
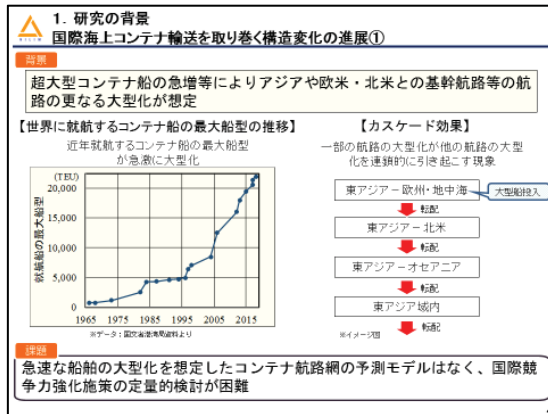


4.2 海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網予測手法の開発

(港湾研究部長 藤井 敦)

<p>海上輸送の構造変化に対応した コンテナ航路網予測手法の開発</p> <hr/> <p>港湾研究部長 藤井敦</p>  <p>National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN</p>
<p>【目次】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 研究の背景2. 海上輸送の構造変化に対応した コンテナ航路網予測手法の開発3. まとめ
<p>【目次】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 研究の背景2. 海上輸送の構造変化に対応した コンテナ航路網予測手法の開発3. まとめ

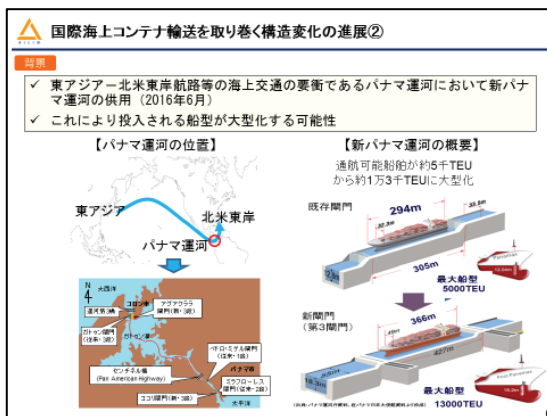
ただいま紹介いただきました港湾研究部の藤井でございます。港湾研究部は横須賀の久里浜で業務をしております。港の港湾施設に係る例えば技術基準の策定ですとか維持管理、i-Construction といったハード部門の研究、それから港湾貨物の将来の需要予測ですとか、クルーズ船の受入拡大といったソフト部門の研究を主に行っております。本日はその中でソフト部門の研究といたしまして、「海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網の予測手法の開発」と題しまして御説明をさせていただきたいと思っております。



日本の貿易は海上コンテナによって支えられておりますけれども、幾つか大きな状況の変化が現在、起こっております。その1つがコンテナ船の大型化でございます。コンテナというのは1960年代から始まりましたけれども、この左の図のように最初はコンテナが数百個しか積めない船から、現在では2万個を超えるような船が出てきております。このように急速に船舶の大型化が進行しているところでございます。船が大きくなってまいりますと、今まで主要な航路に大きな船が投入されていきます。そうすると、今まで必要な航路に走っていたちょっと小さい船はその下のクラスの航路に投入されるという、滝がどんどんどんどん下に水が落ちていくようなカスケード効果といひまして、大きな船が登場するとその次に大きな船が下の航路に移っていくというような状況もございます。しかしながら、この船舶の大型化を想定したコンテナ航路網の予測モデルはございませんで、国際競争力強化のための施策の推進の妨げになっているところでございます。



これがコンテナの大型化の写真の説明なのですがすけれども、左が2000個、20フィートの大きさのコンテナを2000個積める船でございます。一方、右の船は2万個積めるということで、コンテナ船といっても10倍の能力の差がございます。このような船の大きさに合わせた施設の整備ですとか計画というものが必要となってまいります。



2つ目の状況の変化でございますけれども、御承知のとおり、東アジアから北米の東岸を越えるときにパナマ運河がございます。パナマ運河は約100年前に開通しましたけれども、パナマ運河を通ることができる船というのが約5000個積みの船でありました、以前は、より大きな船を通そう、通すことができるようにしようということで2016年に拡張が終了しまして、現在では1万3000個、1万5000個といった船が通るような運河となっております。



脱線するのですが、うちの職員がパナマ運河を見に行きました。パナマ運河というのはどういう仕組みになっているかというと、太平洋と大西洋をつなぐのですが、途中に開門があります。大西洋と太平洋の高さが違うわけではなくて、山越えのために中央にあるガトゥン湖という湖の水位が26mあるので、その海の高さから26m上がるために3段階の開門というのを通過していきます。ミラフローレス開門、これは太平洋側の開門でございますけれども、このように見学デッキがございます。これが1つ目の開門で、船が入ってまいて水門を閉じて水位を上げていって次の高さに上がっていく。上がった船は、この両側に見えるのですが、電気機関車で引っ張って動かしていきます。水位を合わせましてこの水門を開けて船が通過していく、次の段階に進む、これを、太平洋側と大西洋側で上がって下がるという作業を繰り返して船が進んでいくということでございます。

(参考)パナマ運河

研究発表の背景・課題

ミラフローレス開門

- 上段の開室で上昇中、水位が上昇し切るまで約7分
- 通航時間は1段あたり約30分

撮影: 山形創一

国際海上コンテナ輸送を取り巻く構造変化の進展③

背景

- ✓ 温暖化により近年夏期に東アジア-欧州間をタンカー等が通航
- ✓ 北極海航路は南回り航路に比べ航海距離が短いこと等からコンテナ船が定期的に通航する可能性

【北極海航路と南回り航路】

【北極海の海水面積の推移】

2018年の衛星画像 2005年の衛星画像

北米東岸航路の大型化、欧州との北極海航路利用が今後想定されるが、貨物流動予測などでは考慮されてない。今後の港湾施策の検討には、これらを考慮したコンテナ航路網の予測を行い貨物予測などへの反映が必要

夏場の少なくなる期間は一般の船が航行できるのではないかというアイデアで商業利用が進んでいるところがございます。ただ、それほどコンテナ船の走る量というのはまだ試験段階ですので多くありませんが、今後どうなるのかというのは非常に興味深いところです。

(参考)北極海航路

- ◆ 海水状況によっては砕氷船により先導が必要
- ◆ ロシア国内に寄港せず航路として利用するトランジット航行が増加
- ◆ 船のタイプは、貨物船、重量物運搬船、タンカーなど
- ◆ 2018年8月~9月にかけてマースク社が3,600TEUのコンテナ船をウラジオストクからサンクトペテルブルクまで試験航行

【砕氷船による先導】

【北極海航路の東西横断航行数】

3つ目の背景といたしまして、北極海航路の商業利用があります。アジアからヨーロッパに行く場合には普通、スエズ運河を通っていくのですが、夏は地球温暖化の影響なのでしょう、北極海の氷というのが少なくなってきております。右下のほうに絵がございますけれども、2005年と2012年の海氷、海の氷の状況を比較しますと、2012年はこのように少なくなってきております。この

このスライドは氷がちょっと残っている場合にはこのように砕氷船でエスコートされながら船がくっついて渡るということで、右側のほうに船の東西方向の横断航行数を示しております。貨物船ですとかプラント船などがまだ多いのですが、このように50隻程度の横断が確認できております。

【目次】

1. 研究の背景
2. 海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網予測手法の開発
3. まとめ

このような状況を踏まえて、コンテナ航路網が今後どうなるのかというのを研究したわけです。研究の目標といたしましては、コンテナ航路網の動向を定量的に予測できる手法の開発ということでもあります。

2. 海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網予測手法の開発

研究目的

- 欧米等との基幹航路の維持・拡大は、我が国の港湾並びに経済の国際競争力強化において必要不可欠。
- 今後、超大型船の航路増や北極海航路の利用増大などの海上輸送構造の変化が想定され、港湾施策の更なる展開の検討には、これらの状況変化で日本やアジアへの基幹航路がどうなるかを予測できる手法開発が必要。

(参考) 今後変化が予想されるコンテナ航路

○アジア-欧州航路 北極海航路・ロシアの海上航路
スエズ運河経由 2万1200km
北極海航路利用 1万3800km
パナマ運河経由 2万3300km

○アジア-北米東岸航路
北米西岸航路・DST: 海上11-14日+鉄道7日
北米東岸航路 (17マ経由): 22-30日
X17 運河経由: 30-35日

目的・目標

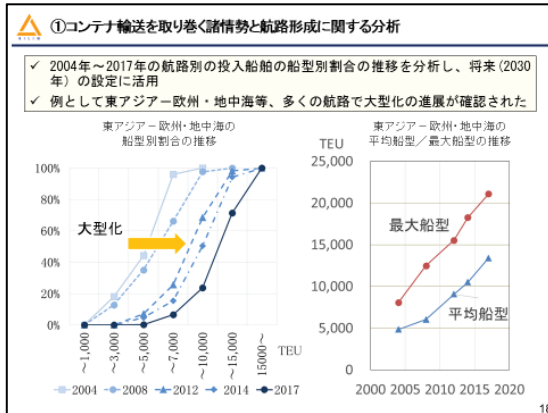
- 目的: アジア諸国の後手を踏むことなく、国際コンテナ戦略港湾政策の更なる展開が図られ、ひいては我が国の港湾・産業の国際競争力の維持・強化に資する
- 目標
アウトプット指標: コンテナ航路網の動向を定量的に予測できる手法開発
アウトカム指標: 港湾施策の更なる展開の検討資料としての活用

「コンテナ航路網予測手法の開発」の全体像

- ①コンテナ輸送を取り巻く諸情勢と航路形成に関する分析
 - 1) 国際海上コンテナ船の航路網に関わる資料の収集分析
 - 2) コンテナ航路形成に関わる分析
- ②世界主要地域間のコンテナ航路網予測モデル開発
 - 1) コンテナ貨物流動量予測サブモデル開発
 - 2) コンテナ船投入予測サブモデル開発
- ③海上輸送に関わるシナリオ設定とコンテナ航路網の船型変化や便数の予測
 - 1) 将来の海上輸送に関わるシナリオ設定
 - 2) シナリオに基づき将来のコンテナ航路網の予測

「コンテナ航路網予測手法の開発」の全体像

- ①コンテナ輸送を取り巻く諸情勢と航路形成に関する分析
 - 1) 国際海上コンテナ船の航路網に関わる資料の収集分析
 - 2) コンテナ航路形成に関わる分析
- ②世界主要地域間のコンテナ航路網予測モデル開発
 - 1) コンテナ貨物流動量予測サブモデル開発
 - 2) コンテナ船投入予測サブモデル開発
- ③海上輸送に関わるシナリオ設定とコンテナ航路網の船型変化や便数の予測
 - 1) 将来の海上輸送に関わるシナリオ設定
 - 2) シナリオに基づき将来のコンテナ航路網の予測

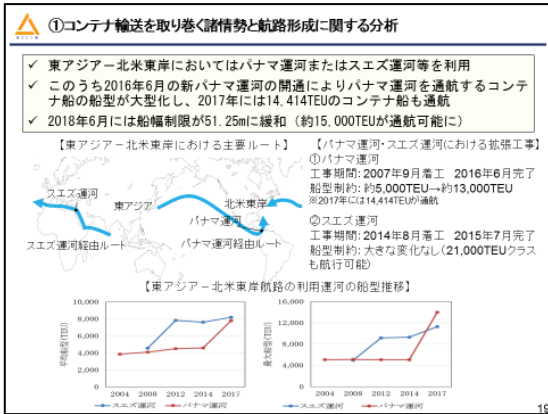


い船の形で時系列でグラフにしたのが右の絵でございまして、縦軸が船の大きさ、横軸に年代を示しますとこのように急激に伸びている。これは東アジア-欧州・地中海の最大船型の、赤い線はグラフでございまして、このような状況がわかります。東アジアから北米東岸にはパナマ運河を経由

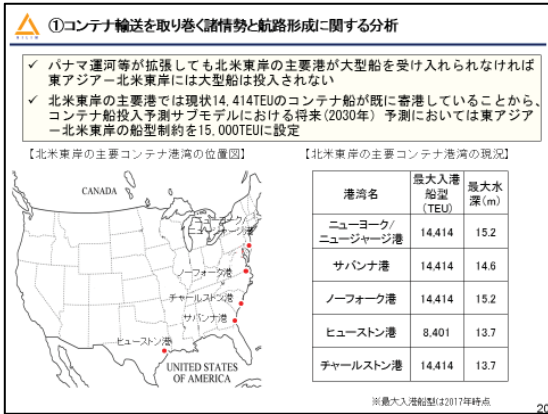
研究は3つに分かれておりまして、1つ目が輸送を取り巻く諸情勢と航路形成に関する分析、2つ目が世界の主要地間のコンテナ航路網の予測モデルの開発、3つ目に海上輸送に関わるシナリオを設定しまして、コンテナ航路網、船の大きさの変化ですとか便数はどうなるのかというような予測をしました。

まずこの1つ目のテーマについて御説明をいたします。

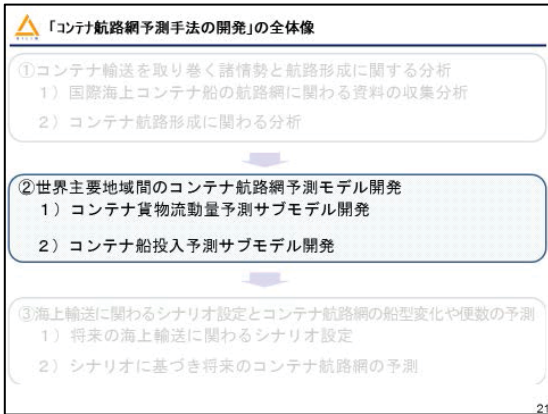
先ほど申し上げましたように、船というのはどんどん、どんどん大きくなっていきます。この左側の薄い線は2004年、濃い青い線が2017年で、だんだん、だんだん右側に来ています。この横軸が船の大きさ、縦軸が累積のシェアを示しておりまして、この右側に来るとことはだんだん、だんだん大きい船のシェアが高まっていくということでございます。これを最大船型、1番大きい



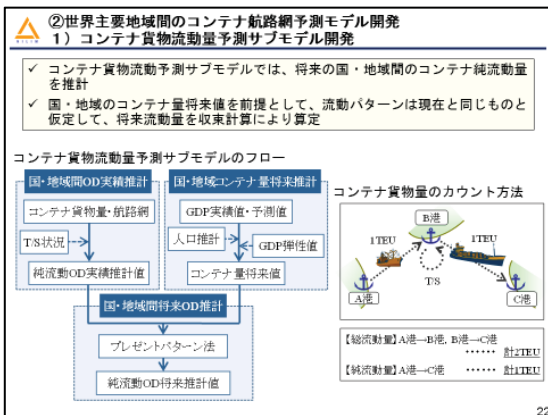
するかスエズ運河を経由するかというようなことですが、2016年に新パナマ運河が開通しまして、パナマ運河を通航できるコンテナ船というのは5000TEUから1万3000TEUに大きくなりました。ということで、状況の変化、その下のほうは通った実績の船の大きさですけれども、このように大きくなっているということがわかります。



3つ目に、じゃあパナマ運河を通っても、今までは5000TEUしか通れなかった船が、急に1万3000TEUと船が大きくなって受け入れる港はどうなのかというのを確認しました。北米東岸の主要港を確認しましたところ、概ね1万4000個積み、水深で15.2mの港はあるということで、受け入れるときにも障害にはならないということが確認できております。

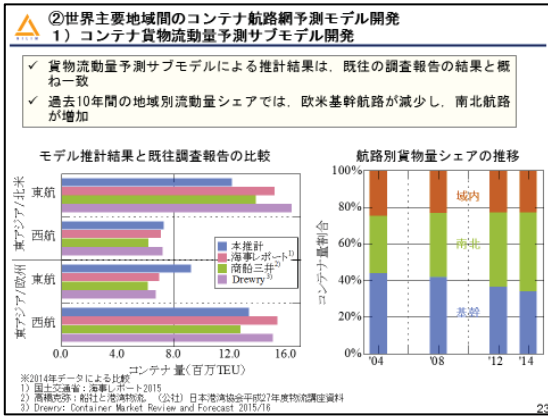


2つ目に、世界主要地間のコンテナ航路網の予測モデルの開発でございます。

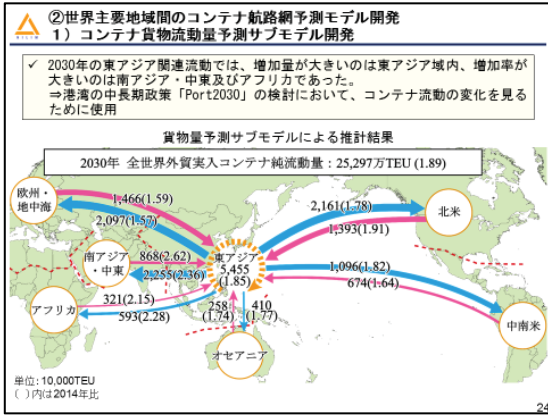


ここのセクションでは世界の主要地間のコンテナのボリュームがどれくらいあるか、将来どうなるのかというのを計算をしています。モデルは国・地域間のODの実績を推計します。それから国・地域間のコンテナ量の将来の推計をします。2つのモデルを組み合わせまして国・地域間の将来のODを検討する、こういう流れになっています。コンテナ貨物の流動量の予測のサブモデルと

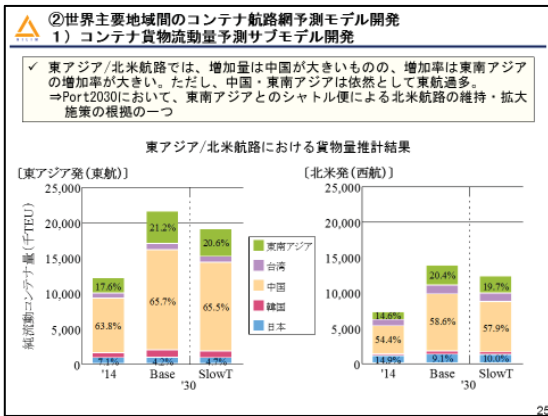
ということでモデルをつくりまして、既存のいろいろな団体、機関が行っている貨物量と本推計のモデルというのは概ね一致しているということで、現在のところではその妥当性が確認できています。



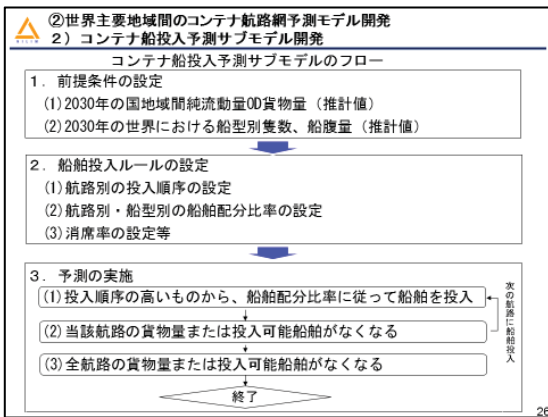
右側ですけれども、過去の10年間の地域間の流動量のシェアでは欧米基幹航路、水色に書いた基幹航路が少なくなりまして、南北を移動する航路が増加しているということがわかります。



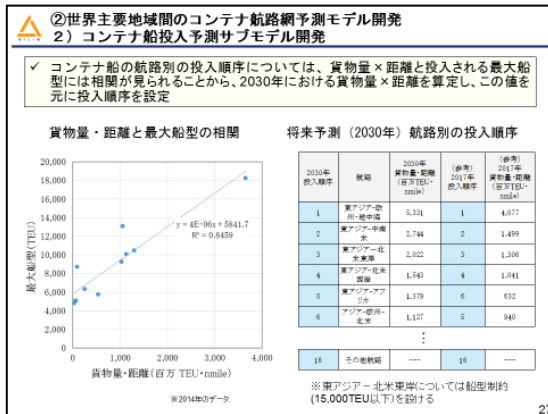
2030年に貨物量はどうなっているのかというので、この丸の中、例えば東アジアで丸の中に5455、これは単位は1万TEUでございますけれども、域内で約1.8倍伸びている。例えば、東アジアと北米ですと東に行く東航では1.78倍というようにこのように急に伸びているということがわかります。



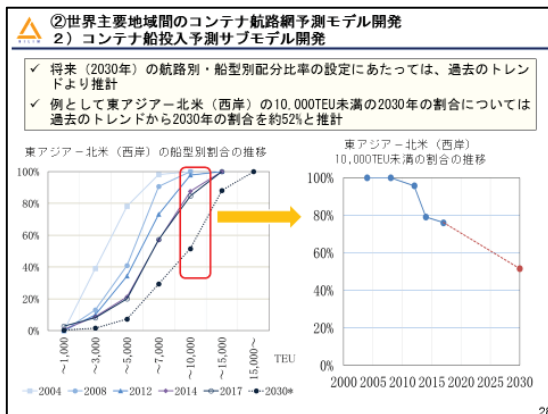
増加量が多いのは東アジアの域内、増加率が高いのは南アジアですとか中東、アフリカが高くなっております。東アジア、北米航路では増加量は中国が大いのですけれども、増加率は東南アジアが急に伸びているということで、港湾の中長期政策、先日、策定したのですけれども、「Port2030」と申しますが、そこでも、今後どういう政策を行っていけばよいかというその基礎の1つになっています。



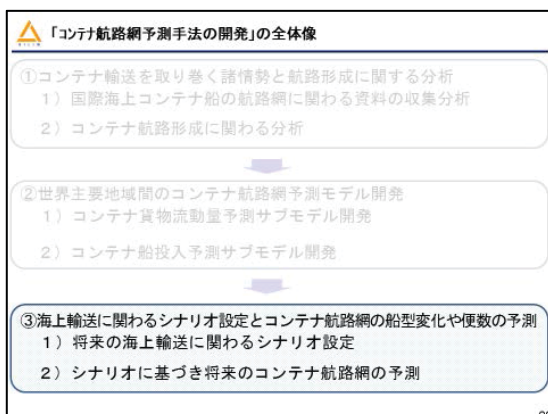
2つ目に、コンテナ船の投入予測サブモデルということで、今御説明したのは将来、コンテナ貨物量が地域間でどう動くかということですが、今度はそれぞれの航路にどういうふうに船舶が投入されるかというのを検討しました。将来の貨物量、それからどういう順番で船が投入されていくのか、その投入される順番を決めまして、貨物量からどんだん船の大きさを当てはめていきまして、それぞれの航路に船を置いていくというようなプログラムをつくりました。



を見ますと、この左のグラフのように相関関係が見いだせました。こういうことで、貨物量掛ける距離というものと船の大きさで、貨物量掛ける距離が大きい区間から大きい船が投入されるということでございます。



シェアですけれども、このように例えば1万TEU未満の船をこの赤い枠のところを切り出しますと右のようになりまして、横軸が年代、縦軸に割合ですけれども、このようにトレンドしまして、2030年には50%ぐらいかなということ推計してモデルをつくったところでございます。



じゃあ、どういう順番で大きい船が投入されるのかということ、例えば貨物量が多い区間なのですけれども、それでも貨物量が幾ら大きくても距離が短いと大型船の運航では余り効率的ではありませんので、距離が長くて、それから貨物量も大きいという太いところですね。鉄道で言うとトンキロみたいな、海上貨物で言うと貨物量と移動距離を掛け合わせたものと船の大きさの相関

将来の船舶が投入される順序なのですけれども、現在、左側が将来、参考までに右側に2017年投入順序を示しております。一部変わっているのですが、東アジア・アフリカ航路というのが大きくなっている、順番が上がっているということがわかります。将来の航路別・船型別の配分比率の設定に当たりましては過去のトレンドから決めました。左側が横軸に船の大きさ、縦軸に

最後にこのシナリオモデルを用いまして、将来どうなるのかということ調べました。

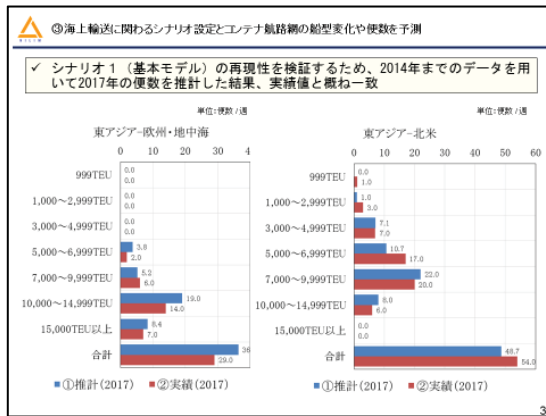
海上輸送に関するシナリオ設定とコンテナ航路網の船型変化や便数を予測 研究資料と研究成果

- シナリオ 1：基本モデル（パナマ運河拡張）
 - パナマ運河の拡張による通航可能船舶の大型化による影響を考慮
 - 東アジア-北米東岸に投入される船舶について拡張後のパナマ運河の船型制約等を考慮し、15,000TEUという船型制約を設定
 - うち日本に寄港するコンテナ船についても推計
- シナリオ 2：北極海航路商業利用
 - シナリオ 1 をベースに、北極海航路でのコンテナ輸送を想定
 - 東アジア-欧州航路を対象に既往の文献^{※1,2}を参考に4,000TEU×7隻/週が夏期2ヶ月間運航された場合を想定（北極海航路における水深が一部浅いことから現状では大型船の通航は不可）
- シナリオ 3：超大型船投入
 - シナリオ 1 をベースに、大型化が進捗し超大型船がさらに投入されたケースを想定
 - OECDのレポート^{※3}を元に15,000TEU以上のコンテナ船がさらに50隻就航と想定

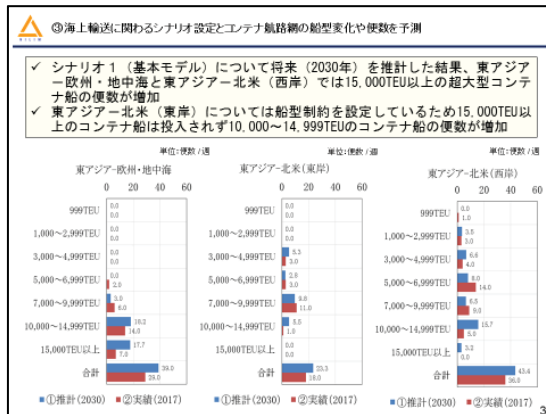
※1: K&N 0808 東京マツダ自動車株式会社と共同で実施した「東アジア-欧州航路」の調査報告書、No.156、2010、2010年
 ※2: 日本郵船株式会社と共同で実施した「東アジア-北米航路」の調査報告書、No.157、2010、2010年
 ※3: THE IMPACT OF SHIP SIZE GROWTH 2010 2010年

たらどうなるのかというようなことで、シナリオ3としては1万5000個積みを超えるコンテナ船を更に50隻ふやしてどうなるのかという影響を見ました。

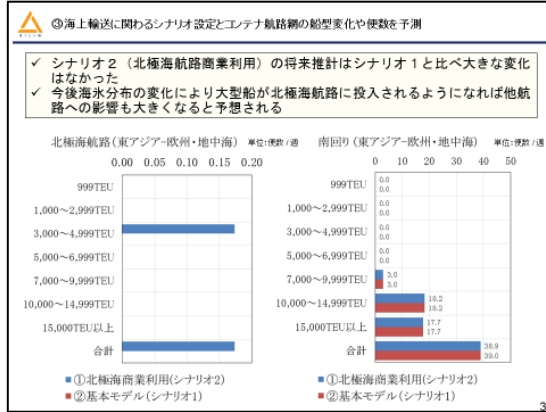
3つシナリオを考えまして、基本モデルということで、パナマ運河が拡張したということの影響を考慮してモデルをつくっています。それからシナリオの2つ目が北極海航路の商業利用ということで、北極海においてコンテナ輸送を設定しまして、どういう影響があるか。3つ目に、今まで1万5000TEUという船の大きさの設定をしましたが、もっと船が大きくなっ

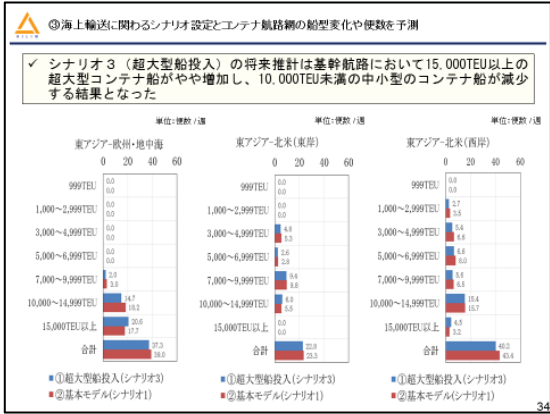


シナリオ1、基本モデルでは再現性を検証するために2014年までのデータを用いて2017年の便数を推計した結果、実績値と概ね一致しているという結果が得られております。モデルの妥当性を確認しています。シナリオ1について将来を推計した結果、東アジアと欧州・地中海、東アジアと北米では1万5000TEU以上の超大型コンテナ船の便数がふえております。しかしながら、東アジアから北米の東岸はパナマ運河が依然としてありまして、1万5000TEUまでしか通れないので、1万5000TEU未達の船がふえているということで、北米の東岸と西岸でその性質が異なるという結果が明らかになっています。

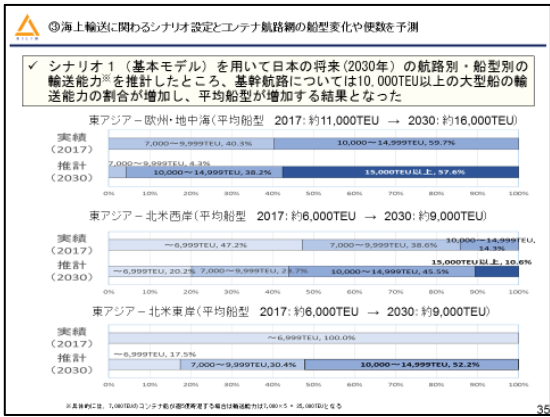


2つ目に北極海航路でございます。北極海航路なのでございますけれども、1週間の便数を設定しましたが、元々の貨物量と比較して余り大きな影響は出ておりませんでした。ただ、モデルはつくりましたので、今後、北極海航路の投入船舶が増加することになれば、モデルを使ってその分析をすることが可能になると考えております。





通れないのでそこは減っているということになっておりまして、傾向が明らかになっておりまして、その各港の整備の作戦などを立てるときに参考になると思います。



【目次】

1. 研究の背景
2. 海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網予測手法の開発
3. まとめ

3. まとめ

- ✓ 主要地域コンテナ貨物流動量の予測結果は、港湾の中長期施策「Port2030」における東南アジア航路の戦略的重要航路への位置付けや同航路を利用した基幹航路の維持・拡大施策の立案の根拠の一つとなった。
- ✓ 将来の日本に寄港するコンテナ船の船型や更なる超大型船投入による影響等を定量的に予測した。今後は、
 - ・世界の大型船の投入状況
 - ・パナマ運河の通航可能船舶の緩和
 - ・北米東岸港等の世界の港湾の拡張
 - ・海水状況の変化による北極海航路の商業利用の推進
 等の最新状況について情報収集し、モデルの推計精度を向上を図ったうえで、我が国及び東アジアへの影響を把握し、PORT2030の国際コンテナ戦略港湾の集荷政策を進める上で基礎資料として活用予定。
- ✓ なお、本モデルのうち貨物量予測サブモデルについては論文^{※1}または国総研資料^{※2}として投稿済み、航路網予測サブモデルについては日本物流学会に投稿中^{※3}

※1 船橋・東京・名古屋・大阪・福岡の国際海上コンテナ貨物取扱量の予測と中長期航路網の構築、国土交通省国土政策局、2017
 ※2 国土交通省「国土強靭化戦略」の推進に関する調査報告書「国際コンテナ戦略港湾の整備と航路網の構築」、国土交通省国土政策局、2017
 ※3 船橋・東京・名古屋・大阪・福岡の国際海上コンテナ貨物取扱量の予測と中長期航路網の構築、国土交通省国土政策局、2017

3つ目ですけれども、シナリオ3として超大型船がもっと増えてきたらどうなるのということでございます。そうしますと、基幹航路で1万5000TEUを超える船が増加する。この3つ並んでいるうちの一番右の東アジア-北米(西岸)、一番左の東アジア-欧州・地中海では1万5000TEU以上の船が増加しておりますけれども、北米東岸ではボトルネックがあるために1万5000TEU以上は

では、振り返って日本ではどうなるのか。日本ではなかなか基幹航路の維持というのに悩んでおりますけれども、このように濃い青が1万TEU、それから1万5000TEU以上の船でございますけれども、基幹航路につきまして、1万TEU以上の大型船の輸送能力の割合が増加しておりまして、日本においても各地で港の整備、港側でも大きな船への対応というのが必要だということがわかりました。

まとめでございますけれども、3つありまして、主要地域間のコンテナ貨物量の流動の予測結果というのは今後の政策の根拠になっております。2つ目に、日本に寄港するコンテナ船は今後どうなるのかということで、世界の大型船の投入状況ですとかパナマ運河、北米東岸の拡張、それから北極海航路などの動きを検討しまして、この影響等の分析というのが将来戦略を考える上での根拠として活用されています。本研究のうち、貨物量の予測につきましては論文、国総研資料で投稿済みですので、御興味ございましたらごらんいただければと思いますし、航路網の予測サブモデルについては現在、投稿中でございます。

ということで、駆け足になりましたけれども、港湾研究部で平成27年から29年の3年間で実施いたしましたコンテナ航路網の予測手法の開発

について御説明申し上げました。御静聴、どうもありがとうございました。

—了—

