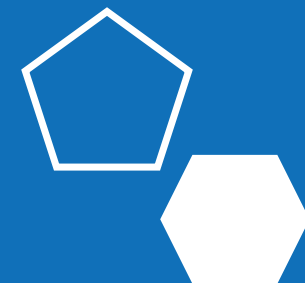


北極域研究加速プロジェクト(ArCSⅡ) 中間評価結果（案）について



北極域研究推進プロジェクト推進委員会

1. 北極域研究加速プロジェクト(ArCS II) (事業概要)

目的

持続可能な社会の実現に向けて、北極の急激な環境変化が我が国を含む人間社会に与える影響を評価し、社会実装を目指すとともに、北極における国際的なルール形成のための法政策的な対応の基礎となる科学的知見を国内外のステークホルダーに提供する。

北極域の課題解決に向けた取組

- 4つの戦略目標（「先進的な観測」、「予測の高度化」、「社会への影響評価」、「社会実装の試行・法政策的対応」）を設定し、ArCSで整備された観測拠点、研究船、観測衛星及びデータアーカイブシステム(ADS)の各研究基盤を駆使して、オールジャパンで3本柱を中心とした課題解決に資する研究開発を加速。
- 代表機関：国立極地研究所 / 副代表機関：海洋研究開発機構・北海道大学 / その他大学・国研・企業計44機関が参画

戦略目標①：先進的な観測

観測システムを活用した北極環境変化の実態把握の強化

地球観測衛星や観測船を活用した高精度観測



戦略目標②：予測の高度化

気象気候予測の高度化・精緻化



2050年頃までに地球全体の気温は1.5°C上昇
※IPCC特別報告(2018年10月)による予測

戦略目標③：社会への影響評価

北極域における自然環境の変化が社会に与える影響評価を本格化

日本や北極圏国の極端気象への対応



日本の豪雪

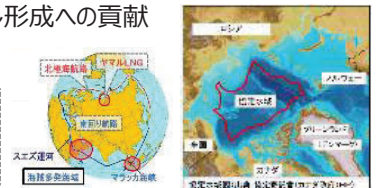


グリーンランドの洪水

戦略目標④：社会実装の試行・法政策的対応

戦略目標①～③で得られた成果の社会実装の試行及び国際ルール形成への貢献

左図：北極海航路
右図：中央北極海無規制公海漁業防止協定の海域（赤線内）



- 2つの重点課題（「人材育成と研究力強化」、「戦略的情報発信」）を設定し、我が国の次代の北極域研究及び国内外のステークホルダーへの貢献

重点課題1：人材育成と研究力強化

若手研究者の派遣・招へい等による人材育成と国際的な人的ネットワークの強化

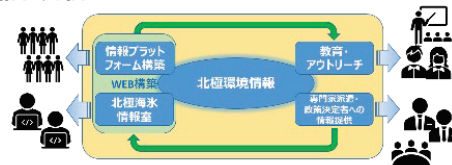


北極の課題解決に貢献する人材の育成

国際的人的ネットワーク

重点課題2：戦略的情報発信

国内外のステークホルダーを対象に、研究成果や北極環境に関する情報の統合的発信、地球環境に関心を持つ裾野の拡大につながる教育・アウトリーチ活動を実施



○ 海洋地球研究船「みらい」による北極海観測



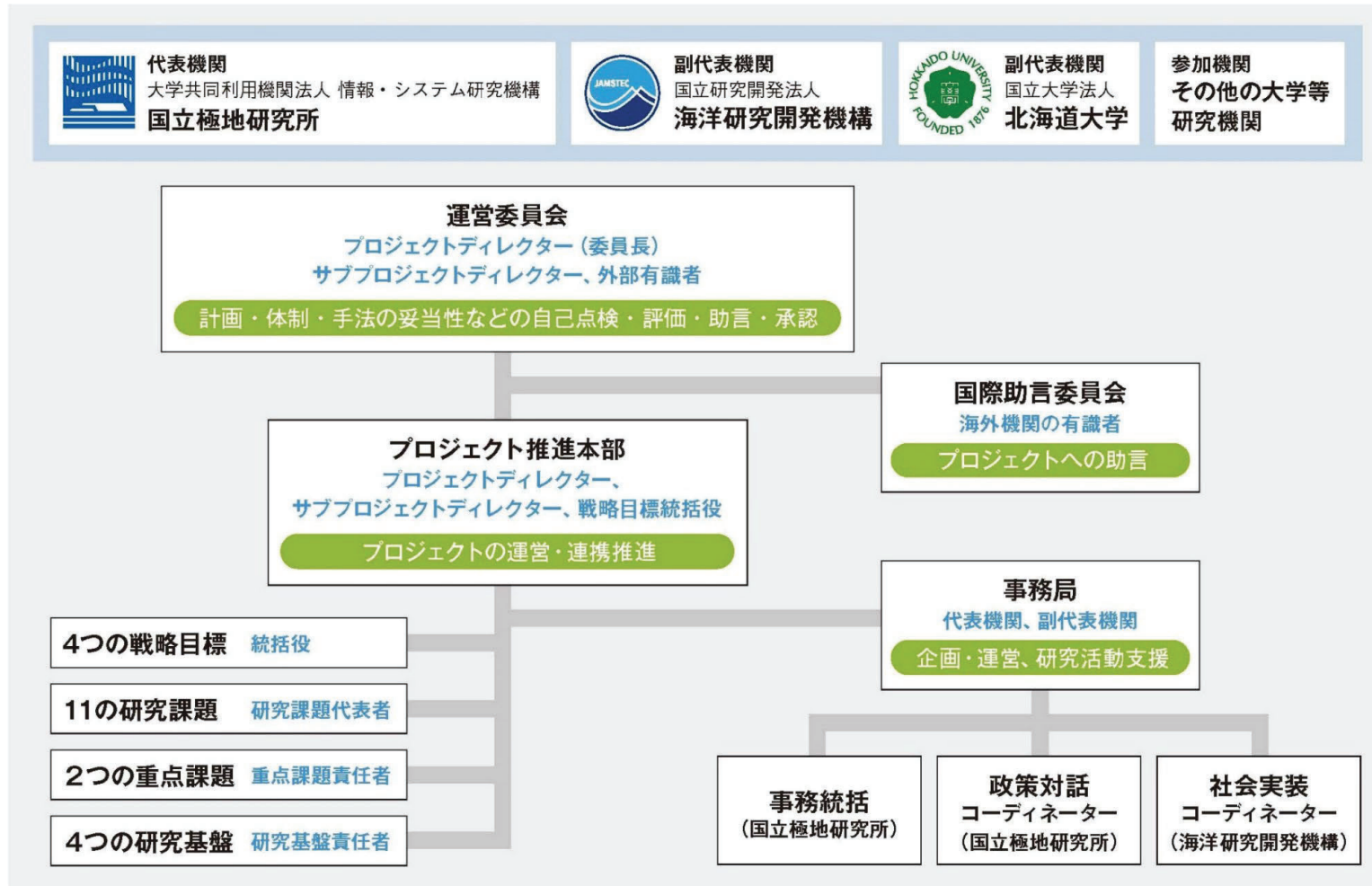
- Synoptic Arctic Survey (SAS) は、研究者発案の北極点付近を含む北極海国際観測プロジェクト。国際連携による複数の砕氷船/研究船による集中観測を同時期に実施。
- 「みらい」による北極海観測は赤太字部分の航路において、北極海における地球温暖化・海洋温暖化の影響等を観測。SASのゴールである、気候研究の基礎となるべき北極海の包括的なデータセットの作成に貢献。

2.北極域研究加速プロジェクト(ArCS II)の運営体制

※国立極地研究所作成
中間評価 自己点検結果説明資料より抜粋

運営体制

3機関による共同運営体制 代表機関国立極地研究所を中心に、副代表機関海洋研究開発機構・北海道大学と連携する。



3. ArCS II における研究成果および活動実績①

※国立極地研究所作成
中間評価 自己点検結果説明資料より抜粋

① 20世紀前半の北極温暖化と 中頃の寒冷化の要因解明

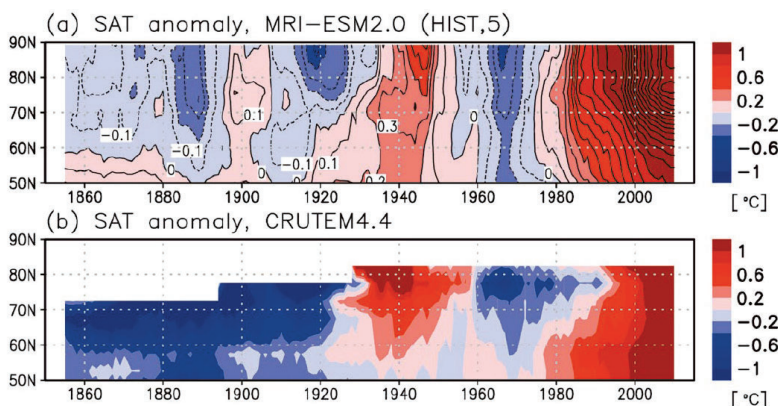


概要

20世紀前半の北極温暖化と中頃の寒冷化について、北極の温暖化は、太陽活動・火山活動など自然由来の外部因子と数十年規模の内部変動（大気-海洋-陸面の相互作用により生じる自然の変動）が同程度の大きさで寄与していたこと、北極の寒冷化は、同時期の人間活動によるエアロゾルの増大と数十年規模内部変動が複合的に影響していたことを気候モデル解析から定量的に明らかにした。

社会貢献

北極域での気候変動のメカニズムの解明につながるとともに、北極温暖化の将来予測の信頼性向上に貢献することが期待される。



北緯50～90度での地上気温の変化。気候モデルMRI-ESM2.0による再現(a)と観測値(b)との比較。10年移動平均の帯状平均を示す。1941～1970年を基準とする。
出典：Aizawa et al. (2021) Figure 1

論文発表・プレスリリース

- Aizawa et al. (2021) <https://doi.org/10.1029/2020GL092336>
- Aizawa et al. (2022) <https://doi.org/10.1029/2021GL097093>
- プレスリリース「20世紀中頃の北極寒冷化は人間活動による大気中の微粒子の増大と気候の自然変動が複合的に影響～北極温暖化の将来予測の信頼性向上に貢献～」(2022年4月7日)

② 北極寒気の動態を定量的に 評価する寒冷渦指標の開発



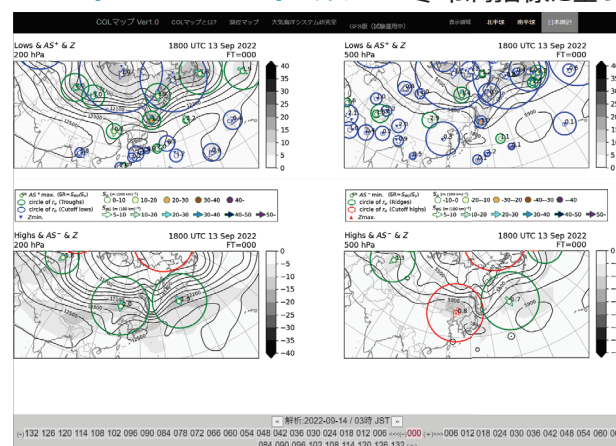
概要

北極寒気を指標として寒冷渦（極端現象にしばしば伴う対流圏上層の寒冷低気圧）の中心位置、強度、影響半径に関して客観的に指標化した寒冷渦指標が完成した。この指標に基づいて極端現象発現時の分布特性や強度の特性などの評価・検証作業を行い、極端現象発現指標の導入準備、および解析ツールの公開準備を進めている。

社会貢献

災害をもたらす豪雨・豪雪・竜巻・突風などの極端現象発現予測のリードタイム向上に資する寒冷渦追跡システムを実装した極端現象発現指標の導入により、北極環境変動に関わる短期的な極端気象予測と防災・減災対策に貢献することが期待される。

COL (Cut-off Low) マップ 寒冷渦指標に基づき上空寒気を監視するサイトを公開



出典：COLマップ Ver1.0 (2022年9月14日閲覧) <http://naos.env.sc.niigata-u.ac.jp/~coluser/>

寒冷渦指標を極端現象発現指標とするために、現在、寒冷渦指標と大気の状態（大雪、線状降水帯、突風）との対応関係についての解析を行っている。

- 社会実装の可能性として、まずは下記①、②について、対象者へのシーズの紹介を予定。
- ①民間の気象サービス事業者への技術移転
 - ②鉄道事業者等が事業実施判断を行う際に活用できる形で技術移転
 - ③現業機関が行う予測モデルへの活用

論文発表・プレスリリース

- Kasuga et al. (2021) <https://doi.org/10.1175/MWR-D-20-0255.1>
- プレスリリース「極端気象をもたらす寒冷渦を捉える新指標を開発 - 大気の状態を不安定にする陰の立役者の尻尾を捉えた! -」(2021年9月15日)

3. ArCS II における研究成果および活動実績②

※国立極地研究所作成
中間評価 自己点検結果説明資料より抜粋

3 安価なドローンで高精度気象観測を実現



概要

安価で取り扱いが容易な汎用ドローンに気象センサーを取り付け、代表的な高層気象観測システムであるラジオゾンデ観測と同等の精度で、大気境界層の気象データを取得可能であることを実証した。

社会貢献

北極海やグリーンランドなど気象の鉛直データが不十分な地域において、ドローンを用いて気象観測網が強化されれば、極端な気象現象の高精度予測への貢献が期待される。

気象観測データが不足している極域
ラジオゾンデ観測の補完的な気象観測システムとして、汎用ドローンの活用を検討
→ 天気予報の高精度化に期待
・安価な機体価格
・低運用コスト
・容易な操縦
・低環境負荷

開発：
機体の排熱・日射の影響を軽減する放射シールド

検証：
ラジオゾンデの気象データと同程度の精度を確保

応用：
厳冬期の気温の逆転層とエアロゾル濃度の観測

問題点：気象センサーに対するローターの排熱や日射による熱的影響が、高精度の気象観測データの取得に障害

観測網が発達していない地域における高精度の気象観測手法として、放射シールドをつけた安価な汎用ドローンを活用する可能性

Toward sustainable meteorological profiling in polar regions: Case studies using an inexpensive UAS on measuring lower boundary layers with quality of radiosondes
Inoue and Sato (2021) | Environmental Research | DOI: 10.1016/j.envres.2021.112468

出典：プレスリリース「安価なドローンで高精度気象観測を実現」図1

論文発表・プレスリリース

- Inoue et al. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112468>
- プレスリリース「安価なドローンで高精度気象観測を実現～極域の持続可能な観測網の構築へ向けて～」(2022年1月24日)

報道等

- 日刊工業新聞「極地研、市販ドローンで気象計測 観測専用機より高精度」(2022年1月27日)

4 国際法制度に関する課題横断研究とブリーフィングペーパー・シリーズの発行



概要

国際法制度に関する喫緊の案件について、プロジェクト内の研究者が案件に応じて分野横断の形で参集し、論点整理や科学的調査の動向等を共有して研究報告できる研究会を形成した。自然科学系の研究調査という裏付けのもとで議論を「ブリーフィングペーパー・シリーズ」にまとめている。

社会貢献

ブリーフィングペーパー・シリーズでは、幅広いステークホルダーが関心を寄せる課題について、文理横断的な専門的知見に基づく課題解決というアプローチにより、国際法政策的なフィルターを通して簡潔かつ平易に解説することで、研究成果を広く社会に還元する。

課題横断プロジェクト例

- 課題横断プロジェクト「北極プラスチック問題」
- 課題横断プロジェクト「北極圏に暮らす人々と気候変動」

ブリーフィングペーパー例

- 北極域の海洋プラスチック問題：国際法と海洋科学の共同研究の必要性
- 日本の北極域関与に関する評価と今後の展望
- 日本・中国・韓国の北極政策の比較：法の支配・国際協力・ビジネス・先住民族への取り組み

「ポリシーブリーフ」「ファクトシート」「リサーチブリーフ」の3カテゴリにて日本語ないし英語で発行

- ブリーフィングペーパー・シリーズ

https://www.research.kobe-u.ac.jp/gsics-pcrr/ja/arctic/press_release/j_briefing_papers.html

国際シンポジウムで北極担当大使によりブリーフィングペーパーに基づいて海洋プラスチックに関する取り組みが紹介されるなど、政策決定者にも活用された例がある。



出典：ArCS II ニュースレター No.5

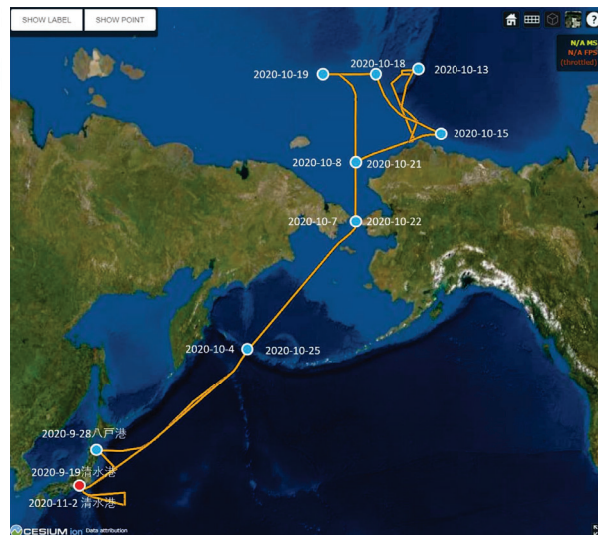
3. ArCS II における研究成果および活動実績③

※国立極地研究所作成
中間評価 自己点検結果説明資料より抜粋

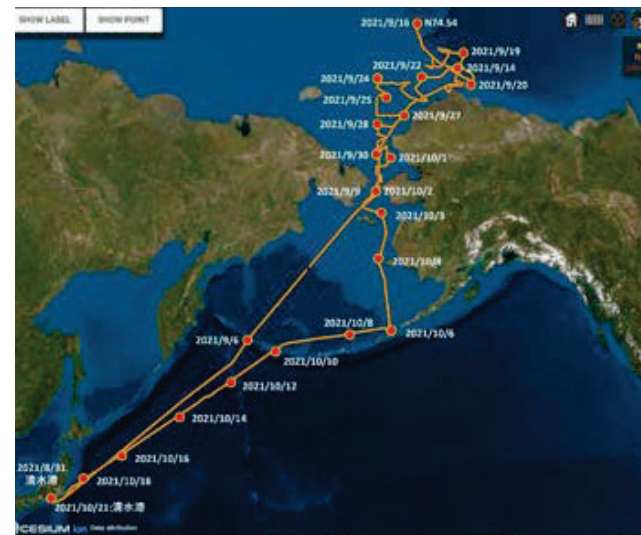
海洋地球研究船「みらい」北極航海（JAMSTEC）

- Twitterを利用して現場の様子を発信
- ADSから各種情報を提供、航海計画立案に有効活用

【2020年度航海】



【2021年度航海】



みらい2020年航海9月21日
<https://www.nipr.ac.jp/arcs2/mirai2020/>

みらい2021年航海10月1日
<https://www.nipr.ac.jp/arcs2/mirai2021/>

2020年9月19日（土）～11月2日（月）45日間

- 新型コロナ対策として無寄港航海
- 国際共同観測 SASの一環として他国が中止・延期を決めるなか、観測を実施でき、継続的で貴重なデータ取得につながった
- 北極海での観測研究を社会へ発信するため、メディアや民間のシンクタンクから3名が乗船

2021年8月31日（火）～10月22日（金）52日間

- 新型コロナ対策をしながらダッチハーバー寄港
- SASの一環としてチュクチ海・ポーフォート海での観測データ取得・試料採取
- 人材育成枠で大学院生が臨時研究補助員として乗船
- 北極海氷情報室との連携による「みらい」への海氷・海況予報の配信と実際の海氷分布と比較・検討（予報システムの評価）を実施

4. 北極域研究加速プロジェクト（ArCS II）中間評価結果(案)（概要）①

事業概要・目的

持続可能な社会の実現に向けて、北極の急激な環境変化が我が国を含む人間社会に与える影響を評価し、研究成果の社会実装を目指すとともに、北極における国際的なルール形成のための法政策的な対応の基盤となる科学的知見を国内外のステークホルダーに提供する。このために、北極域の環境変化の実態把握とプロセス解明、気候気象予測の高度化・緻密化などの先進的な研究を推進する。

事前評価

<必要性>

- 北極域の急激な環境変化は、世界各国が協働して取り組むべき喫緊の課題
- 我が国の政策文書等においても、北極研究の必要性が示されており、本プロジェクトを実施する必要性は高い

<有効性>

- 研究成果は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）への提供を目指し、国際的プレゼンスの向上に資する
- 北極域における課題解決、我が国の産業界への貢献などの側面で有効性が高い

<効率性>

- これまで構築した観測拠点や研究基盤を引き続き活用
- 外部の目を通して妥当性の評価を実施し、課題を効率的に把握、成果を役立てることを検討しており、効率性は高い

※第61回海洋開発分科会「令和2年度の海洋科学技術関連新規施策の事前評価について」から抜粋

<進捗状況>

- 本プロジェクトは、目標達成に向けて概ね計画通りの実績・成果を上げている。
- ArCS IIは国際社会への貢献という責務を負う認識に立ち、これまでの積み重ねを背景に、十分に考慮された組織と計画を構築し、進捗に結び付けている。
- 新型コロナウイルス感染症や国際情勢の影響による計画の変更は避けがたい中で、予定の前倒しなどの工夫や、適切な代替措置を講じたことを評価する。
- コロナ禍においても、「みらい」により北極海同時広域観測研究計画（SAS）を継続し、観測データを提供したことは、国際的にも貢献したと高く評価する。

<必要性>

- 北極域における温暖化の状況変化の把握、将来予測は必要不可欠であり、世界の環境問題解決に重要な意味を持つことは明らか
- 科学的・技術的意義や社会的・経済的意義が大きい成果が得られており、国費により実施する必要性が認められる

<有効性>

- 長期間の観測・研究によってメカニズムが解明されており、更なる継続で、より新しい知の創出、先住民社会が受け入れ可能な対策に資する
- 社会実装は、産業界との連携・対話を通じた課題把握と、解決に向けた学問分野間連携を具体的なものとすることが重要

<効率性>

- 代表機関等による共同運営体制を構築し、PD、SPD等のもと事業を実施。国際助言委員会の助言を踏まえて改善する取組は重要
- 柔軟に計画を見直しながら予算を配分するなど、効率的・効果的に運営

<評価結果>

新型コロナウイルスの影響等がある中で、適切な代替措置等の工夫により、研究成果の創出やデータの公開、国際共同観測への貢献などにより、その進捗状況、「必要性」「有効性」「効率性」において一定の評価に値する。事業を継続する方向性は妥当。

中間評価(案)

4. 北極域研究加速プロジェクト（ArCS II）中間評価結果(案)（概要）②

<今後の事業を推進する上での留意事項>

- 課題別研究会は、プロジェクト内の研究者だけでなく、社会科学の専門意見を取り入れる場として機能するよう今後の方針を検討すべき。温暖化への社会の関心は急速に高まっており、北極域研究は、学術研究にとどまることなく、政策および社会への情報発信の強化が必要。
- 若手の研究支援や人材育成の効果が不明確。研究分野のみならず多様な海洋関連分野への参画実態など、育成した人材のフォローアップが必要である。また、育成した人材の姿が外部から分かるように情報を発信すべき。
- 社会実装の試行については、最新の知見を多分野から集め、学際的な研究でしか解決できない社会課題を把握し、ArCS IIという枠組みだからこそ社会実装が達成できたという成果を期待する。

【アウトカム指標】

- 海洋環境の現状と将来の変化、気候変動への影響等に関する知見の国内外の研究機関等による活用
 - 汎用ドローンを用いた気象観測手法を考案し、ラジオゾンデ観測と同等の精度で大気境界層の気象データを取得可能であることを実証した。観測結果は民間企業に提供し、観測精度の向上等に貢献した。
 - 海洋動態に関するデータセットは、将来気候予測の不確実性の低減や、将来的な水産資源の管理・利活用の判断への活用につながる事が期待される。
 - 海洋地球研究船「みらい」による北極航海は、北極海同時広域観測研究計画であるSAS（Synoptic Arctic Survey）の一環として実施された。SASの成果は将来の環境・気候を予測するための基礎データとして期待されている。
 - 研究者の要望に応じた地球観測衛星データを提供。また「みらい」北極航海の予報データ等にも活用された。
- 気候変動への適応策・緩和策の策定等の政策的議論への貢献
 - 北極域で進む多様な国際協力に関するワークショップを計6回オンラインで開催。北極圏内外の研究者、自治体の実務者、先住民代表団体、NGOのメンバーなどを招へいし、政策に携わる実施者とのネットワークが形成された。
 - 気候変動の適応策・緩和策を含む政策的議論への貢献が期待される成果の例
- IPCC等の国際的な議論への貢献
 - IPCC第6次評価報告書（AR6）第1作業部会報告書の作成にあたって、本プロジェクトの成果が引用されるとともに、著者や査読者として貢献した。
 - 北極評議会（AC）の作業部会AMAPの短寿命気候強制力因子（SLCFs）評価報告書および気候変動評価報告書の作成に、本プロジェクトに参加する研究者が著者として貢献した。
 - 各国の北極域研究に関するデータベースを作成し、第3回北極科学大臣会合（ASM3）に貢献

【アウトプット指標】

- 北極研究における国際共同研究の実施状況
 - 国際共同研究課題数：11課題
 - 研究参画者数：約220名
 - 国際連携拠点数：6か国11拠点
 - 研究成果発表報道数：73件（日本語48件、英語25件）
 - 査読付き論文発表数：428件
 - 連携している国際プロジェクト等：37件
 - 海外研究機関参加数（海外交流研究力強化プログラム）：9機関
- 得られたデータや科学的知見の集積状況、国内外の関係機関への提供実績
 - ステークホルダー（民間企業、行政等）を対象とした講演会などの開催：34件
 - 北極域データアーカイブシステム（ADS）等による汎用性の高いデータの提供：データセット数は75件、アクセスは330万件で85%が海外から
 - 北極域政策担当者等のステークホルダーに向け、文理横断的な専門知見に基づき国政法政策的視点から研究成果を開発する「ブリーフィングペーパー・シリーズ」を2021年度までに6件刊行 など
- 国際的な枠組みへの日本人研究者等の参画状況
 - 25の国際会合に、32回にわたり延べ51名の専門家を派遣
 - 第3回北極科学大臣会合（ASM3）科学助言委員会の共同議長、およびASM3での基調講演を本プロジェクト研究者が担当
 - 国際北極科学委員会（IASC）の副委員長、持続的北極観測ネットワーク（SAON）の日本代表などとして、本プロジェクトの研究者が活動
 - 亜熱帯～北極海海洋生態系プログラム（ESSAS）科学運営委員会の共同議長、北極海中央部における海洋生態系ワーキンググループ（WGICA）の共同議長などを、本プロジェクトに参加する研究者が担当

5.北極域研究推進プロジェクト推進委員会 委員名簿および評価プロセス

- ◎ 池島 大策 早稲田大学国際教養学部 教授・前学部長
窪川 かおる 帝京大学先端総合研究機構 客員教授
合田 浩之 東海大学海洋学部海洋理工学科航海学専攻 教授
三枝 信子 国立環境研究所 地球システム領域 領域長
坂野井 和代 駒澤大学総合教育研究部 教授・学長補佐
総合情報センター所長
瀧澤 美奈子 科学ジャーナリスト
中田 薫 国立研究開発法人水産研究・教育機構 理事

◎ : 委員長

【これまでの評価プロセス】

- 令和4年6月 評価方針、評価書の様式について決定
令和4年9月-10月 代表機関から提出された自己点検評価書に基づく書面評価
令和4年12月 代表機関等からのヒアリング審査
令和5年1月-2月 中間評価結果のとりまとめ