

北極域研究プロジェクト(ArCS)の成果と 北極域研究加速プロジェクト(ArCS II)の取組 ～北極海航行支援の取組を中心に～

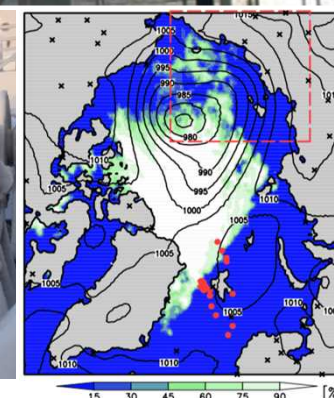
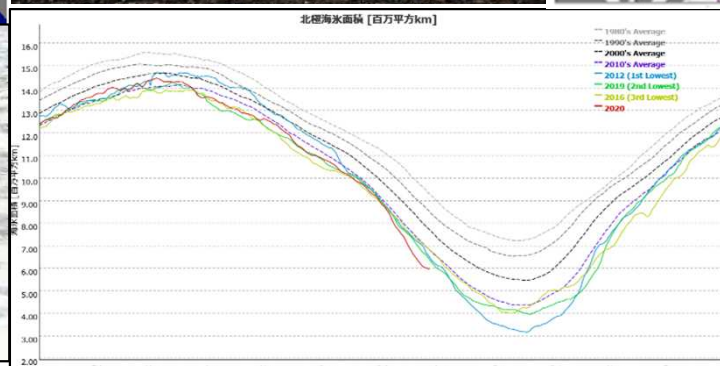
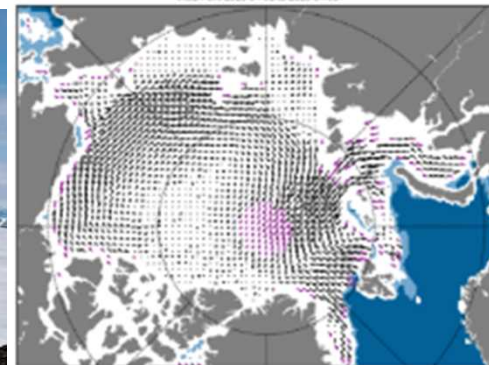
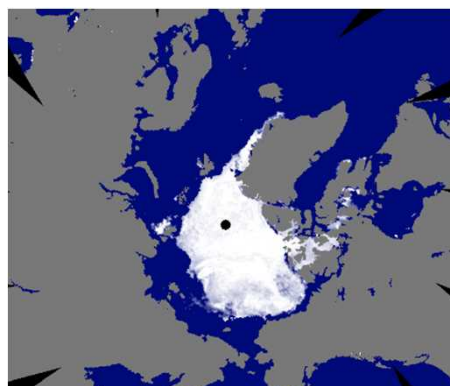


大学共同利用機関 情報・システム研究機構
国立極地研究所 副所長
榎本浩之

北極海航行支援の取組の成果

2015-2019年度に実施された北極域研究推進プロジェクト(ArCS)では、北極海航行支援として以下の各取組を推進

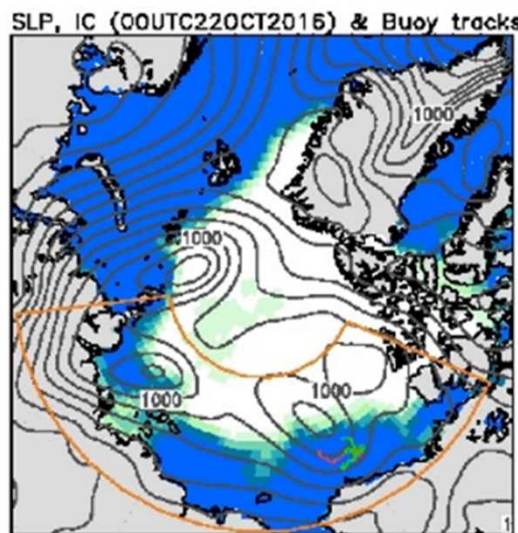
- 海水面積の予測と手法の改良
- 北極海航路の安全性と経済性に影響を及ぼす予測の不確定性の理解
- 北極航路及び極端気象の予測に資する観測データの評価
- 飛沫情報の把握と船体着氷現象の予測手法の改良
- 氷海域流油ハザードマップの検討
- 最適航路支援モデルの開発と運用
- 北極航行支援サービスシステムの開発・試験運用 等



海水減少で最大波高が上昇～北極航路上の安全航行に備える～

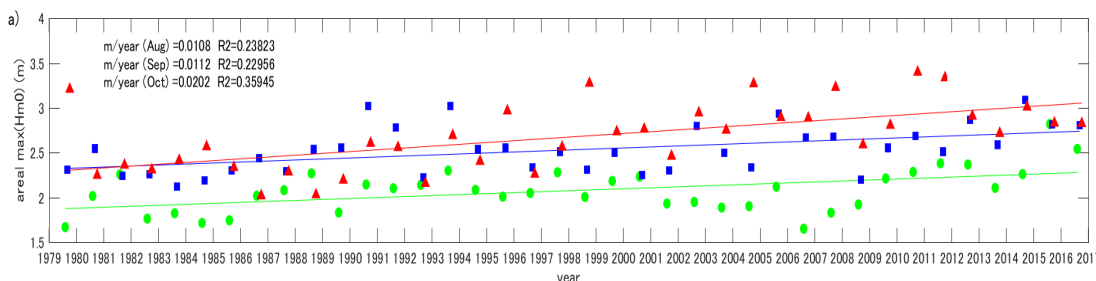
北極海水の減少に伴い、北極海の波浪の最大波高が上昇傾向にあり、海水減少の波浪への影響を初めて解明。北極海の安全な航行への貢献に期待

■ 漂流型波浪ブイ



2016年10月22日の北極海、海水の分布と気圧分布（線）、展開したブイの軌跡（赤線、緑線）を示す。オレンジ枠は長期データを解析した海域。

■ 北極海域における最大波高の長期変化



開放水面での最大波高の期待値の経年変化（8月●、9月■、10月▲）。10月の波高は38年間で2.3mから3.1mに増加。

北極航路における波浪は、しぶきの船体着氷も引き起こすため、航行船舶にとって大きな障害であり、その特性の把握と予測が必要不可欠である。本研究では、漂流型波浪ブイを用いて、我が国初の北極海における波浪観測を行い、波浪場の再現データを検証するとともに、その再現データの過去38年間の長期変化を調査した。その結果、北極航路に利用される海域では最大波高が特に10月に上昇傾向にあり、それは海水の減少と海上風速の増加が原因であることを解明。今後、本研究を継続して北極海の波浪の推定精度をさらに向上させていくことにより、北極海の安全な航行へ貢献していくことを期待。本成果は、2018年3月に英国科学雑誌「Scientific Reports」にオンライン掲載。

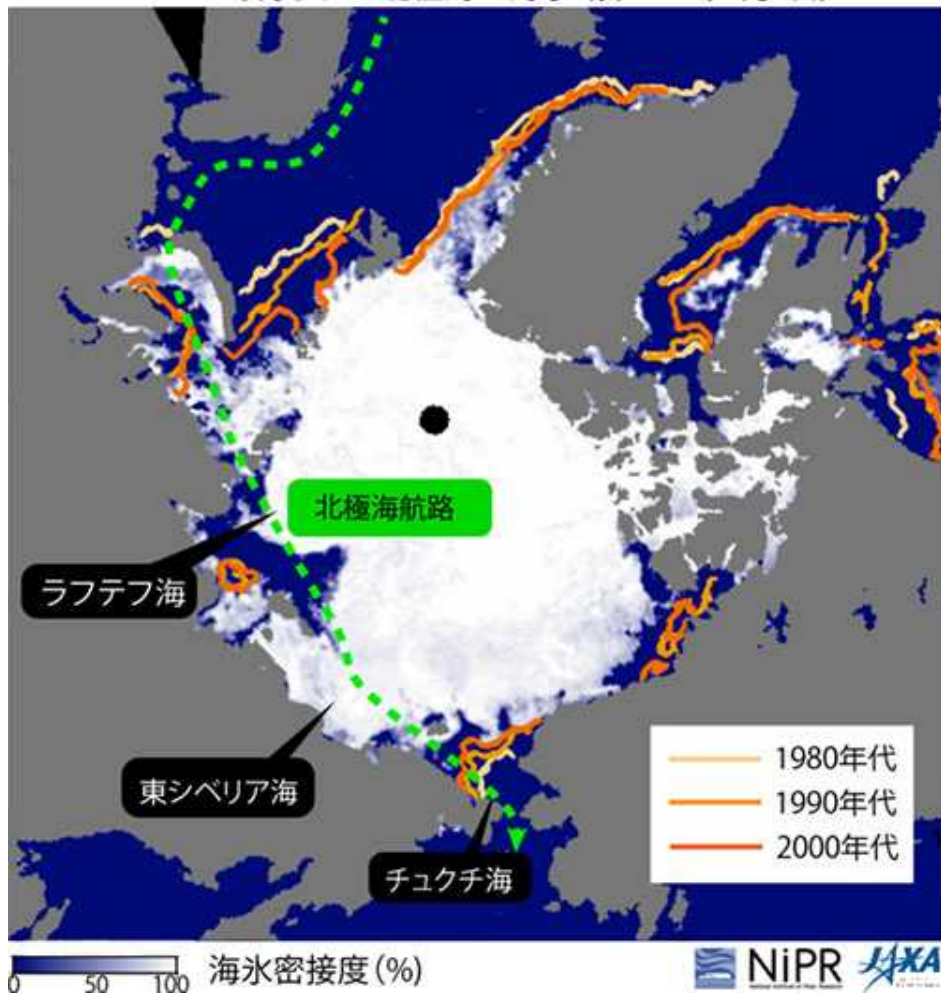


北極海を航行する船上での海水のしぶきによる着氷の除去作業。着氷は船舶の機材に障害をもたらす、航行の妨げとなる

北極海航路上の海水厚分布を高精度に予測できる時間スケールを特定

北極海航路が通る東シベリア海における初夏の海水厚分布の予測精度が、3日先までの予測に比べて4日目に著しく低下し、その原因として北極低気圧に伴う風速分布の予測誤差が大きく影響することを解明

AMSR2で得られた北極海の海水域(2014年7月1日)



北極海航路開発に向けては、各国で海水状況の予測研究が進展。他方、これまではその多くが海水面積に関するもので、船舶の速度を左右する海水の厚さ(海水厚)の予測精度やその要因については、これまで観測データが非常に限られており、安全な北極海航行のためには不十分。そこで過去の海水データや予測値を解析し、東シベリア海における海水厚分布の予測精度の調査した結果、海水厚分布はどの年でも概ね3日先までは高精度で予測されるが、4日目以降は予測精度が著しく低下することを解明。

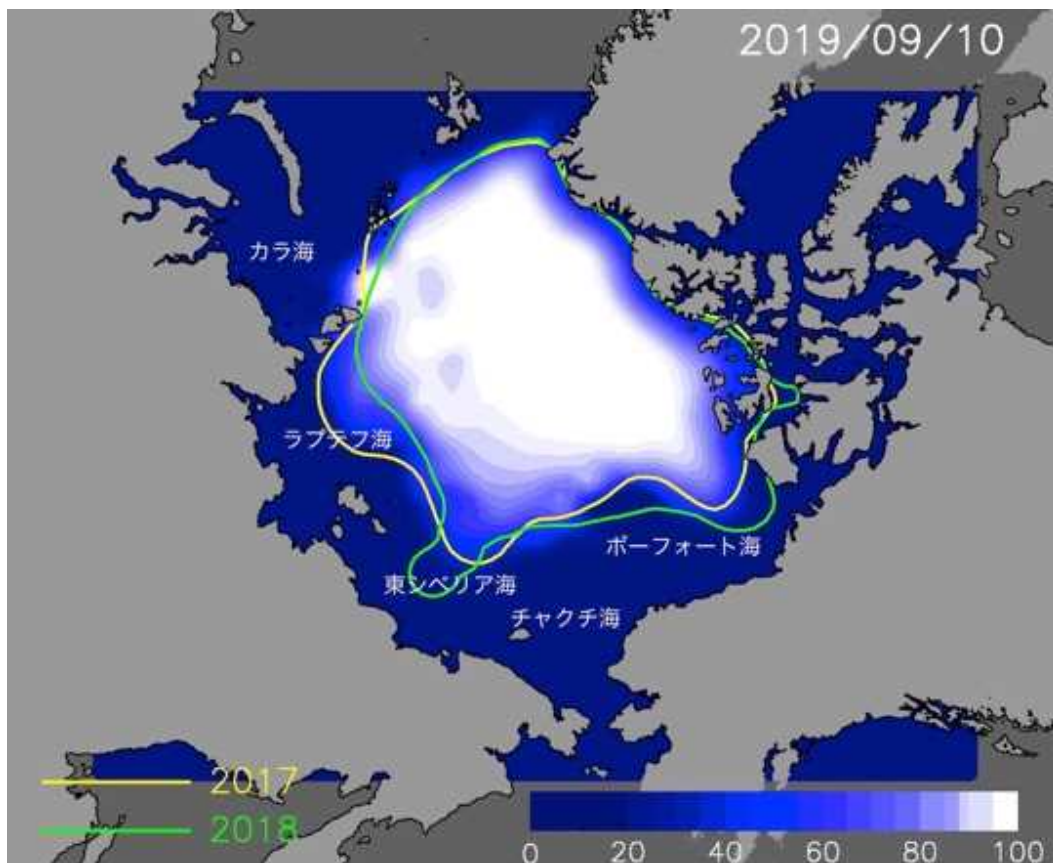
本成果は、2018年6月に欧州の科学雑誌「The Cryosphere」に論文「Medium-range predictability of early summer sea ice thickness distribution in the East Siberian Sea based on the TOPAZ4 iceocean data assimilation system」としてオンライン掲載。

JAXAの水循環変動観測衛星「しずく」に搭載されている高性能マイクロ波放射計(AMSR2)による2014年7月1日の北極海における海水密接度と1980年代、1990年代、そして2000年代における氷縁。近年、北極海における夏季の海水域は縮小傾向を示すものの、東シベリア海やラフテフ海では初夏(7月)は海水が残存。緑の破線は北極海航路の典型的なルート。

参照URL: <https://www.nipr.ac.jp/info/notice/20180628.html>

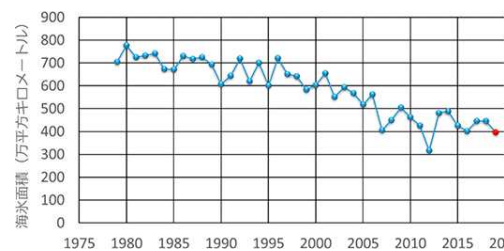
北極海氷予報

北極海航路の活用に向け、北極海氷分布のより高度な予測手法の開発を目指し、毎年夏季の北極海氷分布を予測しWEB上で公開。2020年に開始されたArCS IIプロジェクトでもこの取組を継承予定



2019年の最小期（9月10日）の海氷分布予測図

- ArCSプロジェクト(2015-2020)の取組として、夏季における北極海の海氷減少を毎年予測。ArCS IIプロジェクトではこの取組を継承し、予測精度の一層の向上を図る
- 北極海氷は、冬に氷が集まって厚くなる箇所は溶けにくく、逆に氷が薄い箇所は溶けやすいという特性に基づき、海氷密度(氷がどれだけ集まっているかを数値化)を用いて春季の海氷の厚さを計測
- 夏季までに溶ける日数を推測しており、2019年は、9月の最小期の海氷面積を480万平方キロメートルと予測し、WEB上で公開(実際は最小期(9月17日)に396万平方キロメートルを記録)
- 海氷減少の変動要因を解明し、北極海氷中期予測システムを開発して、北極海航路開発への貢献を目指す。



令和2年度群馬県立太田高等学校 前期選抜検査問題 総合問題に「北極海の海氷面積が9月17日に年間最小値を記録～薄氷化が進行～」のプレスリリースの図が問題の一部として掲載された。(2020年2月12日)

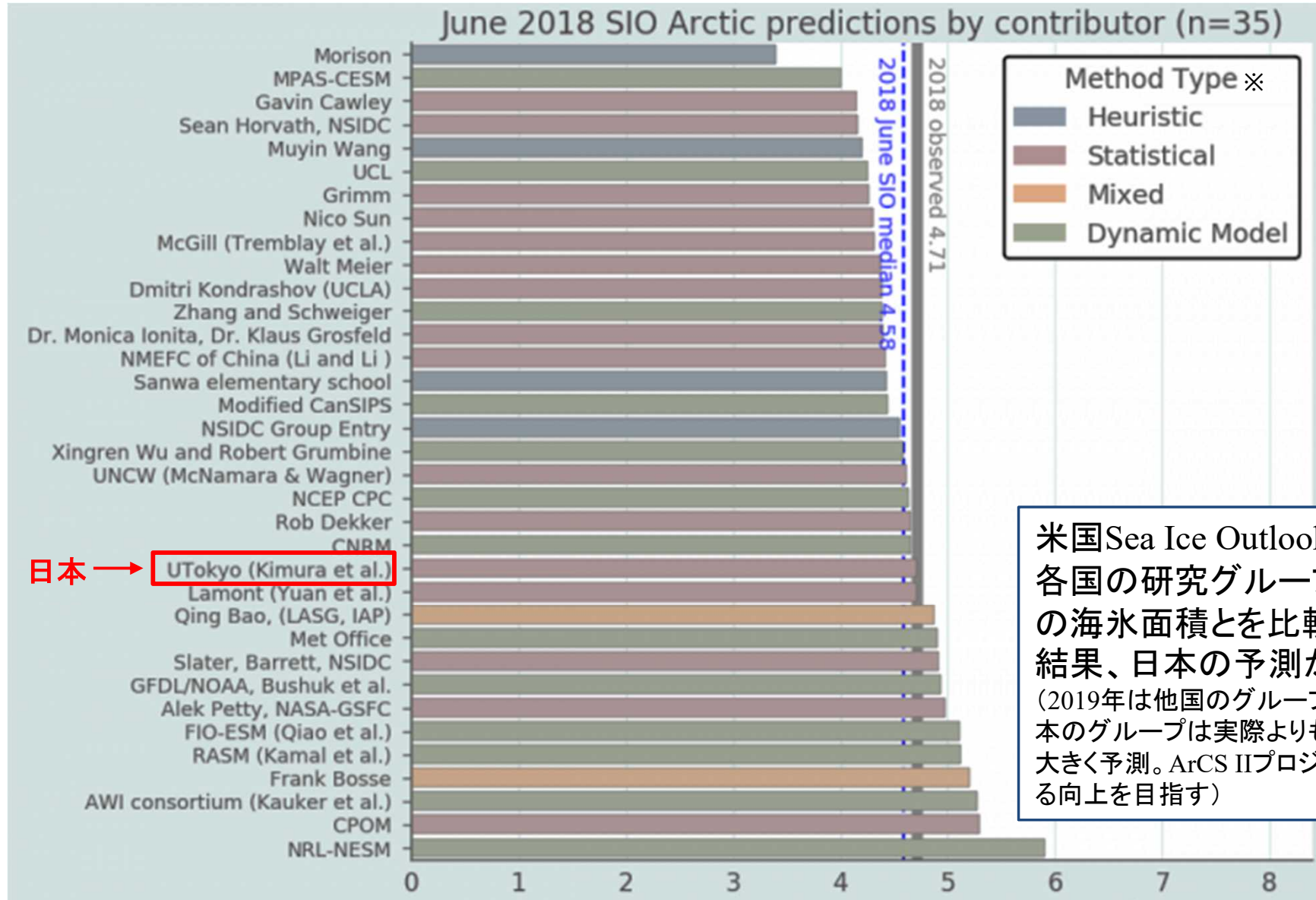
資料のもととなった図: 北極海の海氷面積の年間最小値の年変化

問: 地球温暖化の影響で海水面が上昇する原因の1つとして考えられることを、資料2～資料4から読み取れることを必ず用いて、句読点を含めて120字以上160字以内で書きなさい。なお、この問いでは海水の密度は水の密度と等しいと考えてよいものとする。

《資料3》 年ごとの北極海の海氷面積の最小値

北極海航行支援の取組の成果

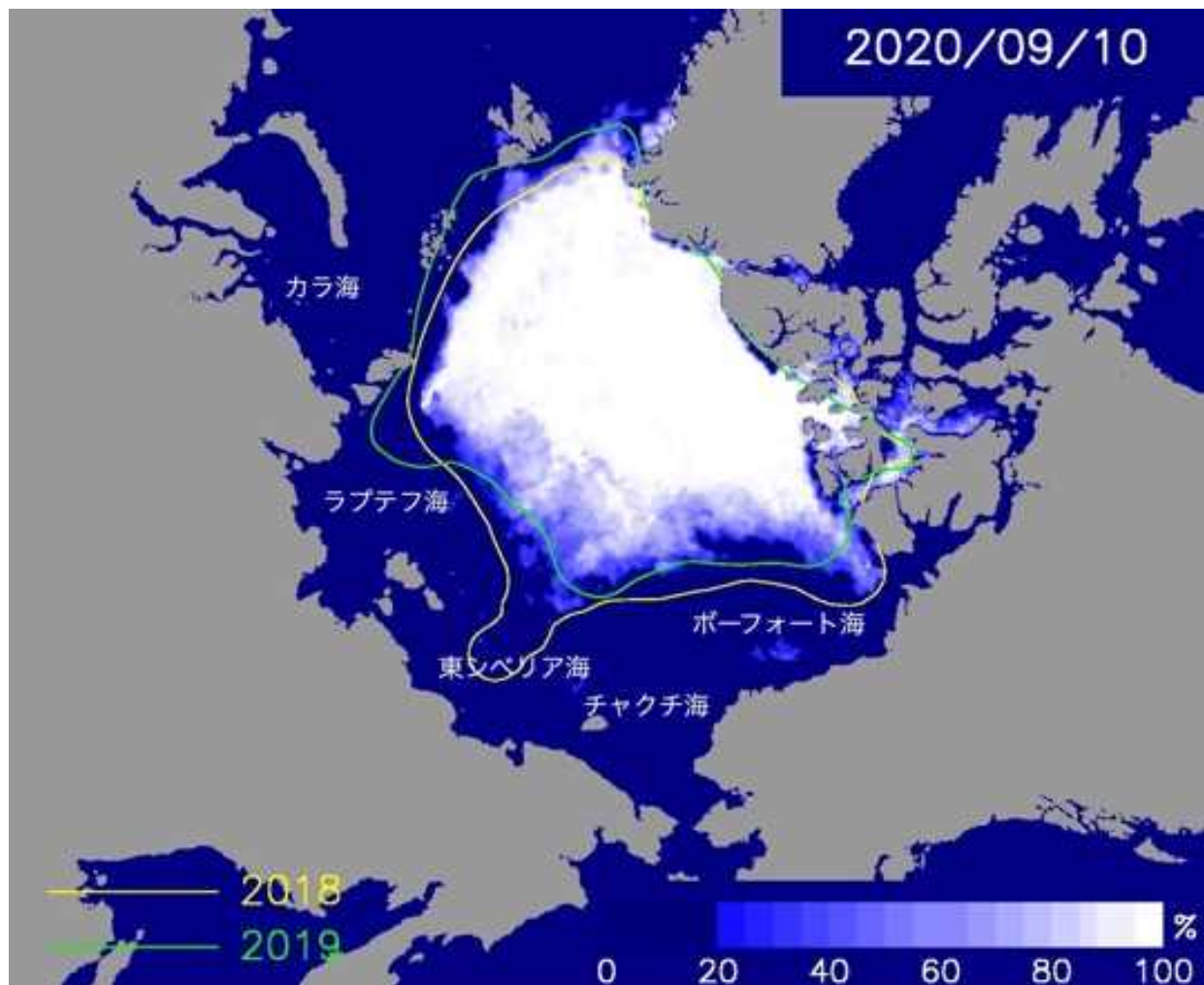
2018年の北極海氷面積は、日本の研究グループの予測が世界で最も近似



※Method Typeとは、予測の手法を指し、各国のグループによってモデルを用いるなど様々な手法があって、日本のグループは衛星等のデータによる統計的手法により予測

米国Sea Ice Outlookより:
各国の研究グループの予測値と、実際の海氷面積とを比較しレビューされた結果、日本の予測が最も近似と評価
(2019年は他国のグループの予測が最も近似で、日本のグループは実際よりも約80万平方キロメートル大きく予測。ArCS IIプロジェクトで予測精度のさらなる向上を目指す)

2020年の北極海氷分布予報



2020年海氷分布予報

- 北極海の家氷域面積は9月の最小期に約423万平方キロメートルまで縮小。これは2012年に続いて観測史上2番目に小さな面積。
- 7月現在、シベリア側のラプテフ海周辺域で海氷域が急速に後退。今後はこのシベリア側での急速な海氷後退は落ち着くが、8月上旬にはアラスカ側海域でも急速に海氷域が縮小する見込み。

2020年の最小期（9月10日）の家氷分布予測図

北極海航行支援の取組の成果

プロジェクトで運用する北極域データアーカイブシステム(ADS)の取組として、北極海航路予測システムによる航路シミュレーションの開発研究を実施するとともに、地球観測衛星データと連携して準リアルタイムで海氷情報を提供。この取組はArCS IIプロジェクトでも継承予定

スタート(ヨーロッパ側) 2015/10/14 11:07:19

グリーンランド

北極海航路予測システム

海氷

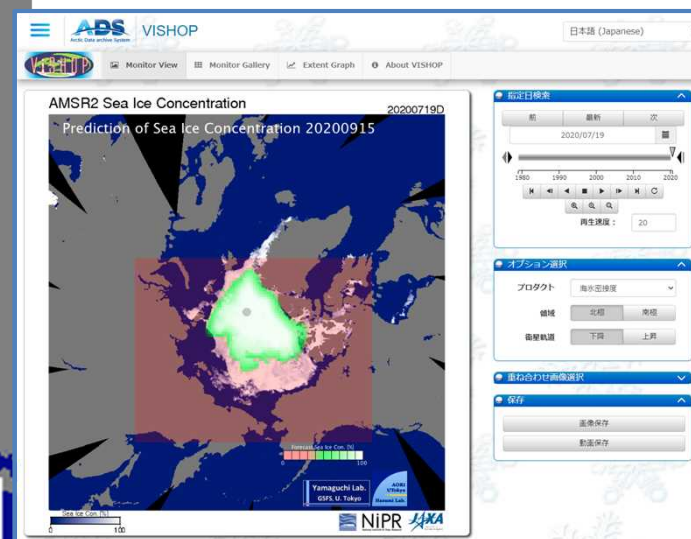
北米

日本へ

ゴール



ADSで開発されている航路予測システムに、航海予定期間中の海氷状況、気象予報等のデータを入力。これにより、安全かつ経済的な、最適な航行ルートを探索



ADSでは、地球観測衛星からのデータにより北極海氷状況の準リアルタイム監視モニターを運用
北極海氷分布予報の公開も行う

参照URL: <https://ads.nipr.ac.jp/routeSearch/#/search>

北極航行支援サービスシステムの開発

プロジェクトで運用する北極域データアーカイブシステム(ADS)の取組として、衛星データによる海氷情報を、航行中の船舶に随時提供するシステム(VENUS)の研究開発を推進。将来の実運用を目指し、商船三井が運行するLNG砕氷船や、海洋研究開発機構の研究船「みらい」の北極航海にVENUSを搭載して試験運用を実施。この取組はArCS IIプロジェクトでも継承予定



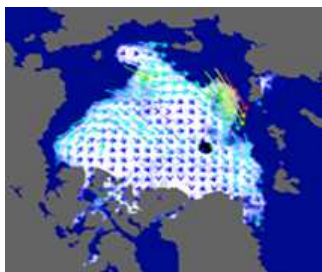
衛星からの各種の海氷データ(海氷の厚さ、密接度等)がJAXAからADSへ配信。ADSでこれらのデータを可視化し、VENUSを通じて船舶へ配信。



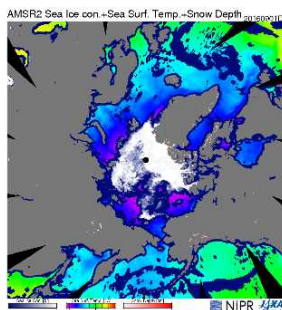
データ配信



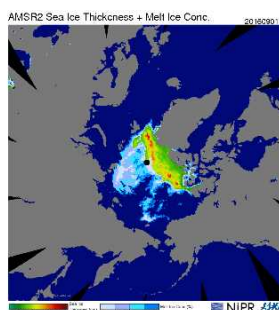
「みらい」船室内に設置されたVENUS。ごくコンパクトな装置であり、輸送・設置の利便性が高い。右は、VENUSを通じて配信された海氷情報のディスプレイ画面。



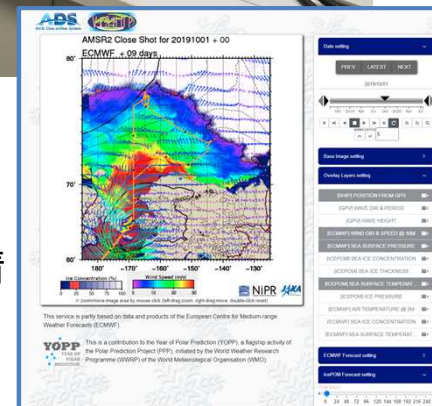
海氷移動



海氷密接度・海水面温度

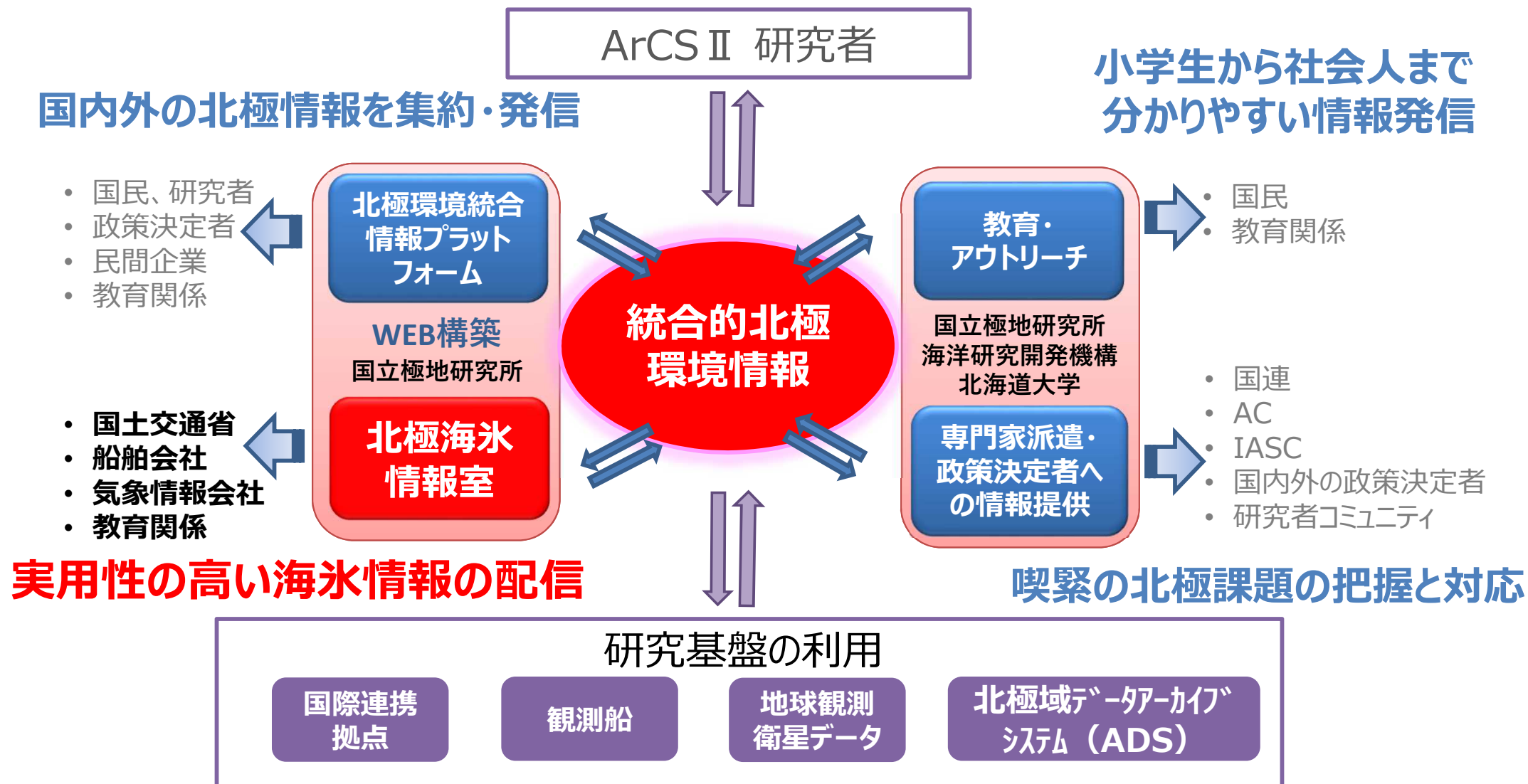


海氷厚



参照URL: <https://ads.nipr.ac.jp/venus.mirai/#/mirai>

ArCS IIプロジェクトでは、北極研究の情報を「見える化」し、広く発信する取組として戦略的情報発信を重点課題に位置付け、その取組のひとつとして「**北極海氷情報室**」を代表機関に設置し運営



必要性：急浮上する高度な専門性を要する国際課題への対応

効率性：自然科学系と国際法などの社会科学系の研究者との協働による知見提供

有効性：国際的な注目課題(Hot issues)への迅速な対応と話題提供

対話内容

- ◆ **規制**：航行ルール、中央北極海公海漁業活動、BC排出等
- ◆ **政策議論**：環境条約、人権法、科学協定条約
- ◆ **ガバナンス**：北極域政治プロセス

我が国の国益、
実用・商用サービスに
資する成果創出

政策対話コーディネーター

国際課題

研究・調査、
専門家派遣

政策決定者との対話

国際的制度改革、
我が国の北極政策
への貢献

成果の発信先・ステークホルダー

- ◆ **北極航路**：海運、船舶、保険などの業界
- ◆ **気象予測**：気象庁、民間気象会社
- ◆ **政府系機関**：環境省、国土交通省、地方公共団体
- ◆ **海外現地社会**：教育・健康・インフラ整備等の関係者

社会実装コーディネーター

必要性：防災・減災、資源開発、北極航路の実利用に向けた対応

効率性：産業界のニーズを自然科学系、工学系と多岐に渡る研究集団へ直接伝える

有効性：航路予測データの実験配信等により、現場のニーズに基づく発信情報の改善を進める

※ 問合せ先：ArCS II事務局

Email arcs2_secretariat@nipr.ac.jp