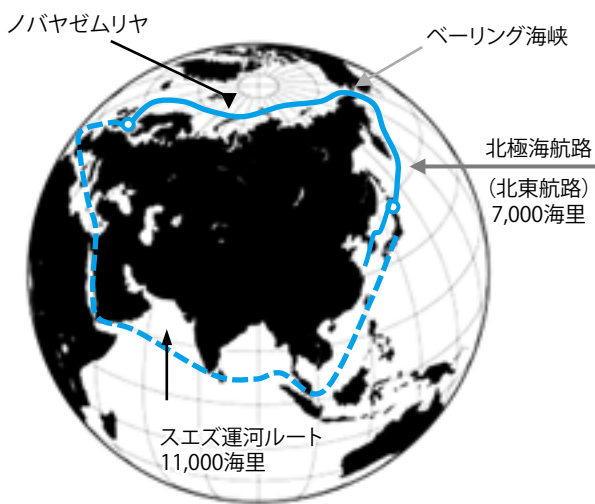


## 北極海航路における 北海道・欧州間海上 輸送モデルの提案



大塚 夏彦 (おおつか なつひこ)

北海道大学北極域研究センター教授

港湾・海洋土木会社に10年、港湾・漁港整備に関するコンサルタントに24年勤務し、2016年より現職。北極海航路を中心に、北極域の持続的利用をテーマとして工学・人文社会科学を横断した研究を進める。

### はじめに

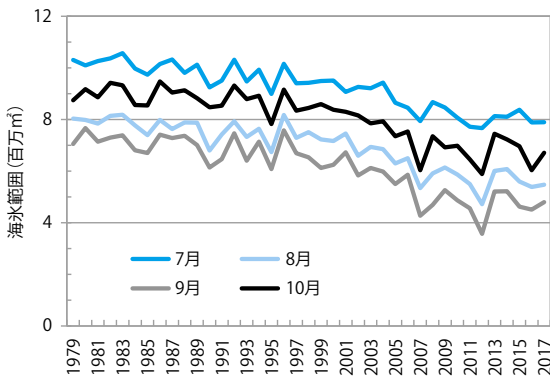
気候変動に関する政府間パネル第5次評価報告書 (IPCC AR5)<sup>1)</sup> は、多くの不確実性を内包しつつも、地球の気候システムの温暖化には疑う余地はなく、大気と海洋の温暖化、雪氷量の減少、海面水位の上昇、温室効果ガス濃度の上昇が継続していることを指摘した。また、この地球の温暖化傾向は、極域において特に顕著に表れていることがわかっている。北極域の環境変化は、約400万人といわれる北極域住民の伝統文化・社会・経済に大きな影響をもたらそうとしている。同時に、北極の気候システムの変化は、私たちが住む中緯度地域の異常気象発生にも関わることがわかってきた。また、北極海の航路や観光への利用や石油・天然ガス開発の機会が拡大するとともに、産業利用による環境・社会影響や、北極海における水産資源管理のありかたなどの問題も出現している。こうした北極域の気候システムと環境の変化の問題に取り組むためには、北極圏国だけではなく、非北極圏諸国を含めた議論の必要性が広く認識されるようになってきている。

近年の北極海では、従来は夏でも多くの海水に覆われていた海上輸送ルート (北極海航路、左図) が、夏期には海水に影響されずに航行できるようになりつつあり、国際的な注目を集めている。このルートによれば、現在の欧州・東アジア間の海上輸送距離を30～40%短縮でき、輸送費節約、輸送日数短縮、現行ルートにおける事故・災害・政争などのリスク回避などが期待できる。もしこれが本格的に実現すると、世界の海上輸送ネットワークの変化、欧州と東アジア間の新たな経済的連携関係の変化などにもつながる可能性がある。その際日本、特に北海道は、この北極海を利用する海上輸送ルートにおける東アジアの玄関口に位置している。しかし、この地理的優位性だけに依存して機会を待っているだけでは、おそらく日本や北海道は、この海上ルートのプレイヤーとしての地位を得ることはかなわない。現在のところ、この海上輸送ルートは、航行技術ならびに海上物流システムにおいて、国際的にも挑戦的な試みの段階にある。北海道は、実効的な

事業シナリオの議論の中で存在感を示し、国際的なプレイヤー間で確実に認知されることが求められる。本研究はこの北極海の航路利用をとりあげ、現況の分析と将来展望をもとに、北海道と欧州間の貨物輸送シナリオについて検討し、北海道がプレイヤーとなるための戦略の足掛かりについて検討したものである。

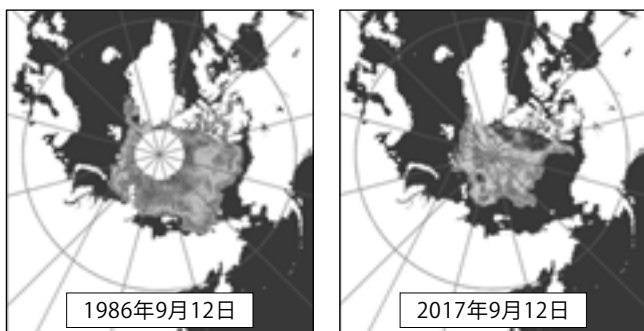
### 北極海の海水減少

北極海の海水面積は、衛星観測が始まった1970年代以来継続的に減少傾向を示し、特に21世紀に入ってから減少傾向が加速している（図1）。近年の北極海航路では、ほぼ毎年9月を中心に、航路上から海水がなくなる期間が出現している（図2）。IPCC AR5では、北極は他の地球の地域に比べて約2倍の速さで平均気温が上昇しており、科学的な不確実性を考慮しても、2050年代には夏期に北極海から海水がなくなる可能性のあることを指摘している。したがって本論では、北極海航路ルート上の海水条件は今後も緩和する傾向が続き、無氷状態になる期間は拡大すると想定することにした。



出所) The National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder, (NSIDC), [https://nsidc.org/data/seaice\\_index/archives.html](https://nsidc.org/data/seaice_index/archives.html) より著者作成。

図1 北極海の海水面積変化



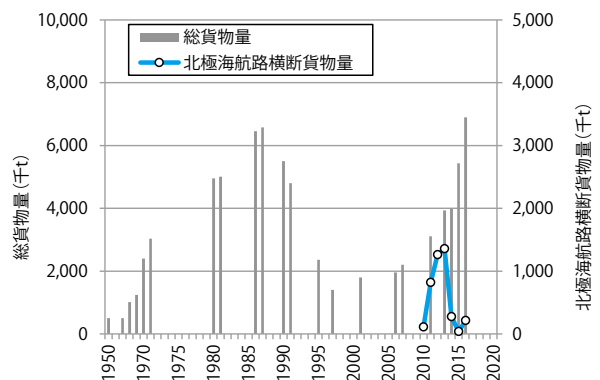
出所) 北極データアーカイブADS, <https://ads.nipr.ac.jp/vision/index.html?type=free> より著者作成。

図2 北極海の海水面積の比較

### 使われ始めた北極海航路

北極海を横断して大西洋と太平洋をつなぐ航路のうちロシアの沿岸海域を東西に結ぶルートを北東航路と呼んでいる。北極海航路とは北東航路のうち、沿岸国であるロシアが定義した区間の名称で、ノバヤゼムリヤ島の東岸を西端、ベーリング海峡を東端とする距離約2,300海里（約4,260km）のルートである。北極海航路の最も大きな特徴は、欧州北部と東アジアの主要港湾間距離を、現行のスエズ運河を通過するルートに比べて30～40%短縮できる点にある。

以前、北極海航路はロシア北極沿岸への国内輸送が主体で、国際的に利用されることはほぼなかった。しかし21世紀に入り、北極海の海水勢力減退が進行するとともに、中国の天然資源需要拡大に加え、船舶燃料価格高騰による燃料コスト削減が急務となり、国際的な関心が集まった。そして2010年、北極海航路による欧州・アジア間の貨物輸送の試験運航が実施され、これを契機に2013年にかけて北極海航路による欧州・アジア間の輸送が急拡大した（図3）。しかし2014年、船舶燃料価格の下落、中国の鉄鉱石需要減退、国際海上輸送価格の下落などから、北極海航路を通じた国際輸送の経済的の魅力は縮小し、輸送貨物量は急速に減退することとなった。にもかかわらず、北極海航路による総貨物量は継続して増大中である。これは、ロシア北極海沿岸における天然資源開発の拡大を背景に、ロシアを起終点とする資源開発関連貨物の輸送が活発化しているためである。



出所) NSRA(<http://www.nusra.ru/en/razresheniya/>)、CHNL Northern Sea Route Information Office(<http://www.arctic-lio.com/>)、Rosatomflot(<http://www.rosatomflot.ru/?lang=en>)より著者作成。

図3 北極海航路貨物量の変遷

### 北極海航路を航行できるか？

国際航海に従事する300t以上の船舶にはAIS (Automatic Identification System) \*1の搭載が義務付けられている。本研究では、このAISが発する信号を人工衛星で受信した衛星AIS情報を用い、北極海航路を航行する船舶の位置・速度を調査・分析した。実際の航海では、海水状況が厳しいときはロシアの原子力砕氷船が先行して海水を割ったり、押しつけて、後続する貨物船の航行を可能にしている (図4)。また船舶の航行可能速度は、海水が海面を覆う割合が大きくなるほど、また海水の厚さが厚くなるほど遅くなる。そこで船舶航行時の海水状況を、人工衛星による衛星観測データ<sup>2)</sup> から入手し、海水状況に応じた船舶の航行難易度を表すパラメータであるアイスインデックス\*2、<sup>3)</sup> を算出した。次に、これと船舶の航行速度とを比較分析することにより、航行可能速度との関係を推測した (図5 \*3)。



図4 砕氷船に先導されて航海するタンカー

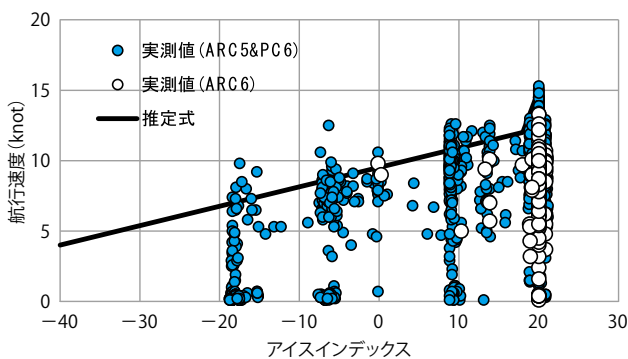


図5 航行可能速度の推定

**\* 1 AIS**

自動船舶識別装置。船名や進路などの航海情報を自動的に送受信し、他の船舶や地上施設と共有するシステム。

**\* 2 アイスインデックス**

カナダが定めた、船に対して氷海航行の可否を判定する指標 (Ice Numeral) を山口らが改良した指標。海水の海面上の割合、厚さ、強度などから算定する。

### 北極海航路の輸送コストは？

一般にバルク貨物と呼ばれる鉱石類や石油等の液体貨物の海上輸送コストの場合、燃料費が輸送コストの30%~50%程度を占める。これ以外の主なコストは、船体償却費、船員費などの運転経費、保全費、保険料、通航料や港湾費などで構成される。北極海航路を利用した場合には、氷海用の特別な貨物船を用いるため、通常の船よりも船体償却費が10~30%程度高額となる。さらに、砕氷船支援料・氷先案内料が加わる。その一方、距離短縮による燃料費の削減、輸送日数短縮による運転経費や船体償却費の削減が期待され、これがコスト増分よりも大きくなれば、輸送コスト削減が可能となる。

鉱石船、タンカー、自動車運搬船の場合について、欧州から日本への輸送コストを、スエズ運河ルートと北極海航路を使用した場合について比較した結果、北極海航路の距離短縮効果がコスト増を相殺し、北極海航路が優位になることが確認された。その効果は、燃料価格が高くなるほど、ループル建てで算定される砕氷船支援料はループル安が進むほど、また海水が少なく砕氷船支援料が軽減されるほど、顕著となる。また自動車運搬船のように船体建造費が高い場合には、輸送期間短縮による船体償却費減も効果的となる<sup>4)</sup>。

このように貨物の種別や輸送条件によって、北極海航路による輸送コスト削減の有効性が発現しうる。また海水条件の緩和により、北極海航行のコスト増要因も緩和する。しかし実際の輸送価格は多くの市場要因から形成されており、上記特徴がそのまま価格形成につながるとは限らない点に注意が必要である。

### コンテナ輸送には多くの課題

今日の国際物流の大きな割合を占めているコンテナ輸送は、毎週決まった日時に寄港するウィークリーの定時サービスを、ルート間 (本件ではアジア~欧州間) の多くの港に寄港して提供することを前提としている。ウィークリーサービスには多数のコンテナ船が必要となるが、氷海を航行できる構造・仕様を有しているコンテナ船は極めて少ないのが現状である。また北

**\* 3 ARC5、ARC6、PC6 (図-5)**

いずれも氷海船級を示す。氷海船級とは、船がどの程度の海水条件まで安全に航行できるかを定めた規格で、各国で規格が定められている。図では、代表的で同等な氷海船級の船の実測値を表示している。



極海航路が通るロシア沿岸には、コンテナ船が寄港して荷役するような港・都市がなく、寄港地はアジアと欧州に限られる。さらに、コンテナ輸送では通年運航も必須であるため、冬期は航行が困難な北極海航路では、対応できない。したがって、北極海航路を用いたコンテナ輸送サービスの可能性は、現時点では否定的である。

### コンテナ輸送シナリオと課題

北極海の夏期の海水減退はほぼ確定的であり、長期的には、北極海航路の利用可能期間の拡大と航行条件緩和が大きく進む可能性がある。この長期的状況のもとでは、北極海航路を通じた欧州・アジア間のコンテナ輸送は、輸送コスト、輸送日数短縮、シーレーン<sup>\*4</sup>確保などの点で優位となる可能性は否定できない。そこで本論では、東アジア側では苫小牧、上海、プサンの3港と、欧州側はハンブルグ（ドイツ）、ロッテルダム（オランダ）、フェリックストウ（英国）の3港を結ぶコンテナ輸送シナリオを検討した。就航船は、氷海に対応したコンテナ船（コンテナ4,000個積；4000TEU<sup>\*5</sup>型）7隻を投入し、夏期は北極海航路、冬期はスエズ運河を往復49日で航行し、ウィークリーサービスを実施する。このサービスは、現行では往復約80日を擁する輸送サービスに対し、夏は北極海航路による時間・距離短縮、冬は中間の寄港地がないことによる時間短縮をセールスポイントとしている。

このシナリオの運航可能性を、2014-2015年の平均的な海水状況と、前述の航行速度推定式を用いて検討したところ、北極海航路の航行は7月～11月の5カ月

間において実現可能となった。それ以外の期間のスエズ運河航行を含めた年間の輸送コストを、スエズ運河ルートを通年航行する現行の輸送サービスと比較した結果を図6に示す。北極海航路シナリオの輸送コストは、コンテナ8,000個積み（8,000TEU）船による現行サービスと同程度となるが、近年就航しはじめた超大型船（19,000TEU）に対し、輸送コストの競争ではかなわない結果となった。

今日、わが国の輸出入コンテナ貨物のうち、重量比3%、金額比では16～17%の貨物が、価格が9,000USD（米国ドル）/tonをこえる高額品となっている<sup>5)</sup>。北極海航路の成立要件は、こうした高額貨物を主体に速達性が価値拡大につながる貨物需要を生かしたビジネスモデルをつくることである。

以上の検討は日本の寄港地を苫小牧としている。これを横浜とした場合、北極海航路ルートでの総輸送距離は約200海里の増大、反対に冬期のスエズ運河ルートでは200海里の減少となり、苫小牧が有利になるのは夏期のみとなる。苫小牧を拠点とする北極海航路シナリオの成立には、夏と冬で寄港地が変わること、利用ルートが北極海航路（夏期）からスエズ運河ルート（冬期）に変わること前提に、船社や荷主の評価を得ることが必要になる。苫小牧が日本の寄港地となるためには、夏の運航における地理的優位性を足掛かりとして、日本の北極海航路への需要の拠点となる必要がある。同時に、北極海航路に関心を持つ欧州および中国や韓国の関係者の間におけるプレゼンスを高めることも不可欠である。

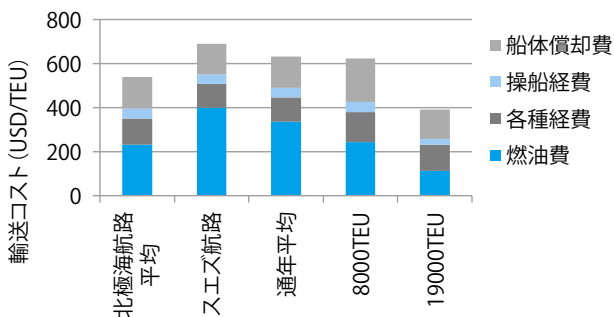


図6 コンテナ輸送シナリオの輸送コスト比較

\* 4 シーレーン  
 一国の通商上・戦略上、重要な価値があり、有事に際して確保すべき海上交通路。  
 \* 5 TEU  
 20フィートコンテナを1単位とし、コンテナ船の積載容量を表す単位。

### 参考文献

- 1) IPCC. : Climate Change 2013 The Physical Science Basis Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Summary for Policy Makers, 2013.
- 2) 北極データアーカイブADS, <https://ads.nipr.ac.jp/vision/index.html?type=free>
- 3) Yamaguchi, H. , Experimental voyage through Northern Sea Route. The Proceedings of INSROP Symposium Tokyo 95' , SHIP AND OCEAN FOUNDATION, 1996.
- 4) 大塚夏彦, 大西 富士夫, 泉山 耕, 北極海航路による海上輸送の変遷と特徴. 土木学会論文集B3 (海洋開発) 特集号 (Vol.73, No.2), 2017.
- 5) 古市正彦, 北極海航路におけるコンテナ輸送の展望と課題、第2回北極域研究共同推進拠点 北極域オープンセミナー、東京、2017。

\* 大塚夏彦 (2017) 「北極海航路による北海道・欧州間海上貨物輸送モデルの提案とその経済効果に関する研究」『北海道開発協会平成28年度助成研究論文集』（一財）北海道開発協会ホームページ