

北極 通信



おしよろ丸航海がとらえた北極海洋環境の変化

海氷減少でどう変わる、北極の海。活発化するのか抑制されるのか

平譚享／北海道大学大学院水産科学研究院 准教授

海氷減少や海洋酸性化など、北極海は以前とは異なる環境に曝されています。海氷減少は、生物生産の基盤となる植物プランクトンの種類や一次生産に影響を与えます。さらにそれは食物連鎖を通して、動物プランクトン、魚類、底生生物、海鳥、海生哺乳類へと、より高次の生物の生産と分布を変化させると予測されます。また、海洋酸性化は貝類の殻を溶かすなど、生物に直接ダメージを与える可能性があります。2013年6～8月の北海道大学水産学部附属練習船「おしよろ丸」北極航海では、海洋の環境を調査するとともに、海洋環境変化が生物の生産や分布にどのような影響を与えるかを明らかにするため、トロールやドレッジなども使ってさまざまな生物の採集と観測を行いました。

本航海は夏季の調査でしたが、強風や流氷帯により幾度となく観測の中断・変更や迂回を余儀なくされました。また、海水の近くでは、穏やかな海を期待していましたが、強風により波も高い状況でした。しかしながら、乗組員の協力もあり、昼夜問わず（白夜なのですが）観測が継続され、乗船研究者と学生は概ね予定通りの観測を実施できました。

今回の調査により、詳細な海洋環境とともに、環境の違いによる生物分布の差異も観測することができました。また、「おしよろ丸」が北極海に入るのは今回で8回目。過去のデータと比較し、どのような環境が生物分布を決めているのか、両者の関係を詳細に解析することにより、将来の環境変動に対する生物の応答が予測できると期待しています。

2013年8月に、チャクチ海で採集し、生きたまま持ち帰ったホッキョクダラを、インキュベーター内(2℃)の水槽で、雌2個体、雄4個体の成魚を給餌飼育してきました。雌雄とも成熟に達し、2014年2月2日に人工授精、翌日には、残りの雌が自然産卵しました。いずれも受精率は、ほぼ100%です。現在、卵発生に伴う比重変化、塩分耐性、ふ化仔魚の給餌飼育を続けています。これは1990年代初めに実験して以来ですが、ホッキョクダラは北極海の生態の鍵となる魚。この飼育実験を通して、温暖化が進む北極で海洋生態系の構造と機能がどのように変わっているのかを見ていきますが、ホッキョクダラの飼育には、人



ふ化直前のホッキョクダラの発生卵(左)とふ化直後の仔魚

間が海洋生物資源をどのように持続的に利用して行くのかを見るヒントが隠されています。

近年の北極海観測から見えてきた動植物プランクトンの動向

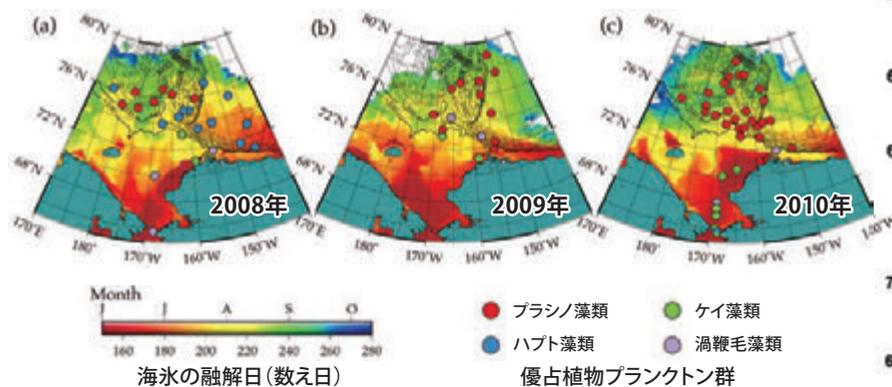
松野孝平／国立極地研究所(北海道大学大学院水産科学研究院) 特任研究員
藤原 周／国立極地研究所(北海道大学大学院水産科学研究院) 特任研究員

植物・動物プランクトンのような低次生物は、食物網を通じて海棲哺乳類などの高次捕食者を支えています。低次生物は世代交代時間が短いため、近年の急速な海水減少や海洋環境の変化に多大な影響を受けます。

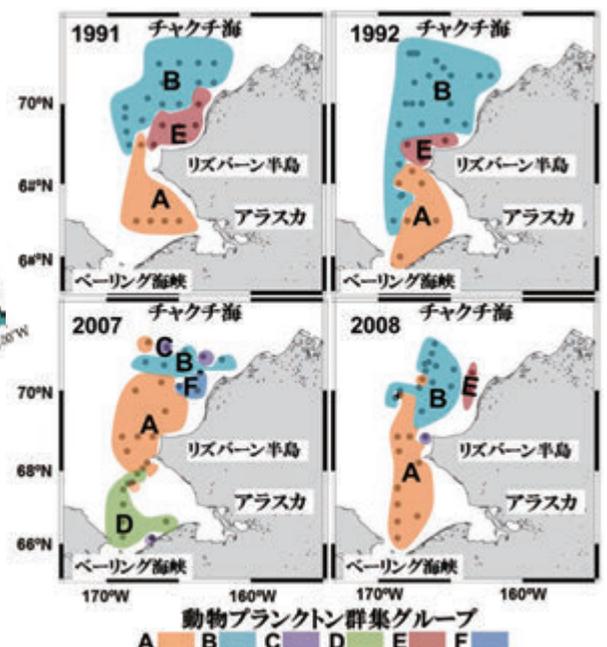
本事業において我々は過去の観測データの解析を行ってきましたが、海洋研究開発機構の海洋地球研究船「みらい」による継続的な北極海観測データから、海水が溶けるタイミングが年ごとに変わると夏季の水温や栄養環境が変化し、さらには優占する植物プランクトンの種類が変わることが明らかになりました(図A)。

一方、おしよる丸によるチャクチ海観測データにより、1990年代前半と2000年代後半では動物プランクトン群集が大きく変化したことが明らかになりました(図B)。

これは、太平洋に分布する種(太平洋産カイアシ類)が、海流によって大量に北極海に輸送されていたことを意味します。さらに、別途行った船上実験から、流入した太平洋産カイアシ類が産卵を行っていたことも確認しました。今後は、本事業で実施した「みらい」や今回のおしよる丸航海で採集した動・植物プランクトン試料を解析し、さらなる変化があったのか調べていきます。

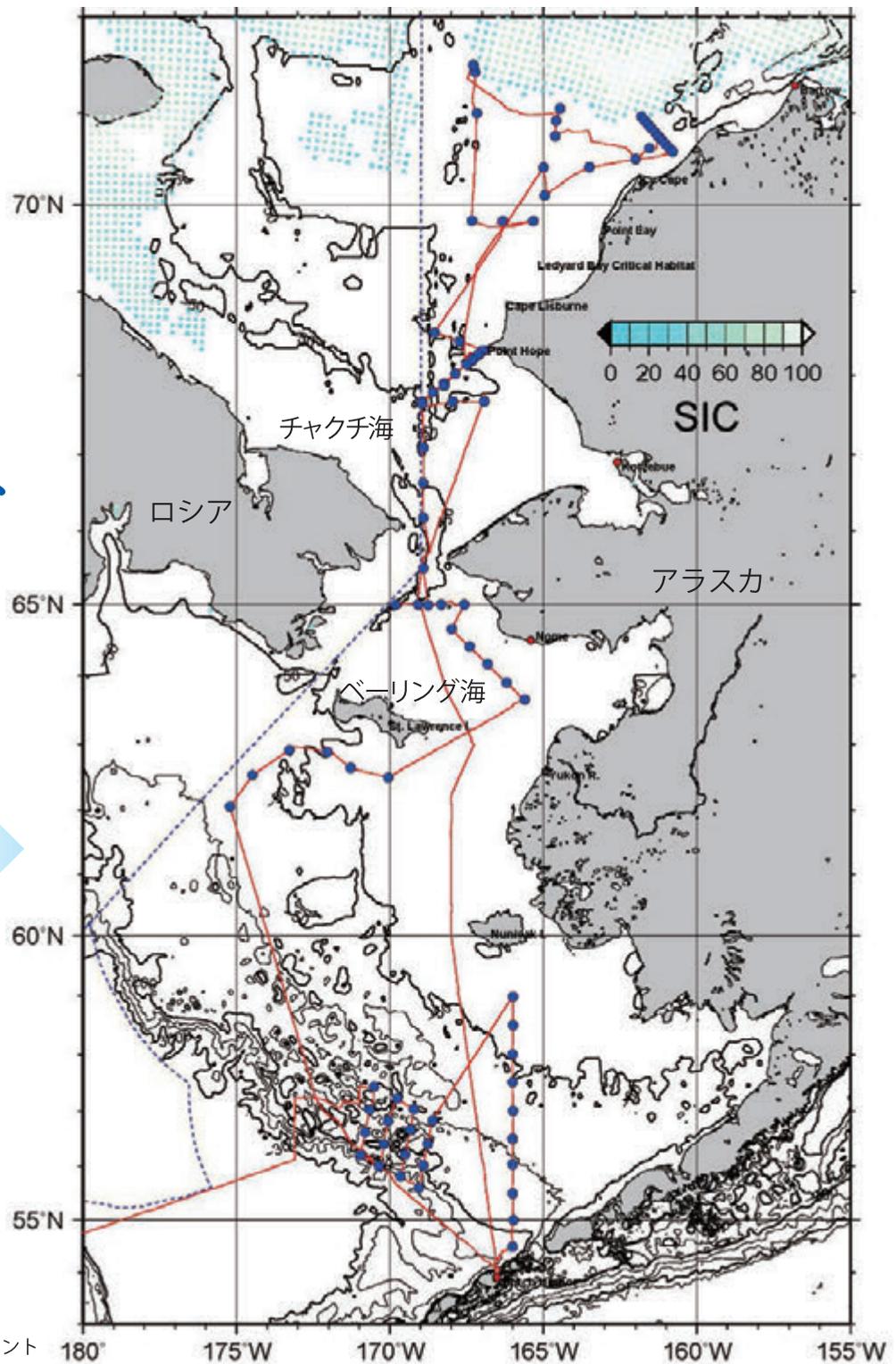
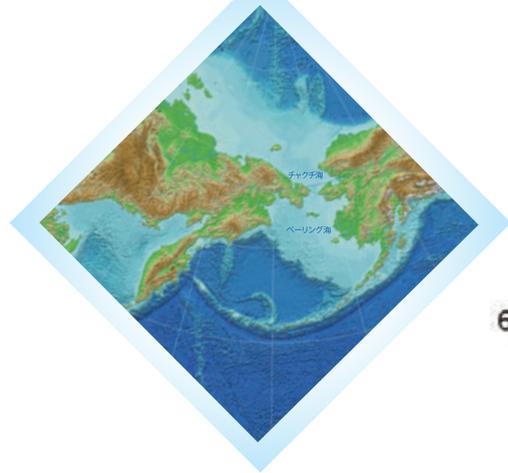


図A: 海水融解のタイミングと優占植物プランクトン分布。海水融解が他の年より1~2ヶ月早かった2008年、東部チャクチ海には高温と共にハプト藻類が広く分布していた。



図B: 1991、1992、2007 および 2008年のチャクチ海における動物プランクトン群集のクラスター解析の結果。2007年のみに観察された群集Dは太平洋産種が卓越していた。

おしよろ丸 2013年 北極航海



— 航海軌跡 ・ 観測ポイント

チャクチ海における海洋酸性化の状況について

川合美千代 /
東京海洋大学先端科学技術研究センター 准教授

近年、「海洋酸性化問題」が大きく注目されています。我々人間が放出した二酸化炭素の 1/3 は、海洋に吸収されてきました。温暖化を抑制してくれるありがたい話であると同時に、二酸化炭素が溶け込むことで、海の pH がどんどん低下し、少しずつ酸性に近づいています。これが「海洋酸性化」です。ほんのわずかな pH の低下が、多くの海の生物に重大な影響を及ぼす可能性があることが明らかになりつつあります。特に、貝類などの殻が溶け出し、あるいは殻を作りにくくなってしまふことが懸念されています。北極海は、この海洋酸性化の影響が最も早く現れる海域として知られています。しかし、観測例が少なく、酸性化

の現状も、生物への影響も殆ど明らかになっていません。そこで、本事業生態系プロジェクトの一環として、生物が多く生息しているチャクチ海において、船舶観測や係留観測、生物採取などを行ない、酸性化の実態を調査してきました。海域や季節によって酸性化の状況が大きく異なること、夏から秋にかけての表層と底層の海水がすでに深刻な状況にあることなどが明らかになってきました。海洋酸性化がチャクチ海の生態系にどのような影響を与えるのか、係留データやモデル計算などと併せて、今後詳しい解析を行っていく必要があります。

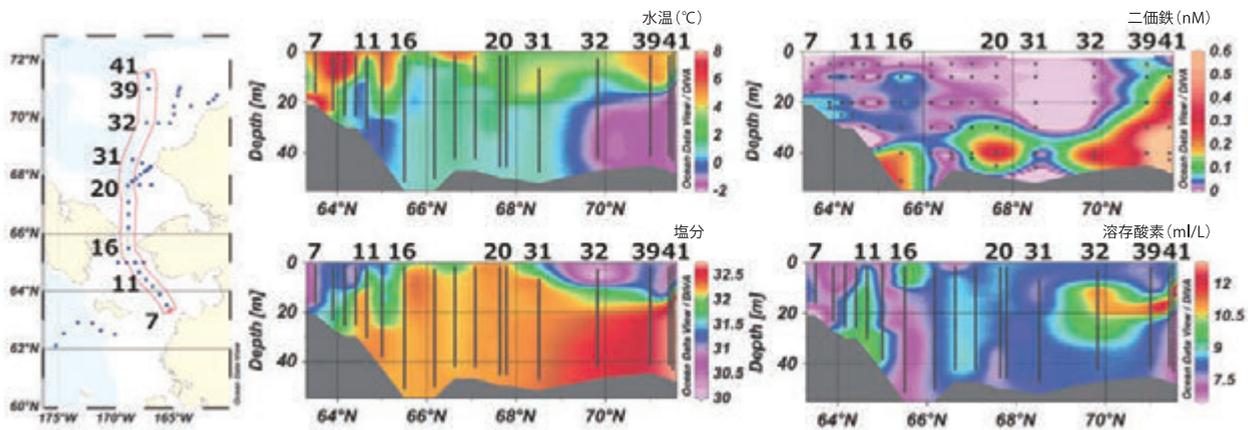
おしよろ丸航海で採取したチャクチ海底層の貝類

鉄は栄養塩と同様、海洋植物プランクトン増殖を支える重要な元素です。近年、大陸棚堆積物および河川由来の鉄供給がベーリング海峡付近やチャクチ海における基礎生産を支えていると考えられています。海水中に僅かしか存在しない溶存鉄は、有機鉄錯体、二価鉄、水酸化鉄などさまざまな存在形態を持ち、その存在形態によって生物利用能や分布が異なりますので、それぞれの分布を把握することにより、陸棚域で鉄がどのように輸送されているかを解明することができます。

そこで 2013 年 6 月～8 月に実施されたおしよろ丸航海では、ベーリング海北東陸棚域からチャクチ海および氷縁域における鉄

の輸送メカニズムを解明することを目的として、鉄の分布を調べるためのサンプルを採取・分析を行いました。その結果、還元種である二価鉄については、溶存酸素濃度がやや低い底層付近で高くなる傾向が見られました。堆積物からの流入や底層付近で起こる生物起源粒子の分解によって供給されている可能性が考えられました。

現在、溶存鉄や有機鉄錯体については分析中ですが、鉄だけでなく、マンガン等の微量元素の分布と比較して、微量元素の輸送メカニズムの統合的な理解を目指しています。



ベーリング海北東陸棚域およびチャクチ海における水温、塩分、二価鉄、溶存酸素の分布

チャクチ海、底生生物の変化： おしよろ丸トロール調査からみえてきたこと

中野 翼／北海道大学大学院水産科学院 修士課程
綿貫 豊／北海道大学大学院水産科学研究院 教授

海洋表層での植物プランクトン等の一次生産のうち、動物プランクトンに食べられなかった分や生物の糞・死骸が有機物として海底に沈降していきます。特に北極海ではこの沈降が多く、これがカレイ・カジカといった底魚に加え、貝類やカニ、ナマコ等を含む底生生物群集（ベントス）を支えています。ところが近年の海水減少がこの沈降量を変え、ベントスの分布や量に影響していると考えられています。

おしよろ丸は、1990-1997 年と 2007-2009 年の 2 期に渡り、海水減少が著しいセントローレンス島南部、チャクチ海南部において、トロール網を用いて底魚およびベントスを採集し、海域毎の生物組成や現存量を調べていますが、2013 年夏、本事業において同海域で再びトロール調査を行ったところ、魚類ではホッキョクダラやカレイ類、ベントスではズワイガニやツブ貝などが採集されました。

これらの調査から、どの年も底魚の量はベーリング海で多く、



トロールから上がってきた様子

チャクチ海ではベントスの量が多いという顕著な地域差があり、さらにチャクチ海では 2007 年にベントスの増加が確認され、特にホヤ類の生物量が顕著に増加していることがわかりました。ベントスは 1990 年代に比べれば 2000 年代は多いままでしたが、魚類の生物量は 1990 年代と 2000 年代で大きな変化は見られませんでした。これは、より南のベーリング海北部で予想される傾向とは異なるようで、海水減少とどう関連しているのか、今後、海洋環境変化との関連性を詳しく分析していきたいと思ひます。

北極若手研究者の国際交流について

ラリー・ヒンズマン氏／国際北極圏研究センター(アラスカ大学フェアバンクス校) 所長

アラスカ、カナダで北極研究に関係する機関との間で、この夏から北極環境研究若手研究者派遣支援事業が始まります。本誌ではアラスカの中心的な受入機関である国際北極圏研究センターのラリー・ヒンズマン所長に抱負を伺いました。



——若手研究を受け入れる側としての期待をお聞かせください。

本支援事業の若手研究者がアラスカを訪れ、アラスカ大学フェアバンクス校の科学者たちと親密に研究を行えることは、本当の意味でキャリア形成を高める機会を得られるということです。

昔、まだ私自身が駆け出しの頃、札幌の北海道大学低温科学研究所に4週間滞在する機会がありました。本当に短い滞在でしたが、この滞在期間中に築いた貴重な人脈が元となって現在の国際北極圏研究センター(IARC)所長となることができました。長期滞在ができなかったことは残念でしたが、この時から始まった友人関係や研究交流は今でも続いています。

——IARCで過ごす時間とは。

IARCは15年以上、多くの若手日本人研究者を受け入れてきました。私が知っている限り、彼らはとても優秀で能力があり、信じられないほど高いモチベーションを持ち、創造性に溢れていました。彼らはこれまで北極システムの理解と重要な研究成果を生み出しながら最先端の研究をリードしてきました。そして重要な研究を立案し、実施する力をつけ、どんな過酷な条件下でも細かい作業を行える力を身に付け、研究チームの一員として活動し、成功に必要な知識と技術を習得しました。そして生涯にわたって活用できる語学力と調査能力、高レベルの共同研究ができる能力を携えて日本に戻って行きました。

私は、彼ら日本の若手研究者が帰国後に実績を上げてプロフェッショナルな立場を獲得してくれたことを誇りに思っていますし、ここIARCで有意義な時間を過ごしてくれたことを知って満足感を持っています。

——北極研究の発展にとってLarryさんが現在、強く感じることをお聞かせください。

北極研究者には無数の科学的な難問が待っています。北極のコミュニティは太古から近年まで資源開発を巡って画策してきました。

しかし、そのコミュニティがアラスカの社会構造を生み出してきました。今、海洋環境の変化が北極圏内の行き来において重要になってきました。海運業、エコツーリズム、光ファイバー通信などが人々のアクセス数を増やしています。一方、その影響で油汚染などの危険性が高まり、またグローバリゼーションによる変化も起きています。地政学において北極は資源倉庫という立場でしたが、現在は近接しているということのため、安全保障や資源開発の点において利害関係が集まる場となっています。

スムーズな国際関係を維持するための政策決定は最も有益な科学と現場観測に基づかねばなりません。北極気候変動は中緯度の天候にとっても影響を与えることがわかってきました。全球的な気候変動における北極域の役割を理解することは、気候変動の予測を向上させるのに不可欠です。資源開発や環境変化、地政学そして文化遺産、これらすべてが複雑な北極のシステムの中でお互いに影響しあっています。アラスカ大学フェアバンクス校や他の研究機関の研究は、北極の発展と他の世界との連動を形作る大変重要な過程と特性を明らかにしてきました。

——Larryさんから日本の若手北極研究者へメッセージをお願いします。

本事業は若手研究者に可能性と知識、そして研究者同士の結びつきを強める門戸を開放してくれることでしょう。そして変わりゆく世界に対する日米間の共同研究にもきっと役に立つでしょう。

今、気候変動、海洋酸性化そして北極のグローバル化などの国際的な難問に取り組む強力な共同関係を築く必要があります。そして国境を越えて最高の道具、データ、技術を使いこなせる元氣な科学者が必要です。そのために国際的な取り組みを築き上げる最良の方法は、科学者同士の交流を深めてアイデアやデータ、資源を分かち合える機会を与えることだと確信しています。

【北極環境研究若手研究者派遣支援事業】

北極環境研究に関するすべての研究分野の若手研究者を対象として、アメリカ合衆国は国際北極圏研究センター(IARC)等のアラスカ大学へ、カナダは ArcticNet に参加している大学等研究機関へ2週間以上、半年程度の派遣を支援します。

■申請期間

- ①第1回 終了しました。
- ②第2回(派遣支援開始日が平成26年9月1日以降の計画)
平成26年6月30日(月)～7月4日(金)
- ③第3回(派遣支援開始日が平成26年12月1日以降の計画)
平成26年9月29日(月)～10月3日(金)

■募集要項、申請書、その他の詳細は、国立極地研究所 GRENE 北極気候変動研究事業 WEB ページでご確認下さい。

<http://www.nipr.ac.jp/grene/fellowship/index.html>



アラスカ大学フェアバンクス校にあるIARC

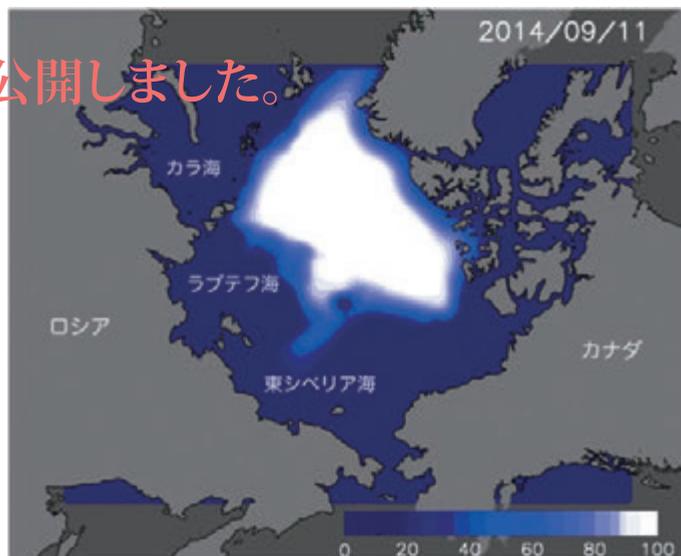
2014年夏の北極海氷分布予報を公開しました。

「北極海航路の利用可能性評価につながる海水分布の将来予測」(研究代表者:島田浩二・東京海洋大学准教授)に参加している研究サブ課題「北極航路利用のための海水予測および航行支援システムの構築」(研究サブ課題代表者:山口一・東京大学教授)のグループが2014年5月30日、今夏の北極海の海水分布予報を発表しました。

今夏の北極海の海水は、

- ①海氷面積は昨年よりも縮小し、過去最低面積を記録した2012年に次ぐ小ささとなることが予想されます。
- ②ロシア側の北東航路では8月11日頃、カナダ側の北極海沿岸では7月26日頃に航路が開通すると見込まれます。

本予報は7月1日から9月16日までの海水分布推移を月に一度の頻度で更新する予定で、国立極地研究所GRENE北極気候変動研究事業と山口研究室のHPで公開しています。



今夏の最小期(9月11日)の予測海水分布図。色が海氷密度(被服率)を示す。単位は%。

国立極地研究所ホームページ <http://www.nipr.ac.jp/grene/>
山口研究室ホームページ <http://www.1.k.u-tokyo.ac.jp/>

公開講演会報告

遠くて近い北極—ここまでわかった温暖化—

本事業も折り返し点を過ぎ、研究成果が見え始めてきましたが、各分野でどのようなことがわかってきたのが、第一線で活躍している研究者により一般の方を対象として講演を行いました。講演会には文部科学省や外務省関係者を含め約160名の参加がありました。

NHK解説委員・室山哲也氏の司会による講演は、榎本浩之氏(JCAR委員長、国立極地研究所教授)による全体紹介と、4人の講演者が個別にこれまでにわかってきた研究成果について講演しました。

まず三谷曜子氏(北海道大学准教授)が冷たい海洋の変化について、次に杉山慎氏(北海道大学准教授)がグリーンランド氷床・氷河の融解原因とその加速状況を報告し、森本真司氏(東北大学教授)が南極と北極のデータ比較からわかってきた全球的な温室効果気体の変化について語ったあと、浮田甚郎氏(新潟大学教授)が我々の暮らしに直結する日本への影

響について講演を行いました。

第二部では講演者5人を交え、会場からの質問に答える形でパネルディスカッションを行いました。地球規模の温暖化とはどういうサイクルなのか、近年の異常気象に対する知見はどのようなかなど多数の質問が寄せられ、本講演会を通して北極研究の理解を深めて頂けるよい機会となりました。



室山氏と5人の講演者によるパネルディスカッション

2014年3月15日(土)
自由学園明日館講堂

研究代表者が語る「私のチーム」



菊地 隆(海洋研究開発機構)

北極海環境変動研究:
海水減少と海洋生態系の変化

課題6は海外の研究協力者や共同研究の関係者を含めると、関係する研究者は60名近くにはなるかと思えます。大きく分ければ北大院水産や低温研・地球環境などの北海道勢と、JAMSTEC・東京海洋大・東大気海洋研などの関東勢に分かれます。しかし、観測航海も多いので船と一緒に仲良くなることも多いです。同じ釜の飯を食った苦労を共にしたメンバーだからでしょうか、課題内での繋がりは比較的に強いと思います。学会や研究会・打合せなども併せて、密に連絡を取って研究を進められていると思っています。

実際の研究活動は、特任研究員を含めてみなさんが活発に前向きに自発的に連携して進めてくれています。私が困ったときはみんなに聞けばいいし、必ず返事があるので、課題の研究活動を

「まとめる」うえでの苦労はあまり感じていません。課題を推進していくという意味では、代表者としての書類仕事が多いことが苦労ですが、仕方ないです。ここまでトラブルも少しはありましたが、現状には満足しています。現時点での北極海海洋生態系・海洋環境の変化に関して、うまくまとめを出せるように頑張ります。結局、私はそのためのサポート役ですね。

研究代表者の横顔

学生時代からの温泉好きです。個人的なお気に入りには、地元金沢文庫の能見堂赤井温泉です。赤いお湯(茶褐色)で、ものすごく熱いです。あまりに熱くて入れない人もいるくらいです。温泉好きなので、研究打合せで北海道に行けるのは

とても楽しみです。

あとは最近はやりの将棋観戦です。観戦歴3年ほどで、ニコニコ動画でタイトル戦の中継を見たり、『将棋世界』を買って読んだりしています。

小学校低学年の頃、将来は電車の運転手になりたいと思っていました。幸いなことに当時としては珍しく、子供だけで(時刻表を片手に)あちこち遠くに出かけさせてもらっていました。実は今なお隠れ鉄っちゃん(机上げ派)です。

小学校高学年から中学校の頃は建築士ですね。叔父が建築士だった影響で、建築士は長い間憧れの仕事でした。はい。

高校に入ってから気象や海洋に興味を持つようになって今に至るのですが、どこで変わっちゃったのでしょうかねえ…。このあたりは良く覚えていません。