

北極海航路（NSR）輸送の経済的フィージビリティに与える外部環境要因の影響分析

古市 正彦¹・大塚 夏彦²

¹正会員 京都大学経営管理大学院 特定教授（〒606-8501 京都市左京区吉田本町）

E-mail: furuichi.masahiko@gsm.kyoto-u.ac.jp

²正会員 北日本港湾コンサルタント（株）企画部長（〒060-0052 札幌市中央区南2条東2丁目8-1 大都ビル）

E-mail: otsuka@njpc.co.jp

夏季の北極海航路（NSR）通航可能期間はNSRを通航し、冬季には従来通りスエズ運河航路（SCR）を通航するとして年間運航スケジュールを想定し、通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送とSCR輸送の輸送費用を算出・比較した結果、東アジア～欧州間のコンテナ及び完成自動車輸送のケーススタディではNSR・SCR組合せ輸送の経済的フィージビリティが十分あることは既存研究で確認されている。一方で、同区間のコンテナ船の急激な大型化が一層進んでいること、さらには燃料油価格の急激な下落など、NSR・SCR組合せ輸送の経済的フィージビリティに大きく影響を及ぼしそうな外部環境に急激な変化が起こっていることから、輸送費用及び輸送時間のいずれの観点においてもNSR輸送の優位性が相対的に低下する可能性が指摘されている。本研究はその影響分析を行うものである。そして、地球温暖化に伴う北極海域の氷況の変動傾向に加えて、

外部環境要因の著しい変化が極めて短期間のうちに起り得る環境下では、NSR輸送の経済的フィージビリティを中・長期的視野で捉えるべきであることを改めて指摘した。

Key Words : *Shipping Cost Analysis, Northern Sea Route, Bunker Oil Price, Energy-Efficient ULCS*

1. 本研究の目的

地球温暖化に伴う北極圏の海氷の後退が夏季を中心に拡大するにつれ、従来のスエズ運河航路（SCR: Suez Canal Route）輸送に比べて約40%の航路距離短縮効果が期待できる北極海航路（NSR: Northern Sea Route）輸送の実用化に向けた機運が国際物流の大動脈である東アジア～欧州間において高まってきている。そして、夏季の北極海航路（NSR）通航可能期間はNSRを通航し、冬季には従来通りスエズ運河航路（SCR）を通航するとして年間運航スケジュールを想定し、通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送とSCR輸送の輸送費用を算出・比較した結果、東アジア～欧州間のコンテナ及び完成自動車輸送のケーススタディではNSR・SCR組合せ輸送の経済的フィージビリティが十分あることが既存研究で確認されている¹⁾²⁾。

一方で、2013年以降、規模の経済が大きく期待できる低燃費型エンジンを搭載した20,000TEU積載可能な超大型コンテナ船の登場、原油価格の下落に伴う燃料油価格の急激な下落など、NSR・SCR組合せ輸送の経済的フィ

ージビリティに大きく影響を及ぼしそうな外部環境要因に急激な変化が起こっている。このため、本研究ではこれらの外部環境要因の著しい変化がこのフィージビリティに及ぼす影響を分析するものである。

2. 急激に著しく変化した外部環境要因

2.1 急激に大型化したコンテナ船（東アジア～欧州）

海上コンテナ輸送において一般的に規模の経済の効果が最も大きく発揮されるのは、航路距離の長い東アジア～欧州航路であると言われている。そのことを反映して世界最大のコンテナ船が竣工するたびにこの航路に就航してきた歴史がある。国際海上輸送ハンドブックを基に、2003、2008年及び2013年に東アジア～欧州航路に就航していたコンテナ船をサービスごとに集計しその航路距離と平均・最小・最大の船型を表したものが図-1である³⁾。

平均船型は2003年に5,500TEUであったが、2008年に7,600TEU、2013年には11,000TEUへと急激に大型化が進展していることが改めて明らかになった。さらに2013年の平均船型11,000TEUは、5年前（2008年）の最大船型

12,500TEUにかなり近づいている。同じように考えると、既に70隻近くが発注され2017年までに竣工する20,000TEU級のコンテナ船が本格的に同航路に就航する2018年の平均船型は2013年の最大船型である18,000TEUに近づくことがかなり確実に想定される。

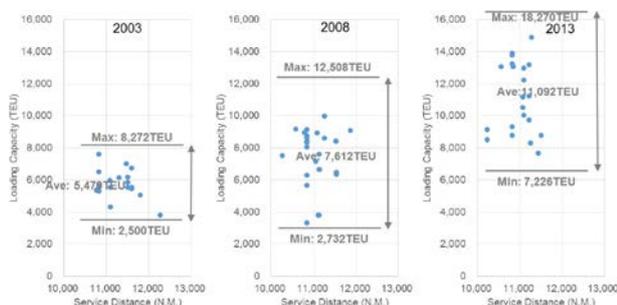


図-1 東アジア～欧州航路に就航するコンテナ船の平均船型（積載容量ベース）の推移（2003年，2008年，2013年）

そこで、従来の研究では東アジア～欧州航路でSCR輸送に就航する最大のコンテナ船を15,000TEU級としてきたが、本研究では、最近のコンテナ船の大型化の傾向を反映させ、20,000TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送を比較シナリオとして設定することとした。

一方で、ここまで急速な大型化を遂げてきたコンテナ船のさらなる大型化が今後とも続くのかという疑問がある。東アジア～欧州航路に就航する最大船型のコンテナ船はその宿命としてスエズ運河及びマラッカ海峡を通航しなければならず、その物理的な制約を満たさなければならない。その船型がスエズマックス（船長400m、船幅59m、満載喫水16m）と呼ばれ、その限界まで大型化した結果が20,000TEU級コンテナ船である。このため、この20,000TEU級のコンテナ船が今後当分の間は最大船型として続くであろうと船社関係者は見込んでいるようである⁷⁾。したがって、NSR輸送の代替競合航路となるSCR輸送に就航する最大のコンテナ船は20,000TEU級という期間が当分の間は続くものと考えて良いであろう。

2.2 超大型コンテナ船に搭載された低燃費型エンジン

さらに、2013年に竣工した18,000TEU級のTriple-E Maerskは最新の低燃費技術の粋を集めた出力60,000KWのエンジンを搭載し⁸⁾、また、19,100TEU級のCSCL Pacific Oceanも同様に出力56,800KWの低燃費エンジンを搭載するなど⁹⁾、20,000TEU級コンテナ船の低燃費化が急速に進んでいる。

一方で、コンテナ1TEU当り輸送費用に占める燃料費用が約50%程度を占めるなど、費用項目として最も大きな要素であることは従来の研究で明らかになっている。そこで、本研究では超大型コンテナ船の規模の経済の源泉である低燃費エンジン導入の輸送費用への影響を確認することとした。

2.3 燃料油価格の急激な下落

燃料油価格は1990年代後半から2000年かけて約200USD/tonで安定していたが、2000年以降ほぼ一貫して著しく上昇し、2008年には600USD/tonを超える水準にまで上昇した。この燃料価格の急激な上昇こそが、航路距離が約40%も短く、燃料費用を低減させる直接効果を期待できるNSR輸送が世界的に注目されるきっかけと言っても過言ではない。従来の研究では、2009年から2013年までの5年間の平均値を参考に燃料価格を650USD/tonと設定していた。しかしながら、この燃料価格が、2015年初頭より従来の約1/2以下の300USD/ton前後の水準にまで急激に下落した（図-2）。

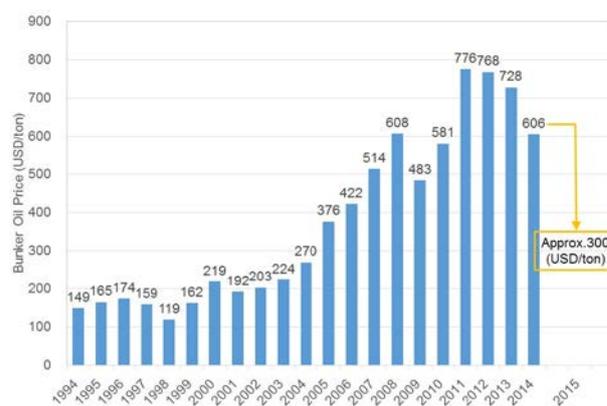


図-2 燃料価格の推移（1994年～2014年）

これは、NSR輸送のSCR輸送に対する相対的な優位性の低下に繋がる極めて重要な外部環境要因の変化である。本研究では、燃料油価格を300USD/tonと設定し、従来の650USD/tonの場合と比べて、NSR・SCR輸送及びSCR輸送の輸送費用にどのような影響があるかを確認することとした。

2.4 2015年より導入されたSOx規制

さらに、船舶から排出されるガスのうちSOxについては、北海及びバルト海沿岸の欧州、並びに太平洋・大西洋岸・カリブ海沿岸のアメリカ（ハワイを含む）及びカナダの排出規制海域（Emission Controlled Area: ECA）において2015年より規制が導入された（図-3）。具体的には、排出規制海域を航行する船舶については、従来は硫黄分1.0%以下の燃料油の使用が義務付けられていたが、新たに硫黄分0.1%以下の燃料油の使用又はこれと同等効果を有する代替措置が義務付けられたのである¹⁰⁾。

従来の硫黄分1.0%以下の燃料油価格が700USD/tonあった2011年～2013年当時の硫黄分0.1%以下の燃料油価格は1,000USD/tonの水準であり、規制導入前には規制導入に伴う燃料油価格の上昇が懸念されていたが、前述のような燃料油価格全体の下落傾向を受けてこの懸念は一時的に払拭されることとなった。

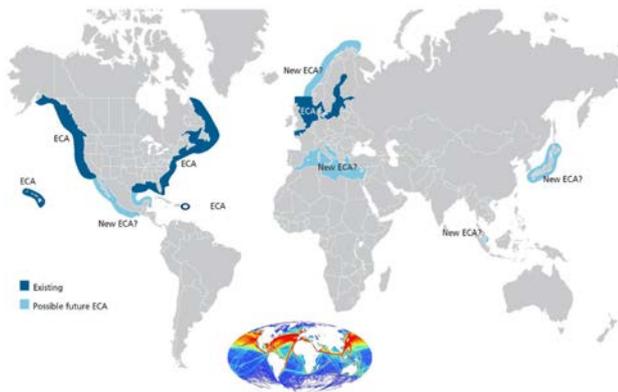


図-3 SOxの排出規制海域 (Emission Controlled Area: ECA) 10

2.5 NSR通航可能な最大船型

従来の研究では、NSR通航可能な最大船型をサニコフ海峡を通航できるパナマックス級（コンテナ船で言えば3,000TEU～4,500TEU）と設定してきた。一方で、氷海域の後退がさらに進むと、サニコフ海峡を構成するNew Siberia島のさらに北側を通航することでスエズマックスタンカーVladimir Tikhonov（160,000DWT級：船長280m, 船幅50m, 13m）が2011年に既に通航実績を積んでいる¹¹⁾。したがって、今後の氷海域の後退状況やその期間の長さを見極めることによって、NSR輸送に想定する船型をこれまでのパナマックス級以上のものとするのも研究上は視野に入れても良い。

3. 海上輸送費用算出の前提条件

3.1 海上輸送費用算出の輸送シナリオ

NSRを利用する輸送シナリオ及び競合するSCR航路を利用する輸送シナリオの設定に当たっては、NSR通航可能期間、NSR通航可能船型、（耐氷型）船舶建造費用、定格速度、運航速度等を勘案しつつ、コンテナ船の船型を設定する必要がある。一年間のうちNSR通航可能期間が現時点では4～6か月間程度に限定され、また最近の氷海域の後退状況やNSR運航実績（月別）を考慮するとともに、将来的に通航可能期間が拡大する傾向を踏まえてNSR通航可能日数を105日間から225日間の範囲で設定した。また併せて氷海域（ムルマンスク～ベーリング間）での運航速度を表-1のように設定した。

そのうえで、夏季のNSR通航可能期間はNSRを通航し、冬季には従来通りSCRを通航するとして年間運航スケジュールを想定し、通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送と通年でスエズ運河航路を利用するSCR輸送の輸送費用比較を行った。

また、東アジアの横浜港と欧州のハンブルグ港を結ぶ基幹航路を分析対象とし（図-4）、本研究では、古市・大塚（2013）の輸送シナリオを基本としつつ、さらに最

近の外部環境要因の変化を考慮して以下のように設定したり。

表-1 NSR通航可能期間及び運航速度の設定シナリオ

NSR通航可能期間（日）	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
運航速度	氷海域 12.8 Kn			氷海域 14.1 Kn			氷海域 12.8 Kn	
	一般海域 20.0 Kn							
105日間	—	—	—	30	30	30	15	—
135日間	—	—	15	30	30	30	30	—
165日間	—	15	30	30	30	30	30	—
195日間	—	30	30	30	30	30	30	15
225日間	15	30	30	30	30	30	30	30

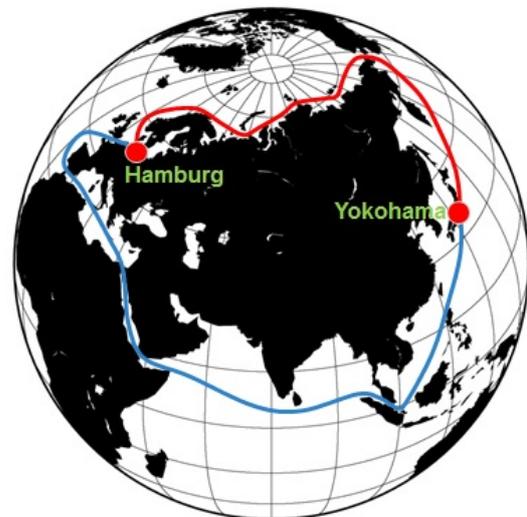


図-4 NSR・SCR組合せ輸送、NSR輸送及びSCR輸送ルート

3.2 海上輸送費用算出に用いたコンテナ船の諸元

NSR・SCR 組合せ輸送の基本シナリオには、既存研究を参考に耐氷型（IA）の4,000 TEU 級コンテナ船を設定した。なお、Maersk社は7隻の耐氷型3,600 TEU コンテナ船を発注したことを2015年3月26日に発表した¹²⁾（なお、耐氷船階級は不明である）。ただし、同社の発表によると、この耐氷型コンテナ船は北極海航路に投入されるのではなく、北海・バルト海地域における通年の安定運航を確保するため、同地域の航路に投入されることとなっている。

一方、競合代替航路であるSCR輸送には通常型の4,000TEU 級、6,000TEU、9,000TEU 級、11,000TEU 級、14,000TEU 級、20,000TEU 級の大型・超大型コンテナ船を想定した。これまでの研究では、最大のコンテナ船を15,000TEU 級と設定していたが、70 隻を超える20,000TEU 級のコンテナ船が発注され、その多くが2017年までに東アジア～欧州航路に就航することが事実になったことから、同船型を最大コンテナ船とした（表-2）。

表-2 海上輸送費用算出に用いたコンテナ船の諸元・規格

Ship-size (TEU)	Crews (Person)	LOA (m)	Beam (m)	Draft (m)	GT (ton)	DWT (ton)	Building cost (Mi.\$)	Speed (Kn)	Engine Power (KW)
4,000TEU	23	296	32	13.0	40,000	50,000	47.0	25.0	40,000
6,000TEU	23	296	40	14.0	75,000	80,000	67.4	25.0	57,000
9,000TEU	23	367	43	14.5	89,000	115,000	98.1	25.0	68,000
11,000TEU	23	363	46	15.5	131,000	128,000	118.5	25.0	72,000
14,000TEU	23	365	51	15.0	170,000	155,000	149.2	25.0	80,000
20,000TEU	23	400	59	16.0	180,000	165,000	190.1	23.0	60,000

3.3 最大コンテナ船の建造費用及びエンジン出力

さらに、2005年前後からの船舶燃料の高騰とその高止まり傾向を反映して、最近発注された20,000TEU級の超大型コンテナ船の多くは、極めて燃料消費効率の良い低燃費型エンジンを搭載している(図-5)。この事実を反映して、20,000TEU級のコンテナ船のエンジン出力を60,000KWと設定した。

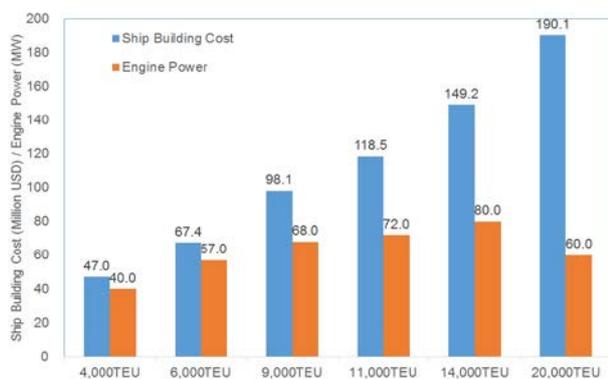


図-5 大型化したコンテナ船の建造費用及びエンジン出力

3.4 運航速度と燃料消費率の関係

船舶の燃料消費量は、燃料消費率SFOC (Specific Fuel Oil Consumption) (g/KWh) にエンジン出力 (KW) 及びエンジン稼働時間 (h) を掛け合わせることで求められる。また、SFOCは船舶のエンジン出力 (KW) に関係なく185 (g/KWh) でほぼ一定であるが、船舶の運航速度の2乗に比例して増減する。したがって、定格速度に比べて相対的に遅い速度で運航すれば、運航速度の低減傾向の2乗に比例して燃料消費率が低減するため、燃料消費低減効果も極めて大きいことが、Omre A. (2012年)¹³⁾によって示されている。輸送費用の重要な構成要素である燃料費算定に当たってはこの特性を考慮して算出した。

なお、耐氷型船舶は船体重量が通常船より多少重めであることから燃料消費率SFOCを10%割増した。

このように、運航速度は燃料費用に大きく影響することから、特に長距離航路である東アジア～欧州航路で最近報告されている減速運航を考慮して、多くのコンテナ船の定格速度が25Knであるのに対してSCR輸送シナリオでは運航速度を20Knと設定した。

3.5 燃料油価格の設定

一方で、2015年初頭から原油価格の急落に伴って燃料

油価格も300USD/ton前後に急落した。このため、これまでの研究では、燃料油価格を2009年から2013年の5年間の平均値に近い650USD/tonと設定していたが、本研究では、燃料費用が輸送費用に及ぼす影響を分析するため、直近の価格を参考に300USD/tonと設定した。

4. 海上輸送費用の比較

通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送の基本シナリオは、NSR利用105日間(SCR利用260日間)、燃料価格650USD/tonで、耐氷型(IA)の4,000TEU級コンテナ船による輸送とした。一方、SCR輸送比較シナリオは、非耐氷型の4,000TEU級、6,000TEU級、9,000TEU級、11,000TEU級、14,000TEU級、20,000TEU級の大型・超大型コンテナ船によるSCR輸送とした。

4.1 NSR・SCR組合せ輸送基本シナリオでの輸送費用

通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送費用を、NSR通航可能日数(105, 135, 165, 195, 225日間)毎に算出した結果を表-3に示す。当然のことながら、NSR通航可能日数を最も短い105日間と設定したケースで輸送費用が1,211 USD/TEUと最も高く算出され、一方で最も長い225日間と設定したケースでは984 USD/TEUと最も安く算出された(表-3)。NSR・SCR組合せ輸送基本シナリオのこの幅のある算出結果を基に、SCR輸送比較シナリオの算出結果と比較を行う。

表-3 NSR・SCR組合せ輸送によるTEU当り輸送費用

コンテナ船型	4,000 TEU	4,000 TEU	4,000 TEU	4,000 TEU	4,000 TEU
NSR通航可能期間(日)	NSR105	SCR135	SCR165	SCR195	SCR225
航海数(片道)回/年	NSR: 5 SCR: 8	NSR: 6 SCR: 8	NSR: 8 SCR: 6	NSR: 9 SCR: 6	NSR: 11 SCR: 4
TEU当り費用	[Bunker Oil Cost: USD650/ton]				
	1,211	1,186	1,090	1,074	984
TEU当り費用	[Bunker Oil Cost: USD300/ton]				
	856	843	782	774	717

4.2 SCR輸送比較シナリオでの輸送費用

SCR輸送比較シナリオでのそれぞれのサイズのコンテナ船による輸送費用は、1,355USD/TEU(4,000TEU級)、1,320USD/TEU(6,000TEU級)、1,109USD/TEU(9,000TEU級)、1,035USD/TEU(11,000TEU級)、985USD/TEU(14,000TEU級)、715USD/TEU(20,000TEU級)と算出された(表-4)。

その結果、通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送基本シナリオでの輸送費用1,211USD/TEU(NSR通航可能日数105日間)は、4,000TEU級という一定程度の規模の経済を発揮できる耐氷型コンテナ船を想定したことから、

NSR通航可能期間が現実的な105日間であっても、1,355USD/TEU (4,000TEU級)、1,320USD/TEU (6,000TEU級)の中型コンテナ船によるSCR輸送に対して十分な優位性を有することが明らかになった。

表-4 SCR輸送による船型別のTEU当り輸送費用

コンテナ船型	4,000 TEU	6,000 TEU	9,000 TEU	11,000 TEU	14,000 TEU	20,000 TEU
航海回数/年	SCR:12	SCR:12	SCR:12	SCR:12	SCR:12	SCR:12
TEU当り費用	[Bunker Oil Cost: USD650/ton]					
	1,355	1,320	1,109	1,035	985	715
TEU当り費用	[Bunker Oil Cost: USD300/ton]					
	945	930	800	766	750	592

さらに、NSR通航可能期間を225日間とかなり長めに想定すると、NSR・SCR組合せ輸送の輸送費用984USD/TEU (耐氷型4,000TEU級)は、非耐氷型14,000TEU級コンテナ船によるSCR輸送の985USD/TEUに匹敵する競争力を有していることが明らかになった。しかしながら、それでも超大型船による715USD/TEU (20,000TEU級)には遠く及ばないことも同時に明らかになった。

4.3 基本船型 (4,000TEU級) での輸送費用内訳の比較

基本船型である4,000TEU級によるNSR・SCR組合せ輸送及びSCR輸送では燃料費が輸送費用の最も支配的な項目であり50%前後を占めている。2番目の港費が約20%、3番目と4番目が拮抗しており減価償却費が10%強、航路通航料等 (NSR利用料等、SCR利用料等、アデン湾チャージ等) が約10%となっている (表-5)。

さらに、燃料費に直接及ぼす影響が大きい要因としてコンテナ船の燃料消費効率すなわち、エンジン出力、運航速度が重要である。

表-5 基本船型 (4,000TEU級) での輸送費用内訳の比較

コンテナ船型	耐氷型 4,000 TEU	非耐氷型 4,000 TEU
NSR通航可能期間	NSR: 105d SCR: 260d	NSR: 0d SCR: 365d
TEU当り費用(USD/TEU)	1,211	1,355
航海数 (片道) (回/年)	NSR: 5 SCR: 8	NSR: 0 SCR: 12
資本費	11%	10%
Suez+NSR利用料, Suez+NSR 保険料, NSR Pilot料, Aden チャージ	10%	10%
船員費	2%	2%
保全費	1%	1%
保険費	1%	1%
燃料費	55%	57%
港費 (コンテナ荷役料含む)	20%	19%

4.4 コンテナ船の大型化と燃料価格の影響

20,000TEU級の超大型コンテナ船の輸送費用は、規模の経済の効果を反映して燃料価格を650USD/tonとした基本シナリオで715USD/TEUと劇的に安価になることが明らかになった。したがって、NSR航行可能期間が105日間から225日間に伸びると設定しても20,000TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送のNSR・SCR組合せ輸送に対する優位性は揺るがない結果となった。これは、全ての4大アライアンスが20,000TEU級のコンテナ船を発注し、東アジア～欧州航路に就航させる意向を表明していることから明らかである (図-6)。

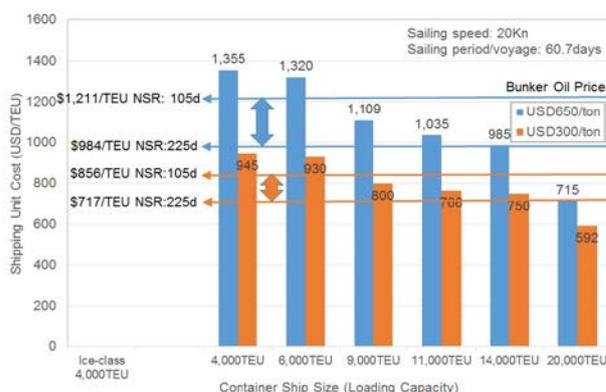


図-6 コンテナ船の大型化に伴うSCR輸送費用の低減傾向

さらに、燃料価格が650USD/tonから300USD/tonへと約1/2に低下すると設定すると、NSR・SCR組合せ輸送基本シナリオ及びSCR輸送比較シナリオともにその恩恵を受けるが、20,000TEU級の超大型船によるSCR輸送はその輸送距離が長い分だけより大きな費用低減効果を受けることとなる。その結果、輸送費用は592USD/tonと算出され、超大型コンテナ船の優位性が際立っている傾向は揺るがないことも明らかになった (図-6)。

4.5 コンテナ船の低速運航の影響

また、船舶の燃料消費量は、船舶の運航速度の2乗に比例して増減するため、定格速度に比べて相対的に遅い速度で運航すれば、運航速度の低速傾向の2乗に比例して低減する効果が極めて大きいことは前述したとおりである。SCR輸送の比較シナリオにおける運航速度を基本シナリオ (20Kn) より遅い15Kn及び10Knに設定して運航速度が輸送費用に及ぼす影響を確かめた。

その結果、定格速度 (25Kn) から20Kn、さらに20Knから15Kn、15Knから10Knへの減速運航の効果が徐々に減少しているのは、減速運航とともに燃料消費量の低減効果は大きくなるものの、逆に輸送日数 (片道) は51.6日 (25Knの場合)、60.7日 (20Knの場合)、75.9日 (15Knの場合)、106.4日 (10Knの場合) と長くなることから、1年間の通年スケジュールで割り戻したTEU当

り輸送費用は単純には低減しないことを反映している(図-7)。特に、20,000TEU級の超大型船では運航速度を15Knから10Knに低減すると逆にTEU当り輸送費用は上昇する傾向に転じることが明らかになった。

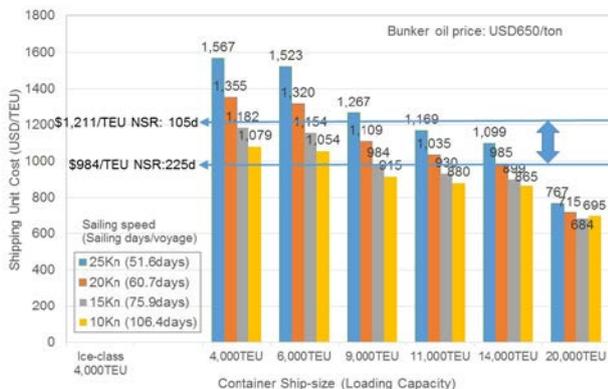


図-7 コンテナ船の低速運航に伴うSCR輸送費用の低減傾向

SCR輸送の比較シナリオでは運航速度を20Knと設定しているが、これを15Knにまで低下させた減速運航を想定すると、20,000TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送の優位性はさらに高まり、減速運航の効果がより発現する結果となった。これは、NSR・SCR組合せ輸送の優位性を相対的に低下させることに繋がっている。

5. 結論

従来の研究では、夏季のNSR通航可能期間はNSRを通航し、冬季には従来通りSCRを通航するとして年間運航スケジュールを想定し、通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送とSCR輸送の輸送費用を算出・比較した結果、東アジア～欧州間のコンテナ輸送に関するケーススタディではNSR・SCR組合せ輸送の経済的フィージビリティが十分あることが確認されている。一方で、2013年以降、規模の経済が大きく期待できる低燃費型エンジンを搭載した20,000TEU積載可能な超大型コンテナ船の登場、原油価格の下落に伴う燃料油価格の急激な下落など、NSR・SCR組合せ輸送の経済的フィージビリティに大きく影響を及ぼしそうな外部環境要因に急激な変化が起こっている。このため、本研究ではこれらの外部環境要因の著しい変化がNSR・SCR組合せ輸送のフィージビリティに及ぼす影響を分析した。

(1) NSR利用105日間(SCR利用260日間)、船舶燃料価格650USD/ton、耐氷型(IA)の4,000TEU級コンテナ船によるNSR・SCR組合せ輸送の基本シナリオでの輸送費用は1,211USD/TEUであり、1,355USD/TEU(4,000TEU級)、1,320USD/TEU(6,000TEU級)の中型コンテナ船によるSCR輸送に対して十分な優位性を有することが改めて明らかになった。

(2) さらに、NSR通航可能期間を225日間とかなり長めに想定すると、NSR・SCR組合せ輸送の輸送費用984USD/TEU(4,000TEU級)は、985USD/TEU(14,000TEU級コンテナ船によるSCR輸送)に匹敵する競争力を有していることが明らかになった。

(3) 一方で、20,000TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送費用は、基本シナリオ(燃料価格650USD/ton)で715USD/TEUと算出され、規模の経済の効果を反映して劇的に安価なものとなった。さらに燃料油価格を直近の趨勢に近い300USD/tonと設定しても輸送費用は592USD/tonと算出され、20,000TEU級の超大型コンテナ船の優位性が際立っている傾向は揺るがないことが明らかになった。これは、NSR航行可能期間が105日間から225日間に伸びると想定しても20,000TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送の優位性は揺るがない結果となった。

(4) 最後に、SCR輸送の比較シナリオでは運航速度を20Knと設定したがこれを15Knにまで低下させると減速運航の効果が発現され、20,000TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送の優位性はさらに高まる結果となり、NSR・SCR組合せ輸送の優位性は相対的に低下することになった。

このように費用分析の結果からも明らかのように、低燃費型エンジンを搭載した20,000TEU級の超大型コンテナ船の登場、燃料油価格の急激な下落などの外部環境要因の変化に伴って、超大型コンテナ船によるSCR輸送が相対的に競争力を高めることを改めて証明する結果となった。

一方で、NSR・SCR組合せ輸送の有する競争力が大きく目減りすることはなく、SCR輸送との相対関係が変化しただけであることも明らかになった。

今後の燃料油価格の変動や硫黄分0.1%以下の新たな規制に適合した燃料油の価格の動向も不確実であるため、NSR輸送のフィージビリティを短期的な視野で判断することは危険であり、あくまでも中・長期的な視野でNSR輸送を捉える必要がある。

特にコンテナ貨物のNSR輸送に関しては、COSCOが2013年に初めてNSR商業運航を行い、Maersk社も2015年に3,600TEU級の耐氷型コンテナ船を7隻発注するなど、北極海航路を利用した商業運航の機運が中・長期的に徐々に高まってきていることは確かである。

参考文献

- 1) 古市正彦, 大塚夏彦: 北極海航路(NSR)・競合代替航路利用における輸送費用構成要素の分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.47, 2013.
- 2) Furuichi, M. and Otsuka N.: Cost Analysis of the Northern Sea Route (NSR) and the Conventional Route Shipping, *Proceedings of IAME 2013 Conference*, Marseilles, 2013.

- 3) Otsuka, N., et al (2013), Study on feasibility of the Northern Sea Route from recent voyages, *International Conferences on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC)'13*, Helsinki, 2013.
- 4) Furuichi, M. and Otsuka N.: Economic Feasibility of Container, Finished Vehicle and LNG Transport by Arctic Shipping, *PIANC World Congress*, San Francisco, 2014.
- 5) Furuichi, M. and Otsuka, N.: Proposing a common platform of shipping cost analysis of the Northern Sea Route and the Suez Canal Route, *Maritime Economics and Logistics advance online publication*, 9 October 2014; doi:10.1057/mel.2014.29, pp.1-23, 2014.
- 6) (株) オーシャンコマース, 国際輸送ハンドブック (2004年版, 2009年版, 2014年版), 2004, 2009, 2014.
- 7) 日本海事新聞, 世界最大2万TEU型6隻整備 17年春 欧州航路投入, 2015年2月1日.
- 8) Maersk, Triple-E Vessels, Date of access: 18/04/2015. <http://www.maersktechnology.com/stories/stories/pages/triple-evessels.aspx>
- 9) Vessel Finder, Newly delivered 19,100-TEU CSCL Pacific Ocean joins Ocean Three, Date of access: 18/04/2015. <http://www.vesselfinder.com/news/2683-Newly-delivered-19100-TEU-CSCL-Pacific-Ocean-joins-Ocean-Three>
- 10) 森本清二郎, SOx規制の動向とその影響, Date of access: 18/04/2015. <http://www.jpmac.or.jp/img/research/pdf/E201410.pdf>
- 11) Barents Observer, First supertanker along Northern Sea Route, Date of access: 18/04/2015. <http://barentsobserver.com/en/articles/first-supertanker-along-northern-sea-route>
- 12) Maersk, Maersk Line orders seven iceclass container vessels, Date of access: 18/04/2015. <http://www.maerskline.com/ja-jp/countries/int/news/news-articles/2015/03/seven-ice-class-container-vessels>
- 13) Omre A.: An economic transport system of the next generation integrating the northern and southern passage, Master Thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2012.

Analysis of external factors affecting economic feasibility of Northern Sea Route (NSR) shipping

Masahiko FURUICHI and Natsuhiko OTSUKA

Economic feasibility of container and finished vehicle transport between East Asia and Northwest Europe via NSR/SCR-combined shipping has been confirmed in the previous studies, on which a vessel transits the NSR during the warmer months and the SCR in the colder months. However, some Ultra Large Container Ships (ULCSs) of 20,000TEUs which installed extremely energy-efficient engines has been delivered and deployed on the said route, in conjunction with the rapidly declined bunker oil price of USD300/ton from USD650/ton in a single year. This is the reality that those external factors may easily change considerably in such a short period of time, which may significantly affect the economic feasibility of the NSR shipping.

This study aims at revealing the extent of the external factors' effects on the shipping cost and the transit time via the NSR shipping as well as the SCR shipping. Accordingly, the economic feasibility of the NSR/SCR-combined shipping should be reviewed from the medium/long term perspectives, taking the external factors' rapid and significant changes into account.