

新たな航路を求めて

Develop a new sea-lane between Europe and Japan

亀崎一彦

Kazuhiko KAMESAKI

正会員 工修 NKK エンジニアリング研究所 (〒514-0393 三重県津市雲出鋼管町一番地)

The Northern Sea Route (NSR) is the shortest sea-lane linking between Europe and Japan. The NSR represents an up to 40% saving of distance from Northern Europe to Northeast Asia compared to southerly sea routes via the Suez Canal. Russian federation opens the NSR to foreign flagships. To use the NSR safely and commercially, many legal, technical and environmental issues have to be resolved. INSROP (International Northern Sea Route Program) had been implemented as a 6-year international research program designed to create an extensive knowledge base about the shipping lane along the coast of the NSR. The NSR shall keep its advantages in costs against other alternative transportation means including railways or routes through the Suez Canal. INSROP Phase II are assigned tasks to perform a ship transit simulation in order to answer concerns about the cost benefit and associated risks in case of utilizing the NSR commercially. This paper addresses the outline of the simulation study after briefly introducing navigation knowledge on the NSR.

Keywords: Northern Sea Route, Icebreaking ships, Sea ice, Shipping, Freight costs

1. まえがき

欧州と極東を結ぶ代表的な航路は、マラッカ海峡を通過してスエズ運河を経由する「南回り航路」であるが、ベーリング海峡、ロシアの北方沿岸、バレンツ海、北海を通過する「北極海航路 (Northern Sea Route : NSR)」は南回り航路のわずか 60% 程度の航程であるため、航路の環境は厳しくとも商業航路としての経済的効果は極めて大きく、航路啓開の試みは現在まで続けられてきた。

NSR は戦略的な重要性から長い間、諸外国に対して閉ざされた海域であったが、ゴルバチョフ書記長は、1987 年 10 月 1 日、ムルマンスクにおける演説で、NSR の国際的商業航路としての開放宣言を行った。NSR は自然環境の厳しい海域であり、利用に当たっては氷海域の技術のみならず、法制、環境など様々な視点から商業航路としての NSR の是非を検討し、航路啓開の要件を明らかにすることが必要である。

そこで、平成 5 年から平成 10 年にかけて国際北極海航路計画 (International Northern Sea Route Programme : INSROP) が日本、ロシア、ノルウェーを中心として実施され、極東と欧州の最短航路となる北極海航路の商業的通航の可能性に関する調査研究が行われた。その内容は Phase I と Phase II に分け、最初の 3 年間実施された Phase I では (1) 北極海の自然条件と氷海航行技術、(2) NSR の啓開が環境に及ぼす影響、(3) NSR の経済性評価、(4) NSR の啓開に関わる政治的法的検討という 4 つのサブプログラムを中心に調査研究が行われた。平成 8 年に

国際評価委員会が設けられて Phase I の成果が評価され、その提言に基づいて平成 9 年、10 年で Phase II が実施され、地理情報システム (GIS) の構築、NSR 運航シミュレーション及び研究成果の統合が行われた。

INSROP 事業では、最終的には、14 カ国、総計 390 名の研究者の協力が得られ、合計 167 編の研究報告書が刊行された。INSROP 事業の集大成としたものとしては、日本、ノルウェー、ロシア 3 国の編集者 3 名によって編集された "The Challenges of the Northern Sea Route - Interplay between Natural and Societal Factors" がオランダの出版社¹⁾から、また国内向けにはシップ・アンド・オーシャン財団から「北極海航路ー東アジアとヨーロッパを結ぶ最短の海の道」²⁾が出版されている。興味ある読者は是非これらの刊行物をご覧頂きたい。

本論文では、筆者が INSROP Phase II で担当した NSR 運航シミュレーション³⁾を中心に述べる。NSR は外国船に開放されたとは言え、完全に自由に通航できる訳ではなく、その制約と海域の特徴についても概説する。

運航シミュレーションでは、将来本格的な商業航路として使用される事を想定すれば、どの船種を投入した時、どの程度の経費が必要かを推定してスエズ運河経由と対比し、問題点を挙げて経済的に成り立つための条件を提言するために行ったものである。

本シミュレーションの特徴は、与えられた氷況における船速を予測する数学モデルを新たに開発し、氷況データについては、ロシアが過去約 40 年間の歴史的データを航路に沿って整理したものをを用い、

船速と氷況の関係を正確に評価したことにある。また、砕氷貨物船には最も先進的な砕氷技術を取り入れた船型を用い、氷海水槽試験を行って船速と馬力の関係を求め精度向上に努めた。

2. NSR の予備知識

(1) 運航上の制約

国連海洋法条約 234 条は、氷に覆われた水域に対して、海洋環境保護を目的として独自の法令を制定することを沿岸国に対して認めている。この法解釈を拠り所として、ロシア政府は、1990 年、”The Regulation for Navigation on the Seaways of the Northern Sea Route”を制定し、NSR の区間、NSR を航行する場合の申請手続き、通航する船舶の安全基準などの基本的な規則を制定している。この規則は、カナダの北極海諸島の環境保護を目的として制定したカナダ北極域船舶汚染防止規則に次ぐものである。またロシア政府は関連する船舶の安全規則、運航規則などを制定している。主たる規約を次ぎに示す。

- NSR の区間はノバヤゼムリヤとベーリング海峡を結ぶ航路であり、西からカラ海、ラプテフ海、東シベリア海、チュクチ海を通る航路である。バレンツ海は含まれない。
- NSR に入る船舶は、原則として四ヶ月前に申請手続きが必要であり、事前に船体の安全検査を受ける必要がある。
- 通航する船舶は氷に対する安全性を確保するために船体強度、推進器を強化した耐氷クラスであること（最低でロシア船級協会の L1 クラス以上）。
- 通航する船舶は、船体の総トン数に応じて料（NSR の通航料）を支払うこと。
- 通航する船舶は、運航管制所の指示に従った航路を進むこと。独自の判断で航路を外れることは罰則の対象とすること。
- 通航する船舶は、氷況に応じてロシア政府の砕氷船の先導を受けることができる。
- 船長、航海士は十分な氷海航行の経験があること。経験がない場合は、ロシア政府の Ice Pilot の乗船が義務づけられる。

(2) 航路の特徴と氷況

NSR の航路は、島と大陸の間、島と島の間の海峡を通るために狭隘であるとともに浅水域が多く、難所が多い。サニコフ海峡の水深は 13m である。海峡には氷が移動し溜まり易く、狭いだけでなく、氷況も厳しくなる傾向にある。ビルキツキー、ドミトリーラプテフ、ショカルスキー、サニコフの 4 海峡については砕氷船の先導が義務づけられている。海氷は 5 月に最も発達する。西側より東側の氷況が厳しくなる。図 1 に海域別、月別の平均値を例示した。これは図 2 に示す北航路に沿った約 40 年間の平均値である。東シベリア海が最も氷況が厳しく、

平均氷厚は冬期、約 1.8m に達する。航海時の視程は、霧、極夜により一般海域に比べると劣る。また大陸沿岸は平坦であり、レーダーの目標となるものが少ない。

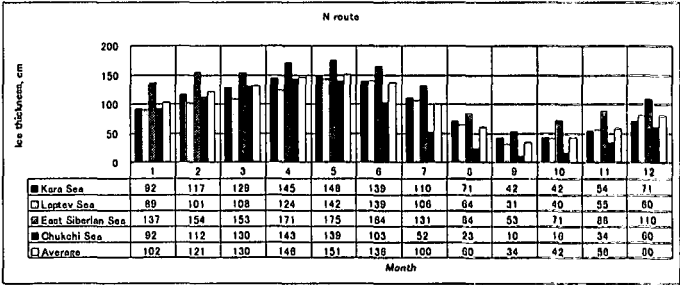


図 1 海域別、月別の平均氷厚の分布（北航路）

(3) NSR の砕氷船

ロシアは世界最大の砕氷船保有国である。表1に主要なNSRの砕氷船を示す。世界最強の馬力を誇るアルクチカクラスの原子力を始め約10隻以上の砕氷船が稼働可能である。現在のNSRの荷動きは、1996年のデータで164万トンであり、1987年の最盛期の約4分の1まで下落しており、外国の船舶に対して、サービスを提供しても十分な砕氷船の数と言える。砕氷船はロシア政府が所有し、民間の船会社が運航することになっているが、財政危機から政府から維持費滞納、維持の捻出に直面しており、将来的なリプレース問題に対する対処も問題になって来ている。

表 1 NSR の砕氷船

船名	所属	建造年	推進システム/軸馬力(PS)	備考
Arktika	MSC	1973	原子力/75,000	2000年に退役予定
Sibir	MSC	1977	原子力/75,000	2000年に退役予定
Russiya	MSC	1983	原子力/75,000	NSRにて使用
Sovetkiy Soyuz	MSC	1990	原子力/75,000	NSRにて使用
Yamal	MSC	1993	原子力/75,000	NSRにて使用
Taymyr	MSC	1989	原子力/44,000	沿岸氷型
Vaygach	MSC	1990	原子力/44,000	沿岸氷型
Yermak	FESCO	1974	ディーゼル・電気/41,400	2000年に退役予定
Admiral Makarov	FESCO	1975	ディーゼル・電気/41,400	
Krasin	FESCO	1976	ディーゼル・電気/41,400	
Kapitan Solokin	MSC	1977	ディーゼル・電気/24,800	WAAS船型に改造
Kapitan Nikolae	MSC	1978	ディーゼル・電気/24,800	Comical船型に改造
Kapitan Dranitsyn	MSC	1980	ディーゼル・電気/24,800	
Kapitan Khlebnikov	FESCO	1981	ディーゼル・電気/24,800	

3. 運航シミュレーション

本章では、本題である運航シミュレーションの前提とその結果を述べる。詳細は報告書などを参照されたい。

(1) 航路

航路は以下の 4 航路を用いた。

- Northerly transit route (北航路)
- Southerly transit route (南航路)
- East regional route (東地域航路)
- West regional route (西地域航路)

4 航路を図 2 に示す。北航路は比較的高緯度の航路で船の喫水が 12.5m まで、南航路は低緯度のロシア沿岸航路で船の喫水が 9.0m まで可能な様に設定された。東地域航路と西地域航路は南航路の一部で、各々Hamburg～Dikson、横浜～Tiksi の航路である。NSR は Chukchi 海から Kara 海までである。4 航路

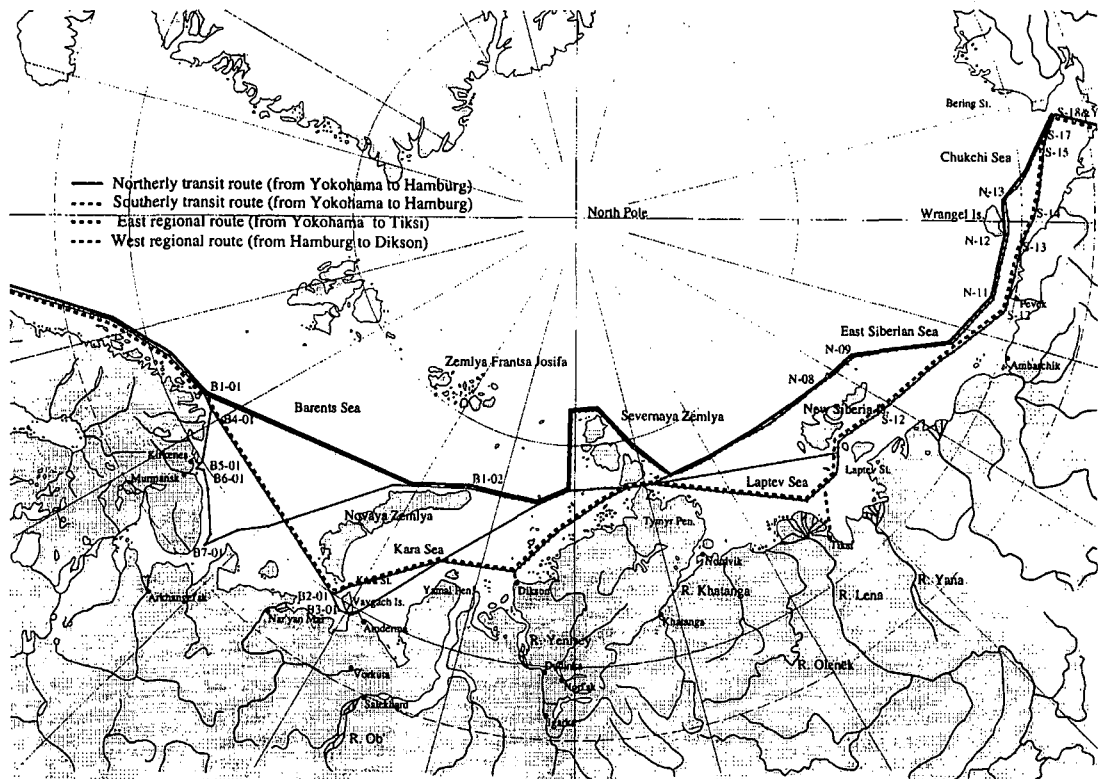


図2 想定した4つの航路

中における NSR の距離を表2に示す。NSR 内の航路には 20 海里ごとに分割し、環境データを設定した。

表2 4航路の区間と距離

Route name	Route points	Distance within the NSR (NM)	Distance outside the NSR (NM)	Total distance (NM)
Northerly transit route	Hamburg to Yokohama	2,446 (34%)	4,750 (66%)	7,196
Southerly transit route	Hamburg to Yokohama	2,680 (37%)	4,650 (63%)	7,330
East regional route	Hamburg to Dikson	1,326 (33%)	2,694 (67%)	4,020
West regional route	Yokohama to Tiksi	468 (20%)	1,929 (80%)	2,397

(2) 環境データ

環境データはロシアが提供した、1953 年～1990 年の航路上各セグメントの月別平均値を用いた。シミュレーションには積算感度、1 年氷平均密接度、多年氷平均密接度、平均氷厚、氷盤サイズ、氷丘高さ、平均リッジ密度の7つのパラメータを用いた。

(3) 貨物の種類

ロシアの分析結果などから、NSR 輸送貨物の活性化のシナリオとしては、定期性、定時性を必要としない、温度差に強いバルク貨物の増大から始まると仮定した。

(4) 砕氷貨物船

船種は NSR の将来物流予測からバルクキャリアーを想定し、40,000DWT 及び 25,000DWT の砕氷型バルクコンテナ (40BC, 25BC) と 50,000DWT 砕

氷型バルカー (50BC) の計3隻を用いた。主要目を表3に示す。

表3 3船種と砕氷船の主要目

Parameter	Unit	Ship			
		25BC	40BC	50BC	Arktika
Loa	m	199.9	206.5	252.0	148.0
Lpp	m	184.1	186.1	240.0	136.0
Length of bow region	m	36.8	51.1	24.6	35.5
Length of parallel part	m	86.1	50.0	62.6	65.0
B	m	25.1	27.5	30.0	28.0
D	m	15.0	16.0	18.8	17.2
d	m	9.0	12.5	12.5	11.0
Stem angle	deg	30.0	30.0	25.0	24.0
Waterline entrance angle	deg	52.0	50.0	43.0	40.0
Cb		0.813	0.751	0.767	0.546
Cm		0.995	0.998	0.978	0.900
Cp		0.817	0.751	0.784	0.607
Cwp		0.949	0.932	0.847	0.701
Speed in open water	knot	14.50	14.50	17.00	20.80
Number of propellers		2	2	1	3
Propeller diameter	m	5.2	5.8	7.1	5.3
Shaft power	kW	24000	28000	18400	49000
Displacement	MT	35700	52000	70960	23460
Gross tonnage	GT	21000	22600	31000	-
Cargo tonnage	MT	21500	36000	47000	-
Fuel consumption of main engine	g/ps/hour	187.1	187.1	171.2	-
Fuel consumption of GE (sea going)	MT/day	-	-	1.54	-
Fuel consumption of GE (port)	MT/day	3.81	3.81	3.08	-

砕氷型バルクコンテナ40BC (図3)

本船は北航路を対象に喫水 12.5m とし8ヶ月間単独航行できる砕氷能力を有することを条件として計画された。推進システムは電気推進で、出力 14MW の電動モーターをボッドの中に収めた 360 度回転可能な Azipod と呼ばれる推進器を2基装備している。このため、舵が無く旋回性が極めて優れている。また、比較的穏やかな1年氷の中では船尾を先頭にして砕氷する船尾モードの推進方式を取ることも可能である。多年氷の中では、強固な多年氷が Azipod に衝突して損傷を受ける危険性があり、通常の船首

モードの推進方式を採用する。砕氷能力は水槽試験により、船首モードでは厚さ 1.2m の平坦氷を 5.8 knot、船尾モードでは厚さ 1.8m の平坦氷を船速 2.1 knot で連続砕氷可能と確認された。氷丘突破性能については、キール深さ 15m の 1 年性氷丘を突破するために 3 回のラミングを必要とする。平水中の性能は出力 15.8MW(21,500PS)で 15%シーマージンを考慮して船速 14.5knot である。

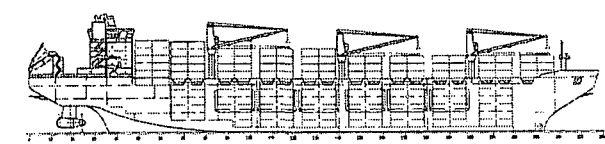


図 3 砕氷型バルクコンテナー

砕氷型バルクコンテナー25BC

本船は南航路、東航路及び西航路を対象に喫水 9.0m とし、40BC と同一の砕氷能力を有するように計画された。一般配置は 40BC と類似しているが、 L_{pp} が 1.9m、B が 2.4m、D が 4m、40BC より小さい。性能は水槽試験を実施せず 40BC の性能より推定した。

砕氷型バルカー50BC (図 4)

本船は北航路を対象とした喫水 12.5m、50,000DWT 型の砕氷貨物船である。船型は砕氷性能の優れたスプーン形状船首と平水中性能が優れた従来型船首のフレームラインを取り入れた船型で、船尾形状は旋回性能が優れた比較的フレアー角度の大きい形状とした。推進システムはディーゼル直結 4 翼 FPP である。水槽試験より、砕氷能力は厚さ 1.2m の平坦氷を船速 3 knot で連続砕氷可能で、平水中性能は出力 25,000PS (18.4MW)で 15%シーマージンを考慮して船速 17.0 knot である。40BC、25BC が砕氷能力重視の船型に対し、本船は平水中推進性能重視の船型である。

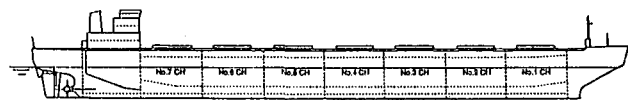


図 4 50,000DWT 砕氷型バルカー

(5) 運航コスト

表 4 に本シミュレーションで用いた運航コストを示す。運航コストは資本費、船員費、メンテナンス費、保険費、燃料費、砕氷船エスコート費、港費から構成される。船社の協力を得て、最新の市場値を使った。保険費は重要な項目であるが NSR の事故率が公表されていないので推測が困難であったが、ここでは全損率を 0.1%と仮定して推定した。結果的にはスエズ運河経由の 2 倍の値となった。

表 4 3 船種の運航コスト一覧

COST	Unit	25BC	40BC	50BC
Ship price	M\$	57	66	30
Capital cost	M\$/year	6.45	7.46	3.39
Crewing cost	k\$/day	4.21	4.21	4.38
Maintenance cost	k\$/year	473	493	560
Insurance cost				
*NSR	\$/GT/year k\$/year	10 210.0	10 226.0	10 310.0
*SUEZ route	\$/GT/year k\$/year	5.7 119.7	5.5 124.3	4.8 148.8
Fuel unit cost	\$/ton	91	91	91
Port dues				
*Hamburg (6days)	k\$/stop	78.2	84.2	113.1
*Dikson (4days)	k\$/stop	19.2	--	--
*Tiksi (4days)	k\$/stop	19.2	--	--
*Yokohama (6days)	k\$/stop	44.5	47.4	59.7
SUEZ canal transit tolls	k\$/transit	122	127	139
Number of crews	person	24	24	25
Gross tonnage	GT	21,000	22,600	31,000

砕氷船エスコート費

砕氷船エスコート費は、Icebreaker tariff (タリフ)、Ice pilot fee から構成される。タリフはエスコートを受ける船の総トン数、アイスクラス、航海時期及び航路によって定まる。表 5 に現行のタリフテーブルを示す。20,000GT までしか規定されていないが、本シミュレーションの対象船は全て 20,000GT 以上であるので、これらの値を外挿してタリフを求めたが、高すぎるので更に 26%減じた値をシミュレーションでは用いた。

表 5 砕氷船の料科

Ice class of vessel	Register tonnage(GT)		Cost of leading USD/GT		
			Summer		Winter
	From	to	Entire NSR	Part of NSR	
Icebreaker	5001	6000	7.26	4.36	6.53
	10001	11000	6.58	3.95	5.92
	19001	20000	5.49	3.29	4.94
ULA	5001	6000	9.98	6.49	9.73
	10001	11000	9.04	5.88	8.82
	19001	20000	7.54	4.90	7.36
UL	5001	6000	18.15	11.80	17.70
	10001	11000	16.44	10.68	16.03
	19001	20000	13.72	8.92	13.37
LI	5001	6000	22.69	15.88	23.82
	10001	11000	20.55	14.38	21.58
	19001	20000	17.15	12.00	18.00

(6) 船速の推定

この種のシミュレーションでは船速と氷況の関係を正確に推定することが最も重要である。ここではカナダで用いられている Ice Numeral(IN)の考え方を参考にし、更に氷丘、氷強度、操船性、氷盤圧力などを加味し改良した。IN は小さくなるほど航海難易度が高い氷況を表し、また同じ氷況でも砕氷能力の低い船ほど IN が小さくなる仕組みになっている。IN が負になると航行が危険な海域と判断される。ここでは環境データより Ice Index を求め、船速コードを用いて、Ice Index と船速分布の関係を表すチャートを計算により求め、それをシミュレーションプログラムの中に組み込んで計算を効率化した。Ice Index は次に示す 3 種類の Ice Index : I_A 、 I_B 、 I_C から構成した。

$$I = I_A + I_B + I_C$$

I_A : 1 年氷及び多年氷の影響を表す Ice Index
 I_B : 氷丘の影響を表す Ice Index
 I_C : 積算感度（曲げ強度、圧縮強度）の影響を表す Ice Index

40BC の Ice Index と船速の関係を示すチャートを図 5 に例示する。船速は 2 階級ごとの Ice Index に対応して整理した。船速はある階級の Ice Index に対して分布形状で求まるが、その分布を 5 段階の確率分布として整理した。

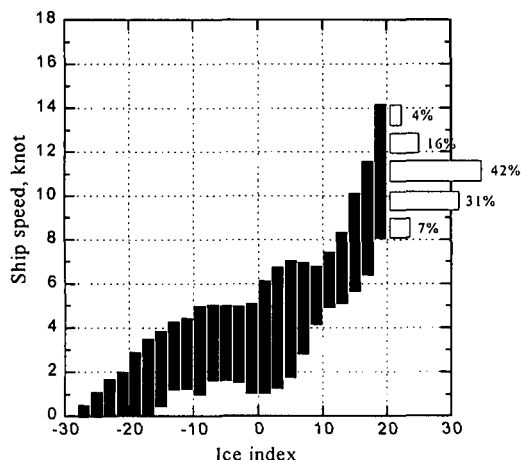


図 5 計算により求めた 40BC の Ice Index

(6) シミュレーション結果

本シミュレーションでは、航路の各セグメントの環境データと Ice Index によって算出される船速分布から航海時間の分布、運航コストの分布を計算し、これらを航路全体について積算して 1 航海のコスト確率分布を求めた。環境データとしては過去 38 年間のロシアの歴史的なデータを用いて、前述した仮定の 3 船種を走らせ各年における運航コストを求め、航路別、月別の平均船速、平均運賃を算定した。シミュレーションでは氷況が厳しくなり、砕氷船にエスコートされる場合の仮定を設ける必要があるが、ここでは砕氷貨物船が単独航海できるか否かの判定に Ice Index を用い、航行不能となる船速の下限は 3knots に設定した。またエスコートは 240 海里単位で判定した。エスコートを受けている間は、砕氷船の航行速度により、砕氷貨物船も移動できると仮定している。コスト計算では、資本費、船員費、メンテナンス費、保険費、燃料費、砕氷船エスコート費、港費を算出した。航海日数やエスコート日数に依存するコストは、1 航海のシミュレーションで計算された日数分布に単位コストを乗じて求めた。また、船の性能に依存するコストには

燃料費があるが、これはセグメントの燃料消費量分布を順次積算した 1 航海の燃料消費量分布に単位コストを乗じて求めた。運航コスト (freight cost) は年間総コストを年間の総輸送量で除して求めた貨物 1 トン当たりの所要コストとした。

ハンブルグと横浜を直接結ぶトランジットルートの結果を図 6 に示す。全航海日数には出入港に要する 6 日を含む結果である。

25BC, 40BC, 50BC の月別の平均航海日数とその内訳を見ると、40BC では、最長の航海日数は 3 月の 44.1 日(内 NSR26.8 日), 最短は 9 月の 30.7 日(内 NSR15.7 日)である。50BC は最長が 3 月の 42.7 日(内 NSR27.3 日), 最短が 9 月の 28.8 日(内 NSR16.1 日)である。50BC より 40BC が NSR の通過時間は若干短いものの、全体の航海日数は 50BC が 40BC より約 2 日間短縮できる結果的になった。これは開水中の速力が、50BC の方が 40BC より約 2.5 ノット速いためであり、開水中の速度が経済性に大きく寄与することを示唆している。砕氷船の支援日数は氷況の厳しさを表す。25BC と 40BC の砕氷能力はほぼ同等である。北航路と南航路を比較すると 12 月～5 月までは、25BC が走る南航路の砕氷船支援日数が長く、6 月～11 月までは逆に 40BC の北航路の支援日数が長くなる。冬期は、南航路は沿岸定着氷が発達し氷況が厳しくなるのに対して、北航路は沿岸定着氷の外縁を通るポリニアの多い海域に沿う航路であることから、航海に有利であると考えられる。夏期は沿岸部に沿い開水域が発達することから、沿岸部の方が有利であると言える。12 月～5 月の冬期は、各海域ともに航海速度は 4～7 ノットの範囲であり、Laptev 海 の速度が若干速くなる。冬期は砕氷船のエスコートを受ける時間が長いので、砕氷船の航海速度が、速度傾向の支配的な因子となる。

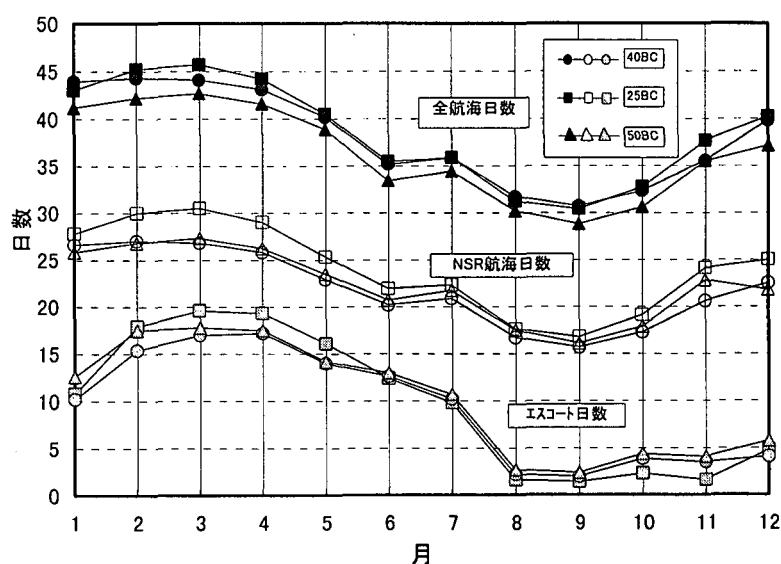


図 6 3 船種の月別平均航海日数とその内訳
(1957～1990 年の平均値)

8～10 月の夏場は最も氷況が緩やかで、50BC では 9～14 ノットに達する。

図 7 に船種別、月別の運賃を示す。資本費の最も安価であり、貨物容積が大きな 50BC の運航コストが最も優位であり、9 月が最小で 18.9 \$/ton となる。

図 8 には東及び西地域航路の全航海日数とその内訳を示す。東地域航路は砕氷船のエスコート平均日数は 0.9～11.2 日と比較的長く、東 NSR が氷況の厳しい海域であることが分る。一方、西地域航路はカラ海だけを通るので東に比べると氷況は遥かに穏やかで、砕氷船のエスコートを受ける平均日数も 0.7～2 日であり、氷況の穏やかな年には砕氷船のエスコートなしで通年航行も可能である。船速も西地域航路については 2～5 月のみが 4～6 ノットの範囲であるが、それ以外の季節では 10 ノット前後の航海が可能である。

東及び西地域航路の月別の運航コストを図 9 に示す。

航海距離が違うので直接の対比は意味がないが、東地域航路では 33～42\$/t、西地域航路では 21～30 \$/ton の範囲で変化する。

(8) シミュレーションのまとめ

NSR の運航コストに最も大きな影響を与える因子は資本費である。砕氷能力を向上させると、主機馬力、船殻重量も増加し、資本費が大きく増加する。40BC と 50BC の載荷トン数あたりの年間資本費を比較すると前者が 207 \$/ton/year、後者が 72 \$/ton/year である。約 3 倍の違いがある。砕氷能力を上げたために、40BC 建造費用が 50BC の約 2 倍要することが原因である。資本費と砕氷能力については、対比して考える必要がある。40BC と 50BC の砕氷船のエスコート日数は冬期が最も差異があるが、一航海について最大で 2 日程度であり、夏期は殆ど差がなくなる。船速が 3 ノット以下になると直ちに砕氷船のエスコートが得られると仮定したことが影響していることは否めないが、40BC の砕氷能力の優位性が発揮できない結果となった。砕氷船がエスコートに現れるまでのスタンバイ日数が数日を要するようであれば、40BC が優位な結果になることも考えられる。現在、

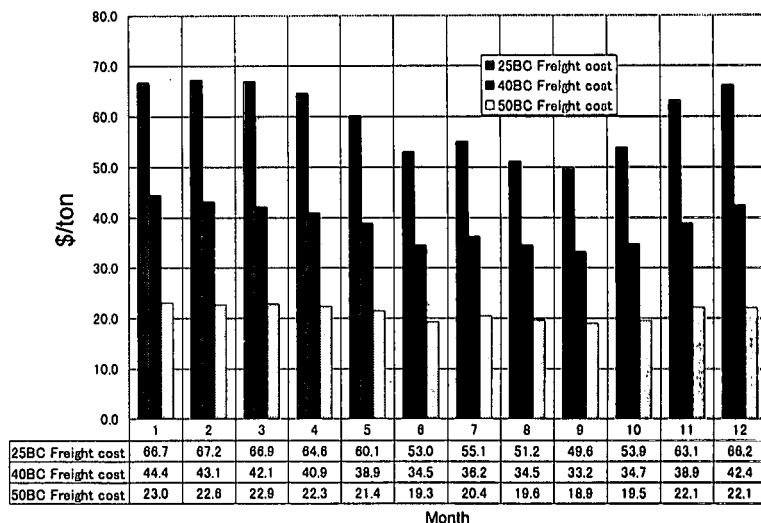


図 7 トランジットルート of 月別運航コスト

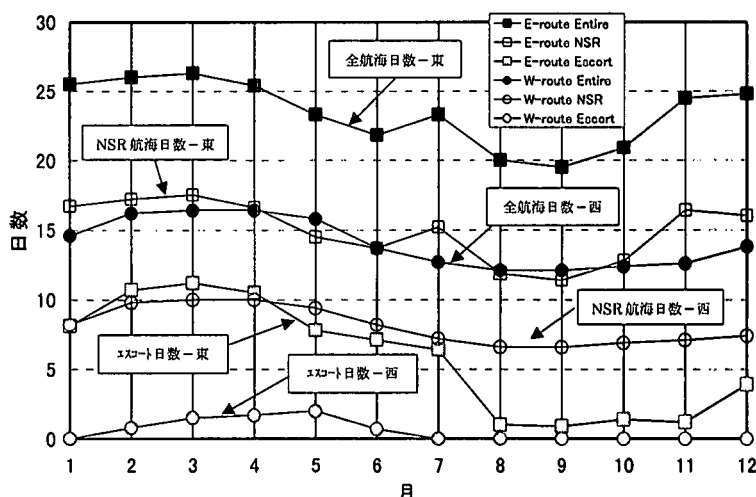


図 8 東地域航路、西地域航路の月別平均航海日数とその内訳 (1957～1990 年の平均値)

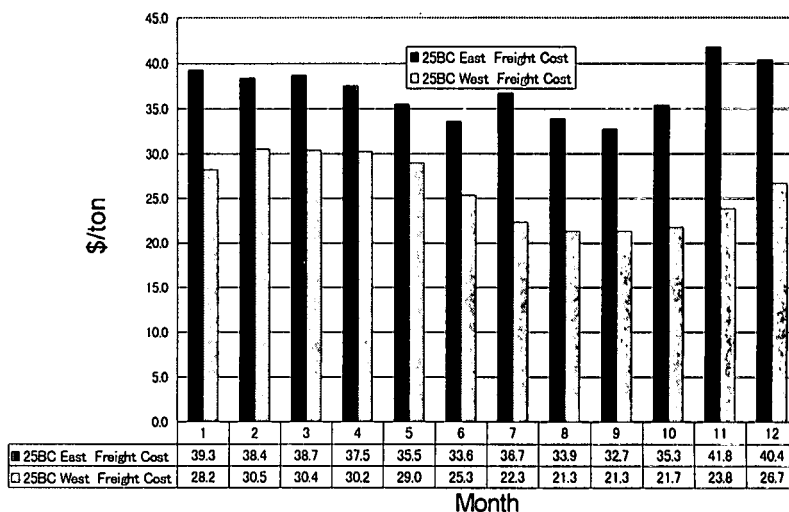


図 9 東地域航路、西地域航路の月別平均航海日数とその内訳 (1957～1990 年の平均値)

ロシアが提案しているように砕氷船のエスコート費用がその日数に拘わらず、定額で確実に砕氷船の支援が受けられるようであれば、砕氷能力は中程度として、平水中の性能を向上させることが得策と言える。砕氷船のエスコート費用については、本シミュレーションで提案しているように、50BC のハンディサイズバルカーで 5\$/GT 程度が実現できれば、トランジットでは、夏場は十分、スエズ運河を通る通常のハンディサイズバルカーに対して競争力を有しているものと思われる。通年で見れば、NSR を季節的に利用する場合も、スエズ航路を通るハンディサイズバルカーと比較すると、10%程度割だかの結果となる。ただし、冬期は NSR 通行中の約 7 割程度が砕氷船のエスコートを受けることになり、現在、ロシアが提案しているような定額によるエスコートが非現実的なものとなろう。一方、地域航路について見れば、25BC はほぼ通年航行が砕氷船のエスコートなしで可能である。このような場合でも NSR の通行料を支払う必要があるのか疑問が残るところである。エスコート時間当たりとするか定額とするかなど、砕氷船のエスコート費用の課金方法は、本シミュレーションのような考察を得て設定されるべきで、現在の設定方法には疑問が残るところである。

4. 今後の課題

現在稼働している NSR の砕氷船の幅の制約から、ヨーロッパと日本を直接結ぶ最大の船型は、所謂、ハンディサイズと呼ばれる 50,000DWT の貨物船である。その場合の運賃は運航シミュレーションに示したように、夏期で 18.9\$/ton である。本論文には示さなかったが、冬期、スエズ運河を通航するよに最適化を計ると通年ベースで 21\$/ton になる。一方、耐氷型でない通常船型のハンディサイズバルクの運賃を推定すると 18.1\$/ton 程度であり、NSR の方が 10%程度割高になる。またスエズ運河を通過できる最大の船型は約 15 万 DWT と、ハンディサイズバルカーの約 3 倍の積載量がある貨物船が運航可能であり、更に運賃は割安となる。従って、単純なコスト比較からは、NSR は現時点では、スエズ運河の代わるものとしての評価はできないとする海運会社の意見が大勢である。また、NSR の運航に関わる諸制度が未熟な所から、まだ実用レベルに達していないと判断する海運業界の意見もある。現在、ロシアでは次世代の砕氷船の検討が行われている。経済情勢から実現には、なお時間を要するが、より幅広の砕氷船が NSR のサービスに従事するようになれば 10 万 DWT 程度の貨物船の運航が可能になり、更に、運賃引き下げが可能になろう。また耐氷船の最大の欠点は、開水中（氷のない状態）での燃費が通常船舶に比較すると、大きく劣る点である。これは、技術開発により、将来、大いに改善されることが期待できる。NSR に関する運用制度には海運会社等から多くの不満が寄せられているが、ロシア運輸省も現行制度改善の方向にあり、将来の変革が期待できる。

ロシアはなんと言っても、大変な資源大国である。NSR 沿岸部からの大量輸送には船に代わる手段はない。現に西 NSR では、フィンランド、ロシアの合併会社がヤマル半島からの石油輸送事業に着手しており、2 万トンクラスの砕氷型タンカー 2 隻を、試験的に運航している。東シベリアの資源探査は、未だ手付かずの状態である。21 世紀には、東シベリア沿岸部での資源開発に伴う NSR の利用が期待できる。またシベリア内陸部の開発に伴ない、大型機械の輸送が必要である。NSR とエニセイ川などの大河を組み合わせた複合一貫輸送システムを期待するシナリオもある⁴⁾。

今後、NSR をどう利用して行くかは、海運会社と荷主の判断に委ねらねる部分が大きいが、長い目で、NSR の運用制度と技術の変革を見守る必要がある。

謝辞：NSR の運航シミュレーションを実施するに当たっては「北極海航路開発調査委員会」（委員長：藤田 譲 東京大学名誉教授、北川弘光 北海道大学教授（当時））の各委員から有益な助言を得た。この場を借り感謝の意を表したい。尚、本研究は競艇公益資金による日本財団の補助事業として、シップ・アンド・オーシャン財団が実施し、同財団からの委託を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) Ostreng, W. et al.: The Natural and Societal Challenges of the Northern Sea Route, Kluwer Academic Publishers, ISBN-0-7923-6112-1, 1999
- 2) シップ・アンド・オーシャン財団編：「北極海航路－東アジアとヨーロッパを結ぶ最短の海の道」, 2000 年 3 月
- 3) Kamesaki, K. et al.: Simulation of NSR Navigation Based on Year Round and Seasonal Operation Scenarios, INSROP Working Paper No.164, 1999
- 4) 鈴木克利：「複合一貫輸送システムにおける北極海航路の可能性」, 北極海航路フォーラム, 配布資料, 2000 年 3 月