

北極海航路における氷海航行と経済合理性

大塚夏彦¹、森下裕士²、舘山一孝³

¹北日本港湾コンサルタント株式会社

²北見工業大学大学院

³北見工業大学

Navigability and Economic Feasibility of the Northern Sea Route

Natsuhiko OTSUKA¹, Hiroshi MORISHITA², Kazutaka TATEYAMA³

¹North Japan Port Consultants Co., Ltd.

²Graduate School of the KITAMI Institute of Technology

³The KITAMI Institute of Technology

Feasibility of the Northern Sea route is examined in terms of navigability and shipping cost. Parameter which multiplying sea ice concentration by sea ice thickness along the Northern Sea Route showed good relationship between actual ship speed that detected by satellite AIS. And shipping cost of iron ore, liquid bulk, finished car, LNG and container via the Northern Sea Route is analyzed and compared with existing shipping route scenarios.

1. はじめに

北極海の夏期海氷勢力減退が進むなか、2010年以來、北極海航路を利用した欧州・アジア間の天然資源および関連貨物の輸送が実施されるようになり、2013年には71航海、136万トンの貨物が輸送されるまでに増大した。しかし2014年～2015年は一転、北極海航路を横断した欧州・アジア間の輸送は激減した。これは、北極海航路が商用航路として失格の評価を受けたわけではなく、アジア地域の天然資源需要、ならびに船舶燃料・天然資源・アジア欧州間海上輸送価格市場の下落や、対ロシア経済制裁を市場が嫌ったことなどが生じたためと考えられる。一方この間に、北極海航路航行に関する多くの情報や経験が蓄積されるとともに、沿岸国ロシアの航行管理制度も更新され、北極海航路は未開・未知の領域ではなくなってきた。本論では、最近の実際の航行記録および海氷状況をもとに北極海航路の航行実態を明らかにし、北極海航路における氷海航行の実行可能性を検討した。さらに、北極海航路を利用する各種貨物を想定し、その輸送コストについて、既往南回り航路による輸送コストと比較分析を行い、北極海航路の経済合理性ならびに実現可能性について考察した。

2. 北極海航路の航行

近年、北極海航路の夏期の航行は6月末～11月末の約5ヵ月間となっている。また、2010年以降の北極海航路を横断した航海の平均速度は、8月以降は約10kn、海氷の状況がまだ厳しい6～7月は航海日数が多くなっているが、8月以降は安定して約10日間の航行時間で横断航行が完了している（Figure1）。

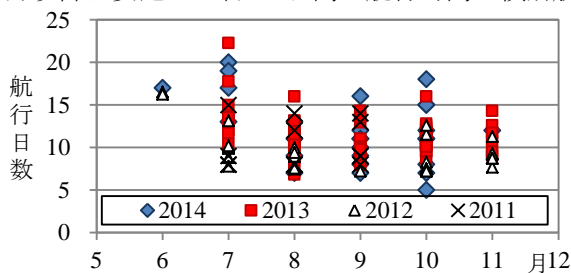


Figure 1. 北極海航路横断航行日数.

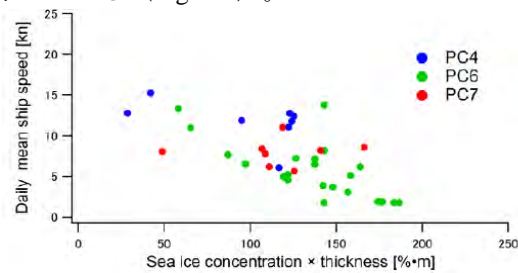


Figure 2 [密度×氷厚]と船速の関係

筆者らは2014年から、北極海航路を航行する船舶の実際の航行位置及び船速を衛星AISにて取得してきた。このうち2014年6～8月及び10月における19隻の航行事例について、航行位置における海氷密度及び氷厚と航行速度の関係を分析した。ここに、海氷密度は衛星搭載マイクロ波放射計AMSR2観測データを基にJAXAが提供する10km×10km精度の日平均データを利用、海氷厚は推定式（R. A. Krishfield, 2014）を用いて同じくAMSR2の輝度温度から計算した。海氷密度と氷厚を乗じたパラメータと、日平均の船速の関係を調べた結果をFigure 2に示す。アイスクラスPC4の船は、海氷があっても夏期なら単独航行する能力があり、この事例の中では氷況によらず10kn程度を超える速度で航行する傾向が見られる。一方、アイスクラスPC6～7の船は、海氷状況が厳しい場合はロシアの砕氷船支援を受けることになるが、航行速度は氷況が厳しくなるにつれて低下する特徴が確認できる（大塚ほか、2015）。こうした情報を蓄積・分析することにより、数値モデルによる航行シミュレーションと合わ

せて、単独航行並びに砕氷船支援での航行に関し、安全に航行できる限界や安定的に航行できる速度などを定量的に評価・予測することが可能となるであろう。

3. 北極海航路による輸送コストの分析

北極海航路の大きな特徴は、欧州北部の主要港と東アジア主要港との間の距離が 30~40%短縮されることである。そこで欧州及び北極圏と東アジアの間で輸送され得る貨物として、鉄鉱石、液体バルク、完成自動車、LNG、コンテナを取り上げ、海上輸送コストの比較分析を行った。鉄鋼石及び液体バルク輸送は産地と消費地間の 1 対 1 の輸送となり、同じ産地と消費地であれば、距離の短い北極海航路輸送は、燃油費の削減効果が大きく発現し、加えて輸送日数短縮による船の原価償却費や操船経費の削減も加わり、スエズ運河を使う既往航路よりも輸送コストは有利となる。ただし、ロシアの砕氷船支援料がスエズ通航料と同程度であることが求められる。また、既往航路が大型船にてコスト減を図っても、それと同等程度の輸送コストが実現できる。完成自動車の場合、輸送コストに占める船体償却費の割合が大きくなり、燃料費だけでなく輸送日数削減によってコスト削減が実現できる(Nagakawa et al., 2015.)。LNG はその傾向がさらに大きくなる。したがって、今後北極海で生産されるヤマル LNG のアジア地域への輸送コストは、LNG タンカーが短い期間で輸送できるかどうかによって、距離がわずかに遠い中東産 LNG の輸送コストと競合できるかが決まるであろう(Otsuka et al., 2015)。

一方コンテナ輸送においては、北極海を航行可能な規模の船型として 4000TEU 級の耐氷船を想定し、夏は北極海、冬はスエズ運河を通る通年運航モデル、スエズ航路については現行規模の船型(9,000~19,000TEU))を取り上げて検討した。この結果、4000TEU 耐氷コンテナ船による通年運航は、9,000TEU 級船によるスエズ運河利用時と同等程度の輸送コストとなった。しかし近年、アジア・欧州航路には 20,000TEU 級の超大型船が導入され始めた。この超大型船は、定格航行速度を下げても最適化した船型と高効率のエンジンにより、輸送コストを劇的に下げるものとなった。このため、北極海航路によるコンテナ輸送は、今後の海上輸送市場の環境動向によって、経済合理性を持ちうるか流動的となっている(Table 2) (古市・大塚, 2015)。

Table 1. 北極海航路による輸送コスト分析

シナリオ	鉄鉱石(USD/ton)		液体バルク(USD/ton)		完成自動車(USD/car)		LNG(USD/m ³)		コンテナ(USD/TEU)	
	NSR 北欧~日本	既往 アジア産	NSR スエズ 欧州~日本	スエズ	NSR スエズ 欧州~日本	スエズ	NSR ヤマル~日本	カタール	NSR スエズ 欧州~日本	スエズ
船型	7.5 万 DWT	25 万 DWT	10 万 DWT		3800CEU	6500CEU	砕氷型 17 万 m ³	14.7 万 m ³	4000TEU	9000TEU 20000TEU
距離	6,135NM	12,694NM	8,125NM	12,337NM	7,107NM	11,617NM	5,084NM	6,670NM	7,356NM	11,417NM
輸送コスト	14.6	13.5	18.3	27.1	330	389	23.7	17.5	1,186	1,109 715

※コンテナ輸送コストの上段は 9,000TEU 船,下段は 20,000TEU 船のもの

4. まとめ

北極海航路の氷況と航行可能性の関係についての知見が集まるようになり、計画的に航行できる可能性が出てきた。実際の航行環境も緩和する傾向にあり、夏期は安定的に航行されている。北極海航路輸送コストの分析では、バルク系貨物でのコスト優位性が確認できた。さらに、それ以外の各種貨物についても、利用可能性を検討した。なかでも北極海産 LNG は、アジア及び欧州への通年輸送開始が間近となっている。その経済合理性では、北極海での航行速度が速まることで、輸送コスト面での経済性を高めることを示した。ただしコンテナについては、世界のコンテナ輸送市場の動向次第で大きく合理性が変わる状況である。またいずれの貨物事例においても、北極海航路の航行能力を定量的に評価及び計画する技術が重要な要素となる。

References

- Krishfield, R. A., Deterioration of perennial sea ice in the Beaufort Gyre from 2003 to 2012 and its impact on the oceanic freshwater cycle. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 1271-1305, 2014.
- 大塚夏彦、永川圭介、森下裕士、北極海航路の近年の航行動向と展望、第 25 回海洋工学シンポジウム、日本海洋学会・日本船舶海洋工学会、2015.
- Nagakawa, K. et al., Shipping Cost Analysis of Northern Sea Route; Iron Ore and PCC, 30th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice, 2015.
- Otsuka, N. et.al., Shipping Cost Analysis of Northern Sea Route; LNG and Naphtha, 30th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice, 2015.
- 古市正彦、大塚夏彦、東アジア~欧州航路における NSR・SCR 組合せ輸送の経済的フィージビリティーコンテナ輸送、完成自動車輸送、LNG 輸送一、第 49 回土木計画学研究発表会、2015.