

(別紙様式10)

## 平成 29 年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書

申請区分:      萌芽的異分野連携共同研究                                      共同推進研究  
                  産学官連携フュージビリティ・スタディ  
                  共同研究集会    産学官連携課題設定集会

研究課題名:      北極海の海氷条件に応じた船舶航行可能性の評価技術の研究

研究期間:        平成 28 年度～平成 29 年度

共同研究員	氏名	所属・職名
研究代表者(拠点内)	大塚 夏彦	北海道大学 北極域研究センター、教授
研究分担者(拠点外)	山口 一	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 海洋技術環境学専攻、海洋情報基盤学 分野、教授
	館山 一孝	北見工業大学 社会環境工学科、准教授
	柏木 孝夫	株式会社 商船三井 技術部、部長代理
研究分担者(拠点内)	安部 智久	北海道大学 北極域研究センター、教授
	泉山 耕	北海道大学 北極域研究センター、研究員
	木村 詞明	東京大学大気海洋研究所、特任研究員
	長部 太郎	株式会社日立製作所 基礎研究センタ 日 立北大ラボ、主任研究員
	澤村 淳司	大阪大学 工学研究科 地球総合工学専 攻、助教
	高木 敏幸	釧路工業高等専門学校 電気工学科、教授
	本村 真澄	独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資 源機構、主席研究員
	尾関 俊浩	北海道教育大学理科教育講座、教授
	段野 貴士	株式会社商船三井 技術部技術研究所
	日野 圭	株式会社商船三井 技術部LNG船プロジ ェクト第一グループ

### 【研究の内容】

本研究は、北極海航路における商船の航行可能速度と海氷状況の関係、及び海氷条件に由来するリスクの評価基盤となる海氷状況の統計的性質を明らかにし、北極航路の航行難易度および航行障害リスクなどを評価するための知見を得ることを目的として実施した。平成 29 年度は平成 28 年度から継続して、衛星 AIS による船舶航行実態の把握と、北極海の海氷情報の収集・分析を実施した。さらにこれをもとに、航行速度と氷況の関係の分析を行い、両者の関係式を得るとともに、データ同化システム TOPAZ4 が提供する海氷密接度・海氷厚をもとに、2010 年～2015 年の期間における統計的性質について分析した。これにより、以下の結果を得た。

- 実際の航行記録および海氷観測記録より、アイスクラス船においては、近年では 6 月下旬から 11 月下旬の期間が航行可能となっており、8 月下旬～9 月下旬の無氷期間には砕氷船支援なしの単独航行で北極海航路を横断する事例が出ている。また無氷海域では、砕氷船支援なしの単独航行が常態化している。氷海域での航行速度は、砕氷船支援時には最大で 12kn 程度で、氷況が厳しくなると減速している。
- アイスインデックスを用いることにより、砕氷船支援時および単独航行時の航行可能速度の上限値を推定する関係式を得た(図-1)。ここにアイスインデックスとは、Transport Canada がカナダ多島海域の氷海航行管理システムである The Arctic Ice Regime Shipping System (AIRSS)<sup>1)</sup>の中で定めたパラメータである“Ice Numeral”を、Yamaguchi(1991)<sup>2)</sup>が改良したもので、氷海中での船舶航行の難易度を示す指標である。

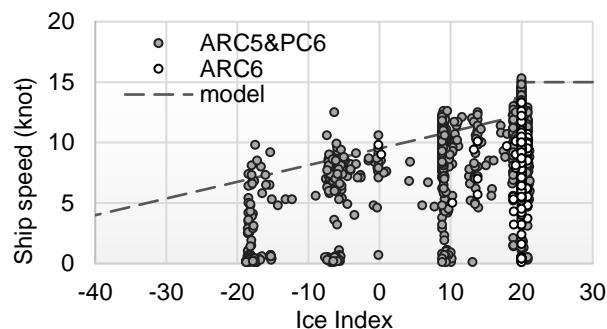


図-1: Ice Index と船速の関係

- TOPAZ4 より海氷密度度・海氷厚を取得し、15 日平均値の 2010～2015 年の期間における平均値を算出し、その分布図を作成した(1年間分)。同じく、これを用いてアイスインデックスの 15 日平均値の分布図を作成した。これを用いることにより、船社が北極海航路利用を検討する際に、近年の平均的な氷況の空間的な分布特性、時期的な変化特性を把握することができる。またアイスインデックス分布より、航行の難易度の空間的な分布および時期的な変化を把握できる(図-2)。

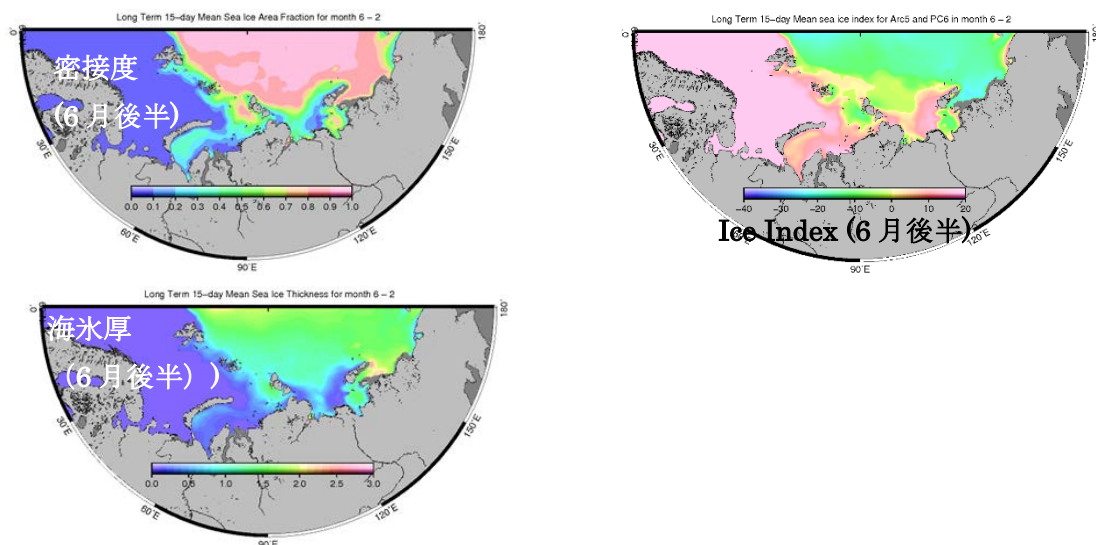


図-2: 平均氷況マップ(2010～2015年)

- 1) Transport Canada (2010): The Arctic Ice Regime Shipping System (AIRSS), viewed 12. Jan. 2018, <https://www.tc.gc.ca/eng/marinesafety/tp-tp12259-foreword-2870.htm>
- 2) Yamaguchi, H (1995): Experimental voyage through Northern Sea Route, The Proceedings of INSROP Symposium Tokyo 95', SHIP AND OCEAN FOUNDATION, 1995.

【研究論文や著書等】

- 1) 大塚夏彦, 大西富士夫, 泉山 耕. 2017. 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), 73 巻 (2017) 2 号, : I\_25-I\_30, doi:[https://doi.org/10.2208/jscejoe.73.I\\_25](https://doi.org/10.2208/jscejoe.73.I_25)(査読有)
- 2) 山口 一, 大塚夏彦. 2017. 北極海航路実現に向けた総合的研究と課題. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 73 巻 (2017) 2 号: I\_36-I\_41, doi:[https://doi.org/10.2208/jscejoe.73.I\\_36](https://doi.org/10.2208/jscejoe.73.I_36)(査読有)
- 3) 本村眞澄. 2017. ロシア北極圏の石油・ガス開発の現状. 土木学会論文集 B3(海洋開発), 73 巻 (2017) 2 号: p. I\_31-I\_35(査読有)
- 4) 大西富士夫. 2017. 北極協調体制が直面する諸課題. 土木学会海洋開発シンポジウム論文集. (査読なし)
- 5) Natsuhiko OTSUKA. 2017. Perspectives on the Northern Sea Route by Japanese Maritime Parties. Young, Oran R., Jong Deog Kim, and Yoon Hyung Kim, eds. The Arctic in World Affairs: A North Pacific dialogue on the Arctic in the wider world. North Pacific Arctic Conference Proceedings. Korea Maritime Institute and East-West Center: 261-268. (査読有)
- 6) 大塚夏彦. 2017. 国際化する北極問題と各国の北極政策(Arctic Policies of Arctic and non-Arctic States), Proc., 第 33 回 寒地技術シンポジウム, (一社)北海道開発技術センター:12-17. (査読無)
- 7) Natsuhiko OTSUKA, Xiaoyang LI and Koh IZUMIYAMA. 2018. Characteristics of sea ice condition along the Northern Sea Route, Proc., 33rd Intl. Symp. on Okhotsk Sea and Polar Oceans: 89-92.(査読無)
- 8) Natsuhiko OTSUKA, Xiaoyang LI and Koh IZUMIYAMA(2018). The Northern Sea Route, recent activities and trend, Proc., 33rd Intl. Symp. on Okhotsk Sea and Polar Oceans: 86-88. (査読無)
- 9) Natsuhiko OTSUKA, Hajime YAMAGUCHI, Kazutaka TATEYAMA and Takao KASHIWAGI. 2018. Study on navigability of the Arctic Sea Route, Proc., 33rd Intl. Symp. on Okhotsk Sea and Polar Oceans: 124-125. (査読無)
- 10) Hayato OKUDA, Kazutaka TATEYAMA and Natsuhiko OTSUKA. 2018. Study on observation of ice condition and ship speed using satellite remote sensing in the Northern Sea Route, Proc., 33rd Intl. Symp. on Okhotsk Sea and Polar Oceans: 97-100. (査読無)
- 11) Takuya NAKANOWATARI, Jun INOUE, Kazutoshi SATO, Laurent Bertino, Jiping Xie, Mio MATSUEDA, Akio YAMAGAMI, Hironori YABUKI, SUGIYAMA and Natsuhiko OTSUKA. 2018. Medium-range predictability of summertime sea ice thickness distribution in the East Siberian Sea on TOPAZ4 data assimilation system, Proc., 33rd Intl. Symp. on Okhotsk Sea

and Polar Oceans: 11-14. (査読無)

- 12) Taro OSABE, Jun FUKUDA, Toshihiko HARA, Fujio OHNISHI, Natsuhiko OTSUKA, Sei-Ichi SAITOH, Atsuko SUGIMOTO, Minori TAKAHASHI, Masato TANAKA, Shingo TANAKA and Hiroyuki YASUNAGA. 2018. Future scenarios for Arctic 2050, Proc., 33rd Intl. Symp. on Okhotsk Sea and Polar Oceans: 117-118. (査読無)

#### 【研究発表】

- 1) Natsuhiko Otsuka. 2017. Navigability of Northern Sea Route, estimated from satellite monitoring. JSPS/NORPAN Symposium 'Past, present, and future of the Arctic and Antarctic' (Japan-Norway ASIW follow up symposium). Jun. 7<sup>th</sup>. Bergen, Norway.
- 2) Hayato OKUDA, Kazutaka TATEYAMA, Natsuhiko OTSUKA and Hiroshi MORISHITA. 2017. 北極海航路におけるアイスクラスを考慮した氷況と船速に関する研究(Study on relationship between ice condition and ship speed on consideration of ice class, in the Northern Sea Route, 雪氷研究大会講演要旨集 2017, 公益社団法人 日本雪氷学会／日本雪工学会 : 192, doi: 10.14851/jcsir.2017.0\_192(査読無)
- 3) Natsuhiko Otsuka. 2017. Possibility and issues of liner shipping via the Northern Sea Route. Arctic Circle 2017, Breakout Session "Northern Sea Route – Impact on Global Trade". Oct.14<sup>th</sup>. Reykjavik, Iceland.
- 4) Natsuhiko Otsuka. 2017. Navigability and economic feasibility of Arctic shipping. Arctic Circle 2017 Breakout Session "THE ARCTIC AS THE FIELD OF SDGS". Oct.14<sup>th</sup>. Reykjavik, Iceland.
- 5) Natsuhiko Otsuka. 2017. How sea ice science can progress safe navigation along the NSR. Arctic Partnership Week 2017 ~ New Challenges and Opportunities for Arctic Cooperation, Korea Polar Research Institute, 13<sup>th</sup> Dec.13<sup>th</sup>, Busan, Korea.
- 6) Natsuhiko Otsuka. 2017. Challenge to the Arctic Container Shipping. Hokkaido University Arctic Research Center and J-Arc Net Special Seminar on Arctic Research Today and Future. Dec. 20<sup>th</sup>, Sapporo.
- 7) Natsuhiko Otsuka. 2017. Sustainable Arctic shipping toward the field of SDGs. Hokkaido University Arctic Research Center and J-Arc Net Special Seminar on Arctic Research Today and Future. Dec. 20<sup>th</sup>, Sapporo.
- 8) Kazutaka Tateyama. 2017. Observation of sea ice thickness by microwave satellite radiometer. Challenge to the Arctic Container Shipping. Hokkaido University Arctic Research Center and J-Arc Net Special Seminar on Arctic Research Today and Future. Dec. 20<sup>th</sup>, Sapporo.
- 9) Toshihiro Ozeki. 2017. Field investigation of impinging seawater spray on large vessels using sea spray meters. Challenge to the Arctic Container Shipping. Hokkaido University Arctic Research Center and J-Arc Net Special Seminar on Arctic Research Today and Future. Dec. 20<sup>th</sup>, Sapporo.
- 10) Kazutaka Tateyama, Hayato Okuda and Natsuhiko Otsuka. 2018. Estimation of sailing speed through ice covered waters on the northern sea route. ISAR-5/Fifth International Symposium on Arctic Research. Jan. 16<sup>th</sup>, Tokyo
- 11) Toshiyuki Takagi and Kazutaka Tateyama. 2018. Sea Route Search Using the Global Dynamic

- Windows Approach including Ice Concentration. ISAR-5/Fifth International Symposium on Arctic Research. Jan. 16<sup>th</sup>, Tokyo.
- 12) Toshihiro Ozeki, Shin Toda and Hajime Yamaguchi. 2018. Field investigation of sea spray particles impinging on large vessels - Case study of the R/V Mirai. ISAR-5/Fifth International Symposium on Arctic Research. Jan. 16<sup>th</sup>, Tokyo.
  - 13) Natsuhiko Otsuka, Koh Izumiyama and Kazutaka Tateyama. 2018. Navigable speed related to ice condition along the Northern Sea Route. ISAR-5/Fifth International Symposium on Arctic Research. Jan. 16<sup>th</sup>, Tokyo.
  - 14) Natsuhiko Otsuka. 2018. Investigation of Liner Shipping Operations via the NSR. Joint Seminar organized by Hokkaido Univ. Arctic Research Center and Nord Univ. Centre for High North Logistics, Research on Integrated Logistic Networks in the Arctic, Jan. 25. Tromso, Norway.
  - 15) Natsuhiko Otsuka. 2018. Study toward sustainable Arctic Shipping. International Seminar ~ Multidisciplinary collaboration of industry-academia-government Toward Sustainable Use of the Arctic. Feb. 20<sup>th</sup>, Sapporo, Japan.
  - 16) Natsuhiko Otsuka. 2018. Study on the Arctic Shipping. Hokkaido Umea Seminar, March 1<sup>st</sup>, 2018, Umea, Sweden
  - 17) Natsuhiko Otsuka. 2018. Assessment of Shipping Activity in the Arctic Ocean. PICES WG 39 workshop, Mar. 22<sup>nd</sup>. Sapporo.

【特許等】

なし

【アウトリーチ、取材、その他】

- 1) 大塚夏彦. 2017. 北極海航路について. 国土交通省交通政策審議会第 68 回港湾分科会. 7 月 3 日. 東京.
- 2) 大塚夏彦. 2017. 北極の陸, 川, 海, と利用. 北大総合博物館主催 土曜市民セミナー, 北大の研究最前線, 9 月 9 日, 札幌.
- 3) 大塚夏彦. 2017. 北極海航路 新たなフロンティアの持続的利用への取り組み. 公益社団法人日本技術士会 第 20 回北東3地域本部技術士交流研修会. 9 月 26 日. 仙台市.
- 4) 大塚夏彦. 2018. 北極の氷が減ると〇〇が変わる. サイエнтиスト・クエスト特別編「どうなる? 北極~海と生き物と私たち~」. 日本科学未来館, 1 月 8 日. 東京.
- 5) 大塚夏彦. 2018. 笹川平和財団主催 北極ガバナンスに関する国際ワークショップ 2018, セッション 2: ビジネス(北極におけるビジネスと資源開発の可能性): 座長. 2 月 8 日. 東京.
- 6) 大塚夏彦. 2018. 北極海航路による輸送コストの特徴 Characteristics of shipping cost via the Northern Sea Route, 第 33 回北方圏国際シンポジウム「オホーツク海と流氷」市民公開講座: 303-305. 2 月 21 日, 紋別市. (査読無)
- 7) 大塚夏彦. 2018. 北極評議会ワーキンググループ活動から~PAME. ArCS 研究課題 1&7 合同講演会 北極海航路シンポジウム ~北極航路研究と持続的発展の可能性. 3 月 20 日. 東

京.

- 8) 大塚夏彦. 2018. 海氷情報にもとづく北極海航路の可能性評価. ArCS 研究課題 1&7 合同講演会 北極海航路シンポジウム ～北極航路研究と持続的発展の可能性. 3月20日. 東京.
- 9) 本村眞澄. 2017. 北極域における資源開発の意義と可能性. ArCS 研究課題 1&7 合同講演会 北極海航路シンポジウム ～北極航路研究と持続的発展の可能性. 3月20日. 東京.
- 10) 大塚夏彦. 2017. 特集●港湾の中長期政策の策定に向けて～北極海航路の利活用と今後の方向性, 雑誌港湾 2017・10, 日本港湾協会 : 16-17.
- 11) 大塚夏彦. 2018. 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, 開発こうほう, 2018年1月号, No.654 : 30-33.

以上