

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

古市 正彦¹・大塚 夏彦²

¹正会員（独）国際協力機構 国際協力専門員（〒102-8012 東京都千代田区二番町5-25 二番町センタービル）
E-mail: Furuichi.Masahiko@jica.go.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

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）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）輸送の実用化に向けた機運が国際物流の大動脈（東アジア～欧州間）において高まってきている。とりわけ2012年には、北極圏で産出されたガスコンデンセート、天然ガス、鉄鉱石などの天然資源を中心に合計46回のNSR商業航海により126万トンの輸送実績が記録された。これに伴い、NSR輸送とSCR輸送の輸送費用試算に関する研究が数多く積み重ねられてきている。

一方で、輸送費用の算定根拠は各々の研究によって異なる条件が設定されるなど、研究成果の比較分析が困難な状況にある。そこで、本研究では、最新のNSR運航実績に基づく情報を取り入れつつ、輸送費用をその構成要素に分解し、それぞれの要素について算定根拠を分析・再整理することにより、今後の輸送費用分析の共通プラットフォームを構築するものである。さらに、東アジア～欧州間のコンテナ輸送のシンプルなケーススタディを取り上げ、具体的な算定根拠を示したうえで輸送費用を算出・分析した例を紹介する。

Key Words : *Shipping Cost Analysis, Maritime Transport, Northern Sea Route, Suez Canal Route*

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）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）輸送の実用化に向けた機運が国際物流の大動脈（東アジア～欧州間）において高まってきている。とりわけ、2012年9月には北極海の海水面積が過去最少の341万km²を記録し、NSR航行可能期間も6月～11月の約6ヵ月間と長くなってきた。さらに、2012年には、北極圏で産出されたガスコンデンセート、天然ガス、鉄鉱石などの天然資源を中心に合計46回のNSR商業航海により126万トンの輸送実績が記録された¹⁾。これに伴い、NSR輸送とSCR輸送の輸送費用試算に関する研究が数多く積み重ねられてきている。

一方で、輸送費用の算定根拠は各々の研究によって異なる条件が設定されるなど、研究成果の比較分析が困難な状況にある。そこで、本研究では、最新のNSR運航実績に基づく情報を取り入れつつ、輸送費用をその構成要素に分解し、それぞれの要素について算定根拠を分析・

再整理する。さらに、東アジア～欧州間のコンテナ輸送のシンプルなケーススタディを取り上げ、具体的な算定根拠を示したうえで輸送費用を算出・分析した例を紹介する。

2. 既存研究の概要

この分野の研究の先駆けとしては、INSROP (International Northern Sea Route Programme) (1999年)²⁾が挙げられる。この研究では、NSR商業運航の経済性評価に関するシミュレーションを日本・ノルウェー・ロシアの専門家が実施し、米国の専門家がレビューしたものであり、北極圏で産出される鉱物資源（原油、LNG）及び木材のNSR輸送による輸出に関するフィージビリティを確認している。

これに続いて、INSROPの日本側代表を務めたShip & Ocean Foundation (SOF) (2000年)³⁾は北極海航路の運航に関する初めての総合的な研究を実施した。NSR上の最大の物理的制約であるサニコフ海峡を通過できる最大喫水13.0mに相当する40,000 DWT級の砕氷型バルク・コンテナ船を想定し、横浜～ハンブルグ間の貨物輸送を対

象に経済的・技術的なフィージビリティが分析されている。特に、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を通航するものとした年間の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輸送の輸送費用比較を行っている点が、この研究の特徴である。その結果、砕氷型のバルク船によるNSR輸送の輸送費用は約18 USD/tonと算出され、通常型のバルク・コンテナ船によるSCR輸送の輸送費用とほぼ同額であり、NSR輸送の輸送費用面での明らかな優位性は確認されていない。一方で、砕氷船支援料金が5 USD/GT程度になればNSRによる輸送費は通常海域と比較して競争力を持ち得ることが示された。

Arpiainen, M. and Killi, R. (2006年)⁴⁾は、氷海域では砕氷機能を有する船尾方向に進むことが出来るダブル・アクティング砕氷型コンテナ船 (750 TEU級及び5,000 TEU級) を想定した米国アラスカ州アダク～アイスランド間のコンテナ輸送を対象に、その輸送費用算出を体系的に行った研究である。ロシアの規定ではエスコート (NSR利用料は当時674 USD/TEUと言われていた) を求められているものの、ダブル・アクティング砕氷型コンテナ船にはエスコートが不要であったため、NSR利用料を計上せずに算した輸送費用は、354～526 USD/TEU (5,000 TEU級コンテナ船) 及び1,244～1,887 USD/TEU (750 TEU級コンテナ船) であった。そして、これは2006年当時の日本～欧州間のコンテナ輸送運賃 (Tariff) 約1,500 USD/TEUと比較して、NSR輸送のフィージビリティがあるとの類推が示されている。しかしながら、東アジア主要港～欧州主要港間の貨物を対象としてNSR輸送の輸送費用が算出されていない点が残念である。

Verny, J. and Grigentin, C. (2009年)⁵⁾では、4,000 TEU級の耐氷型コンテナ船を想定し、上海～ハンブルグ間のコンテナ輸送を対象に、NSR, SCR, シベリア・ランド・ブリッジ (SLB) ルート, シー・アンド・エア (Sea & Air) ルート, 航空路の比較を行っている。NSR輸送の輸送費用は2,500～2,800 USD/TEUと算出され、SCR輸送の輸送費用1,400～1,800 USD/TEUに比べて2倍近い結果となり、NSR輸送のSCR輸送に対する優位性は確認されていない。その主な理由としては、耐氷型の4,000 TEU級のコンテナ船の船価を1億8,000万USDというかなり高水準 (通常型4,000 TEU級コンテナ船の2012年における船価4,700万USDの約4倍) に設定していることに加え、船体償却費として船価の14.6%を毎年の費用項目として計上していることが挙げられる。

Liu, M. and Kronbak, J. (2010年)⁶⁾は、4,300 TEU級の耐氷型コンテナ船を想定し、横浜～ロッテルダム間のコンテナ輸送を対象に、輸送費用全体に与える影響が大きいと考えられる3つの要因、1) NSR通航可能期間、2) NSR利用料、3) 燃料油価格が変化した場合のNSR輸

送のSCR輸送に対する優位性について分析している。なお、本研究では、Ship & Ocean Foundation (SOF) (2000年)³⁾と同様に、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を通航するものとした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輸送との輸送費用比較を行っている。ケース・スタディで想定したシナリオでは、NSR通航可能期間を90日間、180日間、270日間、NSR利用料を50%割引、85%割引、100%割引、燃料油価格を350 USD/ton, 700 USD/ton, 900 USD/tonと変化させて分析している。NSR利用料 (979 USD/TEUと想定) が非現実的な高水準に設定されていることから、この料金水準が下がらない限り、NSR・SCR組合せ輸送はどのシナリオにおいてもSCR輸送に対する優位性が確認されていない。そして、NSR利用料が無料かつ燃料油価格が700～900 USD/tonの高水準に設定したシナリオにおいてのみ、NSR・SCR組合せ輸送の優位性が発揮される可能性がある」と結論付けられている。

Schoyen, H. and Brathen, S. (2011)⁷⁾は、北極圏域で産出される窒素肥料及び鉄鉱石の北欧から東アジアへの輸送を対象としたバルク貨物輸送に関する数少ない研究である。NSR輸送の最大の弱点はNSR航行可能期間が限定され、かつ氷況によっては航行の定時性に不確実性が高いことである。このため、定期船輸送には適していないものの、不定期船輸送であるバルク貨物には適し易く、窒素肥料及び鉄鉱石に関するケーススタディではSCR輸送に対する優位性が示されている。

Omre A. (2012年)⁸⁾は、造船技術者による最も新しい研究である。横浜～ロッテルダム間のコンテナ輸送を対象に、3,800 TEU級の耐氷型コンテナ船を想定し、氷海域での運航速度が遅くなると速度の2乗に比例して燃料消費率 (Specific Fuel Oil Consumption: SFOC) が低下 (すなわち燃費が向上) する効果を確認している。また、Liu, M. and Kronbak, J. (2010年)⁶⁾と同様に、NSR通航可能期間を70日間、100日間、120日間、燃料油価格を400 USD/ton, 550 USD/ton, 700 USD/tonと変化させることでNSR・SCR組合せ輸送の経済性への影響を分析している。そして、最近のNSR輸送実績の積み重ねによって得られたNSR利用料の実態を反映させた料金水準 (5.0 USD/GT) を設定したことから、NSR・SCR組合せ輸送はどのシナリオにおいてもSCR輸送に対する優位性が確認されている。また、氷海域において運航速度を落とすことによる燃費向上効果は、定格速度に近い速度での運航に比べて極めて大きいことが指摘されている。

これら既存研究成果を総括すると、1999年以降の約10年間で積み重ねられた多くの研究成果^{2)~6)}を見る限り、NSR輸送のSCR輸送に対する輸送費用の優位性は確認さ

れていない。一方で、近年大きく変化した船価（2008年まで著しい上昇傾向にあったが2008年以降著しく下落している）や燃料油価格（2000年以降ほぼ一貫して著しく上昇している）の実態、実際のNSR運航実績に基づく現実的なNSR利用料水準などを反映した最新の研究成果^{7,8)}において、初めてNSR・SCR組合せ輸送のSCR輸送に対する輸送費用の優位性が示されたと言える。

このように、主要な輸送費用項目について現実的な費用水準を共有するとともに、これら以外の費用構成要素についても改めて洗い直し、それぞれの現実的な算定根拠や運航シナリオを共有する必要性が改めて確認された。また、このことによって、より現実的な海上輸送費用の分析が多くの研究者によって可能になるものと考えられる。

3. 海上輸送費用の構成要素

海上輸送費用の構成要素に関しては、様々な捉え方があるが、オペレータの視点から見た費用構成要素としてShip & Ocean Foundation (SOF) (2000年)³⁾によるもの、また、船主の視点から見た費用構成要素として日野(2011年)⁹⁾によるものを例として整理して表-1に示す。そして、既存研究におけるこれらの費用構成要素の取扱いを総括しつつ、現実的な設定水準を再整理する。

表-1 海上輸送費用の構成要素 (例)

オペレータの視点	船主の視点	
資本費	減価償却費	—
NSR利用料	NSR利用料	—
NSR Pilot料	NSR Pilot料	—
Suez 運河利用料	Suez運河利用料	—
船員費	船員費	—
保全費	保全費	船用品費
		潤滑油費
		ドック費
		修理・部品費
保険費	保険費	船体保険
		PI保険
燃料費	—	—
港費	—	—
—	諸経費・雑費	—
—	一般管理費	—
—	支払利息	—

(1) 資本費・減価償却費

資本費・減価償却費ともに新造船を建造した時の船価に基づいて、毎年の支払または資産価値の償却に充てるものである。資本費として取り上げたShip & Ocean Foundation (SOF) (2000年)³⁾では、プロジェクト・ファイナンスの観点から新造船の建造費（すなわち船価）を金利7%、15年間元利均等払いの借入金によって賄い、その償還費用（船価の10.89%を15年間均等に償還するこ

とに相当）を毎年の資本費としている。

一方、減価償却費としては、日野(2011年)⁹⁾が、日本の国内法に準拠して法定耐用年数（外航船は15年間）の期間内に定率・定額のいずれかの方法で支払う費用を減価償却費（定額法を適用すると6.67%を15年間均等に支払うことに相当）として示している。

なお、法定耐用年数の考え方は、フランス8年、ドイツ12年、日本15年など各国の事情により異なる¹⁰⁾ので、分析対象に応じて10年～15年の範囲で適切に設定する必要がある。

また、具体的な船種ごとに耐氷性能を持たない通常タイプの船価を直近の新造船取引価格（2012年の取引事例が中心）を参考^{11),12),13)}に整理したものを表-2に示す。なお、通常船舶に比べて、耐氷型（IA）船舶の建造に必要な追加費用については後述するが、それぞれの船種ごとに10%～30%の範囲で適切に定める必要がある^{6),8)}。

表-2 船種・船型サイズ毎の通常船の船価

船型	対象航路	サイズ	船価 (百万USD)
コンテナ船	NSR/SCR	4,000 TEU	47.0
	SCR	6,000 TEU	67.4
	SCR	8,000 TEU	87.9
	SCR	15,000 TEU	159.4
LNG船	NSR/SCR	150,000 m ³	200.0
PCC船	NSR/SCR	6,500 CEU	68.3
ドライ・バルク船	NSR/SCR	75,000 DWT	33.5
	SCR/Cape/PCR	170,000 DWT	58.2

(2) NSR利用料

NSR 通航時には砕氷機能を有するエスコート船によるエスコートが必要であるが、そのエスコート料の性格を持つ NSR 利用料については、ロシア運輸省北極海航路局による砕氷船の運航命令に基づいてロシア国営会社である ROSATOMFLOT 社が運用する砕氷船に対して支払うことになっている。NSR 利用料には公式の料金表が存在するものの、需給状況を反映した価格交渉が制度上許されており、最近積み重ねられてきた運航実績に基づく NSR 利用料の支払い実態が明らかになってきている¹⁴⁾。

これらを参考に、Omre A. (2012年)⁸⁾は5.0 USD/GTと設定しており、今後は、最近の実態を反映した現実的な水準としてNSR利用料を5.0 USD/GT程度に設定することが推奨される。

(3) Ice Pilot料

NSR通航には船長等に氷海航行の経験が必要とされており、氷海域航行の経験が無い場合には、ロシア政府が派遣するIce Pilotの先導が必要である。そのための費用であるIce Pilot料についてはShip & Ocean Foundation (SOF) (2000年)³⁾を参考にベーリング海峡～カラ海峽間の通航時一日当たり673USDと設定することが推奨される。

(4) スエズ運河・パナマ運河利用料

2012年時点のスエズ運河利用料は、Suez Canal AuthorityのWebsiteで公開されており¹⁵⁾、表-3 に引用して示す（ただし2013年5月より値上げされる予定）。船種ごとに船舶の大きさ（総トン（GT）で概ね近似できるスエズ運河純トン（SC Net Tonnage））に応じて定められている。スエズ運河純トン当り料金は、1) 0～5,000トン、2) 5,000～10,000トン、3) 10,000～20,000トン、4) 20,000～40,000トン、5) 40,000～70,000トン、6) 70,000～120,000トン、7) 120,000トン～の7区分毎に特別引出権（SDR）の単位で定められていることに留意が必要である。

また、LNG船については35%の割引が提供されるなど、船種ごとに様々な特例があることにも留意が必要である。

表-3 スエズ運河利用料表【単位：SDR/SC Net ton】（2012年）

Vessel Type	SC Net Tonnage														単位: SDR / SCNT	
	First 5000		Next 5000		Next 10000		Next 20000		Next 30000		Next 50000		Rest		Laden	Ballast
	Laden	Ballast	Laden	Ballast	Laden	Ballast	Laden	Ballast	Laden	Ballast	Laden	Ballast	Laden	Ballast		
1 Tankers of Crude Oil	7.88	6.70	4.94	4.20	4.02	3.42	1.75	1.49	1.55	1.32	1.44	1.23	1.34	1.14		
2 Tankers of Petroleum Products	7.88	6.70	4.94	4.20	4.02	3.42	2.42	1.49	2.37	1.32	2.27	1.23	2.16	1.14		
3 Dry Bulk Carriers	7.88	6.70	5.36	4.55	4.53	3.85	1.44	1.23	1.34	1.14	1.29	1.09	1.24	1.05		
4 LPG Carriers	7.88	6.70	5.05	4.30	4.02	3.42	2.88	2.45	2.68	2.28	2.58	2.19	2.58	2.19		
5 LNG Carriers	7.88	6.70	5.46	4.65	5.05	4.30	3.50	2.98	3.40	2.89	3.30	2.80	3.19	2.72		
6 Chemical Carriers	8.24	7.00	5.67	4.82	4.84	4.12	3.09	2.63	2.99	2.54	2.88	2.45	2.88	2.45		
7 Containerships	7.88	6.70	5.15	4.38	4.12	3.50	2.88	2.45	2.68	2.28	2.11	1.79	2.01	1.71		
8 General Cargo Ships	7.88	6.70	5.67	4.82	4.12	3.50	3.09	2.63	2.99	2.54	2.94	2.49	2.88	2.45		
9 Ro/Ro Ships	7.88	6.70	5.46	4.65	4.43	3.77	3.19	2.72	2.99	2.54	2.88	2.45	2.78	2.37		
10 Vehicle Carriers	7.88	6.70	5.15	4.38	3.97	3.37	2.83	2.41	2.68	2.28	2.11	1.79	2.01	1.71		
11 Passenger Ships	7.88	6.70	5.15	4.38	4.43	3.77	3.14	2.67	3.09	2.63	2.99	2.54	2.88	2.45		
12 Special Floating Units	8.55	-	5.25	-	4.94	-	3.50	-	3.30	-	2.99	-	2.88	-		
13 Other Vessels	8.24	7.00	5.15	4.38	4.53	3.85	3.30	2.80	3.19	2.72	2.99	2.54	2.88	2.45		

一方、2012年時点のパナマ運河利用料についても、Panama Canal AuthorityのWebsiteで公開されており¹⁶⁾、表-4 に引用して示す。

表-4 パナマ運河利用料表【単位：USD/PC UMS】（2012年）

Vessel Type	Condition	Panama Canal Fee		
	Container	Laden	72.0 USD/TEU	
Balast		57.6 USD/TEU		
Vessel Type / PC UMS	PC UMS (ton)	0-10,000	10,000 - 20,000	20,000-
General Cargo	Laden	4.74	4.64	4.57
	Balast	3.79	3.72	3.66
Dry Bulk	Laden	4.71	4.55	4.47
	Balast	3.76	3.63	3.58
Tanker	Laden	4.68	4.61	4.53
	Balast	3.75	3.69	3.62
Chemical Tanker	Laden	4.82	4.74	4.65
	Balast	3.86	3.79	3.73
LPG	Laden	4.75	4.68	4.59
	Balast	3.84	3.77	3.71
Vehicle Carriers / RoRo	Laden	4.40	4.31	4.24
	Balast	3.52	3.45	3.40
Others	Laden	4.96	4.86	4.78
	Balast	3.97	3.89	3.83

船種ごとに船舶の大きさ（総トン（GT）で概ね近似できるパナマ運河トン（PC UMS: Panama Canal Universal Measurement System））に応じて定められている。パナマ運河トン当り料金は、1) 0～10,000トン、2) 10,000～20,000トン、3) 20,000トン～の3区分毎に米ドル（USD）単位で定められている。

(5) 船員費及び船員数

コンテナ船、自動車輸送船（PCC船）、ドライ・バルク船では、船型サイズに依らず、一船当たりの船員数は23～25人であり、船員全員が非日本人であると想定すると年間の船員費は約100万USDであると言われている¹⁷⁾。

一方、LNG船については、一船当たり船員数が約45人とコンテナ船等の約2倍であることから、船員全員が非日本人であると想定して年間の船員費は約200万USDと設定することが現実的である。

(6) 保全費

保全費には、船用品費、潤滑油費、ドック費、修理・部品費などが含まれる。日野（2011年）⁹⁾によると、55,000 DWT級のドライバルク船（船価3,500万USD）で年間約38万3,000 USDとされているため、年間保全費は船価の1.095%とし、船型に依存せず船価に比例するものとして設定することが現実的である。

(7) 保険費

保険費には様々な不確定要素が影響するため、費用水準を設定することは大変困難であるが、試算のためには現実的な水準を設定する必要がある。外航船は、通常、船体保険とPI保険の両方に入る必要がある。これらの保険料の目安については、日野（2011年）⁹⁾によると、55,000 DWT級のドライバルク船（船価3,500万USD）で船体保険とPI保険それぞれ年間約60,000 USD、合計120,000 USDとされているため、年間保険費は船価の0.343%とし、船型に依存せず船価に比例するものとして設定することが現実的である。

一方で、Ship & Ocean Foundation (SOF) (2000年)³⁾によると、NSR通航には、さらに上乗せで船体保険とPI保険としてそれぞれ年間5 USD/GT、合計で年間10 USD/GTが必要とされており、これを併せて適用することが現実的である。

また、保険費とは性格が多少異なるが、SCR輸送のコンテナ船には、ソマリア沖の海賊リスクに対してアデン湾非常時チャージ（Aden Gulf Emergency Charge）と呼ばれる付加料金が荷主に対して求められている¹⁸⁾。したがって、SCR輸送のコンテナ船に対しては、積載コンテナTEU当り40 USDを設定する必要がある。

(8) 燃料費

燃料油価格が2000年以降ほぼ一貫して著しく上昇していることを反映して、燃料費は、輸送費用の中で重要な構成要素となっている。また、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ことを踏まえて算定することが推奨される。

(9) 港費

港費としては、入港のたびに、入港料、停泊料、綱取料として、それぞれ0.092 USD/GT/Call, 0.092 USD/GT/Call, 0.244 USD/GT/Callが必要であると想定して、一寄港当り合計0.428 USD/GT/Callと設定する。

なお、バルク貨物輸送では、NSR輸送、SCR輸送ともに一回の航海で航路両端の2港に入港することが想定される。一方で、東アジア～欧州間のSCR輸送におけるコンテナ船の寄港数は、実際の寄港パターンを参考に、両端の2港に加えて8港への入港を想定し、一航海当り合計10港と設定することが現実的である。さらに、コンテナ輸送に関しては、起終点の港でのコンテナ積卸しに必要な荷役料金をそれぞれ100 USD/TEUと設定した。

4. 現実的なNSR輸送シナリオの設定

NSRを利用するシナリオ及び競合するSCR等の代替航路を利用するシナリオの設定に当たっては、対象航路区間を通航する潜在輸送需要を把握したうえで、NSR通航可能期間、NSR通航可能船型サイズ、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、LNG船、PCC船、ドライ・バルク船等の船型を設定する必要がある。

また、SCRを通航するコンテナ船は航路上に位置する主要ハブ港に立ち寄り、多くのコンテナ貨物を集約して積卸しているが、NSR上には人口集積も貨物需要もほとんどないことから、シナリオ設定に当たってはそのような貨物集約は見込めない。したがって、ソマリア沖海賊問題やマラッカ海峡などのSCR上のチョークポイントを回避できるメリットや輸送期間を短縮できる速達性のメリットを必要とするコンテナ貨物にターゲットを絞り込む等の工夫が必要である。

一方、商業運航の実績としては北極圏で産出されるガスコンデンセート、天然ガス、鉄鉱石などの天然資源が中心であるにもかかわらず、これらを対象とした研究はINSROP(1999年)²⁾が北極圏で産出される鉱物資源(原油、LNG)及び木材を輸出するシナリオを取り上げたものに留まっており、これ以外の研究はほとんど見当たらない。今後は、これら北極圏で産出される天然資源の輸送シナリオに関する研究も望まれる。

(1) NSR通航可能期間及び運航速度

前述したように既存研究では、SCRに比べてNSRの航路距離短縮効果(約40%)が最も効果的に発揮される主要海上物流ルートとして、東アジア～欧州間のコンテナ輸送を対象としたシナリオを設定している例が多い。また、コンテナ輸送は年間を通じた安定的運航が不可欠である定期輸送であることから、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ることに十分留意する必要がある。

そこで、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、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-5のように設定することが推奨される。

表-5 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

(2) NSR通航可能船型サイズ

NSRを通航するには、最大喫水がサニコフ海峡(図-1参照)を通航可能な13.0m未満である必要があり³⁾、船型サイズとしては50,000 DWT級の貨物船が上限の目安となる。一方で、コンテナ船、LNG船、PCC船、ドライ・バルク船等それぞれの船種ごとに13.0mの最大喫水を満足できる範囲で適切に船型を定める必要がある。



図-1 代表的なNSR航路と物理的制約箇所(サニコフ海峡)

(3) 耐氷型船舶の船価

また、NSRを通航するには、NK（日本海事協会）規則のIAと同等以上の耐氷機能を有する船舶を新たに建造する必要があり、そのような新造船には通常船に比べて10%～30%の追加費用が必要であると言われている^{6, 7)}。具体的には、それぞれの船種ごとに10%～30%の範囲で適切に定める必要がある。

表-6 NSR 輸送シナリオで想定するコンテナ船の船型

船型 (TEU)	対象 航路	乗員 (人)	LOA (m)	Beam (m)	Draif (m)	GT (ton)	DWT (ton)	Speed (Kn)	Engine Power (KW)
4,000 TEU	NSR/SCR	23	296	32	13.0	40,000	50,000	25.0	40,000
6,000 TEU	SCR	23	296	40	14.0	75,000	80,000	25.0	57,000
8,000 TEU	SCR	23	323	43	14.5	89,000	82,000	25.0	68,000
15,000 TEU	SCR	23	397	56	15.5	170,000	155,000	25.0	80,000

(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。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を若干割増す必要がある。

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)⁸⁾によって示されていることは重要な指摘である。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十分考慮する必要がある。

(5) コンテナ船 (4,000 TEU級) のNSR輸送シナリオ

国際海上物流の主要ルートである東アジア（例えば横浜）～欧州（例えばハンブルグ）間を対象とする場合はNSR輸送においてもスケール・メリットがある程度期待でき、かつサニコフ海峡通航可能な喫水13.0m級の耐氷型コンテナ船 (4,000 TEU級) を想定することがNSR輸送の実現可能性を最も見込める現実的なシナリオである。

一方、競合代替航路はSCR輸送とし、4,000 TEU級、6,000 TEU級、8,000 TEU級、15,000 TEU級のコンテナ船を想定することが重要である。また、定期船であること、さらには東アジア～欧州航路の需要特性を考慮して、年間平均消席率を70%程度と想定する。なお、競合代替航

路としてはSCRを想定するのが常識的である。

(6) LNG船 (150,000m³級) のNSR輸送シナリオ

2012年11月にノルウェーから日本へのLNG輸送を行ったOb River (150,000m³/77,000DWT) のNSR輸送実績に基づいて、ノルウェー（例えばハメルフェスト）から日本（例えば横浜）へのLNG輸送を対象に同サイズの耐氷型LNG船を想定するのが現実的なシナリオである。なお、LNG産出地であるノルウェーから消費地である日本向けの片荷需要であること、さらにはバルク貨物（不定期輸送）であることを考慮して、東航輸送の年間平均消席率を90%程度と想定する。なお、競合代替航路としてはSCRを想定するのが常識的である。

表-7 NSR 輸送シナリオで想定する LNG 船の船型

船型(m ³)	乗員 (人)	LOA (m)	Beam (m)	Draif (m)	GT (ton)	DWT (ton)	Speed (Kn)	Engine Power (KW)
150,000m ³ NSR/SCR	46	290	49	11.9	120,000	77,000	20.0	27,000

(7) 自動車輸送船 (6,500 CEU級) のNSR輸送シナリオ

これまで完成自動車のNSR輸送実績はないものの、日本、韓国等から欧州への輸送需要が見込まれるとともに、欧州車のアジア方面（日本・韓国・中国）への輸送需要も一定程度見込まれる。そこで、日本（例えば横浜）から欧州（例えばブレーマーハーフェン）へのNSR輸送を対象としてSCR輸送に投入されている6,500 CEU級と同サイズの耐氷型PCC船（満載喫水10.3m）を想定することが現実的なシナリオである。PCC船は相対的に喫水が浅いことから、6,500CEU級であってもNSR輸送のサニコフ海峡通航可能な喫水13.0m以内という条件を満足できる。なお、完成車輸送の方向別需要については、日本→欧州（100%）に対して欧州→日本（50%、0%）の2種類の需要状況を想定することが現実的であろう。さらに完成自動車輸送であることを考慮して、年間平均消席率を東航・西航輸送ともに90%程度と想定する。なお、競合代替航路としてはSCRを想定するのが常識的である。

表-8 NSR 輸送シナリオで想定する PCC 船の船型

船型(m ³)	乗員 (人)	LOA (m)	Beam (m)	Draif (m)	GT (ton)	DWT (ton)	Speed (Kn)	Engine Power (KW)
6,500CEU NSR/SCR	25	200	32	10.3	62,500	21,500	20.0	15,500

(8) ドライバルク船 (75,000 DWT級) の輸送シナリオ

2012年9月にムルマンスクから中国へ鉄鉱石輸送を行ったSanko Odyssey (75,000 DWT級) のNSR輸送実績に基づいて、ノルウェー（例えばキルケネス）から中国（例え

ば大連) への鉄鉱石輸送を対象に同型サイズの耐氷型ドライ・バルク船を想定するのが現実的なシナリオである。なお、鉄鉱石の産出地であるノルウェーから消費地中国向けの片荷需要であり、さらにはバルク貨物であることを考慮して、東航輸送の年間平均消費率を90%程度と想定する。

表-9 NSR 輸送シナリオで想定するドライ・バルク船の船型

船型 (DWT)	乗員 (人)	LOA (m)	Beam (m)	Draught (m)	GT (ton)	DWT (ton)	Speed (Kn)	Engine Power (KW)
75,000 NSR/SCR	25	225	32	14.0	40,000	75,000	14.5	9,000
170,000 SCR Cape Route Expanded PCR	25	290	45	17.9	90,000	170,000	14.5	16,000

一方で、ノルウェー産の鉄鉱石のアジアへのNSR輸送と競合する代替航路としては、単に同じ起終点のSCR輸送を想定するだけでなく、例えばブラジル産の鉄鉱石のSCR、喜望峯航路 (Cape Route)、さらには2014年に開通予定の拡張後のパナマ運河航路 (Expanded PCR) を利用した輸送についても想定する必要がある。このとき、ドライ・バルク船は170,000 DWT級を想定するのが現実的である。

(9) 貨物単位当り輸送費用以外の視点による評価

海運業は、船舶という巨大な装置を用いてどれだけ多くの収益を上げることができるかをめざす装置型産業と言える。したがって、NSR輸送では航路距離が短縮され、より多くの航海が可能となることから、年間輸送力を評価指標とすることは事業の財務性の視点から有益である。

次いで、NSR輸送はその通航可能期間は限定されるものの、所要時間はSCR輸送より大きく短縮されるため、その速達性は重要な評価項目である。

さらに、NSR輸送では燃料消費量を大きく削減することが可能である。燃料油1トン消費するとGHGのひとつであるCO₂は約3.19トン発生する¹⁹⁾ことから、輸送した貨物一単位当りのCO₂排出量を算出し、その削減効果を評価指標とすることは地球環境保護の視点から有益である。

5. 海上輸送費用の具体的な算出例

多くの既存研究が分析対象とした東アジア～欧州間のコンテナ輸送のシンプルなケーススタディを取り上げ、上述の様々な条件を具体的に設定して輸送費用を算出・

分析した例を紹介する。また、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を通航する年間の運航スケジュールに基づく通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送とSCR輸送の輸送費用比較を行った。

さらに、Liu, M. and Kronbak, J. (2010年)⁶⁾が指摘した輸送費用全体に与える影響が大きいと考えられる3つの要因、1) NSR通航可能期間、2) NSR利用料、3) 燃料油価格についても考察した。

(1) ケーススタディの輸送シナリオ

a) 対象起終点

東アジアでは横浜港、欧州ではハンブルグ港を起終点とするコンテナ輸送を分析対象とした。

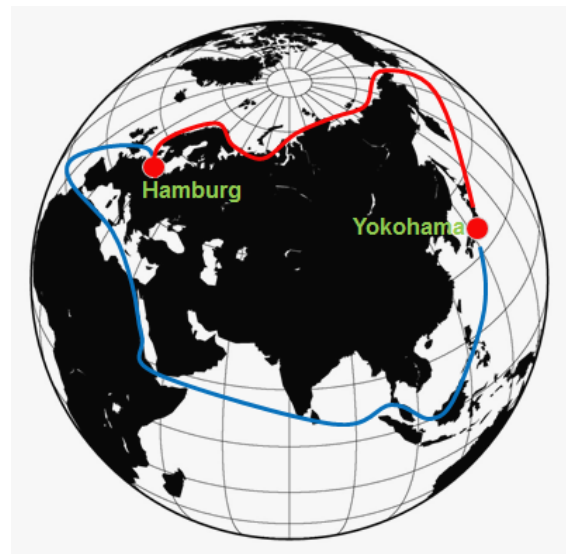


図-2 想定する輸送シナリオ (NSR vs. SCR)

b) 想定するコンテナ船

NSR・SCR組合せ輸送には耐氷型 (IA) の4,000 TEU級コンテナ船を、競合代替航路であるSCR輸送には通常型の4,000 TEU級、6,000 TEU級、8,000 TEU級、15,000 TEU級の大型・超大型コンテナ船を想定し、表-2に示した例と全く同じ設定とした。年間運航ベースに基づく一TEU当りの輸送費用 (USD/TEU) を算出し、既存研究の結果と比較・考察した。さらに、年間コンテナ総輸送量 (TEU/年) 及びTEU当りCO₂排出量 (ton/TEU) を算出し、新たな視点からの考察も加えた。

c) NSR通航可能期間及び運航速度

最近の氷海域の後退状況やNSR運航実績 (月別) を考慮して現実的な105日間と設定し、氷海域での運航速度は表-5に示した例と全く同じ設定とした。

d) 運航速度と燃料消費率の関係

燃料消費率SFOCは、定格速度 (25.0 Kn) で運航すれば185 (g/KWh) であるが、表-5に示した氷海域における実際の運航速度を考慮して (運航速度/定格速度) の2乗に比例して減ることとして燃料消費量を算定した。また、耐氷型コンテナ船は通常コンテナ船に比べて船

体荷重が若干重めであることからSFOCを10%割増した。

(2) 費用構成要素の設定水準

第3章で提案した以下の9項目の費用構成要素については、その提案通りに設定した。

a) 資本費・減価償却費

耐用年数10年、定額法による減価償却と設定した。

b) NSR利用料

最近の実績を反映して5.0 USD/GTと設定とした。

c) Ice Pilot料

ムルマンスク～ペーリング間の通航時673 USD/dayと設定した。

d) スエズ運河利用料

2012年時点のスエズ運河利用料表に準拠した。

e) 船員費及び船員数

船員23名で年間船員費を約100万USDと設定した。

f) 保全費

年間保全費は船価の1.095%と設定した。

g) 保険費

年間保険費は船価の0.343%と設定した。

h) 燃料費

2012年のシンガポールでの実勢価格を参考に650 USD/tonと設定した。

i) 港費

入港料、停泊料、網取料の合計として一回の入港当たり0.428 USD/GT/Callと設定した。なお、NSR輸送における寄港数は一航海当たり2寄港、また、SCR輸送においては実際の寄港パターンを参考に10寄港と設定した。さらに、コンテナ輸送に関しては、起終点の港でのコンテナ積卸しに必要な荷役料金をそれぞれ100 USD/TEUと設定した。

(3) TEU当り輸送費用の比較

a) 輸送費用の内訳

通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送（NSR通航可能日数105日間）とSCR輸送の船型サイズ別に見た輸送費用の内訳を表-10に示す。

いずれの船型サイズにおいても燃料費が輸送費用の最も支配的な要素であり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、アデン湾非常時チャージ等）が約10%となっている。

通年運航ベースでのNSR・SCR組合せ輸送の輸送費用（NSR通航可能日数105日間）は1,211 USD/TEUと算出された。4,000 TEU級というスケールメリットを發揮できる耐氷型コンテナ船を想定したことから、NSR通航可能日数が現実的な105日間であっても、4,000 TEU級（1,355 USD/TEU）、6,000 TEU級（1,320 USD/TEU）、8,000 TEU級（1,211 USD/TEU）の大型コンテナ船によるSCR輸送

に対する優位性を有することが明らかになった。

ただし、15,000 TEU級の超大型コンテナ船によるSCR輸送（944 USD/TEU）と比較すると、NSR・SCR組合せ輸送には優位性が認められなかった。

この分析結果は、時々刻々大きく変化する船価や燃料油価格の実態、実際の運航実績に基づく現実的なNSR利用料水準などをシナリオに反映させたことから、最新の研究成果であるOmre A. (2012年)⁸⁾の結果と概ね一致していると考えられる。

表-10 船型サイズ別の輸送費用の内訳

上段：'000 USD/yr. 下段：構成比 (%)

コンテナ船型 /NSR通航可能期間	4,000 TEU NSR105 SCR260	4,000 TEU SCR365	6,000 TEU SCR365	8,000 TEU SCR365	15,000 TEU SCR365
年間コンテナ総輸送量	36,400 (TEU/yr.)	33,600 (TEU/yr.)	50,400 (TEU/yr.)	67,200 (TEU/yr.)	126,000 (TEU/yr.)
TEU当り費用 (USD/TEU)	1,211	1,355	1,320	1,211	944
航海数 (回/年)	NSR 5 SCR 8	SCR 12	SCR 12	SCR 12	SCR 12
減価償却費	4,925 (11.2%)	4,688 (10.3%)	6,728 (10.1%)	8,769 (10.8%)	15,909 (13.4%)
NSR利用料 NSR Pilot料 NSR保険料	1,433 (3.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Suez利用料 Suez保険料 Adenチャージ	3,115 (7.1%)	4,572 (10.0%)	7,099 (10.7%)	8,387 (10.3%)	14,208 (11.9%)
船員費	954 (2.2%)	997 (2.2%)	997 (1.5%)	997 (1.2%)	997 (0.8%)
保全費	491 (1.1%)	513 (1.1%)	736 (1.1%)	997 (1.2%)	1,741 (1.5%)
保険費	154 (0.3%)	161 (0.4%)	231 (0.3%)	301 (0.4%)	545 (0.5%)
燃料費	24,196 (54.9%)	25,815 (56.7%)	36,787 (55.3%)	43,886 (53.9%)	51,631 (43.4%)
港費 (コテナ荷役料含む)	8,822 (20.0%)	8,774 (19.3%)	13,932 (20.9%)	18,011 (22.1%)	33,931 (28.5%)
合計	44,086 (100%)	45,522 (100%)	66,511 (100%)	81,349 (100%)	118,965 (100%)

b) NSR通航可能日数の影響

当然のことであるが、NSR通航可能日数が105日間より長くなればなるほどNSR・SCR組合せ輸送の輸送費用面での優位性はさらに高まることは明らかである。

c) NSR利用料の影響

NSR利用料を実際の運航実績に基づく現実的な水準（5.0 USD/GT）に設定したが、仮に高水準（674 USD/TEU）に設定すると、NSR・SCR組合せ輸送（NSR通航可能日数105日間）の輸送費用は1,858 USD/TEUとなり、SCR輸送に対して全く競争力を發揮できないものと

なることが自明である。

そして改めて、Arpiainen, M. and Killi, R. (2006年)⁴⁾が採用したNSR利用料水準 (674 USD/TEU) 及びLiu, M. and Kronbak, J. (2010年)⁶⁾が採用したNSR利用料水準 (979 USD/TEU) では、NSR輸送の経済的なフィービリティは全く期待できず、現実的な水準ではないことが明らかになった。しかしながら、これは当時のNSR輸送実績の少なさによる情報不足に起因するものであり、致し方ない面もある。

一方で、実際の運航実績に基づく水準 (5.0 USD/GT) に設定すれば、NSR輸送は経済的に見て十分フィーブルであるという本研究の算定結果の妥当性の理由も明らかにすることができた。

d) 燃料費の影響

いずれの船型サイズにおいても燃料費が輸送費用の50%前後を占める最も支配的な要素であることから、燃料油価格の水準 (650 USD/ton) が多少上下したとしても、NSR・SCR組合せ輸送は、4,000 TEU級、6,000 TEU級、8,000 TEU級の大型コンテナ船によるSCR輸送に対して概ね経済的な優位性が認められるものと考えられる。

(4) 年間コンテナ総輸送量の比較

通常のSCR輸送では年間航海数が12回であるものの、NSR・SCR組合せ輸送では、NSR通航可能日数が105日間の場合13回の航海が可能である。この航海数の増加によって、4,000 TEU級コンテナ船によるNSR・SCR組合せ輸送の場合、年間コンテナ総輸送量を同型サイズのSCR輸送 (33,600 TEU) に比べて、108.3% (36,400 TEU) まで増やすことができる。コンテナ船運航における船社の財務改善の観点から見ると大変魅力的な数字である。

一方で、競合代替航路を利用するSCR輸送では、6,000 TEU級から15,000 TEU級の大型・超大型コンテナ船が実際に就航している。このため、SCR輸送では12回の年間航海数であっても50,400 TEUから126,000 TEUの年間コンテナ輸送が期待でき、大型・超大型コンテナ船の就航可能なSCR輸送の優位性が認められる。

(5) 輸送所要時間 (速達性) の比較

次いで、NSR輸送はその通航可能期間が限定されるものの、所要時間は19.3日間とSCR輸送 (30.4日間) より約10日間 (35.4%) 短く、その速達性の優位性は大きい。

(6) TEU当りCO2排出量の比較

NSR輸送では、航路距離の短縮 (約40%) と氷海域における運航速度の低下が燃料消費量すなわちCO2排出量の削減に大きく貢献することから、その効果を地球環境改善効果として認識するため、輸送したコンテナTEU当りCO2排出量の算出結果を表-11に示す。

表-11 NSR通航可能期間毎のTEU当りCO2排出量

NSR通航 可能期間 ／船型サ イズ	4,000 TEU NSR+SCR	4,000 TEU (SCR)	6,000 TEU (SCR)	8,000 TEU (SCR)	15,000 TEU (SCR)
NSR 105日 SCR 260日	1.023 ton/TEU	1.182 ton/TEU	0.733 ton/TEU	0.656 ton/TEU	0.412 ton/TEU

NSR・SCR組合せ輸送 (通航可能期間105日間) の場合のコンテナTEU当りCO2排出量は1.023 ton/TEUであり、同型のコンテナ船によるSCR輸送 (1.182 ton/TEU) に比べて13.5%の削減効果が認められた。一方で、競合代替航路を利用するSCR輸送では、大型・超大型コンテナ船によるスケールメリットがより発揮され、輸送されたコンテナTEU当りCO2排出量の少なさの観点においてもSCR輸送の優位性が認められる。

6. 結論

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SCR輸送に比べて約40%の航路距離短縮効果が期待できるNSR輸送の実用化に向けた機運が国際物流の大動脈 (東アジア～欧州間) において高まってきているなか、NSR輸送とSCR輸送の輸送費用の試算に関する研究が数多く積み重ねられてきている。一方、輸送費用の算定根拠は各々の研究によって設定条件が異なるなど、研究成果の比較分析が困難な状況にある。

本研究では、最新のNSR運航実績に基づく情報を取り入れつつ、輸送費用をその構成要素に分解し、それぞれの要素について算定根拠の分析・再整理を行った。そして、東アジア～欧州間のコンテナ輸送のシンプルなケース・スタディとして、具体的な算定根拠を設定してNSR・SCR組合せ輸送の輸送費用を算出した結果、以下のことが明らかになった。

(1) NSR通航可能日数が現実的な105日間と設定した場合のNSR・SCR組合せ輸送費用 (1,211 USD/TEU) は、4,000 TEU級、6,000 TEU級、8,000 TEU級の大型コンテナ船によるSCR輸送費用 (1,355, 1,320, 1,211 USD/TEU) に対して十分な優位性がある。当然のことであるが、NSR通航可能日数が長くなればなるほどNSR・SCR組合せ輸送の輸送費用面での優位性は高まると考えられる。この結果は、最新のOmre A. (2012年)⁸⁾の結果と概ね一致していることが確認された。ただし、SCR輸送に投入されているコンテナ船は6,000 TEU級から8,000 TEU級の大型コンテナ船に移行しつつあり、NSR・SCR組合せ輸送費用の優位性の度合いはSCR輸送コンテナ船の大型化による影響を大きく受けることに留意が必要である。

(2) NSR輸送による所要時間は19.3日間とSCR輸送 (30.4日間) より約10日間 (35.4%) 短く、その速達性の

優位性は大きい。一方で、通航可能期間は限定されることに留意が必要である。

(3) NSR・SCR組合せ輸送によるコンテナTEU当りCO₂排出量は、4,000 TEU級コンテナ船によるSCR輸送に対して13.5%削減され優位性が認められる。一方で、SCR輸送に投入されているコンテナ船が6,000 TEU級から8,000 TEU級の大型コンテナ船に移行しつつあり、その優位性を発揮し難くなってきている。

最後に、NSR・SCR組合せ輸送による輸送費用分析は有益な示唆を与えてくれることから、今後は、LNG、鉄鉱石、完成自動車等のシナリオに対しても、本研究で分析・再整理した算定根拠を共通プラットフォームとして多くの比較研究が積み重ねられていくことが期待される。

謝辞：本研究は、国際港湾協会 (International Association of Ports and Harbors: IAPH) 港湾計画・開発専門委員会の研究プロジェクト (2011 - 2013年) 「Effects of the Arctic Sea Routes (NSR and NWP) Navigability on Port Industry」の成果を活用したものである。ここに、本プロジェクトに関係したすべての人々に感謝の意を表すとともに、特に有益なコメントを頂戴した岡田光彦 (一財) 国際臨海開発研究センター理事長に感謝する次第である。

参考文献

- 1) (一社) ロシア NIS 貿易会：北極海航路の展望，ロシア NIS 調査月報 2013 年 1 月号, pp.106-110, 2013.
- 2) Isakov, N. A., et al : The NSR Simulation Study Package 3: Potential Cargo Flow Analysis and Economic Evaluation for the Simulation Study (Russian Part), INSRP Working Paper No. 139, 1999.
- 3) Ship & Ocean Foundation (SOF) : The Northern Sea Route - The Shortest sea route linking East Asia and Europe, 2000.

- 4) Arpiainen, M. and Killi, R. : Arctic shuttle container link from Alaska US and Europe, AARC K-63, Aker Arctic Technology Inc., 2006.
- 5) VERNY, J. and GRIGENTIN, C. : Container shipping on the Northern Sea Route, International Journal of Production Economics, No.122, pp. 107-117, 2009.
- 6) Liu, M. and Kronbak, J. : The potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe, Journal of Transport Geography, No.18, pp.434-444, 2010.
- 7) Schoyen, H. and Brathen, S.: The Northern Sea Route versus the Suez Canal: cases from bulk shipping, Journal of Transport Geography, No.19, pp.977-983, 2011.
- 8) 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.
- 9) 日野 満：海運業の発達と現状，愛媛銀行ファインانس室, 2011.
- 10) (一社) 日本船主協会：日本海運の現状 (2012 年版)，p. 29, 2012.
- 11) UNCTAD : Review of Maritime Transport 2011, p.64, 2011.
- 12) 海事プレス社：海事プレス (2012 年 12 月 10 日「新造船商況この 1 年／成約一覧 (上)」)，2012.
- 13) 海事プレス社：海事プレス (2012 年 12 月 11 日「新造船商況この 1 年／成約一覧 (下)」)，2012.
- 14) Falck, H. : Shipping in Arctic Waters - The Northern Sea Route - , Mariehamn, April 26th, 2012.
- 15) Suez Canal Authority : Date of access: 21/12/2012, <http://www.suezcanal.gov.eg/TollCirculars.aspx>
- 16) Panama Canal Authority : Date of access: 21/12/2012, <http://www.panacanal.com/eng/maritime/tolls.html>
- 17) (一社) 日本船主協会：日本海運の現状 (2012 年版)，p. 18, 2012.
- 18) MOL : Date of access: 21/12/2012, http://www.moljapan.co.jp/service/ex_charge/eur.shtml.
- 19) IMO : Second IMO GHG Study 2009, p.139, 2009.

Cost Component Analysis of Maritime Shipping through NSR and its Alternative Conventional Routes

Masahiko FURUICHI and Natsuhiko OTSUKA

Northern Sea Route (NSR) shipping has recently gained the momentum for maritime trade between East Asia and Northwest Europe, taking the direct effect of reduced shipping distance of approximately 40% compared to the conventional Suez route into account, as Arctic sea ice retreats due to the global warming. Particularly in 2012, NSR shipping marked record-high volume of 1.26 million tons for the last ten years, by accumulating 46 voyages of shipping natural resources (e.g. gas condensate, natural gas and iron ore). Accordingly, many related studies have been accomplished for comparative analysis of estimated shipping cost through NSR and its alternative conventional routes.

Since the assumption of the cost estimation varies among the studies, however, there remain some difficulties when comparing the estimated shipping costs in the studies. This study aims at establishing the common platform of a wide range of cost estimation assumptions through clarifying and analyzing cost components referring to the literatures as well as the most recent interviews of NSR shipping professionals. Empirical analysis was accomplished and revealed for container transport cost estimation between East Asia and Europe.