船を把握した。しかし、この新造船データの就航予定年は、様々な理由により、実際の就航年との間に“ずれ”が生じる。そこで、NYK⁶⁾のデータより、“ずれ”の実績を整理したのが図—2である。リーマンショックによる世界不況のあった2008年以降、1・2年前の建造予定船腹量は、実際に就航する船腹量より大きくなる傾向が確認された。これは、既存船の船腹量が過剰な状態の中で、就航延期等があったことが原因と推察される。そこで、2012・2013年についても、船幅需給の状況が大きくは変わらないと想定し、2008～10年の船型クラス別の新造予定/実績船腹量比率（概ね1.1～1.3）により、Clarksonデータによる予定就航量を割り引いて、新規投入船腹量とした。



■図—2 新造予定と就航実績の船腹量比較

3.2 2014年以降の推計方法

2014年以降の新造船による新規投入船腹量は、世界全体の荷動き量等の設定により、必要となる量を推計した。

推計フローを、図—3に示す。まず、世界のコンテナ荷動き量を設定し、この輸送に必要とされる必要船腹量に換算する。ここから廃船船腹量及び既存船腹量を控除すると、残りが新規投入船腹量になる。この船腹量に、船型構成を設定して、船型クラス別の船腹量とする。次節以降では、フローのそれぞれについて、説明する。

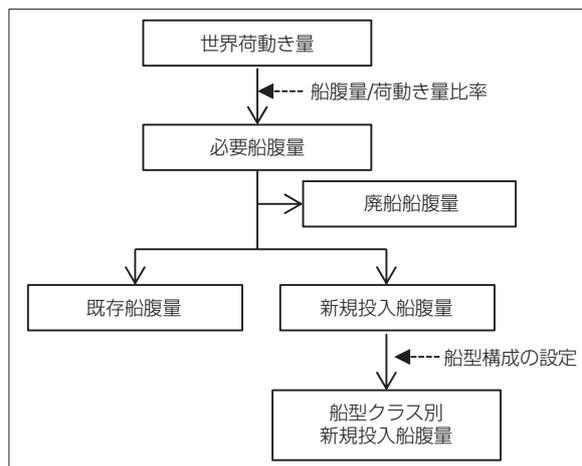
3.3 荷動き量・必要船腹量の推計

世界のコンテナ荷動き量の実績及び将来設定を、図—4に示す。実績では、2009年の世界不況を除くと、継続して増加傾向にあった。2012年以降については、2017年まではDrewry⁷⁾の推計伸び率とし、その後は2017年の推計伸び率:6.5%がそのまま続くと設定した。

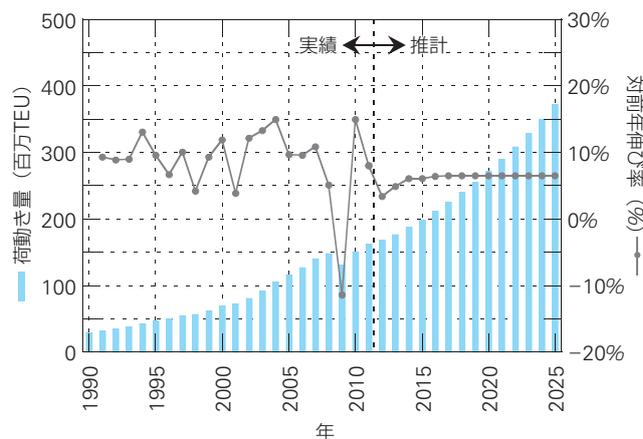
次いで、船腹量/荷動き量比率の実績及び将来設定を、図—5に示す。実績については、本研究で整理したLLIのデータに加えてNYK⁶⁾のデータを併記した。両者は、同じ傾向を示しており、2005年前後まで約7%で推移していたのが、2009年以降は9%を超え、船腹供給の比率が増加していた。この傾向が、2010年以降も継続しており、船腹供給の状況に当面大きな変化がないとみられたことから、2014年以降の比率には2009～2013年の平均値:9.4%を設定した。なお、2012・2013年は、3.1節で算定した新規投入船腹量を用いた推計値である。

3.4 廃船船腹量の推計

廃船船腹量は、既存船の船齢により推計した。過去の実績より、船齢20～29年:50%、30～34年:60%、35年以上:100%が廃船になると設定した。

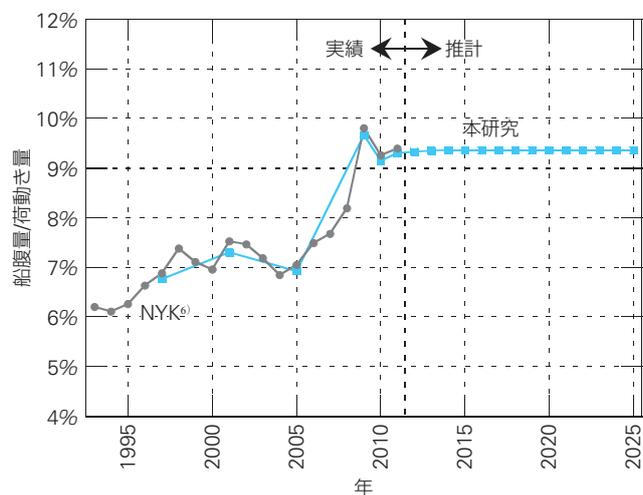


■図—3 新規投入船腹量推計のフロー



※Drewry⁷⁾のデータを使用

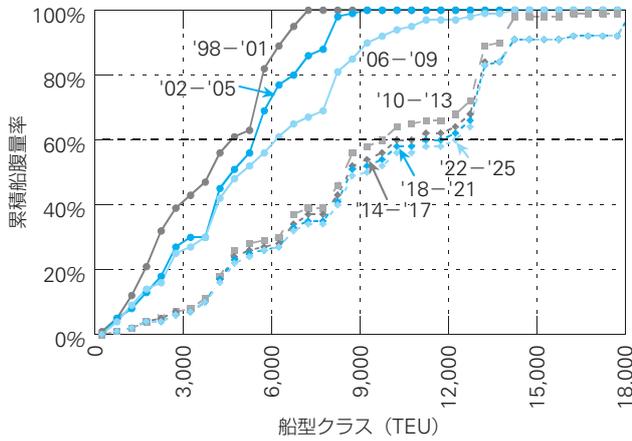
■図—4 全世界の荷動き量の実績と将来設定



■図—5 船腹量/荷動き量比率の実績と将来設定

3.5 新規投入船の船型構成の設定

必要船腹量から廃船及び既存船の船腹量の控除により新規投入船腹量が推計される。次に、この新規投入船の船型構成の設定が必要となる。そこで、新規投入船型の大型化実績を図—6に示すが、1998～2009年は堅調な大型化に対し、就航中及び建造中の船舶データよりは実績値と見ることが出来る2010～2013年には急激な大型化が



■図—6 新規投入船の船型構成の実績と将来設定

■表—2 新規投入船腹量の変化率

航路	'10-'13	'14-'17	'18-'21	'22-'25
新規投入船腹量 ('000TEU)	5,217	4,728	7,344	9,478
60%未満変化率	0.976	0.843	1.507	1.250
60%以上変化率	1.018	0.904	1.553	1.290

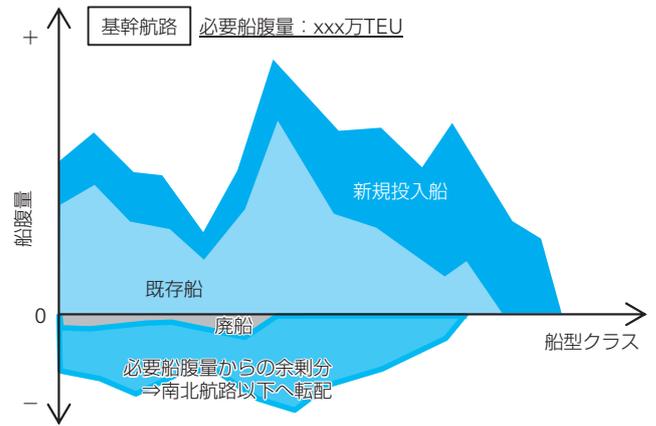
見られた。2014年以降については、急激な大型化が続く可能性は低いものの、逆に大型化が止まることも考え難いことから、累積船腹量率60%の船型クラスについて、1998～2001年：4,750TEU→2006～2009年：6,250TEUとの実績と同じペース（2期で1,500TEU増）として、2010～2013年：9,750TEU→2022～2025年：12,250TEUと設定した。ここで60%を目安としたのは、1998～2009年での船型構成の変化が、累積船腹量率60%以上で明確に見られた点を踏まえたものである。各船型クラスの船腹量は、前の期の数値に、表—2に示す新規投入船腹量変化率（60%未満と以上でそれぞれ設定、'10-'13は就航中及び建造中の船舶データによる実績値）を掛け合わせて算定した。なお、2014～2017年の16,000TEU及び18,000TEUクラスについては、運航船社が限定される特殊な船型として、各社の現時点での建造予定数をそのまま用いた。

4——新規投入・カスケードモデル

4.1 推計方法

Level-1航路の配分として、大型船の新規投入に加え、さらに、過剰分となった船腹量が下位の航路に転配されるカスケード効果をモデル化した。

推計モデルの概念図を、図—7に示す。各Level-1航路において、既存船、新規投入船及び廃船の船型クラス別船腹量を推計し、その合計（廃船はマイナス）が当該航路（図では基幹航路）の必要船腹量を超えた分について、下位の航路（南北航路以下）へ転配されるとの考え方である。ここで、転配は、上位から下位へ進むものとし、基幹→南北以下の4航路、南北→アジア以下3航路と、順次算定した。



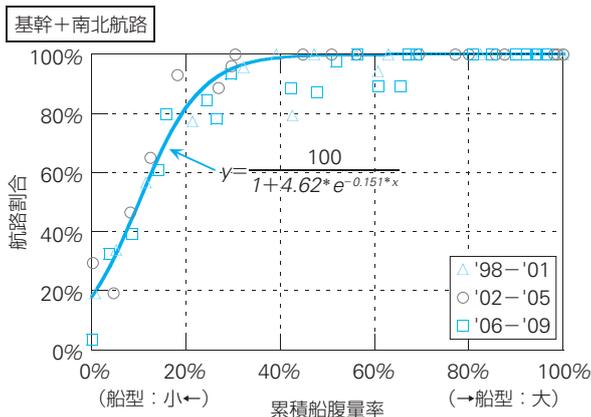
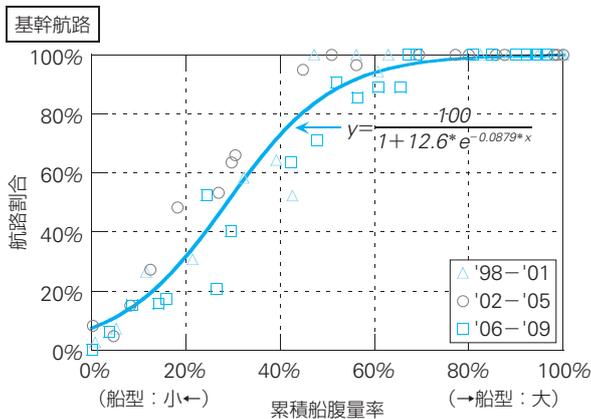
■図—7 新規投入・カスケードモデルの概念図

実際には、逆の転配も存在するが、大きな流れは上位から下位への転配である⁵⁾。

4.2 航路別新規投入船腹量の船型構成の推計

各Level-1航路への新規投入船の船型構成（図—7の濃い青色部分の分布型）は、3.5節で設定した新規投入船の船型構成を、各航路へ配分するものである。この際、大型化する新規投入船の船型構成と、その投入航路とに一定の関係性を見出すため、全新規投入船の累積船腹量率に着目した。これは、新規投入船型は年々大型化するものの、Level-1航路間の大小関係はある程度安定していると判断したためである。そこで、累積船腹量率に対する新規投入航路の構成割合を一定と仮定して、曲線当てはめによりモデル化した。例えば、最大船型である累積船腹量：100%に近い範囲では、100%基幹航路に投入されており、その構造は将来も変化しないとの考え方である。曲線には、0%及び100%への漸近を表現できるロジスティック曲線を採用した。

基幹・南北航路への曲線当てはめ結果が、図—8である。累積船腹量率に対して、新規投入船が各航路に配置された割合をプロットした。上図は、基幹航路に配置された船腹量の割合を、下図は、基幹航路と南北航路の配置された船腹量合計の割合を示しており、両者の差が南北航路へ配置された船腹量となる。各期間での新規投入実績に対する当てはめ曲線の精度として、曲線による推計値と実績値との決定係数を示したのが、表—3である。基幹～域内の2002～2005年及び2006～2009年で少し精度が下がっていたが、全般的には、当てはめ曲線は実績値を良い精度で再現できており、累積船腹量率に対する新規投入航路はある程度安定していたと言える。この方法は、より上位の航路の船型構成を先行的に決定していくため、最下位に位置する航路の船型構成に、全体の推計誤差が含まれることとなる。なお、その他航路の船型構成は、全新規投入船の船型構成から、基幹～域内のそれを差し引くことで求められる。



■図-8 累積船腹量率と航路比率の関係

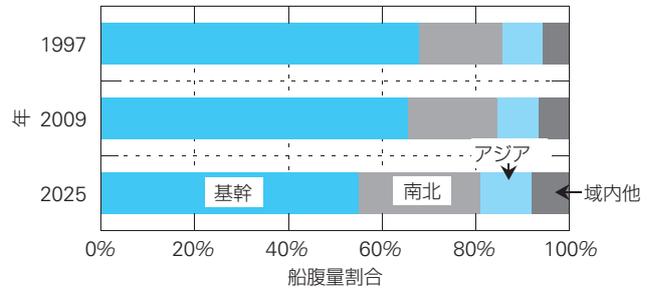
■表-3 航路割合推計曲線の精度 (R²)

航路	'98-'01	'02-'05	'06-'09
基幹	0.944	0.967	0.965
基幹+南北	0.958	0.957	0.943
基幹~アジア	0.994	0.968	0.985
基幹~域内	0.968	0.743	0.871

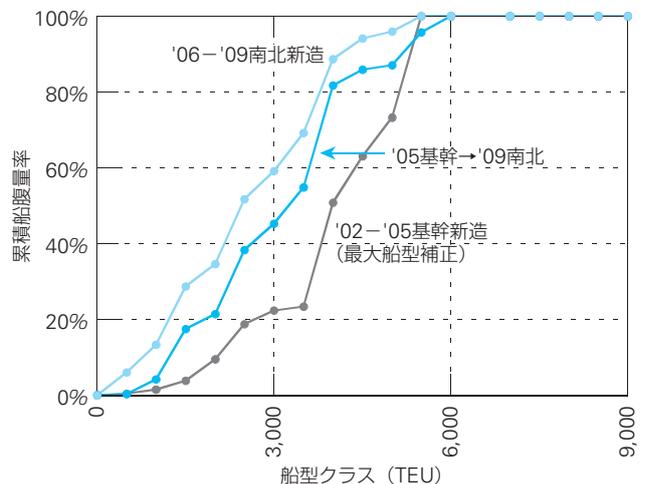
4.3 下位航路への転配船腹量の推計

下位航路への転配は、当該航路の「既存船腹量+新規投入船腹量-廃船船腹量」が、必要船腹量を超えている場合に発生する。この必要船腹量は、2011年までの実績を基にし、将来の航路別伸び率は、3.3節で荷動き量の将来推計に使用したDrewry⁷⁾には数値がないため、世界不況前の2005年起点で少し古いものではあるが、海洋政策財団における長期の世界の航路別コンテナ量予測値¹²⁾を補足的に利用した。その際、各航路の船腹量伸び率は、その合計が3.1節及び3.3節での全世界の船腹量伸び率に合うように、構成比に修正した。その結果を示したのが、図-9である。基幹航路の割合が低下し、南北航路やアジア航路の割合が上昇することとなった。

ここで、下位航路への転配船腹量の船型構成は、①同航路の新規投入船の船型構成より少し大型船に偏っていること、②最大船型は新規投入船と同レベルにあることの2点の特徴を踏まえ、前期の当該航路の新規投入船の船型構成を基本とし、最大船型は転配先の新規投入船型と同一（以下、「最大船型補正」と呼ぶ）とした。例として、



■図-9 必要船腹量の航路構成割合



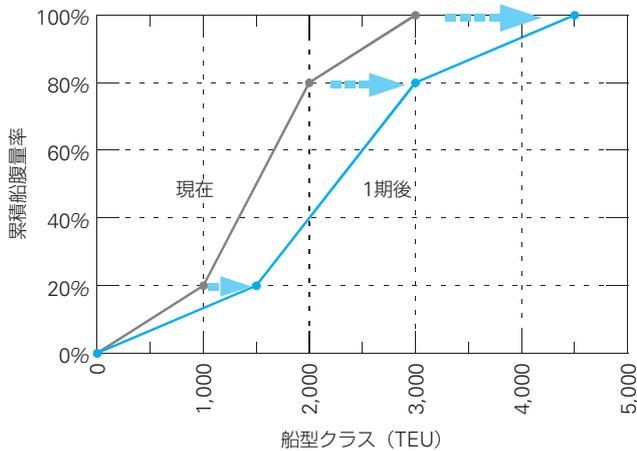
■図-10 2009年南北航路の転配船等の船型構成

2009年南北航路における、新規投入船、基幹航路からの転配船及び2005年の基幹航路の新造船（最大船型補正）の船型構成を図-10に示す。転配船の船型構成は新造船より大きく、最大船型が同レベルにある点は再現できていたが、2005年の基幹航路新造船よりは小さかった。この結果のみからは、転配船の船型を過大評価している可能性はあるものの、既往の研究では転配船の船型は、当該航路の新造船の船型より大型であった⁵⁾点も踏まえて設定した。また、複数航路への転配（例えば、基幹→南北以下4航路）における各航路の船腹量割合は、当該船型クラスの新規投入船腹量の割合で配分した。

5 航路区分細分モデル

5.1 推計方法

Level-2航路への細分は、最大船型と、過去の船腹量構成との2点を踏まえて行った。具体的には、①最大船型の決定、②船型構成の仮推計、③Level-1航路との整合確保との手順である。それぞれの概要は、以下のとおり。なお、Level-2航路区分細分において、新規投入・カスケードモデルと同様の曲線当てはめを行わなかったのは、Level-2航路の相互関係が、複雑で変動が大きくLevel-1航路間で見られたような安定した大小関係があるとは判断できなかったためであり、過去の平均的な状況をもって将来を想定することとした。

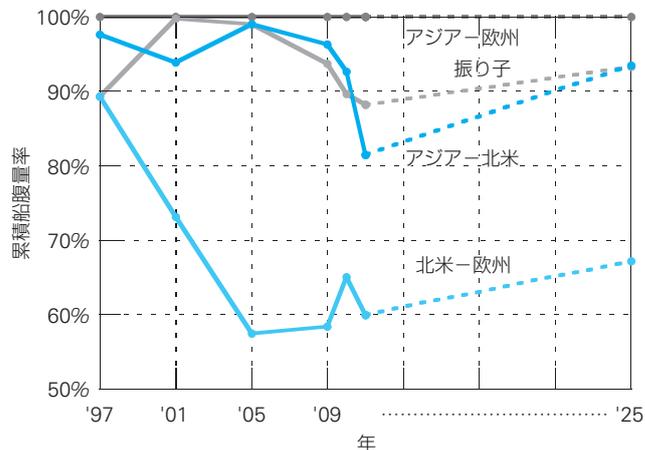


■図—11 単純伸長の概念図

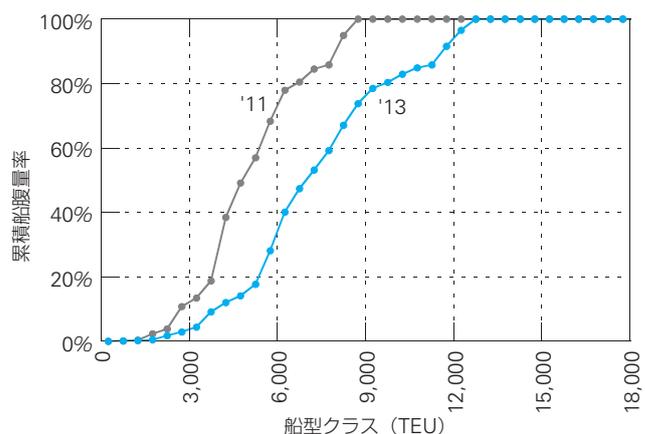
- ①最大船型の設定: Level-1航路の中で、最も大きな船型が配置されるLevel-2航路(例えば、基幹航路では欧州-アジア航路)は固定とし、その他のLevel-2航路では、Level-1航路全体の累積船腹量率により設定する。例えば、現在の振り子航路の最大船型が基幹航路全体の累積船腹量率で見て92%に該当する場合に、将来の振り子航路の最大船型も、基幹航路全体に対する累積船腹量率が同じであるとす。
- ②船型構成の仮推計: 各Level-2航路の船型構成は、最大船型の変化に応じて、現在の分布型を単純伸長するとして仮推計する。単純伸長とは、概念図を図—11に示すとおり、船型のレンジを、将来最大船型/現状最大船型の比率を一律に各船型クラスに乗じて拡大し、その時の各船型クラスの累積船腹量率は不変とする方法である(図では、最大船型:3,000TEU→4,500TEUに大型化し、拡大比率=1.5)。
- ③Level-1航路との整合性確保: ②の算定結果は、暫定値であり、各船型クラスにおけるLevel-2航路船腹量の合計が、Level-1航路の数値とは整合しない。また、それぞれのLevel-2航路の船腹量全体の合計値も、当該航路の必要船腹量とは整合しない。そこで、Level-1とLevel-2の整合を図るため、②による仮推計での分布型を基に、フレーター法による収束計算を行う。

5.2 Level-2航路の最大船型の設定

各Level-2航路の最大船型は、所属するLevel-1航路全体の船型構成に基づく累積船腹量率により設定した。図—12に、基幹航路について、各Level-2航路の最大船型の累積船腹量率の推移を示す。例えば、アジア-北米航路の最大船型が該当する累積船腹量率は、1997~2010年までは92~97%程度であったが、2011年には81%に急落していた。このような中で、2025年の推計値には、長期の傾向を踏まえつつ最新のデータも反映させるため1997年からの全実績の平均値を設定した。なお、基幹航路の中で、ア



■図—12 最大船型の累積船腹量率の実績と将来設定



■図—13 船型構成の分布型拡大の例

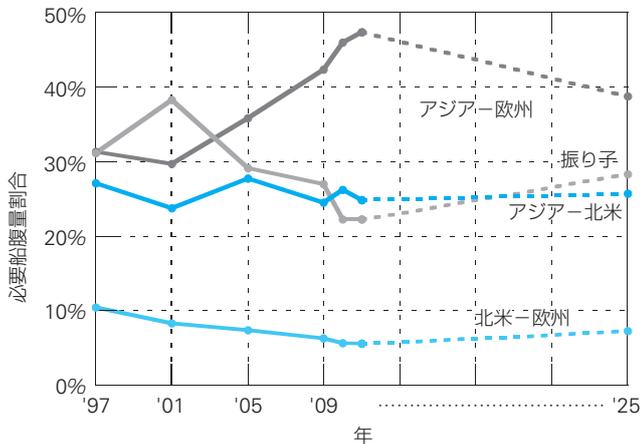
ジア-欧州航路に最大船型が投入されている状況(累積船腹量率=100%)には変化がなかった。

5.3 船型構成の仮推計

各Level-2航路の船型構成は、前節で設定した最大船型を基に、現在の船型構成の分布型を単純伸長させた。アジア-北米航路(2011→2013年)の例が、図—13である。最大船型の大型化(2011年実績:8,750TEU→2013年推計:12,750TEU)を踏まえ、2013年の船型構成の分布型を算定した。しかし、各Level-2航路の将来の分布型を単純伸長により算定すると、その合計であるLevel-1航路の船型構成と整合しなくなるため、調整が必要になる。

5.4 Level-1航路との整合確保

各Level-2航路の船型クラス別船腹量の合計値を、Level-1の当該船型クラス別船腹量に整合させると、Level-2航路全体の船腹量合計値が安定しなくなる。そこで、同時に各Level-2航路の必要船腹量とも整合させる必要がある。この必要船腹量は、各Level-2航路の構成比の変化を設定するものであり、長期の傾向を踏まえつつ最新のデータも反映させるため、全実績の平均値で設定した(図—14)。最終的に、各Level-2航路の船型構成は、当該



■図—14 必要船腹量構成比の実績と将来設定

航路の必要船腹量と、各船型クラスの船腹量合計値 (Level-1航路の船腹量と等しい) とをコントロールトータルとし、フレーター法にて収束計算を行って決定した。

6——日本寄港判別モデル

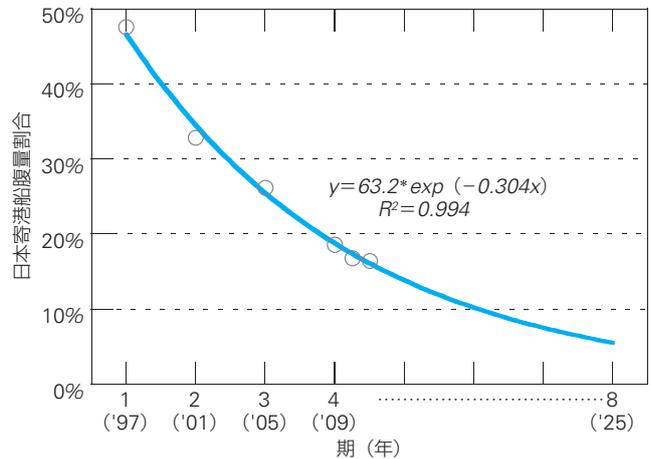
6.1 推計方法

日本寄港判別では、日本寄港の必要船腹量割合の低下と、これによる寄港最大船型の変化の2点を踏まえて行った。具体的には、各Level-2航路を対象に、①日本寄港船腹量割合の設定、②最大船型の推計、③船型構成の算定との手順である。それぞれの概要は、以下のとおり。

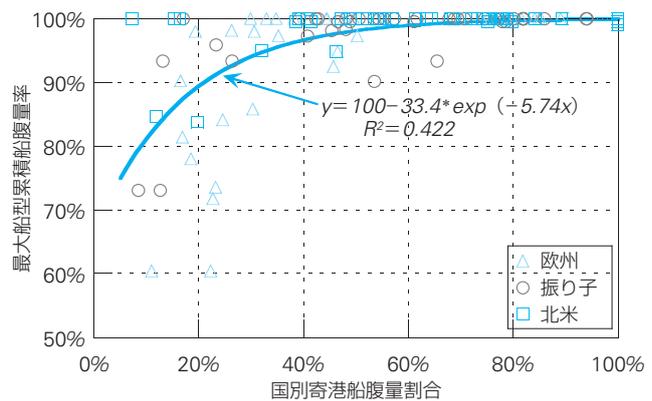
- ①日本寄港船腹量割合の設定：日本寄港船腹量の、航路全体に対する割合の相対的な低下傾向をトレンドにより設定する。
- ②最大船型の推計：各航路における国別の寄港船腹量割合と、当該国に就航した最大船型が該当する累積船腹量率との関係性を明らかにし、日本寄港船の最大船型を推計する。
- ③船型構成の算定：日本寄港の有・無のそれぞれについて、現在の船型構成の分布型を、将来の最大船型の変化に応じて単純伸長し、将来の分布型を暫定的に算定する。しかし、各船型クラスで、この日本寄港有無の両者を加えた船腹量合計値は航路全体と整合しない。また、日本寄港有の船腹量合計値は、先に算定した日本寄港必要船腹量と整合しない。そこで、両者が整合するように収束計算を行った。

6.2 日本寄港船腹量割合の設定

各航路における日本寄港船腹量割合は、北東アジアにおける日本発着コンテナ量割合の低下により、今後も低下傾向が想定される。しかし、その低下度合いを理論的に推計するためには、将来の主要各国間のコンテナ貨物量の推計に加え、各コンテナの輸送経路や船社のループ構成



■図—15 日本寄港船腹量割合の推移と将来設定



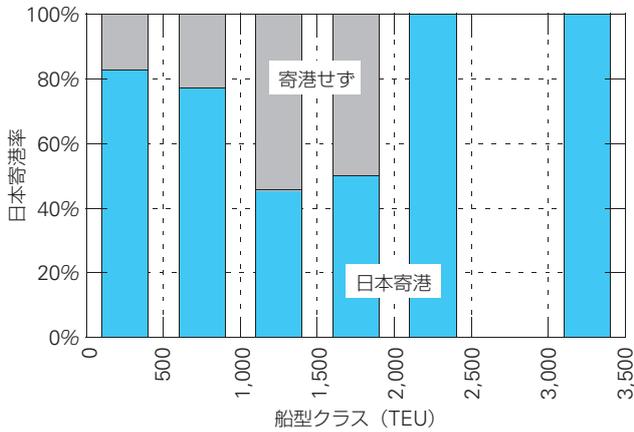
■図—16 東アジア各国の寄港船腹量割合と最大船型累積船腹量率の関係 (欧州・北米・振り子航路)

が関わるため困難な部分がある。そこで、本研究では、比較的簡易な方法として、日本寄港必要船腹量割合を、過去からのトレンドにより推計することとした。

欧州航路の日本寄港船腹量割合が、図—15である。いずれの航路でも、この図同様、下に凸の形状を示していたことから、指数関数を当てはめて、日本寄港必要船腹量の、航路全体に対する割合の将来値を設定した。

6.3 日本寄港最大船型の推計

貨物需要が寄港船型を決定する主要因の一つであることから、寄港船腹量割合の低下に伴い、最大船型は相対的に小さくなるのが想定される。そこで、東アジア各国における、各航路の寄港船腹量の割合と、当該国に寄港した最大船型の累積船腹量率との関係を確認した。図—16が欧州・北米・振り子航路の例であるが、寄港船腹量割合が70%を超えると、各航路の最大船型が投入される一方、40%を切る辺りから、最大船型が小さくなる傾向が見られた。3航路の傾向に大きな差が見られなかったため、基幹航路全体として推計した。推計曲線は、100%に漸近する指数関数を採用した。推計曲線の実績値に対する決定係数は高くはなかったが、概ねの傾向を表現することができた。この推計曲線を用い、将来の日本寄港船腹量割合の



■図-17 域内航路での日本寄港率 (2009年)

低下による最大船型累積船腹量率の低下を表現した。なお、2025年の欧州航路の日本寄港船腹量率は6%を切っており(図-15)、図-16の実績範囲(最低7.2%)を多少下回った適用になった。

6.4 船型構成の算定

船型構成の分布型については、5章の航路区分細分モデルと同じく、最大船型の変化を踏まえて、現在の日本寄港船型構成の分布型を単純伸長した。同様に、日本寄港無しの船型構成の分布型分布も単純伸長し、各船型クラスの合計値が航路全体と整合し、かつ、日本寄港の船腹量合計値が、先に算定した必要船腹量と整合するように、両者をコントロールトータルとして、フレーター法により収束計算した。

6.5 域内航路の日本寄港

北東アジアの域内航路の各Level-2航路については、日本寄港の船腹量割合が非常に大きいことから、日本寄港判別を行わなかった。図-17に船型クラス別の日本寄港率(2009年)を示すが、2,000TEU以上は全て日本に寄港しており、全般的にも日本寄港率が高かった。最大船型で見ても、中国中部航路以外は、最大船型クラスが日本に寄港していた。以上より、北東アジアの域内航路については、Level-2航路区分細分の結果を、そのまま日本寄港船型とみなした。

7——現況再現精度の確認

7.1 確認方法

これまで述べてきたモデル全体について、2005年までのデータしか存在しないと仮定して、2009年時点の再現精度を確認した。中長期的な船型動向を推計するモデルにおいては、なるべく長期間での精度確認が望ましいが、推計においてはなるべく多くの実績値を確保したいとの点もあ

り、モデルの基本構造は、1997・2001・2005年のデータによって改めて策定し、これにより2009年を推計して精度を確認した。

7.2 新規投入船腹量推計の再現性

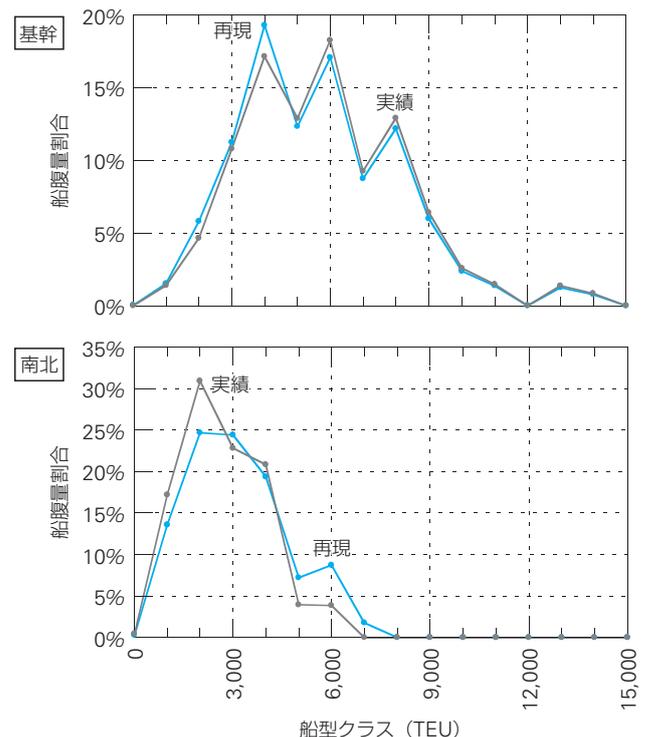
2006～2009年に新規投入された船腹量実績値と、その再現値を示したのが、表-4である。再現計算では、荷動き量伸び率及び船腹量/荷動き量比率を、2001～2005年の実績平均で設定した。荷動き量の伸び率は、リーマンショックによる世界不況があった実績と大きく異なっていたが、一方で荷動き量/船腹量比率は実績値が再現値を大きく上回っていた。結果として、新規投入船腹量の再現値は、実績値より6.7%減となった。

7.3 新規投入・カスケードモデルの再現性

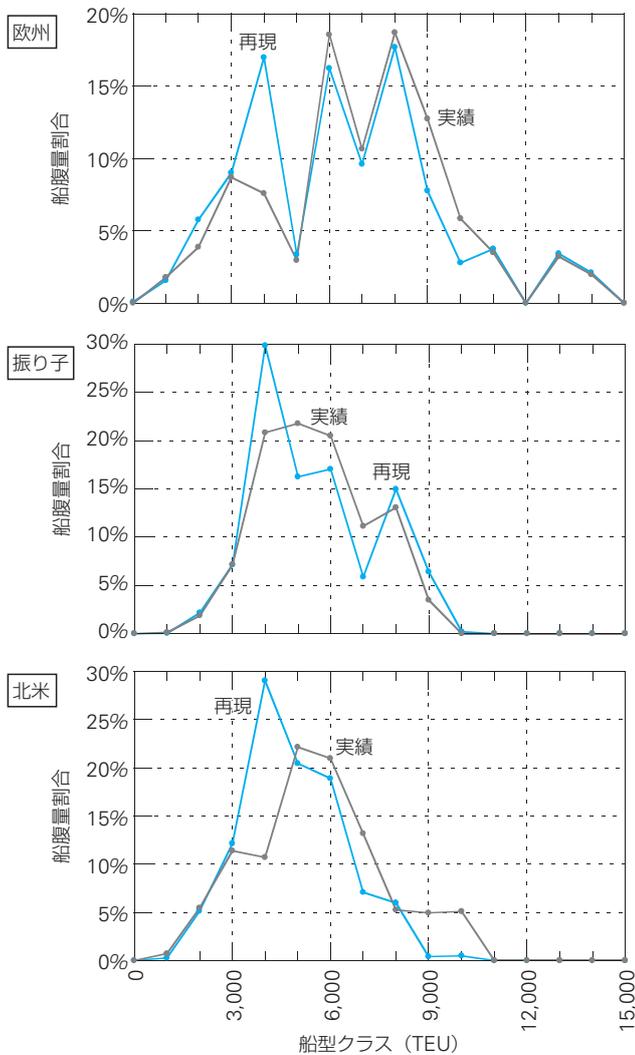
再現計算における、航路別新規投入船腹量の船型構成の曲線当てはめ(4.2節)では、1998～2001年及び2002～2005年のデータのみ使用して、パラメータを算定した。その結果として、2009年時点の基幹航路及び南北航路の船型構成の実績値と再現値とを比較した結果が、図-18であ

■表-4 新規投入船腹量の再現性

	'09実績値	'09再現値
'06-09荷動き量年伸び率	+3.3%	+10.8%
荷動き量(億TEU)	131.9	175.0
船腹量/荷動き量比率	9.7%	7.1%
必要船腹量(万TEU)	1,273	1,245
廃船船腹量(万TEU)	54	47
'06-09新規船腹量(万TEU)	525	490



■図-18 新規投入・カスケードモデルの再現性



■図—19 航路区分細分モデルの再現性

る。図では、船型構成を航路全体に対する船腹量割合で表記し、船型クラスは1,000TEU単位に集計した（例えば、5,000TEUの表示は、4,500TEU以上5,500TEU未満）。

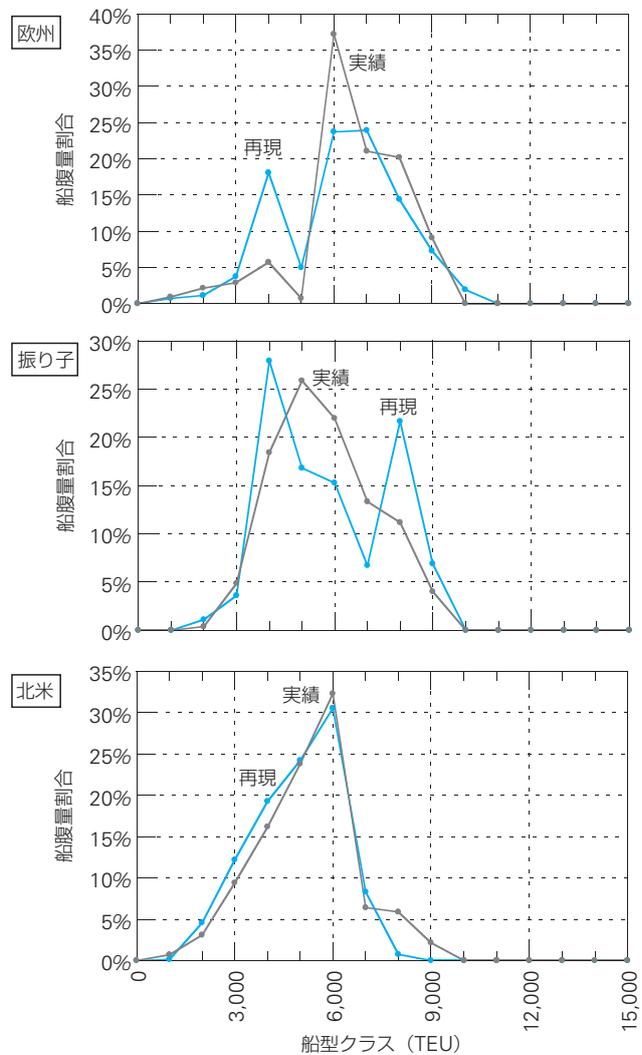
基幹航路では、実績値と再現値が、全体ではほぼ一致していた。南北航路では、5,000TEUクラス以上で再現値が少し大きくなってはいたが、全体としては良い再現精度が確保されていた。

7.4 航路区分細分モデルの再現性

再現計算では、各Level-2航路の最大船型発生船腹量率（5.2節）及び必要船腹量割合（5.4節）を、2005年までの実績平均で設定した。その結果として、2009年時点の欧州、振り子及び北米航路の船型構成の実績値と再現値とを比較した結果が、図—19である。いずれの航路でも、4,000TEUクラスで再現値が実績値に比べて大きくなってはいたが、全体の傾向は概ね再現できていた。

7.5 日本寄港船型の再現性

再現計算では、日本寄港船腹量割合（6.2節）及び国別寄港実績—最大船型累積船腹量率（6.3節）を、2005年ま



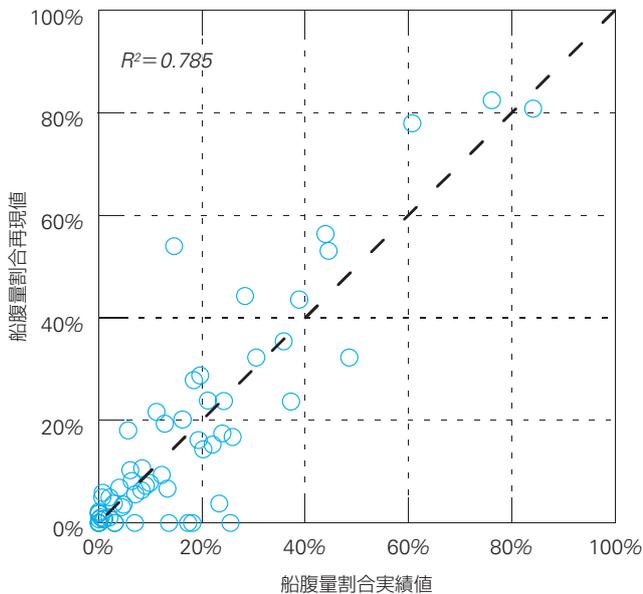
■図—20 日本寄港船型の再現性（基幹航路）

■表—5 日本寄港最大船型・船腹量の再現性

航路		欧州	振り子	北米
最大船型 (TEU)	実績	9,000	9,000	8,000
	再現	10,000	9,000	9,000
寄港船腹量 (万TEU)	実績	66	110	103
	再現	52	138	67

での実績により再算定した。その結果として、欧州、振り子及び北米航路の日本寄港船型の実績値と再現値とを比較した結果が、図—20である。欧州航路では、6,000TEUクラスで過小、4,000TEUクラスで過大となっていたが、7,000TEUクラス以上では、ほぼ再現が出来ていた。振り子航路では、8,000TEUクラスでの過大評価が見られた。北米航路では、8,000TEUクラス以上で再現値が過小評価であったが、全体としてはほぼ再現が出来ていた。また、最大船型と寄港船腹量の再現精度を見たのが表—5である。最大船型については、振り子航路では実績と再現値が一致していたが、欧州・北米航路では差があった。寄港船腹量では、欧州・振り子航路で実績と再現値に近い値であったが、北米航路で過小評価となっていた。

日本寄港船型について、全ての航路・船型クラスにおける船腹量割合の再現性を確認した結果が、図—21である。



■図—21 日本寄港船型の再現性（全航路）

一部実績値と再現値に差がある部分があるものの、実績値と再現値の決定係数は0.8近くあり、全体としては妥当な再現性が確保できていた。

8——推計結果

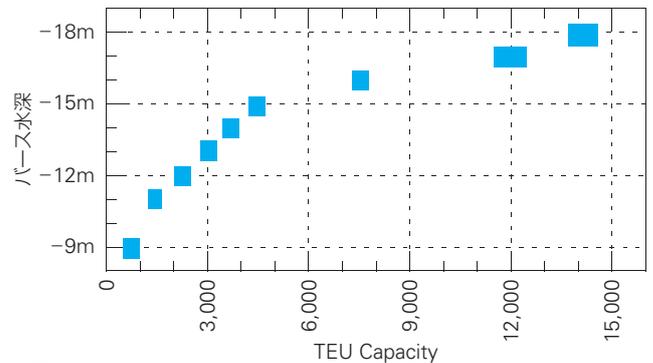
8.1 日本寄港船型の推計結果

2025年における日本寄港船のLevel-2航路別の将来船型の推計結果が、図—22である。1997・2009年の実績を併記した。基幹航路の推計結果については、欧州航路では9,000TEUクラスに集中し、北米航路でも同クラスが輸送力最大となっていた。一方、振り子航路では、輸送力が最大なのは7,000TEUクラスであったが、9,000～10,000TEUクラスや13,000～14,000TEUクラスでも、ある程度の寄港が推計された。

南北航路では、2009年時点の最大船型が6,000TEUクラスであったのに対し、2025年では10,000TEUクラスの寄港が推計された。南北航路はLevel-1航路区分の中で最も伸び率の高い航路であり、基幹航路からのカスケード効果による転配も多いことから、著しい大型化が推計された。

以降の図—22の右列のアジア航路以下については、500TEU単位で示した。東南アジア航路では、2,500TEU以上で寄港が増加し、最大6,000TEUクラスが寄港との結果であり、ここでも著しい大型化が見込まれた。

アジア域内航路でも、概して大型化が見込まれ、中国南部航路では3,000～4,000TEUでの増加、中国中部・北部航路では1,500TEU以上での増加、韓国・極東ロシア航路では2,500TEU以上での増加が推計された。



■図—23 船型クラスとバース水深の関係

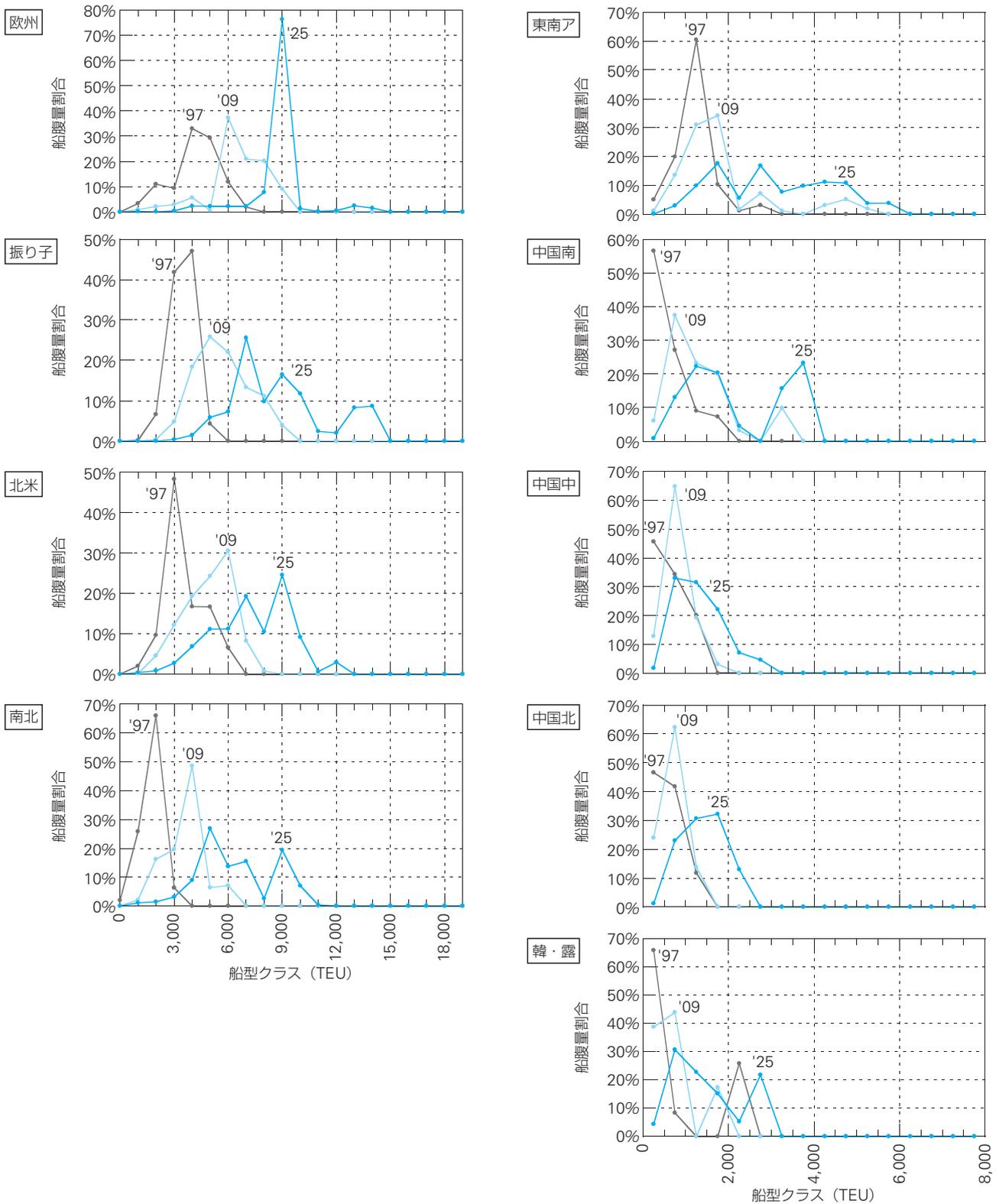
8.2 推計結果の考察

中長期の日本寄港船の船型は、日本のコンテナ貨物量の割合が低下する中でも、大型化が見込まれる結果となった。船型が大型化する中では、現存の港湾施設が対応可能かどうかを確認しておく必要がある。そこで、一例として、寄港コンテナ船のTEU Capacityとバース水深の関係を技術基準・同解説¹³⁾より整理したのが、図—23である。同基準・解説では、対象船舶を特定できない場合のバースの主要諸元の標準寸法として、コンテナ船の載貨重量トン数に対応したバース水深が記載されており、TEU Capacityも併記されている。また、2012年3月の部分改訂により、水深-17m以深が追加されている。あくまで標準的なものではあるが、この図と推計結果を比較すると、例えば、欧米基幹航路では、2009年時点ではバース水深-16mで対応可能であったが、中長期的には、水深-17～18mが必要となることが想定された。同様に、南米航路では水深-16mが、東南アジア航路では水深-15mが、中国南部航路では水深-14mが中長期的には必要となる見込みとなっていた。

船型の大型化は、バース水深だけでなく、バース長さ、航路幅・水深、さらには、荷役施設能力等にも影響を与える可能性があるため、本研究の推計結果は、コンテナターミナルの整備・運営における参考資料の一つとして、有効活用が可能なものと考えている。

8.3 推計結果の留意点

ここまで述べてきた本研究の推計モデルは、コンテナ船の就航データを用い、国際コンテナ輸送市場におけるコンテナ船の動き（新造船、転配、廃船）を一通り表現しており、これまでに見られない推計手法である。一方で、全体を通じた推計を可能とするために、市場におけるコスト等に基づく船社の選択行動を、過去のトレンドに従って簡易化して取り扱っていることから、各モデル（新造船投入・カスケード、航路区分細分及び日本寄港判別）においては、一定の誤差が発生し、図—20や図—21に見られるように、部分的には実際の状況とに差が生じる結果となった。



■図—22 航路別の日本寄港船型の推計結果

また、本稿で示した推計結果（図—22）は、一つの設定条件下における結果に過ぎない。世界就航船の必要船腹量やその各航路への配分、新造船の船型構成の変化により、推計結果は変化する。紙面の都合で説明できないが、本研究で構築したモデルは、このような設定条件の変更に対して、容易に感度分析が可能となっており、推計結果については、このような感度分析の下、幅を持って確認をしていくことが望ましいと考えている。

一方で、本研究のモデルは、性格上、政策の変更による感度分析には適さない。また、例えば、欧州航路において、日本発着コンテナ量割合の低下により寄港が無くなるような状況にも対応していない（同航路の寄港船腹量割合のトレンド（図—15）を見ると、その可能性も想定される）。現在、我が国においては、国際コンテナ戦略港湾政策として、欧米基幹航路の維持を目標の一つとした各種施策が進められているが、これらの施策の効果や、施策がない場合の

寄港停止といった状況は、本研究のモデルにおいて表現できない。さらに、数年後にはパナマ運河の拡張が完了するが、これによるパナマ周りのアジア-北米東岸航路の船型大型化等航路体系の変化の可能性も表現できていない。本研究の推計結果の活用にあたっては、以上の点に十分な留意が必要である。

9——結論

本研究は、航路体系が大きく変化しないとの設定の下で、将来の日本に寄港するコンテナ船の航路別船型の将来推計を試みたものである。本研究の結論は、以下のとおりである。

- (1) コンテナ船の就航データを用いて、新規投入・カスケード、航路区分細分及び日本寄港判別のモデルを構築することにより、中長期的な日本寄港コンテナ船の航路別の将来推計手法を提案した。
- (2) 提案した推計手法により、2005年までのデータによって2009年実績の再現確認を行い、一部の航路・船型で実績値と再現値との間に差が見られたものの、全体では妥当な再現性が確保出来ていることを確認した。
- (3) 中長期の船型動向として、一つの設定条件下において、2025年における日本寄港船の航路別船型の推計を行った。その結果、各航路においては、船型の大型化が見込まれ、対応するバース水深が深くなる可能性が想定された。

国際コンテナ輸送市場の動きは速い。本稿を執筆中にも、Maersk社・MSC社・CMA-CGM社によるP3ネットワーク結成が発表された。船型大型化に歩調を合わせた提携ではあるものの、この結成により船社の選択行動の一部に変化が生じるものと考えられる。

本研究は、現下の航路体系を前提として推計を行ったも

のであり、多くの課題が残されている。特に、航路区分細分モデルや日本寄港判別モデルでは、過去のトレンドや平均的な状況を基にした将来推計となっている。今後は、これらの船社の選択行動の分析を進め、例えば、パナマ運河拡張に対していくつかのシナリオを導入して推計を行う等の改善を検討していきたい。また、本稿では2011年までの就航データを基に推計を行ったが、既に2012年のデータは活用可能である。なるべく最新の市場動向をモデルに反映させるため、最新のデータとシナリオによる将来推計の更新を、随時行っていきたい。

参考文献

- 1) 日本海事新聞 [2013], “UASC 1万8,000TEU型5隻新造入札”, 2013/1/15.
- 2) 日本海事新聞 [2013], “1万8,400TEU型5隻受注”, 2013/5/9.
- 3) 日本海事新聞 [2013], “南米東岸航路「大型化」「協調」が加速 需給面には課題を残す”, 2013/5/29.
- 4) 日本海事新聞 [2013], “世界コンテナ貨物量 1年0.5%減の1億2,700万TEU”, 2013/2/13.
- 5) 赤倉康寛・渡部富博 [2008], “東アジア域内航路の船型動向に関する分析—基幹航路の大型化によるカスケード効果の影響—”, 『運輸政策研究』, Vol. 11, No. 2, pp. 37-44.
- 6) 日本郵船(株)調査グループ [2013], 『世界のコンテナ船隊および就航状況』, (一社)日本海運集会所.
- 7) Drewry [2012], 『Container Market Annual Review and Forecast』, Annual Report 2012/13.
- 8) 国土交通省港湾局 [2011], “「港湾取扱貨物の見通し」について”, 『交通政策審議会第43回港湾分科会』, 資料1-2.
- 9) 西村尚己・松岡恭弘 [2005], “東アジア時代における国際海上コンテナ物流への対応”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 31, CD-ROM.
- 10) 磯野文暁・加藤二郎・横山聡・金子雄一郎・白戸智 [2005], “地域ブロック単位の国際物流需要予測手法の検討”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 31, CD-ROM.
- 11) 水谷誠・土谷和之・秋吉誠司・小池淳司・石川良文・石黒和彦 [2005], “SCGEモデルを活用した国際物流需要予測に関する検討”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 31, CD-ROM.
- 12) 海洋政策研究財団 [2009], 『提言 アジアに生きる日本の海事産業—「2025年の日本」からのメッセージ—』.
- 13) (社)日本港湾協会 [2007], 国土交通省港湾局監修, 『港湾の施設の技術上の基準・同解説』.

(原稿受付 2013年9月2日)

An Estimation of Future Container Ship Size Calling at Japanese Ports

By Yasuhiro AKAKURA, Motohisa ABE and Yasuo KANNAMI

The ship size of container ship has been getting larger and larger. The new services of mega ships to Europe/East Asia route have also brought about enlargement of other shipping routes by the chains of transfers of existing ships. On the other hand, the ratio of container volume from/to Japan in East Asia has been becoming small relatively, and it is anticipated that this ratio will continue to reduce. This study estimated the future container ship size calling at Japanese ports, and drew the conclusion that ship sizes of each route would enlarge in the long term.

Key Words : *Container Shipping Route, Enlargement of Ship Size, Cascading Effect, TEU*
