

(別紙様式10)

## 2020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  産学官連携課題設定集会  
 共同研究集会

【研究課題名】: 地球環境変化による北極海沿岸地域と関連する非北極圏の将来シナリオ分析

【研究期間】: 2020 年度～2021 年度

### 【共同研究員】

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	区分
研究代表者 (拠点内外) (注2)	大塚 夏彦	北海道大学北極域研究センター・教授	氷海工学、北極海の開発	
研究分担者 (拠点外) (注2)	石井 伸一	野村総合研究所 グローバルインフラコンサルティング部・上席コンサルタント	産業開発	
	大石 侑香	人間文化研究機構総合情報発信センター 国立民族学博物館学術資源研究開発センター・特任助教	文化人類学, 先住民社会	
	本村 眞澄	(元)独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構・調査部担当審議役	資源開発	
研究分担者 (拠点内) (注2)	田畑 伸一郎	北海道大学スラブ・ユーラシア研究センター・教授	ロシア経済	
	Juha Saunavaara	北海道大学北極域研究センター・助教	地域開発	
	大西 富士夫	北海道大学北極域研究センター・准教授	国際政治	
	森木 亮	北海道大学北極域研究センター・教授	港湾工学、海上物流	
研究協力者 (注2) (注3)	酒井 英次	笹川平和財団 海洋政策研究所	海洋政策、北極政策	
	竹本 享史	株式会社日立製作所 基礎研究センタ・日立北大ラボ長代行	産業・社会振興	
	Aldo Chircop	ダルハウジー大学・教授	国際海洋法	
	Lawson W. Brigham	アラスカ大学フェアバンクス校・フェロー	国際海事	

(注2) 拠点内外については、募集要項別添の北極域研究共同推進拠点を形成する3研究施設の研究者リストをご覧ください。

(注3) 計画申請書に含まれていなかった方でも結果的に本共同研究に参画された方(招へい者等)が居られれば、研究協力者として記述して下さい。

### 【研究の内容】

(1) 概要を400字以内(文字のみ)で記載してください。

本研究は、急速に進行している北極の環境変化のもとで、今後、北極の人間社会がどのような影

響を受けていく可能性があるかについて、シナリオ分析による叙述的なプロセスの分析と、どの事象がどのようなプロセスで起きやすくなるのか、について検討するものである。2020年度は以下を実施した。

- ① 北極の環境変化事項と北極社会で起こり得ると思われる事象を、社会、経済、政策、技術、環境をドライビングフォースとして抽出した。抽出は、先行研究事例および本研究グループにおけるブレインストーミングによった。
- ② ドライビングフォースのうち北極の環境変化と社会を取り上げて、抽出した要素相互間の関係を定義し、Interpretive Structural Modeling 法を用いて、各要素間の関係の全体構造を分析した。
- ③ これをもとに、経済、政策、技術分野の要素を加えた、より総合的な解析を実施する方針を検討した。

(2) 図表や写真も交えて、研究の内容や成果等を 2000 字程度でまとめてください。

本研究は、北極の将来シナリオについて、研究グループによるブレインストーミングによる討論を出発点として、統計的な解析を進めていく手順を計画していたところであるが、新型コロナウイルス感染症流行が沈静化せず、本格的なブレインストーミングは最終的に 2021 年まで遅延した。この間は、本来はブレインストーミング結果から行う作業を、研究グループ討議を経ずに先行して実施し、ある程度の統計解析まで行ったところで、オンラインによる簡易的なブレインストーミングを実施した。またこの間、参加を予定して以下国際シンポジウムがオンライン開催および中止になるなどしたものの、各種国際セミナーなどに参画して研究情報の収集などを実施した。本研究内容を以下に記す。

#### ①基礎シートの作成(随伴行列 Adjacency matrix の作成)

将来の社会の様子を議論するうえで、社会の動向に影響を与える適切なドライビングフォースを意識することで、以降の叙述的な分析ならびに統計的な分析の現実性を保つとともに、その先の定量的な分析につなげることを目指す。本研究ではこれを社会(Society)、経済(Economy)、政策(Politics)、技術(Technology)、環境(Environment)の5つのドライビングフォースとして取り上げ、それぞれの分野において、北極圏の環境変化によって影響を受ける可能性のある事項を抽出した。

特に 2020 年度研究では、全体を解析する前段階として、環境と人間社会の関係を分析し、その結果をもとに以降の解析方針をレビューした。北極の環境変化に呼応して人間社会で起こり得る要素の抽出においては、WHO による Social Determinants of Health の主要項目に着目して抽出した(表-1、表-2)。

表-1 : Social Determinants of Health(SDH)からの要素抽出

SDH の主要項目(WHO)	シナリオ要素設定
● Income and social protection	貧困率、世帯収入
● Education	
● Unemployment and job insecurity	失業率
● Working life conditions	
● Food insecurity	栄養摂取量、タンパク質消費量、食料自給率、農業生産

● Housing, basic amenities and the environment	住宅の質、老朽化、電気、暖房、水道普及率、下水普及率、飲料水の質、大気汚染、極寒、酷暑
● Early childhood development	
● Social inclusion and non-discrimination	
● Structural conflict	
● Access to affordable health services of decent quality.	平均寿命、死因、患者数

表-2：随伴行列要素

category	Main item	item
Environment	climate	surface temperature
	extreme climate	Flood, heat wave, cold wave
	permafrost	permafrost thawing, desertification
	living organism	marine mammal, seabird, diadromous fish, fresh water fish
	forest	wild fire, air pollution, particulate matter
	vegetation	vegetation change
	pollution	Marine plastic, PCBs, PMs,
Society	population	depopulation
	life, age	average life expectancy, birth ratio age structure, aging rate
	economy	poverty rate, income, unemployment
	health	cause of death(COD) patient count
	education	
	food	nutritional intake, protein consumption, food self-sufficiency, agricultural output, pasturage, fishing, aquaculture
	water	coverage of the water supply system
	sanitation	coverage of the sewage system, water quality
	safety	emergency preparedness, disaster prevention
	infrastructure	Transportation, road, aviation, port, housing, water, sewage, electricity, heating
	waste management	waste treatment
	regional plan	urban design, regional plan
	indigenous culture	traditional culture
	indigenous society,	traditional community
	indigenous way of life,	Pasturage, shing, hunting, whaling
Region, world	Arctic, Arctic nation, non-Arctic nation Municipality, local community, indigenous community coastal area, inland area Europe, Asia, China, Japan, Korea	
Economy	Economic indicators	Trade, GDP,
	energy resource,	Market, demand/consumption
	energy resource development	crude oil, natural gas, LNG
	mining	iron ore, coal, nickel, gold/silver/copper, rare metal
	other industry	lumbering, electric generation,
	tourism	Cruise, Arctic tourism, indigenous tourism, eco-tourism
	logistics	by type, by cargo, by region, network
	finance	
Primary industries	Agriculture, farming, forestry, fishing, aquaculture, Hunting, whaling	
Politics	Arctic policy	Diplomacy, security, cooperation, environment, economy, natural resource, fishery, culture
	diplomacy	
	security	
	economy	

	Indigenous issues	
Technology	IoT	IoT, cellphone, machine learning, data cable
	Technological development	Satellite, robot, Clothes, heating, transportation, food production
	Health science	
	sustainability	Renewable energy, recycle, waste treatment,
	scientific research	

### ② ISM 法による解析

表-2 に示した要素のうち、環境と社会の部分を取り出して 52 要素からなる随伴行列 A を作成する。この随伴行列は、要素  $S_i$  が要素  $S_j$  に対し関係する場合 ( $S_i \rightarrow S_j$ ) に true として作成した論理値の行列である。この行列に単位行列を加えた  $A+I$  をブール代数演算にて、次式の状態が得られるまで乗算を繰り返す。

$$(A+I)^{r-1} \neq (A+I)^r = (A+I)^{r+1} = T$$

ここで得られた可到達行列 T において True となる交点  $ij$  は、要素  $S_j$  が要素  $S_i$  から直接及び間接的に到達可能となる要素であることを示している。これをもとに、各要素の階層関係を整理した。また、可到達行列の列和 R と行和 D を用いて影響度 (D-R) と中心度 (D+R) を整理した。ここに、影響度は、他の要素へ影響を及ぼすパスと他の要素から影響を受けるパスの差となり、これが大きいほど影響度が大きな性質を示す。また中心度は影響を受けるパスと影響を及ぼすパスの和であることから、これが大きな程ネットワークにおけるパスの集中度が高い性質を示す。

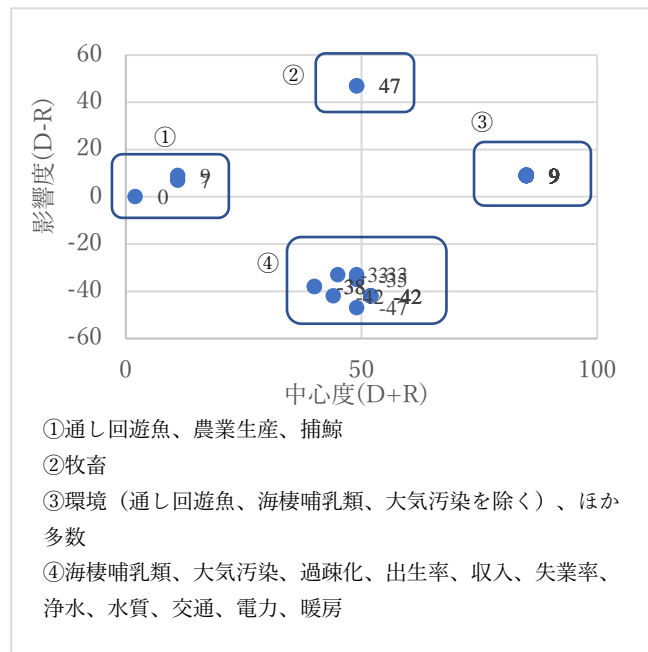


図-1 各要素の中心度と影響度

### ③ 今後の展開

当該手法を、他のドライビングフォースとその関連要素を含めた解析を実施し、全体の要素間の相関構造ならびに、影響度・被影響度の大きな要素などの注目すべき要素とその特性について分析することを予定している。さらには、シナリオの特性について、定量的な評価を導入する方法を検討する計画である。

(3) 本共同研究に関する活動・実績等を下表に記入してください。

①研究打合せ、学会参加・集会(注4)、調査等

(注4) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者によるもの

日程(月日)	日数 (日)	活動内容	場所	研究代表者、共同研究分担者、 研究協力者、招へい者の参加 者名・部署	参加者 数 (人)
2020.10.19- 24.	6	研究シンポジ ウム	(米国) online	大塚夏彦、大石佑香	2

②研究論文

項目	記入要項	回答
(1)著者名(共著者名含む)、 発行年、論文タイトル、掲載 誌名、巻・号、ページ数、 DOI、出版年月日	Otsuka, N.(2020). "Prospects for Using the Northern Sea Route for Trans Arctic Commercial Shipping with Special Reference to Japan". Robert J. Corell, Jong Deog Kim, Yoon Hyung Kim, Arild Moe, Charles E. Morrison, David L. Vander Zwang and Oran R. Young Edited. "The Arctic in World Affairs, The North Pacific Arctic Conference Proceedings". Published by Korea Maritime Institute(Republic of Korea) and East West Center(U.S.A) (In press)	
(1)著者名(共著者名含む)、 発行年、論文タイトル、掲載 誌名、巻・号、ページ数、 DOI、出版年月日	大塚夏彦、泉山 耕(2020). "永久凍土地域における油流出事故の課題～ロシア・ノリリスクにおける燃料流出事故を通じて". 寒地技術論文・報告集, 北海道開発技術センター編, 北海道開発技術センター. [CD-ROM 版] 2020, Vol. 36, pp.242-247.	
(1)著者名(共著者名含む)、 発行年、論文タイトル、掲載 誌名、巻・号、ページ数、 DOI、出版年月日	森木 亮, 大塚夏彦(2020). "NSR の現況と将来展望". 寒地技術論文・報告集, 北海道開発技術センター編, 北海道開発技術センター. [CD-ROM 版] 2020, Vol. 36, pp.237-241	

③研究書等著書

著書名・著者名	出版年月	出版社名
John Bengtson, Natsuhiko Otsuka and 34 authors (2020). Lis Lindal Jorgensen and Sei-ichi Saitoh edited. "ICES/PICES/PAME WORKING GROUP ON INTEGRATED ECOSYSTEM ASSESSMENT (IEA) FOR THE CENTRAL ARCTIC OCEAN (WGICA)". ICES Scientific Reports, VOLUME 2, ISSUE 79. 144 pp. <a href="http://doi.org/10.17895/ices.pub.7454">http://doi.org/10.17895/ices.pub.7454</a>	2020.9	North Pacific Marine Science Organization

④特許等出願

特許、実用新案、商標	<記入例> 特許第〇〇〇号(特願〇〇〇-〇〇〇)「発明名称〇〇〇〇
------------	-----------------------------------

	〇〇〇〇」
なし	

⑤研究発表(資料添付も可)

発表年月日	発表者名(共著者を含む)	発表タイトル	発表学会等名称	発表地	招待講演(○)
2020.9.30	Otsuka, N.	Developing future logistic network in the North	Cold Land Seminar “Japanese-Russian collaboration in the North”	Yakutsk, Russia Online	
2020.10.22	Otsuka, N.	Does the NSR fit into the picture of East and West commercial shipping? ~ From Japanese perspective	North Pacific Arctic Conference	Honolulu, U.S.A. Online	
2020.11.25	大塚夏彦、泉山耕	永久凍土地域における油流出事故の課題～ロシア・ノリリスクにおける燃料流出事故を通じて	第36回寒地技術シンポジウム	札幌	
2020.11.25	森木 亮, 大塚夏彦	NSR の現況と将来展望	第36回寒地技術シンポジウム	札幌	
2020.12.3	大塚夏彦	北極航路のあゆみ, 現在, 未来	第79回海洋技術連絡会	東京	○
2020.12.10	Otsuka, N.	Possibility and Determinants of Container Operation on the Arctic Route	The 9th International Arctic Shipping Seminar Korea	Busan, Korea Online	○
2020.12.15	大塚夏彦	北極海航路の利用拡大動向と日露隣接海域への環境リスク	日露生態系WS 6th round of Russian-Japanese consultations in the field of ecosystem conservation in adjacent areas	東京 Online	
2021.2.3	Otsuka, N.	Northern Sea Route ~overarching the Arctic Ocean	China-Japan-ROK Cooperation on Polar Regions Workshop & Think Tank Union of the Yellow and East China Sea Academic Conference	上海、中国 Online	
2021.2.8-9	Otsuka, N.	Infrastructure in the Arctic	Asian Interests and the Path Forward in the New Arctic, (Wilson Center, UArctic)	Washington, U.S.A. Online	

⑥国際シンポジウム等(資料添付も可)

参加をした主な国際シンポジウム等		
開催時期(年月)	国際シンポジウム等名称	招待講演/議長の有無
		無

2020.7.16	The Meeting of the Public Council of the Northern Sea Route(Russia)	
2020.9.15-9.25	Arctic Council, Protection of Arctic Marine Environment(PAME) Working Group Meeting	
2020.12.11	North Pacific Arctic Research Community Seminar	
2021.2.4-5	Arctic Council, Protection of Arctic Marine Environment(PAME) Working Group Meeting	

⑦本共同研究に関し実施(主催、共催、後援等)したシンポジウム・集会(注6)等(資料添付も可)

(注6) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者以外を含む参加募集によるもの

開催日	実施地 (国、県、市など)	形態 (注7)	シンポジウム・集会等名称	目的及び概要	対象者 (注7)	参加人数 (海外(注8))
2021.3.8	北海道、紋別市	セミナー	紋別流水シンポジウム 2021 連携学術セミナー 学際セッション(理学・工学・人文社会科学による寒冷域の社会的課題の研究)	北極を含む寒冷圏社会における課題を掘り起こし、今後のシナリオ研究に生かすための情報収集。	研究者	50(17)

(注7)

形態:シンポジウム、セミナー、公開講座、ワークショップ、その他

対象:一般、地域、学生、研究者

(注8) 海外機関に所属するもの

⑧本拠点共同研究に係る成果が科学研究費などの外部資金の応募(予定を含む)やプロジェクトに発展した例があればご記入ください。

・プロジェクト名 ・代表者・関係者(所属) ・関係研究者 ・予定の場合は、(予定)と記載してください	・プロジェクトの主な財源 ・金額	プロジェクト期間	・プロジェクト概要 (目的・期待効果、規模、参加国等) ・これまでの本共同研究との関連性 (300字程度)

⑨研究成果が一般社会産業界などに還元(応用)された事例や新しい研究分野の開拓や教育活動に反映された事例(資料添付も可)

市民・学生向け科学情報誌である国立科学博物館情報誌『milsi』、No.5, 2020, vol.13、特集北極、『北極海航路と世界(大塚夏彦)』執筆。

⑩その他国際研究協力活動事例

事業名	概要	受入人数	派遣人数

⑪学会賞等受賞、アウトリーチ、取材、その他

年月日	所在・出典・新聞名等	受賞者・関係者 (所属)	研究課題名・賞名・内容等
2020.5.14, 6.21	三菱総研	大塚夏彦(北海道大学)	北極海航路の現状・可能性取材
2020.5.25	NHK 北海道支局	大塚夏彦(北海道大学)	北極海航路の現状・可能性取材
2020.8.3	国土交通省、第10回北極海航路に係る産学官連携協議会	大塚夏彦(北海道大学)	『北極海航路によるコンテナ輸送中の貨物環境』
2020.8.5	内閣府総合海洋政策推進事務局、北極海に係る諸課題に対する関係省庁連絡会議	大塚夏彦(北海道大学)	『北極海航路の利活用展望』
2020.10.28	三井物産	大塚夏彦(北海道大学)	北極海の事業可能性取材
2020.12.11	物流ニッポン、第4338号 物流ニッポン新聞社、2020.9.8取材	大塚夏彦(北海道大学)	記事『北極海航路、苫小牧港中継地に』
2020.12	財界さっぽろ 12月号 株式会社財界さっぽろ、 2020.10.27取材	大塚夏彦(北海道大学)	記事『北極海航路』

記事コピー等を添付してください。

⑫コロナ禍の影響と対策

本共同研究へのコロナ禍の影響と対策(改善・代替策、計画変更、工夫等)、助成金執行率(%)について記述してください。

影響の事象	対策の有無と内容 (計画変更・中止、改善・代替策、工夫等)
2名が参加を予定していた国際シンポジウム(North Pacific Arctic Conference、ハワイ)がオンライン開催となり、海外出張は不要となった。	
1名が参加を予定していた国際シンポジウム(Arctic Circle、Iceland)は中止となり、海外出張は不要となった。	
本研究の第1段階である北極の将来シナリオを構成する要素の抽出・相互関係の分析を行うワークショップを、	2~3月にオンライン集會にて実施する予定である。多くの分析作業を、研究集會の結果を



<p>COVID-19 流行の鎮静化動向を見ながら、最終は 2021 年 2 月の北方圏国際シンポジウム(紋別市)での実施を模索した。しかし同シンポジウムは延期となり、かつ COVID-19 流行拡大が進行中のため、対面での集会を諦めた。</p>	<p>反映して翌年度に持ち越すことにした。並行して、今年度の研究集会において、小規模のモデルによる試行的な検討事例を提示して、今後の研究推進方針について議論することにした。</p>
---	--