

令和元年6月14日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01276

研究課題名(和文)人工衛星収集船舶情報による北極海航路の現状及び航海シミュレーションへの利用

研究課題名(英文) Current Voyage Situation of the Northern Sea Route by Vessel Information Collected with Satellite and Its Utilization for Voyage Simulation

研究代表者

嶋田 陽一 (Shimada, Yoichi)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産大学校・助教

研究者番号：90455501

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：北極海航路の運航の現状を明らかにするために、人工衛星で収集された船舶情報時系列データである衛星AISを用いて北極海における船舶運航の現状を調べた。北極海の海水面積が最小となった年である2012年において北極海航路を航行した船舶であるタンカーに注目した。タンカーは海水密度が低い海域においてより速くなる傾向を示し、これは衛星AISデータ及び海水密度データを用いることによって海水域における運航状況のある程度説明できることが示唆される。これらのデータを用いて北極海航路周辺の海水域を航行する船舶の船体速度推定式を算出し、より現実的な航海シミュレーションを構築することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工衛星で収集された船舶情報時系列データ(衛星AISデータ)を用いて北極海航路における運航と海水状態の関係を明らかにした。そして、衛星AISデータ及び海水データを用いて海水域における船舶の船体速度推定式を算出し、過去の知見からこの推定式が概ね妥当であることを確認できた。この推定式を用いた北極海航路における航海シミュレーションによって、北極海を經由してヨーロッパとベーリング海峡の間における船舶の航行可能性及び航行時間等をより正確に予測できることが期待される。

研究成果の概要(英文)：To clear the current voyage situation on the Northern Sea Route, I examine the current voyage situation in the Arctic Ocean using satellite AIS data which is vessel information collected with satellite. The analysis year is 2012 when the sea ice area in the Arctic Ocean is the minimum. I focus on the tanker which went between the Europe and the Bering Strait via the Arctic Ocean. The tanker tended to voyage more quickly in the region with lower sea ice concentration. I suggest that the ship passage on the Northern Sea Route can explain to some extent with satellite AIS data and sea ice concentration. Using these data, I can estimate the ship speed in the sea ice area around the Northern Sea Route and construct more realistic voyage simulation.

研究分野：航海シミュレーション

キーワード：北極海航路 AIS 衛星AIS 航海シミュレーション 北極海 海水密度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

構築した北極海航路の航海シミュレーション結果より、北極海航路開通の最大要因はロシア本土と島から成る海峡周辺の海水分布であると示唆されるが、実際の北極海航路の運航の現状は不明である。そこで、人工衛星で収集された船舶情報時系列データを用いて北極海における船舶運航の現状を明らかにし、船舶情報時系列データ及び海水データから船体速度推定式を構築し、航海シミュレーションを行う。

2. 研究の目的

北極海航路の利用は、東アジアとヨーロッパ間の航行における燃料消費量の節約及び航行時間の短縮によって、運航費の削減及び効率的かつ治安がよい運航に繋がる。しかし、その原因の1つである近年のシェールオイル事業によって原油価格は低位水準であるため、以前よりも北極海航路の利用の魅力が高くはないかもしれない。しかし、世界人口は確実に増加傾向であるために長期期間における原油価格の低位水準の維持は困難であり、現在の主要航路であるスエズ運河航路は海賊等による治安問題があるために、今後も北極海航路の利用についての研究は重要である。北極海航路の航行における近年の研究から申請者が構築した北極海航路の航海シミュレーション結果より、北極海航路開通の最大要因はロシア本土と島から成る海峡周辺の海水分布であると示唆されるが、実際の北極海航路の運航の現状は明らかではない。そこで、人工衛星で収集された船舶情報時系列データ及び海水データを用いて北極海における運航を調べ、海水データから船体速度推定式を構築し、航海シミュレーションを行う。

3. 研究の方法

人工衛星で収集された船舶情報時系列データは、exactEarth が提供する衛星 AIS (Automatic Identification System: 自動船舶識別装置) データである。解析に用いる一般的な AIS データは沿岸の受信局で収集されるが、沖合の船舶の AIS データは含まれていないことが多い。しかし、衛星 AIS データは人工衛星によって収集されるので、全世界における AIS データを収集することができる。衛星 AIS データは、沿岸の受信局で収集される AIS データよりもデータの時間間隔が長く、後述する本研究で用いた 2012 年 7 月の衛星 AIS データは数時間の欠落が多く、データの時間間隔は数秒から数時間に及ぶ。この理由の1つとして、衛星 AIS データは数千 km 以上のエリアにおいて同時に収集されることによって混信し欠落が多いという問題の可能性がある。船舶の航行を調べるために、本研究で解析するための衛星 AIS データの項目は、船舶の位置、時間、速度及び航行船舶を特定するために IMO 船舶識別コードを用いた。船舶運航状態と比較するために用いる海水データは、NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) が提供している OISST (Optimum Interpolation Sea Surface Temperature) V2 High Resolution Dataset にある海水密度度 (比率、無次元) である。OISST は人工衛星・船舶・ブイからの観測値を統合した解析値である。水平解像度は 0.25 度、時間間隔は 1 日 (日平均値) である。解析対象の海域は北緯 60 度から 90 度、東経 0 度から東方へ西経 150 度であり、ヨーロッパからロシア沿岸に沿ってベーリング海峡まで至る北東航路の一部である北極海航路が含まれる。解析期間は 2012 年 7 月である。2012 年は北極海の海水面積が最小となった年であり、7 月は北極海航路が開通する始まりの時期にあたる。

4. 研究成果

本研究では、2012 年 7 月において北極海を経由してヨーロッパから東アジアへ航行した一般商船である油脂製品専用のタンカーに注目した。衛星 AIS データよりタンカーの航行期間は、2012 年 7 月 11 日から 7 月 22 日である。航行期間中である 7 月 12 日から 7 月 13 日の衛星 AIS データは欠損していた。本研究で注目したタンカーの航路の全体像を説明するために、図 1 にタンカーの航跡を示す。2012 年 7 月 11 日にカラ海 (北緯 72 度、東経 60 度周辺の縁辺海) 沿岸から航行してビルキツキー海峡 (北緯 78 度、東経 100 度) を通過したが、ベーリング海峡を通過するために航行距離が短いドミトリ・ラプテス海峡あるいはサニコフ海峡 (北緯 74 度、東経 140 度の周辺) を通過せずに北の沖合を航行した後、ロシア本土に向かって南東へ移動し大陸に沿ってベーリング海峡へ航行した。航行中のタンカー周辺における海水分布を調べるために、図 2 に 2012 年 7 月 11 日から 201 年 7 月 20 日までの 1 日毎の船舶の位置及び海水密度度を示す。2012 年 7 月 11 日にタンカーは海水密度度がほぼゼロの海域から航行し、2012 年 7 月 14 日に海水密度度が 0.4 程度であるカラ海東部海域のビルキツキー海峡の西側に到着する。到着した地点より北方の海水密度度が 0.6 以上と高いため、タンカーは海水により航行できない海域付近を避けていると思われる。2012 年 7 月 15 日にタンカーは海水密度度が相対的に低いビルキツキー海峡の南側を通過し、2012 年 7 月 16 日にノボシビルスク諸島 (北緯 75 度、東経 140 度周辺) の北西の沖合を航行する。2012 年 7 月 17 日にドミトリ・ラプテス海峡あるいはサニコフ海峡を通過せずにノボシビルスク諸島の北の沖合を航行したが、その理由としてこれらの海峡における海水密度度が 0.6 程度と高いのでこれらの海峡を通過できない危険性があること、その一方、ノボシビルスク諸島の北の沖合ではこれらの海峡よりも海水密度度が 0.4 以下と低いことと、沖合を航行するため航路の変更がしやすいことによるものと思われる。ノボシビルスク諸島の北の沖合を航行した 2012 年 7 月 18 日に、タンカーは海水密度度が 0.6 程度の海域を南東へ航行した。2012 年 7 月 19 日にはロシア本土の沖合を航行し、それ以降 (2012 年

7月20日)、ロシア本土に沿って航行した。ロシア本土の沖合に沿って海水密度度が0.5以下と低い海域であったので、タンカーはロシア本土に沿って航行したと思われる。

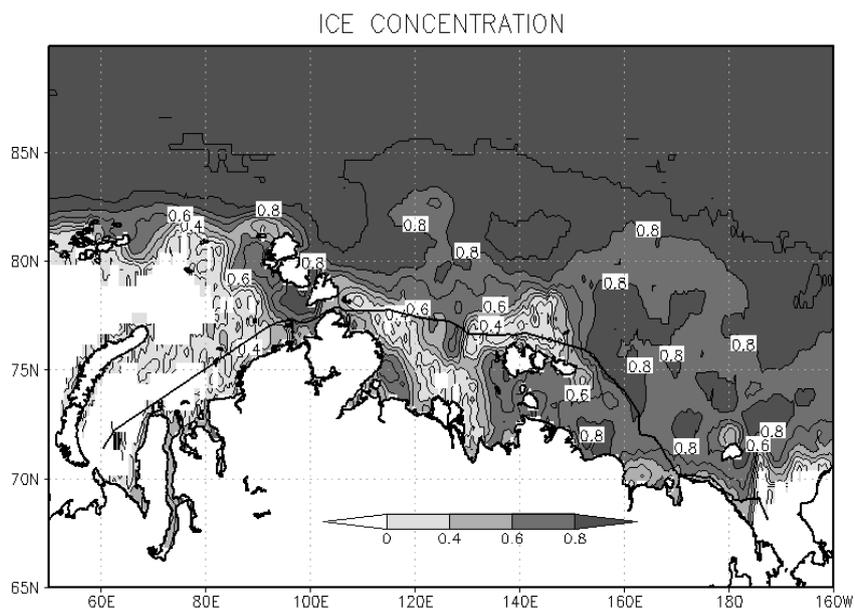


図1 タンカーの航跡(2012/07/11-2012/07/22) (嶋田, 2018)背景は2012/07/11の海水密度度を示す(等値線間隔は0.1)。

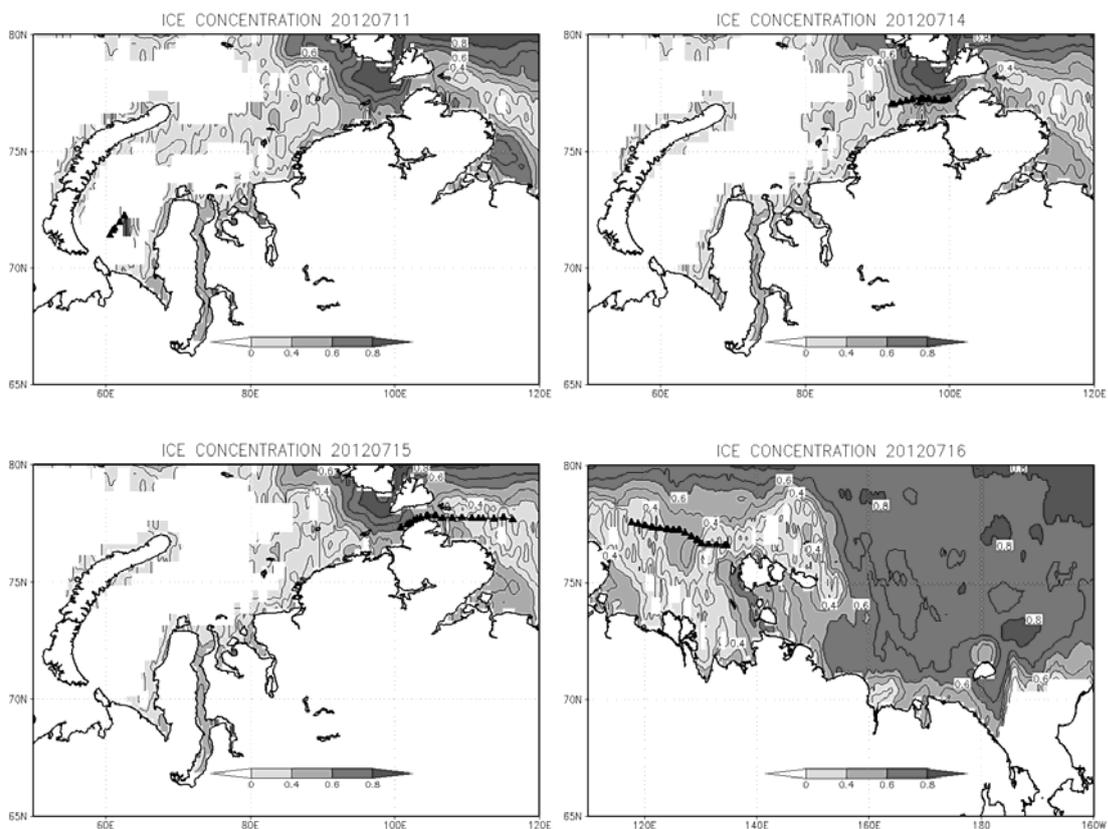
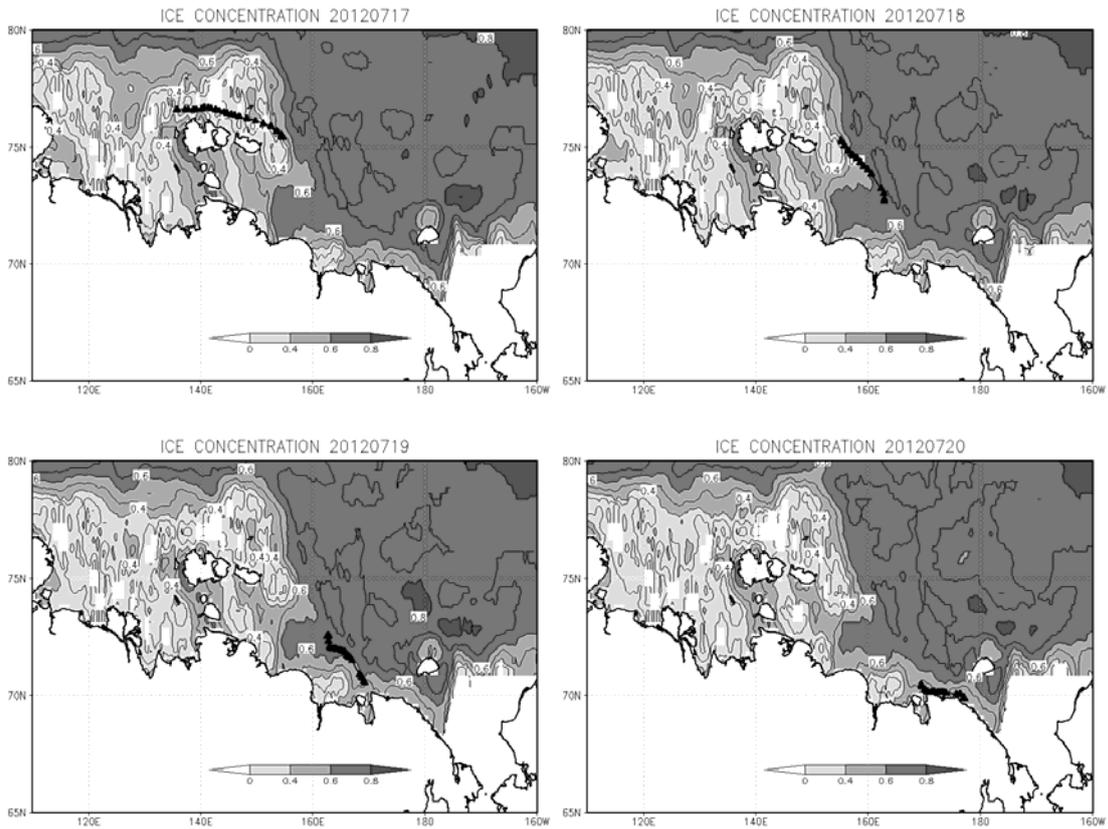


図2 1日毎のタンカーの位置(2012/07/11-2012/07/20) (嶋田, 2018) 黒い三角はタンカーの位置、背景は海水密度度(等値線間隔は0.1)を示す。



(図2のつづき)

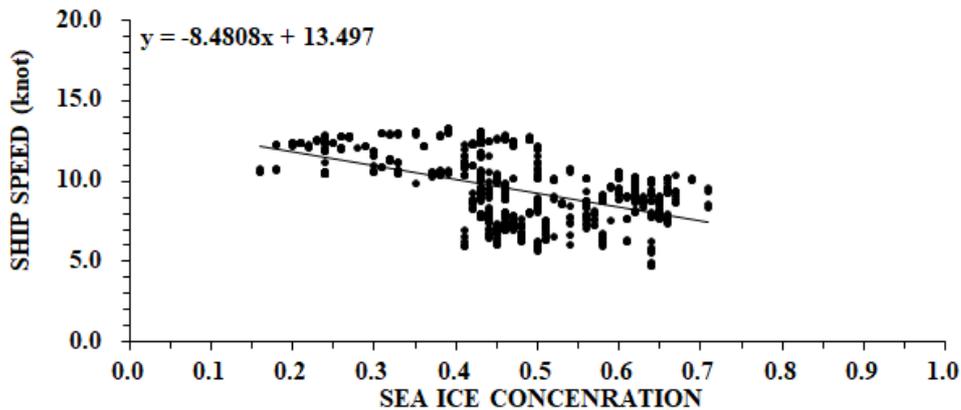


図3 タンカーの位置における海水氷接度とタンカーの速度の散布図(嶋田, 2018) 左上に回帰直線式を示す。

海水氷状態におけるタンカーの速度の影響を調べるために、タンカーの位置における海水氷接度とタンカーの速度の散布図(図示せず)をみると、海水氷接度が高いほどタンカーの速度は遅くなる傾向を示す。この場合の海水氷接度とタンカーの速度の相関は約-0.25であった。2012年7月14日において同じ程度の海水氷接度の海域においてタンカーの速度が約3knot未滿の速度から急激に速くなったことから、加速前の速度が著しく遅い理由はタンカーの速度が海水氷状態に関係ないと推察される。そこで、海水氷状態におけるタンカーの速度変化を定量的に示すために、速度3knot未滿(海水氷状態に関係なく減速したとみられる速度)あるいは海水氷接度がゼロの場合のデータを除いたときタンカーの位置における海水氷接度とタンカーの速度の散布図を図3に示す。この場合の海水氷接度とタンカーの速度の相関は約-0.48であり、データを除く前よりも相関が明らかによくなった。簡単な解析であるが、この場合の回帰直線は、海水がある可能性の海域において海水氷がなければタンカーが速度約13.497knotで航行することを示すので、海水氷状態におけるタンカーの速度変化を概ね表している。

衛星AISデータと海水氷接度データを用いて算出した海水氷接度に対する船体速度減速の推定式を用いて北極海航路における航海シミュレーションを構築し実行した。嶋田(2014)で用い

た海水氷接度を評価した船体速度推定式は、過去の文献(シップ・アンド・オーシャン財団、2000)を参考にして算出した。衛星 AIS データを用いて海水氷接度を評価した船体速度推定式(以下、AIS 船体速度推定式)と比較するために、海水氷接度がゼロの場合の船体速度が巡航速度となるように、嶋田(2014)で用いた海水氷接度を評価した船体速度推定式の 0 次の項を変更した(以下、CS14 船体速度推定式)。AIS 船体速度推定式は、CS14 船体速度推定式よりも海水氷状態が多少厳しい海域でも航行する。海水氷接度が 0.1 のとき CS14 船体速度推定式よりも船体速度は約 2%速くなり、海水氷接度が 0.5 のとき約 15%速くなる。両者の間で船体速度の差が多少あるものの、衛星 AIS データを用いて海水氷接度を評価した船体速度推定式が過去の文献を参考して算出した船体速度推定式を概ね対応した結果は、衛星 AIS データ及び海水氷接度データを用いて北極海航路周辺の海水氷域を航行する船舶の船体速度を算出し、ヨーロッパとベーリング海峡の間における北極海航路の航行時間を概ね予測できることが示唆される。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1 件)

嶋田陽一、衛星 AIS で示された北極海航路と海水氷域の比較、土木学会論文集 B3(海洋開発)、査読有、Vol.74、No.2、2018、pp.1_324-1_329.

[学会発表](計 2 件)

Shimada, Y., Voyage Situation in the Arctic Ocean with Satellite AIS and Sea Ice Data, Proceedings of Advanced Maritime Engineering Conference 2018、pp.157-161.

嶋田陽一、海水氷データと衛星 AIS で示される船位の比較：2012 年の北極海航路、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第 26 号、2018、pp.315-316.

[その他]

ホームページ等

<https://researchmap.jp/yshimada201101/>

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。