

BELMONT FORUM

RACArctic 第1回国際ワークショップ

気候変動下における北極海洋システムの回復力と適応力

2016年3月1～3日

函館市国際水産・海洋総合研究センター

編者

齊藤 誠一、Franz Mueter、Ken Drinkwater
原田 尚美、菊地 隆、George Hunt、Irene Alabia、鈴木 大路郎

主催

北海道大学 北極域研究センター



研究費提供

科学技術振興機構 (JST)
アメリカ国立科学財団 (NSF)
ノルウェーリサーチカウンシル (RCN)

はじめに

齊藤誠一（北海道大学北極域研究センター）

北極海は、全球で最も速く複合的に（昇温、海洋酸性化、海水激減による淡水化、成層化の発達、それにとまなう貧酸素化）環境が変化している海域である。従って、北極海の海洋環境変化の実態把握ならびにそれに対する海洋生態系の応答研究は、北極海の理解に資するのみならず、今後、全球に拡大していくであろう同様の環境ストレスの影響理解のためのパイロットスタディとしても大変重要な意義を持つ。また、北極海の調査研究を進める上で、北太平洋や北大西洋亜寒帯域などの周辺海域との相互作用の理解は不可欠である。本プロジェクトでは参加3か国（日本、米国、ノルウェー）の蓄積データ、現在取得中のデータを総合的に取扱い、亜寒帯から北極への移行域における移流、温度、海水力学、海洋酸性化の変動特性やトレンドが北極海を中心に太平洋亜寒帯域－北極海ならびに大西洋亜寒帯域－北極海の海洋生態系に対して将来的にどのような影響を与えるのかを調査する。特に、北極の環境が変化した時に魚の個体群とその餌種がどのように反応し適応するのかを理解し、その結果、現在及び将来の漁業や社会経済システムにどのような影響を及ぼしうるか推測するとともに、悪影響を回避するシステムをいかに形成することができるのかに対する善後策を得ることが最終目標である。

日本、米国、ノルウェーで進行中の環北極海域（北極海および隣接する周辺の亜寒帯海域）の既存研究課題の個別研究成果を発表する国際ワークショップを開催し、共通点や差異を整理しながら各海域における成果の統合的な理解を目指す。これには、自然科学者、社会学者、海洋生物資源に直接または間接的に関係をもつ水産業界のステークホルダー、地域管理組織、沿岸地域社会関係者を一堂に会して会議を行い、気候変動下における北極海洋システムの回復力と適応力を評価することである。3回の国際ワークショップの成果として、1) 気候変動の北極海洋システム各コンポーネントへの影響の概要とまとめ、2) 太平洋亜寒帯域－北極海および大西洋亜寒帯域－北極海における影響の比較と提言、3) 生物学的・社会経済学的な面からの主要な問題点の洗い出し、4) 将来の気候変化に対する順応的管理能力に関する概要、5) 将来の気候変動下における北極海洋システムの回復力と適応力の評価、が得られる。最終的には、今後予測される気候変化に対して、生物学的・社会経済学的システムがどのように反応し適応するのかを評価する事を目指す。今回は第1回目の国際ワークショップであり、日本のステークホルダーを中心に招聘して議論を進めた。

目次

1. 概要とプログラム	1
2. RACArctic ステークホルダーミーティング	
2-1. イントロダクション - 齊藤 誠	3
2-2. 基調講演 1 - 菊地 隆	6
2-3. 基調講演 2 - Franz Mueter	24
2-4. ステークホルダーワークショップ	38
3. 参加者名簿	76

1. 概要とプログラム

日時：2016年3月1～3日

【3月1日(火)】

RACArctic ステークホルダーミーティング (同時通訳あり)

【3月2日(水)】

RACArctic サイエンスミーティング (1日目)

【3月3日(木)】

RACArctic サイエンスミーティング (2日目)

【会場】

函館市国際水産・海洋総合研究センター
北海道函館市弁天町 20-5

【主催】

北海道大学 北極域研究センター



RACArctic ステークホルダーミーティングプログラム

3月1日（終日同時通訳あり）

- 08:30……………参加受付
- 09:00……………開会挨拶 - 齊藤 誠一（北海道大学）
- 09:05……………イントロダクション
- 09:15……………基調講演 - 菊地 隆（海洋研究開発機構）
……………「気候変動と北極における物理的・化学的過程」
- 10:00……………基調講演 - Franz Mueter（アラスカ大学フェアバンクス校）
……………「気候変動と北極の海洋生態系の応答」
- 10:45……………休憩
- 11:00……………ステークホルダーの紹介
- 11:10……………ステークホルダーワークショップ（1） - 論点の抽出
- 12:00……………昼食
- 13:30……………ステークホルダーワークショップ（2） - ニーズと課題
- 15:00……………休憩
- 15:30……………ステークホルダーワークショップ（3） - 今後の展望
- 16:30……………まとめと総合議論
- 17:00……………会議終了
- 18:00-20:00…ウェルカムパーティ

2. RACArctic ステークホルダーミーティング

2-1. イントロダクション – 齊藤 誠一

齊藤：

皆さん、おはようございます。齊藤誠一と申します。この RACArctic プロジェクトのリーダーを務めます。共同リーダーの Franz Mueter さんと Kenneth Drinkwater さんをご紹介します。RACArctic プロジェクトのメンバーを代表いたしまして皆さんをお招きできたことを大変嬉しく思っております。今回は第1回目の国際 RACArctic 会合となります。第1回目でございます。本日はステークホルダー／利害関係者の方々をお招きしての会議となります。明日、明後日は RACArctic の科学者会合があり、全体で3日間に渡る会議となっております。気候変動下における北極海域の海洋生態系の回復力・適応力について話し合う会合となっております。本日は「ステークホルダー会議」ということで様々な分野の方々をお招きしております。特に日本側のステークホルダーの方々をお招きいたしました。後ほどそれぞれの方々をご紹介しますと思います。昨日ですけれども非常に風が強くて、この辺りはアクセスが出来ませんでした。風によって波が高く上がりまして、若干今日は状況が良くなったのですが、この「RACArctic」ですが「RAC」はラッキーのことじゃないかと思っております。ではラッキーな Arctic, RACArctic 会議をただいまから開催します。それではまず始めに RACArctic プロジェクトの概要についてお話いたします。ここからは日本語で話させていただきます。よろしいでしょうか。

RACArctic というのは、日本語で訳しますと「気候変動下における北極海洋システムの回復力と適応力」ということで、「resilience」が脆弱性、それから「adaptive capacity」が回復力と日本語では訳しています。昨年度まで IGBP という国際的な生物地球化学分野のプロジェクトがあったんですけど、今年からフューチャー・アースというプロジェクトにそれが移管されました。その予算をつける機関がベルモント・フォーラムという財団です。そこが世界中から北極域の観測や研究について申請書を2年前に募集しまして、その結果47の応募があったうちの10件が採用され、RACArctic はその1つのプログラムです。これはマッチング・ファンドと言いまして、ベルモント・フォーラムがお金を出すのではなくて、日本だと科学技術振興機構（JST）が研究費を出しています。アメリカだと米国科学財団、ノルウェーだとノルウェーの科学財団ということになっています。この内容について簡単に紹介したいと思います。これは日本とノルウェーと米国のコラボレーションで3カ国が参加しています。私、齊藤が全体のリード役で、アメリカのリード役として Franz Mueter さん、ノルウェーからは Kenneth Drinkwater さんが参加しています。この3人は実は ESSAS という、先程の国際的なフューチャー・アースに移った IMBER というプログラムの地域プログラム、” Ecosystem Studies



of Sub-Arctic and Arctic Seas (ESSAS)”の共同議長も兼ねています。各国の参加者は、日本、ノルウェー、米国、それぞれのリード役が私、Kenneth Drinkwater RACArctic Franz Mueter です。本日は日本側からは JAMSTEC の原田さん、JAMSTEC の菊地さんが出席しています。菊池さんは最初のスピーカーです。北大の綿貫さんは今こちらに来ています。そして中央水研の牧野さんがこちらにおります。東北大の高倉さんは人類学分野の人文社会系の方ですが、今日は出席できないので残念です。また、北大の平譯さんも出席できませんでした。ノルウェーからは、Arne Eide さん、Hoel さん、Ingvaldsen さん、Chierici さん、Planque さん、それから Stiansen さん。米国は Franz Mueter がリード役で、George Hunt さん、Haynie さん、Huntington さん、Sigler さんと、自然科学系の人だけではなくて社会科学系の人も入ってまして、多分野の相互連携を醸成するメンバーになっております。このプロジェクトのゴールはこれまでの研究を俯瞰したり統合して今後の方向性を見出すというものです。

その為に3回国際ワークショップを開くというのがこのプロジェクトの方針となっています。題名と同じように、環境が劇的に変化する中で北極海の海洋生態系の脆弱性や回復力がどうなっているかをきちんと評価しようということであります。ノルウェーは大西洋側の北極海を中心に、日本とアメリカは太平洋側の北極海を中心に研究していて、その両方が集まったということでございます。

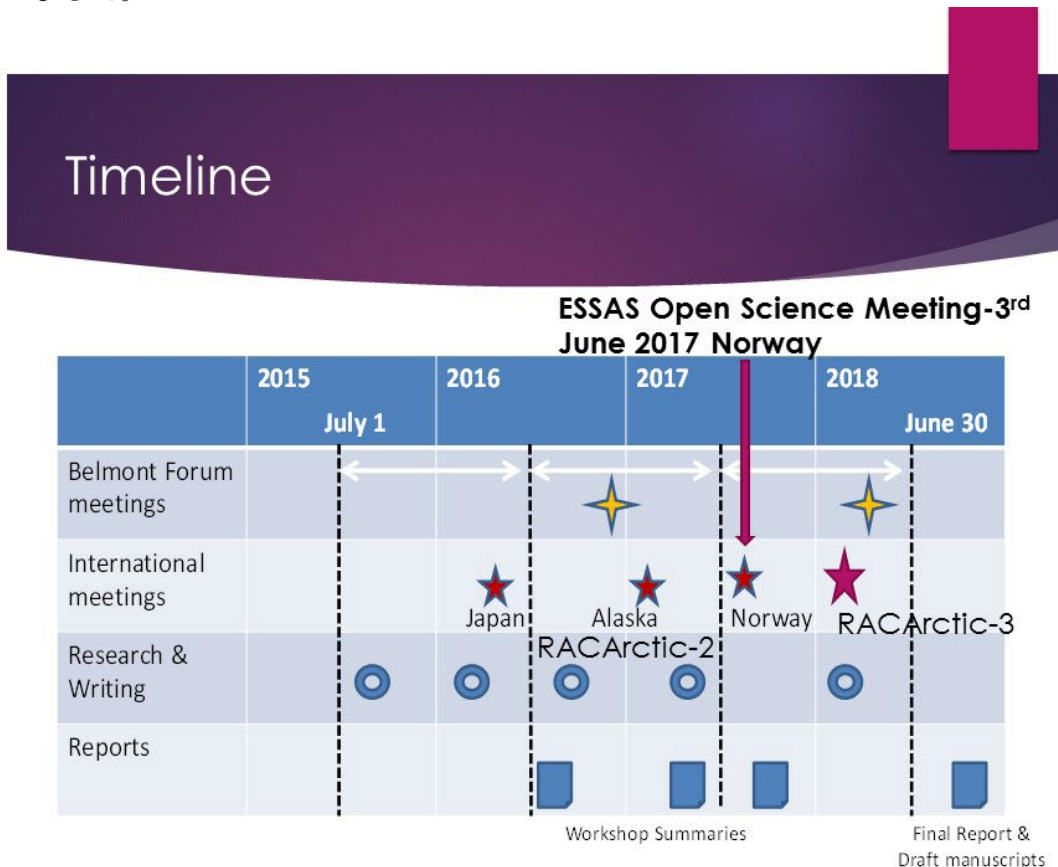
目的が3つあり、一番大きいのは俯瞰と統合で、まずは物理海洋学や化学海洋学についてどういうふうに海洋が変化しているかということをはっきりと明らかにしていきます。それから海の中の食物網の変化、栄養塩の供給変化、更に酸性化の問題、それからブルームがいつ起こるかというタイミングの問題などを明らかにします。あとは生物種の組成、特にプランクトンは非常に大事なターゲットになっています。また、海水温変化とか移流などの問題も扱っていきます。

特にこの RACArctic のメンバーは魚の水産海洋学者が多いこともありまして、特にやはり亜寒帯と北極の遷移域での魚資源、またそこで行われている水産業の変化を見ていくことになります。魚の空間的な分布がどういうふうに変化しているかとか、新しい魚資源は何か、それが北極域にどのように入り込んでくるかとか、現状の温暖化でどのような魚が北上するかそういった問題も含めています。それと同時に水産業の今後の方向がどうなるか、そういったことが大きなテーマになっています。北極海の海洋生態系の脆弱性をきちんと我々は認識しないとイケません。それが、魚とか更には人間の、魚からプランクトンも含めて、生態系を変化させる物理的な強制力、基礎生産がどういうふうに関わるかということにも注目しています。この会議は、我々研究者が研究をするだけではなく、いろいろなステークホルダーの人と交流を図って研究成果を社会に生かしていくという意味では挑戦的な取り組みになっていくと思います。特に魚の話が出てきますので水産会社などの方々との今後の協働ということも非常に大事になってくると思います。それからいろいろな管理の問題をどのように実施していくかということも議論していく必要があると考えています。ノルウェー、アメリカ、日本の地理的なターゲットには太平洋側の北極海と大西洋側の北極海、その両方を比較検討するという意義もあり、環北極域を対象と考えていこうと思っています。特にアメリカの場合はベーリング海までが北極域という定義になっていますからベーリング海も含まれます。

プロジェクトの構造ですが、ノルウェー、日本、アメリカで、リーダーが私と Franz Mueter と Ken Drinkwater です。日本側の科学者は日本のステークホルダーに我々の統合した研究結果を提供して、

北極海の海洋生態系にどのような脆弱性があるかという回復力はどうかということの評価しながら、これからの産業にもそういう成果を提供しながら一緒に考えていこうと思っています。日本は非北極圏国なので、たとえば先住民の方が住んでいるわけではありません。一方、ノルウェー、米国は北極圏国で、そこに先住民が居住しています。例えば水産業ということを考えると共通したステークホルダーの方がいるだろうと思います。あとは海運業ですと、例えば日本とノルウェーはヨーロッパと東アジアの間の物流で物を運ぶということは関係してきます。こういった共通したステークホルダーに我々の研究成果を提供して、今後の北極海の研究の課題についても抜き出していこうということでございます。

全3回のワークショップを行います。アラスカなどでのワークショップでは大西洋側のコミュニティのこともいろいろ入ってくると思います。本日は第1回目のワークショップをこの日本で行います。日本からのステークホルダーとしては主要な水産会社でニッスイ。今回マルハニチロさんは所用で来られませんでした。あと食品物流会社として北海道のアークスの方にも参加して頂いています。あとは海運業、気象情報サービスの分野から、商船三井さん、日本郵船さん、ウェザーニューズさんにも来ていただいております。あとは漁業者の集まりとして漁協代表の道漁連さん。それからいろいろなNPO組織がありますけれど、笹川平和財団の海洋政策研究所の方、それから大日本水産会、そういった所からも来ていただいております。あとは地方自治体から北海道庁。それから国土交通省、経済産業省、農林水産省の水産庁の方にも参加いただいております。あと、USナバルオフィスの方とノルウェー大使館の方にも加わっていただいております。今後、2回目は来年の今頃になると思うんですが、アラスカでRACArcticのワークショップを開きます。そこでは米国が中心になって米国の漁業会社や北太平洋の資源管理の協議会の方にも来ていただく予定です。最後は2018年にノルウェーでやることになると思います。途中、先程申し上げましたESSASのオープン・サイエンス・ミーティングを来年2017年の6月にノルウェーのトロムソでやる予定です。以上、私からのRACArcticの概要説明でした。どうもありがとうございました。



2-2. 基調講演 1

「気候変動と北極における物理的・化学的過程」－ 菊地 隆

齊藤：

ここでは質問は無しで次の講演に移りたいと思います。時間もありませんので。では、次は菊地さんの方からいろいろな日本の北極海の研究の成果も踏まえてレビューをしていただきたいと思います。よろしくお願いします。

菊地：

齊藤先生、ご紹介ありがとうございました。このような素晴らしい機会を与えてくださったことを感謝します。皆さんには函館までお越しいただきありがとうございます。ニューオーリンズで先週お会いした研究者の方々が大勢来てくださっております。日本の滞在が素晴らしい滞在になりますようお祈りいたします。私は菊地隆と申します。海洋研究開発機構 北極研究変動総合研究センターで働いています。専門は海洋物理学ですが、最近は気候変動や生物地球化学の方とも共同で研究も行っております。今回は、齊藤先生の方から北極における気候変動と物理的・化学的過程という演題で話をするように申し受けました。最初に、地球温暖化と北極の環境変化、特に海氷の減少に関してお話をしていきたいと思っています。そのあとで、太平洋側北極海の生物学的ホットスポットについてお話しします。但し、私は生物学者ではありませんので、生物学的ホットスポットの物理学的なことに焦点を当ててお話をしていきたいと思っています。ここから私は話す言語を日本語に切り替えてお話をしていきたいと思っています。外国の方には通訳を聞いていただくということになります。

最初にお見せするスライドは地球温暖化に関するもので、もう皆さん多くの方がこの図は見たことがあるかと思っています。2100年に地球上の平均気温がどのようになっているのか、現在と比べてどういふふうに変っているのかを示した図です。これは地球シミュレーターで計算されたものでIPCCレポートにも載っているものですが、2100年になった時に地球の平均気温は現在と比べてプラス2～3℃上昇すると言われております。その中でも特に北極域に関しては、この色が示す通り、プラス8～12℃もの気温上昇が起きることが分かります。

過去に戻っていったいろいろなデータを集めてみて、気温がどういふふうに変ってきたのかについて調べました。この図は10年以上前に出されたIPCCの第3次レポートにあるもので、北半球の過去1000年分の気温の変化を示したものです。西暦1000年から2000年にかけて、最初の900年間はゆっくりゆっくり気温が下がってきていたのです。それに対して産業革命が始まって以降大幅に上がって、だいたい1℃近くそこから上がってきているというのが分かると思います。この次のスライドでこの部分だけを拡大して見せたいと思います。全球の気温の変化を1890年から去年まで示したもので、2月1日に気象庁の方からプレス発表されたものを取ってきました。先ほどお話したとおり産業革命が始まった20世紀最初の頃からデコボコはありますが全球気温は上昇を続けて、だいたい100年で0.7℃気温が上昇しています。21世紀に入ってからこの気温の上昇は止まったと言われていたりもしましたが、

The First RACArctic Workshop in Hakodate on March 1-3, 2016

Climate change and physical & chemical processes in the Arctic



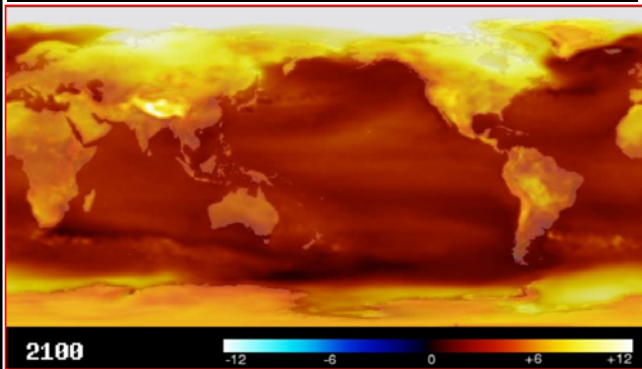
Takashi Kikuchi (IACE/JAMSTEC)
Institute of Arctic Climate and Environment Research
Japan Agency for Marine Earth Science and Technology
With kind inputs from lots of my friends. . . Thanks a lot.

The First RACArctic Workshop in Hakodate on March 1-3, 2016

Climate change and physical & chemical processes in the Arctic

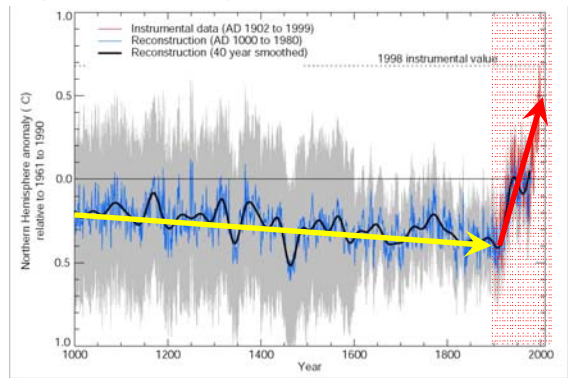
1. Global warming & Arctic environmental change
2. ECOARCS/GRENE-Arctic project(JFY2011-2015)
3. Biological hotspot in the Pacific Arctic Region
How to form/maintain biological hotspot from physical points of view.
4. Impact on sea ice reduction (for P.P.)

Global warming



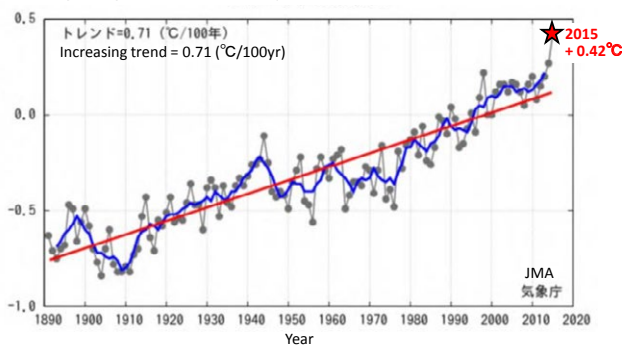
Global warming

Change of NH surface temperature (Anomaly from average between 1961 and 1990)



Global warming

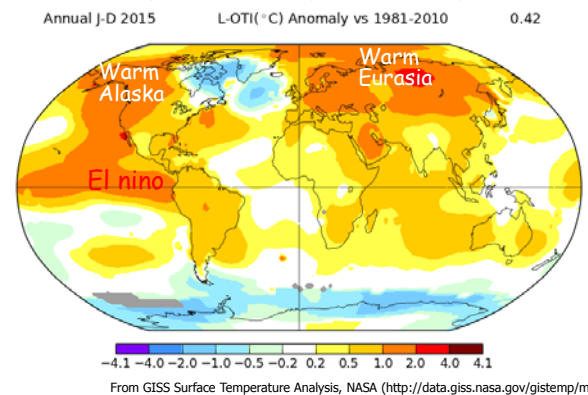
Change of global surface temperature (Anomaly from average between 1981 and 2010)



"Global surface temperature in 2015 is the highest since 1890"
Press release from Japanese Meteorological Agency (JMA) on February 1, 2016

Global warming

Distribution of global surface temperature anomaly in 2015



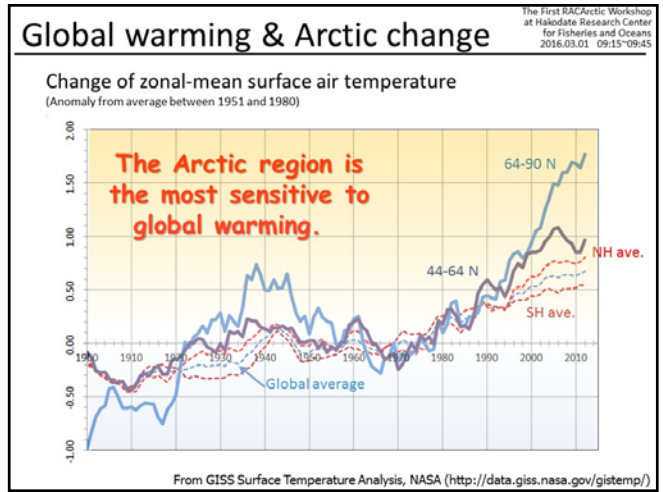
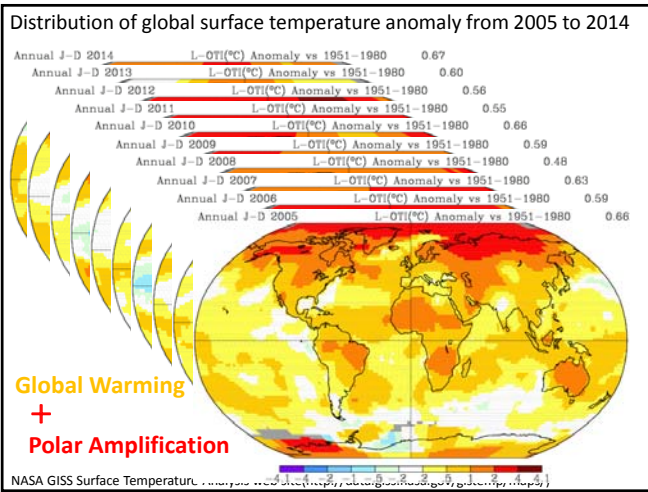
2014年、2015年になって再び立て続けに過去最高気温を更新しております。

2015年は特に飛び出していて、“Global surface temperature in 2015 is the highest since 1819.”と報じされました。人為起源の二酸化炭素による地球温暖化は続いているんだということがここからも分かります。これは2015年の気温の偏差の分布になります。どこの気温が高かったかを示しています。2015年に地球の平均気温が過去最高だった要因として主に挙げられているのはエルニーニョであります。過去最高クラスのエルニーニョが長く続いていたというのがその1つの要因になります。またそれ以外にもアラスカ、シベリアや北極海が非常に暖かかったというのも全球平均気温が高くなった要因として考えられております。ちなみにその前の年、2014年もその段階で過去最高だったのですが、同じようにアラスカや北極域が高い気温でした。このあと1年ずつ遡って2005年まで戻って見ていきます。ここで言いたいことは、この期間常に気温はそれなりに高かったんですけど、高かった場所が明らかに北極域だったということが分かると思います。これは単純に地球温暖化が進んでいるというだけではなくて、北極域では polar amplification/ 極の温暖化増幅といった過程が働いているからだと考えられております。

さて、それを違う形、いくつかの緯度帯での気温の変化の形で示したものがこの図になります。最初の方に6枚目のスライドで示した1900年以降の気温の変化というのがこの青の点線になります。北半球、南半球それぞれの平均の線があるんですが、だいたいこの100年で0.7℃くらい気温が上昇しています。その上に、日本のちょっと北、北緯44°から64°の間の亜寒帯域について示したものが紫の線、更に北緯64°から北極点までの北極域を示したものが青の線になります。明らかに分かるように亜寒帯、さらには北極域の気温の上昇はとても顕著です。北極域というのは地球温暖化に対して最もセンシティブに働いている場所であるというのがこの図から分かるかと思えます。

さてNOAA、アメリカ海洋大気局では、毎年12月に“Arctic Report Card”というものを発表しております。ここには日本の研究者も貢献しております。この前の12月に発表されたArctic Report Cardの中にはこういうことが書かれていました。

実は北極域は平年を3℃以上上回る状態が丸1年以上続き、現在もこれは続いています。2014年10月から・・・この中では2015年9月と書いていますがその後も続いていて、北極域の気温というのは平均を3℃以上上回っている状況が続いています。こういう状況ですのでその他にも雪・氷に様々な影響が及んでいて、例えば雪の面積が過去2番目に少なかったり、河川の流出量が増えているとか、グリーンランド・氷床が融けているなど。そして海氷に関して見てみると、夏の海氷面積は過去4番目に少なかった。この赤い線が夏の海氷面積、黒い方が冬の海氷面積なんですが、過去4番目でした。更に冬の海氷面積が過去最低であったというようなことが書かれています。ということで、ここからは海氷の減少について改めて示していきたいと思えます。ここで示した4枚の図は海氷の密接度の分布図を示しております。それぞれ2002年、2005年、2007年、2012年と、その段階で過去最小面積を記録したものです。オレンジ色の線が2000年代の平均値を示していますが、2002年にこれくらい減って、2005年はこちら側がなくなって、2007年に中央部がものすごくなくなって、2012年にはかなり減少していったことが分かります。これを見るだけでも激しく北極の海氷面積が夏に減っているということが分かります。それをグラフにしたものがこれになります。衛星観測が始まった1979年から現在までにかけて



Global warming & Arctic change

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

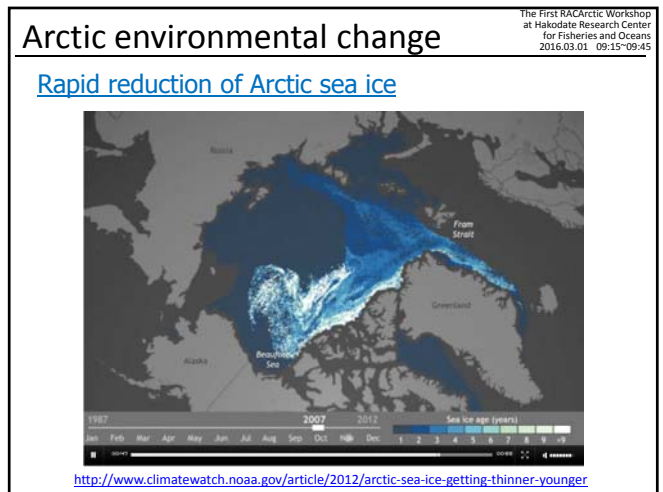
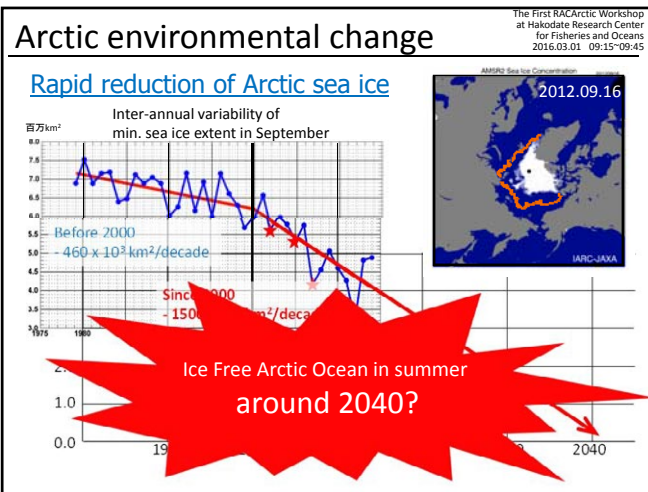
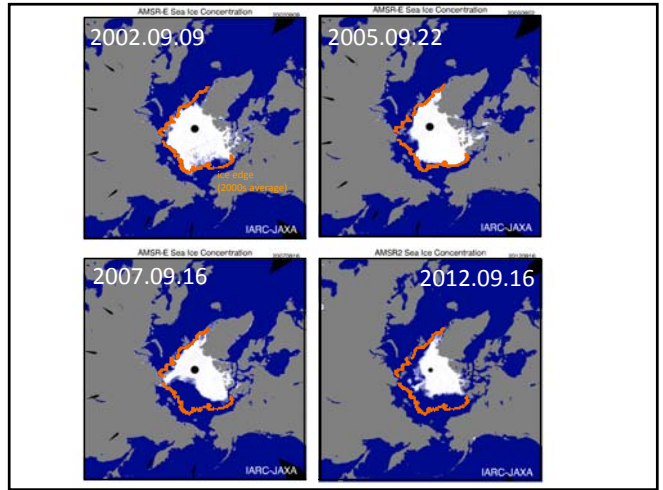
Arctic Report Card: Update for 2015

- Average air temperature anomaly between October 2014 and September 2015 exceeded 3°C above the average (1981-2010)
- June snow cover extent in 2015 was the 2nd lowest.
- River discharge from Siberia and North America has increased.
- Melting of Greenland ice sheet
- Minimum sea ice extent in September was the 4th lowest in 2015.
- Maximum sea ice extent in March was the lowest in 2015.

Highlights:

- Air temperatures in all regions between October 2014 and September 2015 exceeded 3°C above average and trended upward in the Arctic, while the annual average air temperature in 2015 increased during the year.
- The 2nd lowest June snow cover extent on land continued to decrease 50% of the duration that dates back to 1979, while river discharge from the great rivers of the Arctic, while the annual average river discharge from the Arctic has increased during the year.
- Minimum sea ice extent in September 2015 was the 4th lowest on record, and maximum sea ice extent in March 2015 was the lowest on record.

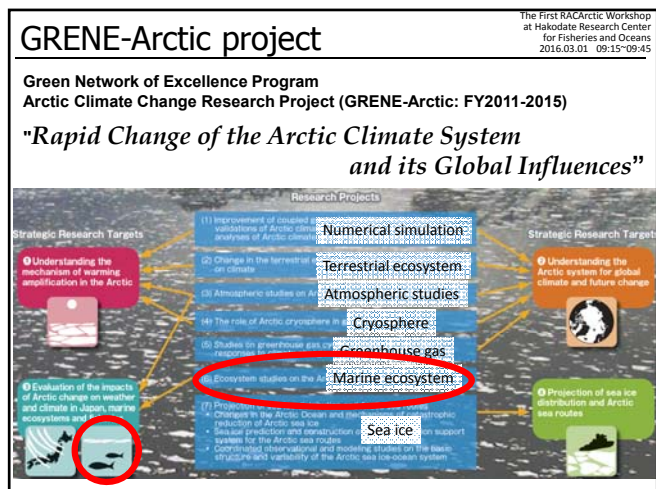
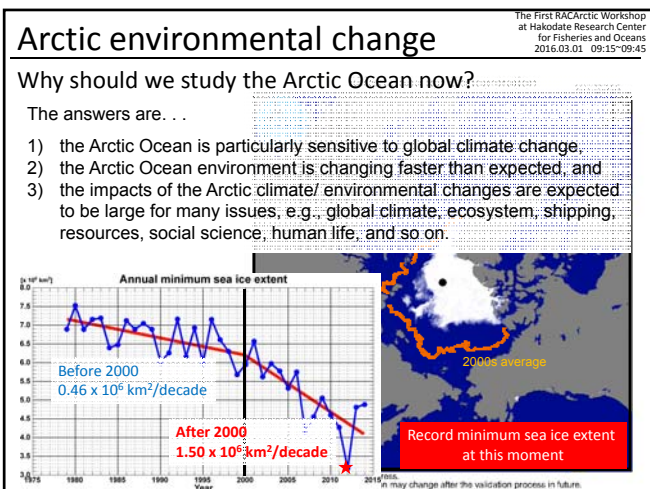
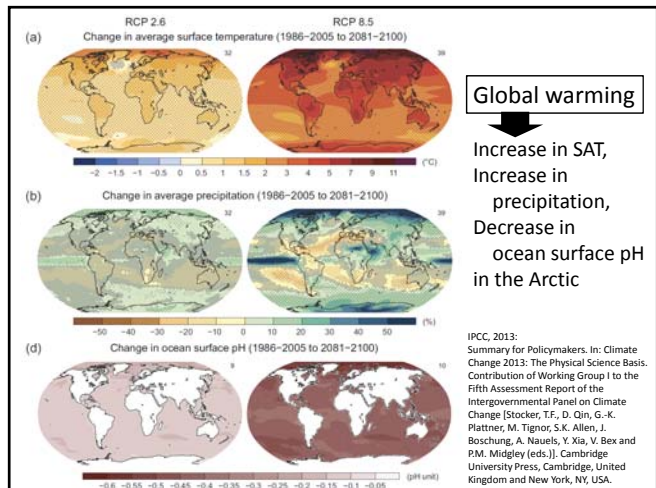
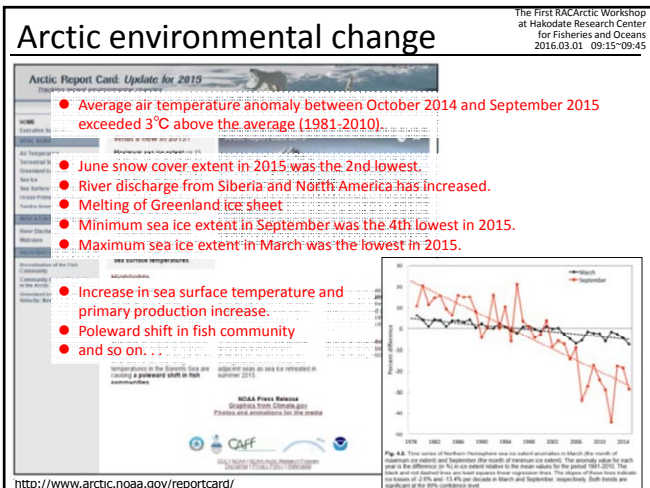
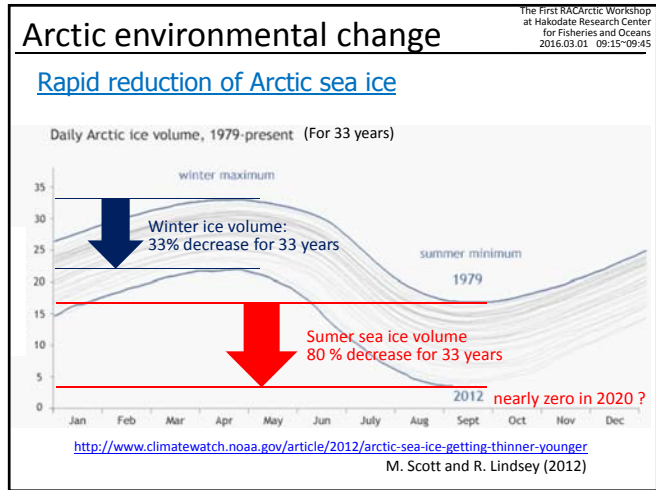
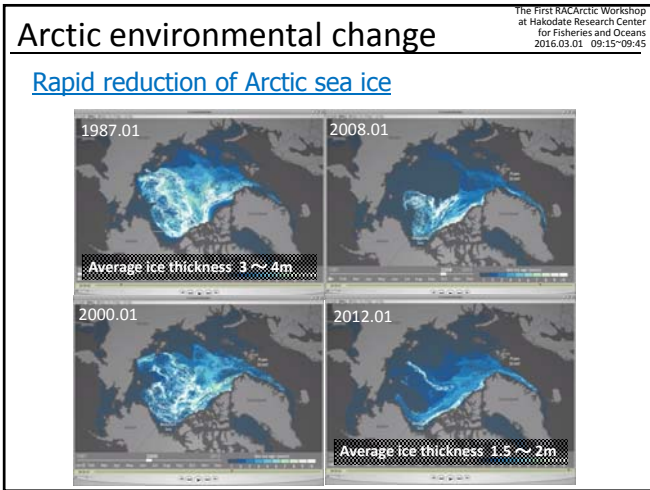
NASA Press Release: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/>



夏の最小面積の変化をずっと示したものです。2000年よりも前の段階で少し減少傾向があるんですが、これを調べてみるとだいたい10年間で46万平方km、日本の1.3倍くらいの面積がなくなる。このペースをもしこのまま真っ直ぐ線を引っ張っていくとどこに行くかと言うと、だいたい22世紀の中頃くらいでゼロになるという按配になります。と言うことで「温暖化は進んでいる、氷は減っている」と言っても氷が無くなるというのは非現実だった時代でした。ところが2000年を過ぎますとそのカーブは急になり、この2000年以降で直線を引いていくと大体10年間で150万平方kmの減少が見られます。もしこのラインをそのまま真っ直ぐ引くといつ頃ゼロになるかと言うと、2040年くらいに北極の海水はなくなってしまうのではないかとされています。とても大きな仮定ではあるのですが、こういうのが簡単に見ることができます。

ちょっともう1つ面白いものをお見せしたいと思います。これはアメリカの研究者が作り出した北極の海水の年齢の変化です。1987年から順番に北極の中の海水の年齢がどのように変わっていくのかを示しています。どうやって海水の年齢を出すかと言うと、夏に一番少なくなった時に1歳年をとるという、日本人にとっては数え年みたいな考え方と言えば分かりやすいかと思います。そういう形で1年、2年、3年、4年、白くなる方につれて年をとった氷になるのですが、2000年より前は北極の真ん中がかなり真っ白だったかと思います。それが薄青色、1年、2年の氷がメインに大きくなるようになってきて、気がつくともう2008年、2009年、真ん中あたりに白いのがほとんど無くなってきたのが分かるかと思います。このように北極の海水というものの厚さ・年齢は実は厚さと合っているんですが、減ってきているのが分かるかと思います。これはいくつかの状態をキャプチャーで撮ってきたものですが、1987年、最初の頃なんですけど北極の中は真っ白で、4年生、5年生、6年生、とても年をとった氷が多かったです。2000年くらいもそこそこあった。それが2008年、2012年と見てみると1年氷、2年氷というとても薄い氷に覆われている。厚さに換算して示すともう30年前くらいだと厚さが3mから4mくらいあったのが、現在では1.5mから2mにまで減ってきたのではないかとされています。厚さの情報があって面積の情報があると量を出すことができます。

これもアメリカのワシントン大の方たちがやった仕事ですが、北極の氷の量の季節変化を示してみました。ここ1月から12月までで、例えば1979年について1月の氷の量から冬に増えて夏に減ってまた戻るというこのライン。この一番上の青い線が1979年になります。それよりも後について同じように冬、夏、冬、夏というのを毎年描いていって、2012年までプロットしていったのがこの図で、最後の2012年を青線で描いております。簡単に言うと、夏に海水面積が減っていると言っていたんですが夏の氷の話だけではなくて、実は冬も氷が減ってしまっています。冬の氷の量がどれくらい減っているかと言うと33年間で33%。もちろんこのまま同じペースが続くというわけではないんですが、次第に氷が減っている。更に驚くべきなのは、夏の氷については33年間で80%の氷が減っています。そしてまた同じ仮定ですが、もしこの状況が続くのであれば夏の海水の量がゼロになるのは大体2020年。東京オリンピックが開かれる年になります。ちなみに私はこれは信用しません。ですが、海水がどんどん減っていったという状況であることはいろいろな所から量的に見ても面積的に見ても考えられるかと思います。こういうように海水が減ってくるとどういうことになるのか。例えばArctic Report Cardの中では海水温が上昇して基礎生産が高くなってきている。魚の群集構造や優占性が北の方に、極の方に移ってき



ているというのもこの中に出てきています。更に IPCC レポートをもう少し見ていくと、例えば地球温暖化が進む中で気温が上昇するんですが、これは降水量の分布の変化ですが北極域で降水量が増えているのが分かります。更にこれは海洋酸性化、海水面のアルカリ度の分布ですが、北極や亜寒帯、あとは南大洋の方ですが pH が下がっていています。かなりいろいろな形で海洋や地球全体に影響が及んで、北極域は特に地球温暖化に敏感に働いている。予測よりも速いペースで変わってきている。更に全球気候や生態系、船舶流通、資源、社会科学など、いろいろな物に対して大きな影響があるということで、我々は北極やその周辺海域の研究を今やらなければならないということで研究してきました。

2011 年から日本では GRENE 北極研究事業 /GRENE Arctic Project を進めてきました。その中で数値モデル、陸域、大気、寒冷圏、温暖化ガス、海洋生態系、海水予測の 7 つのテーマをやっています。私はこの中の海洋生態系を受け持ってきておりました。海水面積が減りました。海水が減ったことに対して物理環境、化学環境が変わり、微生物や植物プランクトン、動物プランクトンの群集構造や分布など様々なものが変わると、更にその捕食者である底生生物や魚、高次生物、鳥、シロクマにも影響が及ぶというので、全部ひっくるめてどうい変化が起きているのか、どういプロセスが大事なのかを調べてきました。その中で、基礎生産力がどのように変わっていているのか。海洋酸性化がどのように進んでいているのか。そして北極域周辺海域での種の優占性、種の群集構造がどのように変わってきているのかに特に注目して、我々は物理から化学、生物、総合的な研究をしておりました。

先ほどの齊藤さんの発表でありましたが、例えば我々が主に対象としているのはこの太平洋側北極海域になります。それに対してノルウェーの方たちはバレンツ海の方を対象としていて、バレンツ海ではどういったことが起きているのか、どういったことが鍵の現象と考えられているのかということの研究をしています。面白い単語を使った人がおられまして、「アトランティフィケーション (大西洋化)」という単語を彼らは使っていました。暖まってきていて、塩分が増加し、大西洋からの種がバレンツ海に入ってきていることを大西洋化と呼んだもので、そういった変化が見えているという話があります。それに対して、では我々がよく行く太平洋側はどういことが起きているのか。

おしよる丸が、今、そこの沖合に泊まっています。我々はおしよる丸で北極海へ行きました。私は乗っていませんが。また JAMSTEC の“みらい”などで調べた結果も合わせて考えても、「パシフィケーション」と呼べるような状況はなくて、それよりもどちらかと言うと、海水の減少が大きな影響を及ぼしていることが分かりました。淡水化や温暖化、海洋酸性化が進行している。我々はこういったものに注目して研究をいろいろ進めてきたんですが、時間の関係で私がそれを全部話すことはとても無理ですので、今回のワークショップの中では明日になりますが渡邊さん、山口さん、藤原さん、和賀さん、あと佐々木さんや上野さんから発表がありますので詳しくはそちらをご確認いただければと思います。

ここでは、私は海洋物理が専門ですので、生物生産ホットスポットというものについて海洋物理学の観点から話したいと思います。北極でも局所的に豊富な生態系を育んでいる場所がありますので、そういった所が何故作られるのかという話をここで残りの時間話させてもらいたいと思います。

この生物生産ホットスポットなんですが、どうい場所か簡単に言うと基礎生産力が高いこと、生物活動が活発であること。多様性があると尚いいんですが、北極の場合は必ずしも多様性があるとは言切れないところがありますが、そういった生物生産ホットスポットという所があって、何が大事かと言うと光環境や水温、とても大事なのは栄養塩がどういふうにして供給されるかということになります。

ECOARCS/GRENE-Arctic

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

GRENE Arctic Project
 Strategic research target 3b:
 GRENE北極気候変動研究分野
 戦略目標3b



Ecosystem studies of the Arctic Ocean declining Sea ice (ECOARCS)



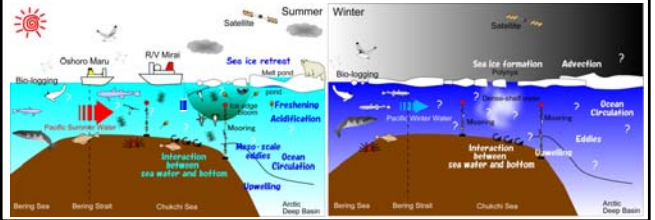
ECOARCS/GRENE-Arctic

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

For better understanding of changes in Arctic climate and ecosystems, we will conduct multi-disciplinary studies examining not only biological but also physical and chemical aspects of the drastically changing Arctic environments.

Key Topics:

1. Increase in primary production?
2. Progress on Arctic Ocean Acidification?
3. Changes of dominant species?



ECOARCS/GRENE-Arctic

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Changes of the Arctic marine ecosystem

Pacific sector of the Arctic Ocean (Beaufort/Chukchi Seas)

Key topic!!
 Freshening, Warming, and Ocean Acidification due to sea ice melt

? Pacification ??
 ? Advection of Pacific species ??



From Adaptation Action for a Changing Arctic (AACA) website
<http://www.amap.no/adaptation-actions-for-a-changing-arctic-part-c>

ECOARCS/GRENE-Arctic

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Field Activities



Scientific results - Key Findings

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

- Enhancement/reduction of biological pump depends on ocean circulation & sea-ice reduction.
- Formation of biological hotspot in the southern Chukchi Sea.
- Progress of Arctic Ocean Acidification in the PAR
- Increase in primary production ?
 ✓ Increase in primary production ? (Ice Algae)
- Fate of Pacific zooplankton in the Chukchi Sea
- Changes of higher trophic level

And more other research topics . . .

Scientific results - Key Findings

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

RACArctic Science meeting on March 2-3

- Physical and Chemical Oceanography
 E. Watanabe
- Plankton, including OA impacts
 A. Yamaguchi, A. Fujiwara, and H. Waga
- Fish
 H. Sasaki, Y. Watanuki, and Y. Sakurai
 S. Yoon and H. Ueno

My talk:

How to form/maintain biological hotspots in the PAR
 mainly from physical oceanographic points of view

こういうことを頭に入れてこの続きを見ていってもらえればと思います。

これはアメリカの研究者ジャッキー・グレンマイヤーさんが描いたベーリング海北部からチャクチ海、北極海の太平洋側の基礎生産量の分布。あとこちら側が海底の酸素消費量の分布になりますが、これを見ても例えばホープバレー、ベーリング海峡の北部、パローキャニオンと呼ばれるパローの沖合、セントローレンス島の南北のあたりに生産力の高い場所、生物活動が活発な場所が見えてくるかと思います。どうしてこれらの場所が生物活動の活発な場所になるのかというのを考えていきたいと思います。2013年のおしよろ丸の航海でROVを海底に入れて調べました。これはほぼ海水の縁だったんですがアラスカの沿岸で海底を見てみると、この茶色いものたちがサンドグラ、ひらべったいウニがいました。その横にバスケットスターズといってテヅルモヅル。クモヒトデと呼ばれるこういうものがありました。話によるとこれは食べられないそうです。でもこれを食べる生物もいるらしく、こういうものがあると他の種も生産が活発になり、氷の近くでこういう生物がいるのだなというのが分かります。

もうちょっと南へ行って、ここがホープ岬でその沖合のちょっと深いホープ海溪谷、ホープバレーと呼ばれる場所になります。ここに大量にボワボワとしたものが浮いているんですが、これはアペンディキュラリア、オタマボヤと言います。ゼリー状の動物プランクトンでハウスという物体を作って浮いているんですけども、下が泥状になっていてたくさんオタマボヤがいて、実は北極グラがこれを食べているんですが、ダイエット食品のようになって北極グラが太れないという研究結果が出てきました。もう少し南に行きます。これはベーリング海峡の北になります。ここも同じようにハウス状のオタマボヤがいっぱいいるんですけども、それと共に下にカニが見えてきました。私は物理屋なのでこれがズワイガニなのかタラバガニなのか区別が付きません。とにかくカニがたくさんいます。我々とアメリカ、カナダ、ロシア、中国、韓国の研究者たち、みんなで集まってこういういくつかの特別に生物活動が活発だという場所を対象に一生懸命研究をしてきているわけです。多くの面白い成果がたくさん出てきています。

そしてまた「なんでそこが生物生産ホットスポットなのか？」という話に戻ります。これは先ほどお見せした図なんですけど、こういうのに対してどういう物理的な制約があるかというのを考えた時に海水があるかないか、海底地形がどういうふうになっているか、風がどんなふうにかいているのか、海流がどういう状況になっているのか。あと他にもいろいろあるんですが、だいたいこの4つについてこれからお話したいと思います。

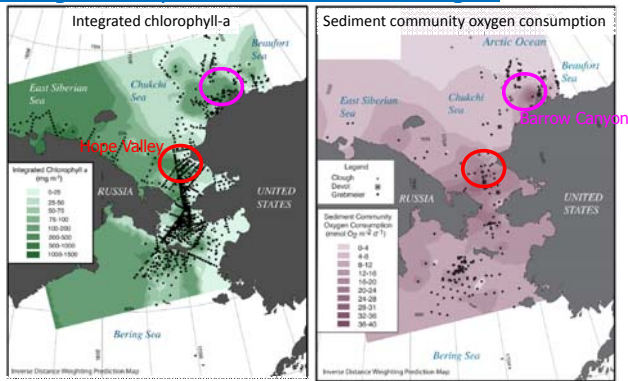
まず海水です。先程お話した通り北極域の海水はどんどん減ってきております。夏だけではなくて冬も減ってきております。ベーリング海は実は減っているとは限らない海域がたくさんあるんですが、そういった海水が融けたり凍ったりすることでどういう影響があるかというのをまずお話します。

海水が融けます。融解すると溶け水が出てきます。つまり溶け水が出てくるとそれによって希釈効果、海水が薄められる効果があります。溶け水が溜まってくると成層が強くなる。上の方が密度が軽い水が溜まって、下の方に密度が高い水があって、その差が大きくなると混ざりにくくなるので、下の方に栄養分がたくさんあったとしても上に出てこられなくなります。これは生物活動にとって良くない効果です。一方、氷がなくなるということはそれまで蓋で覆っていた物がなくなるということです。これは太陽の光が入ってくるという意味でこちらはプラスの効果、正の効果があります。光環境が改善する。

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Biological hotspot in the Pacific Arctic Region



Grebmeier et al. (2006, *Progress in Oceanography*)

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Biological hotspot in the Pacific Arctic Region

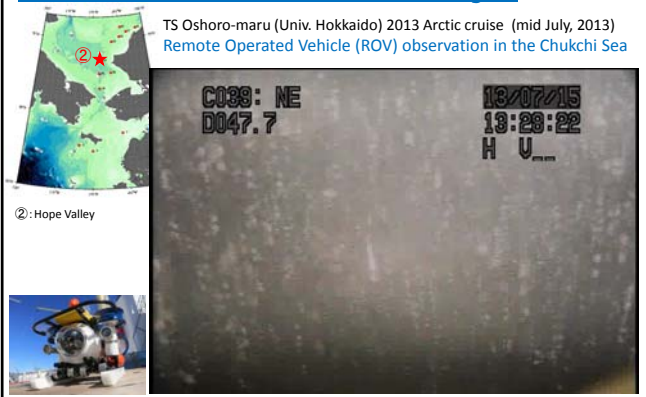


①: Alaskan coast near Barrow
Sand Dollars (タコノマクラ、花びら模様のある平べったいウニ)
Basket Stars (ケトルモツル類 (クモヒト))が見られる

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Biological hotspot in the Pacific Arctic Region



②: Hope Valley

Biological hotspots in the PAR

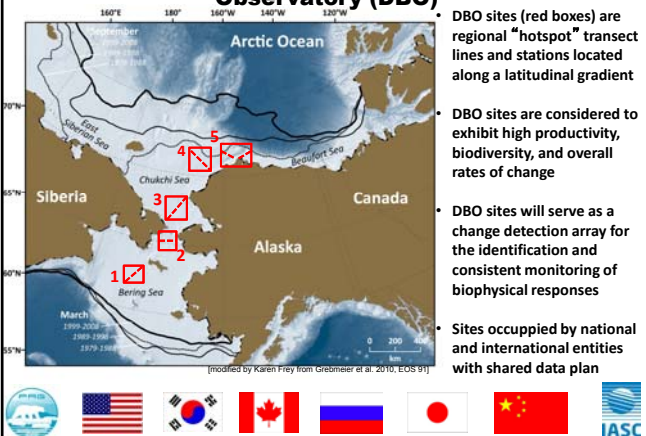
The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Biological hotspot in the Pacific Arctic Region



③: North of Bering Strait

Linking Physics to Biology: the Distributed Biological Observatory (DBO)



- DBO sites (red boxes) are regional "hotspot" transect lines and stations located along a latitudinal gradient
- DBO sites are considered to exhibit high productivity, biodiversity, and overall rates of change
- DBO sites will serve as a change detection array for the identification and consistent monitoring of biophysical responses
- Sites occupied by national and international entities with shared data plan

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

What are important factors to form/maintain such biological hotspots in the Pacific Arctic Region from physical points of view ?

更に温まってくる。

一方、海氷が出来る場合、凍る方について考えましょう。氷が出来る所ではどういったことが起きるかと言うと、氷が出来ることで海水中の塩分を吐き出すので重たい水が出てきます。重たい水が出来ることと混合が盛んになって、海の中の酸素量を増やすことが出来ます。あと鉛直混合が卓越して大陸棚の海底上を引っ掻き回すような効果があると、海底から栄養分を取ってくる効果もあります。これは生物にプラスに働きます。ところがそのすぐ上を氷で覆ってしまったら光が当たらないと言うことでそちらは負の効果。そういったものがあることをちょっと頭に置いておいてください。

さて、その上で北極の海洋がどのように季節的に変わってきているのかをまとめた図です。冬の終わり頃に氷が覆っていたのが、太陽の光が当たり始めると融け始めていきます。融けて、暖まると共に溶け水が溜まって、表層に温かい塩分が低い水が溜まって混合が起こりにくくなります。冬に入ってくるとどんどん氷が出来てきて、重たい水が出来て混ざって、1月に入って更に進んでくると重たい水が出来てくる。これは生物にとって、その次の年に役に立つ水が溜まってまたその次の年が来るという、このような海洋の季節変化が見られます。

大切な点は海氷がどこで出来やすいかということです。ポリニアと呼ばれる海域、海氷に覆われている中でも特に海氷が存在しないもしくはとても薄い海域があります。例えばこの図では、ベーリング海峡、セントローレンス島があって、コッツビュー・サウンド、ここがホープバレーで、実はこの14年3月6日というのは北東風が吹いていて、コッツビュー・サウンドなどに氷が無い所が出来ます。そういったポリニアという場所では海氷がたくさん作られて、鉛直混合が卓越して重たい水が出来ます。溶存酸素がよく溶け込み、表層に栄養塩豊富な海水が下層から湧き上がるという環境が出来ます。そういった所は、コッツビュー・サウンド、ノートン・サウンド、アナディール湾、セントローレンス島の南、あとアラスカのバローの近く、アラスカの沿岸にあり、海氷生成活動が活発になって水の鉛直混合が行われ、その次の年に生物生産に役立つ良い海水が溜まる場所になるかと思います。

さて、その次。今度は海底地形についてお話したいと思います。平な所であれば何も起きません。が、海底には凹んでいる所もあれば、海山、丘のように盛り上がっている場所もあります。それぞれどういった事が起こるのかをちょっと説明します。まず窪地。窪地は実は海洋物理学的には反時計回りの流れが出来やすい環境になっています。難しい物理の話はしませんが、こういう流れがあると海底で収束場の流れが生じやすく、真ん中に物が溜まりやすくなってきます。そうするとさっき言った高密度水、堆積物などいろいろな物が真ん中に溜まってきます。言い換えると、ここは底生生物にとって栄養分とかいろいろな物が使いやすい良い環境が作られます。

逆に凸地になっているような場所だとそういうことは起こりません。ですが反対向きの流れが出来る中で、今度はこの上で鉛直混合が起こりやすい環境が出来ます。そうすると下の方にある塩分の高い水を上に混ぜる効果があったり、熱を運んできて上の水を溶かしやすくなったりいろいろな効果があって、これは表層の生物活動にとって良い環境が作られることがあります。と言うことで海底地形を見ると、生物活動が起こりやすいかどうかがある程度目安がつかます。

更に大陸棚と深い所の上に陸棚斜面、シェルフブレイクという所があって、こういった所も同じように混合が起こりやすい場所です。例えばベーリング海、ベーリング陸棚斜面、これは南の方から見たものでこちらに大陸棚があってこちらにベーリング・陸棚斜面があって、どちらも北の方に向かって流れているんですが、この陸棚斜面の所で混合が起こったり下から水を巻き上げていたりします。そして

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Biological hotspot:
high primary production & biological activity
 (biodiversity as well)



Necessary condition:
 Lightening, Temperature, Nutrients, and . . .

Physical constrains:
Sea ice, Bottom topography
Wind, Current system, & more

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

1. Sea Ice



Sea melt

- Freshwater input:
 - Dilution effect
 - Strengthen stratification (Suppress vertical mixing)
- Improvement of lightening condition
 - Warming

Sea ice formation

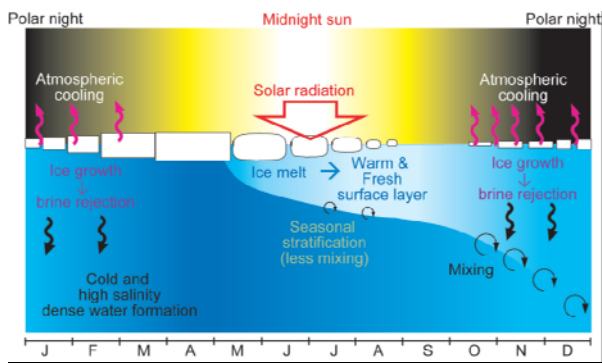
- Dense water formation/DO source
- Enhance vertical mixing/ interaction with bottom sediment
- Prevent solar radiation input

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

1. Sea Ice

Evolution of seasonal mixed layer related to seasonal cycle of sea ice in the Arctic



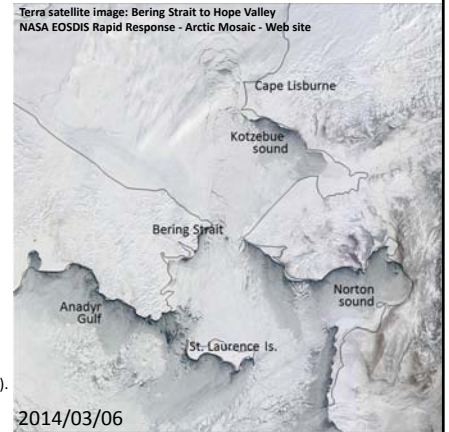
Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

1. Sea Ice

Polynyas are persistent and recurrent areas of open water and/or thin ice within sea ice zones.

Polynyas are responsible for the formation of sea ice and cold saline water during ice-covered periods. These features contribute not only for maintenance of strong stratification of the Arctic Ocean but also as one of important mechanisms to supply nutrients, irons, minerals, and other chemical constituents (e.g., Codispoti et al., 2005; Hioki et al., 2014).



2014/03/06

Biological hotspots in the PAR

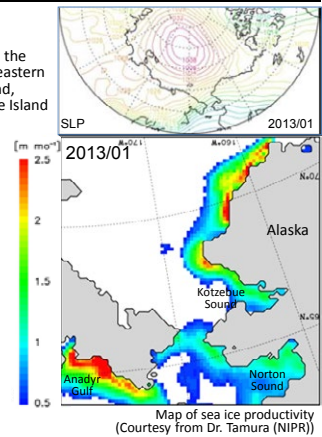
The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

1. Sea Ice

There are several active and large polynyas in the Bering and Chukchi Sea as follows; the northeastern Chukchi Sea off Alaskan coast, Kotzebue Sound, Norton Sound, southern coast of St. Lawrence Island and Anadyr Gulf.



2014/03/06



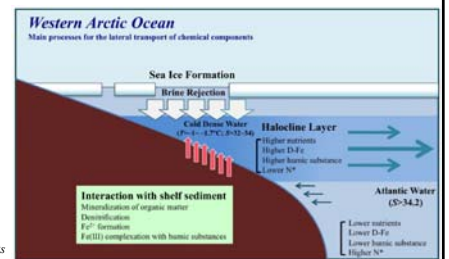
Map of sea ice productivity (Courtesy from Dr. Tamura (NIPR))

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

1. Sea Ice

Polynyas are responsible for the formation of sea ice and cold saline water during ice-covered periods. These features contribute not only for maintenance of strong stratification of the Arctic Ocean but also as **one of important mechanisms to supply nutrients, irons, minerals, and other chemical constituents to the Arctic basins** through an interaction of the cold saline water with the sediment at the bottom of the shelf. These processes are necessary for Arctic marine ecosystem functioning (e.g., Codispoti et al., 2005; Hioki et al., 2014).



Hioki et al., 2014, *Scientific Reports*

この辺りが帯状にブルーム（基礎生産の大爆発）が出来るようなことがあります。あと同じように今度はポーフォート・シェルフブレイクを見ます。こちらが北極海の方になってここがアラスカの沿岸になります。アラスカの沿岸では東向きの流れがあり、沖合ではポーフォート循環の西向きの流れがあり、その間では風向きに応じて湧昇流が起きたりいろいろな混合が起きたりして、やはりここも同じように混ざりやすい環境ができていて、生物にとって良い環境が作られているというのが分かります。

さて、こういった所に風が吹くとどういう効果があるか。まず真っ先に言えるのは風はその下の海をかき混ぜます。とにかくかき混ぜるといえるのは良いことです。下の方にある栄養塩を表層に供給する効果があります。ただ風というのは風単独以上に他の効果があります。例えば氷があります。氷があった所に風が吹いたとしましょう。どういったことが起こるかと言うと、氷がある所で風が向こう向きに吹いたとすると、実は氷のある所とない所で海の流れが変わります。そうするとその間で収束や発散が起こることがあって、例えば発散場になった時に下からその水を供給するという“氷縁湧昇”が起きます。これはまた下から栄養塩を供給するという事で生物にとってプラスに働く。収束場になるとマイナスに働きます。

他にはどういふのがあるかと言うと、今度は海底地形との相互作用を考えていった時に湧昇流、下降流が起こりえます。これについて次のスライドで考えましょう。ここに陸棚斜面があって、氷が覆っていてそこに風が吹きました。岸を左に見るような風が吹いた時にどういふことが起こるかと言うと、表面の氷も水も外向きに動くので結果的に下から水が上がってきます。ですがさっきお話しした通り表面の水が出て行くので、ここがポリニアになって海水生成が出来て高密度水が混ざります。とても面白いことに下から温かい水が上昇し、上から氷が出来て高密度水が沈むということで、活発に混合が卓越する場所ができます。こういった所は下準備として生物にとってもものすごく良い環境を作り得るといふことになります。では、どこにそんな所ができるのか、極地研の平野さんらが調べた結果、アラスカのバロー沖合に出来るポリニアがそういう場所にあたる事が分かりました。これは2010年2月22日の氷の分布です。青い所が氷の無い所で、周りはほとんど氷が覆っているのに北東風が吹くことでこの辺は氷が無くなってしまって空いています。これは反対側から見た三次元図なんですけど、氷が沖に動いて、下から温かい水が上昇し、この辺りの混合が卓越し、生物活動のための下準備が進むというふうと考えられております。

最後にもう1つ、海流系がどのようになっているかです。太平洋側北極海というのは基本的に太平洋の側から北極海に向かって水が流れて行って、北極海の中を通過して大西洋に出ていきます。大事な点はどこで違う水が混ざっているか。どこか混合水域があるか。混合水域というのは言い換えると生物多様性や水の混合に関係してくる海域で、どこにあるかというところベering海峡の南北のあたり。あとはホープバレー周辺。アラスカ沿岸やこの陸棚斜面の辺りが鍵になる海域です。

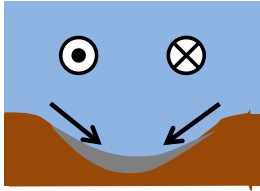
2009年9月5日の海表面温度の分布図を持ってきました。生物生産の下準備として適しているのはポリニアの近くということ。海底地形が窪地や丘状、シェルフブレイクなど平ではない凹凸地形であること。上昇流が起こりやすいのは尚いいです。異なった水塊が混ざる所が良いので、例えばセントローレンス島の南、ベering海峡の南や北、ホープバレーの沖合、バローの近くのアラスカ沿岸、ポーフォート陸棚斜面域など、生物生産のホットスポットとしてとても面白い海域だということが分かります。次に観測の例を示します。

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

2. Bottom topography

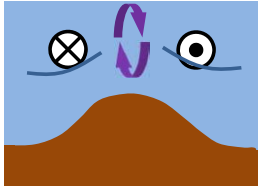
Depression (Pan, Canyon, Valley)



Counter-clockwise circulation
Convergent flow at the bottom layer
→ Transportation of dense-water, nutrients, bottom sediment, and more into this area

It is likely to be a favorable condition especially for benthos

Rise (ridge, sea mount)



Clock-wise circulation
Strong vertical mixing
→ Nutrients supply to surface (euphotic zone) over the rise

Phys. & chemical conditions over the rise are likely to enhance biological activity.

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

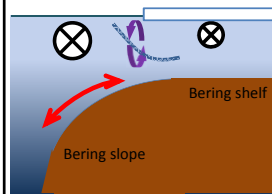
2. Bottom topography

Shelf slope, shelf break:

Upwelling / mixing of deeper water mass with shelf water
→ Possible area to be biological hotspot

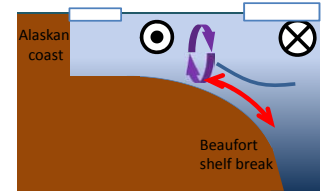
Bering shelf slope

- Bering slope current
- Bering shelf water
- Cold pool?



Beaufort shelf break

- Alaskan coastal water/current
- (Offshore) Beaufort Gyre



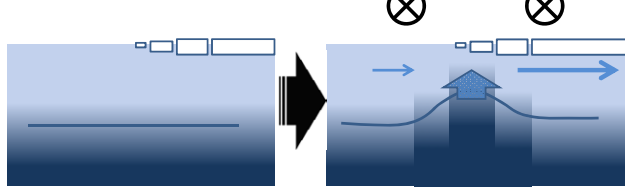
Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

3. Wind

- ✓ enhance mixing and nutrient supply from lower layer.
- ✓ cause ice edge upwelling/downwelling. (combined effect with sea ice)
- ✓ cause upwelling/downwelling in the shelf slope area. (combined effect with bottom topography)

Schematic of ice-edge upwelling

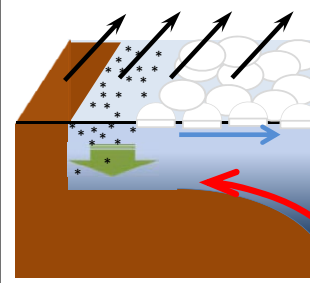


Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

3'. Wind (combined effect with bottom topography)

IF wind blows along coast on the right side,
→ surface water (and sea ice) move offshore.



- ◆ Coastal polynya is formed and it enhance sea ice formation.
- ◆ Offshore lower water comes onto coastal area by upwelling.

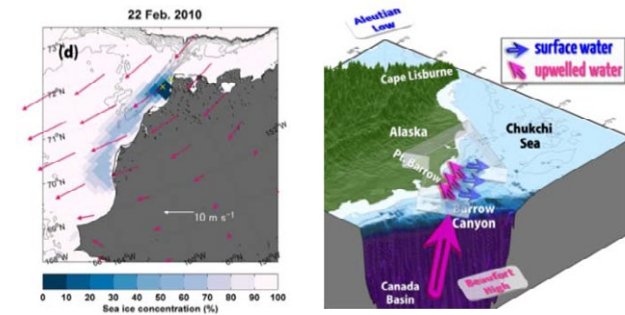
It may have strong impacts to marine ecosystem, e.g., as a preconditioning of spring bloom.

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

3'. Wind (combined effect with bottom topography)

A wind-driven, hybrid latent and sensible heat coastal polynya off Barrow, Alaska (Hirano et al., 2016, J. Geophys. Res.-Oceans)

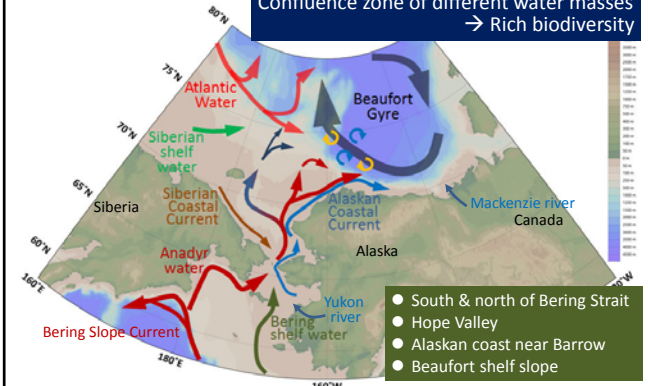


Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

4. Current system

Key point:
Confluence zone of different water masses
→ Rich biodiversity



これは2012年のJAMSTECの海洋地球研究船「みらい」で北極航海を行いました。ここに、チャクチ海の真ん中を南北に取った断面をお見せします。ここがベーリング海峡で、ホープバレーがあって、北に行って、陸棚斜面で、海盆の深い方に行きます。ここは水深100mで、10mで、これがアンモニア濃度。これが溶存酸素、これが水温の分布になります。ベーリング海峡の北のホープバレーにとっても高いアンモニア濃度の水塊がある。あと陸棚斜面の所にも少し高い水塊があって、こういった所で・・・ここに示していないんですが高い生物活動が見られます。溶存酸素がとてもたくさん消費されていて、生物活動が活発な様子などもここからうかがい知ることが出来ます。

最後に、そういった所で氷が減るとどういうことになるのかというのをお話したいと思います。北極域だけではないんですが、春季に氷縁でブルームが起きます。氷縁ブルームが起きます。この時に大事なのは太陽の光が入ってくることと栄養塩の供給があることになります。では氷が減るとどうなるかということ、まず1つ目のパターン。氷が引くと太陽光がたくさん入ってきます。栄養塩もちゃんとあるのであれば基礎生産力は増えて、良かったとなります。ところが必ずしも良いとは限らない。もう1つのパターンです。ケース2。氷が引くと、溶け水が表層に溜まって希釈効果や混合を止める効果のせいで基礎生産力が高まらないということも考えられます。

さて、こういった所でこういうことが起こるのか？。まず、大陸棚域です。ベーリング海からチャクチ海の大陸棚域についてですが、北大の平譚先生の成果で、衛星観測の結果から見た2000年から2012年ぐらいにかけての8月と9月の基礎生産量です。基礎生産量がどんどん増えているのが分かります。どこでどういうふうにして基礎生産量が増えているのかについては藤原さんが発表していて、海水が後退することで大型の植物プランクトンが優占するようになってきました。大型の植物プランクトンによって基礎生産力がものすごく増える環境が作られていった。ということでベーリング海やチャクチ海周辺はどんどん基礎生産力が高まっていることが見てとれました。

一方、もうちょっと北の海盆域。これは2002年、2003年の栄養塩の分布・・・ここがアラスカバローでカナダの海盆域が低いんですがだいたい同じような感じだったのが、氷が溶けるのがどんどん進んだ2009年、2010年にはカナダ海盆の中がものすごく栄養塩が少なく、シベリア側が高い環境になっている。シベリア側ではこういう高い栄養塩を使って光環境が良くなったので基礎生産力の増加に繋がりましたが、カナダ海盆側では溶け水の効果によって基礎生産力が低下したということが分かってきました。こういった所は基礎生産力を計りながら海水の変化、海洋状況の変化を併せて調べていく必要があるかと思います。

ということで私の話、どのようにして生物生産ホットスポットが出来るのか、そういうものがどういふふうに変っていくのかというのを簡単に喋らせてもらいましたが、この後、明日も様々な詳しい話があるかと思うのでそちらを聞いてもらえればと思います。分からなければまた聞いてもらえればと思います。どうもありがとうございました。

齊藤：

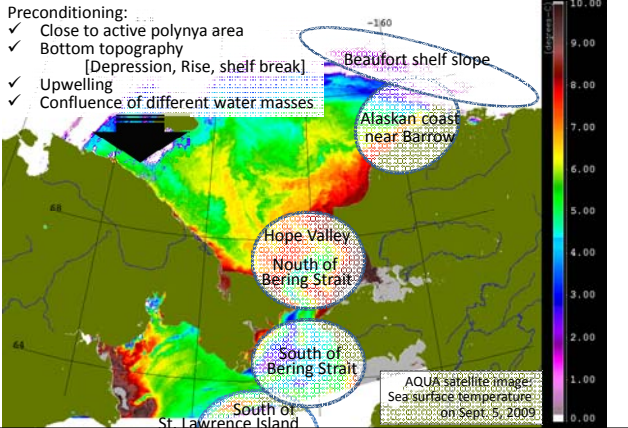
菊地さん、どうもありがとうございました。今日は同時通訳なので質問とか喋る時はマイクの音を通訳さんが取っているので、必ず発言する時はマイクを使ってください。それと所属と名前を言っていたらと助かります。質問があればちょっと受けておきたいと思います。何か質問はございませんでしよ

Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Preconditioning:

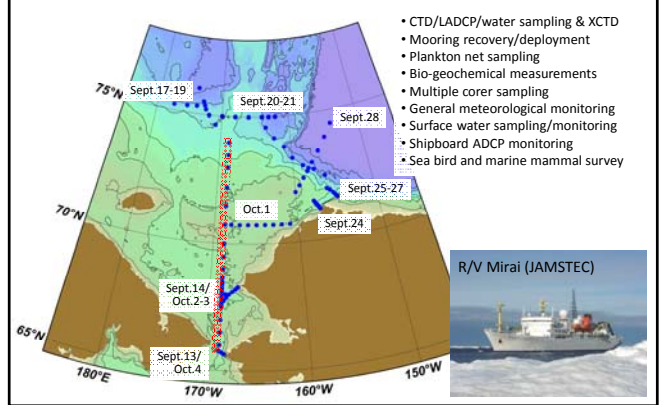
- ✓ Close to active polynya area
- ✓ Bottom topography [Depression, Rise, shelf break]
- ✓ Upwelling
- ✓ Confluence of different water masses



Biological hotspots in the PAR

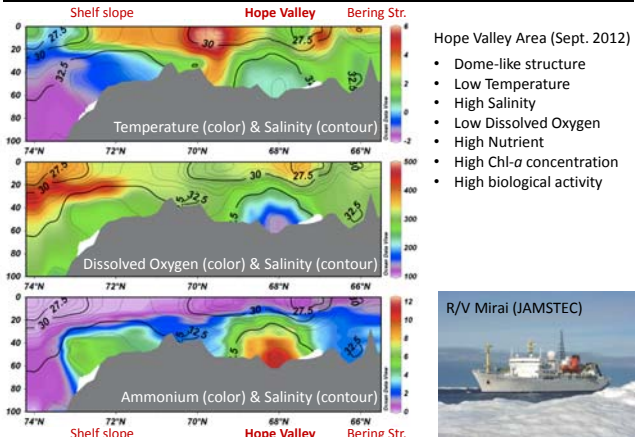
The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

R/V Mirai Arctic cruise in September-October 2012

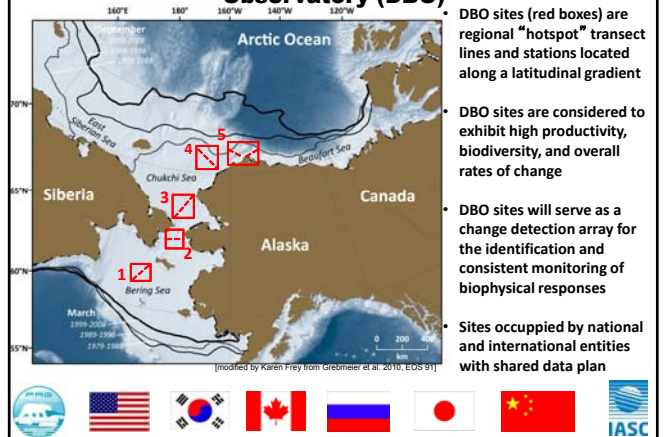


Biological hotspots in the PAR

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

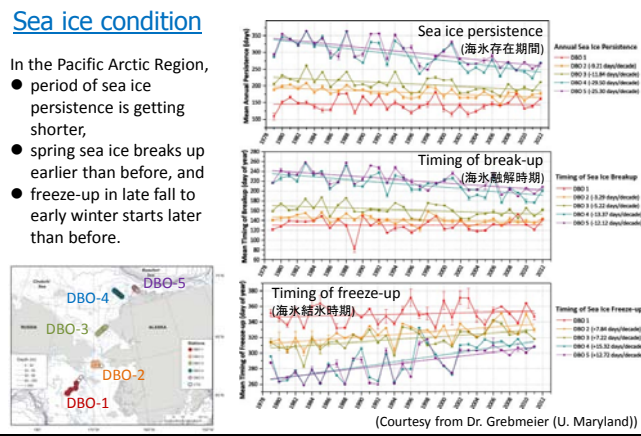


Linking Physics to Biology: the Distributed Biological Observatory (DBO)



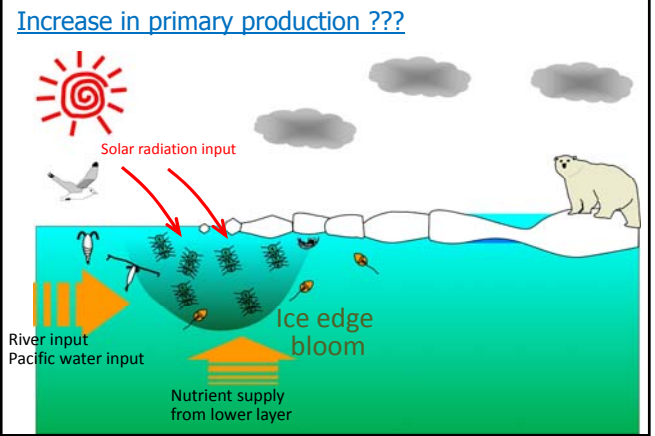
Impact of sea ice reduction

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45



Impact of sea ice reduction

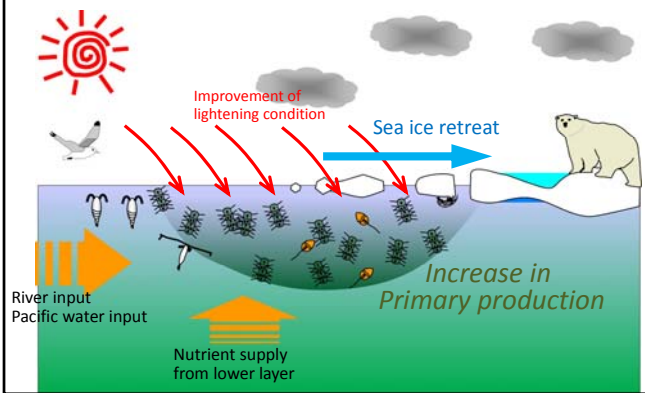
The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45



Impact of sea ice reduction

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

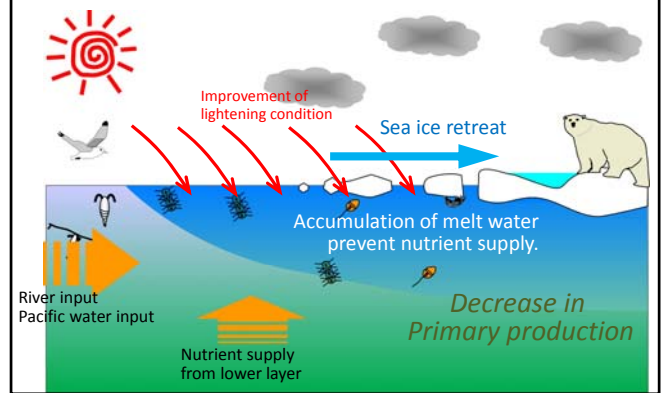
Schematic of spring (ice-edge) bloom after sea ice retreat: case 1



Impact of sea ice reduction

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Schematic of spring (ice-edge) bloom after sea ice retreat: case 2

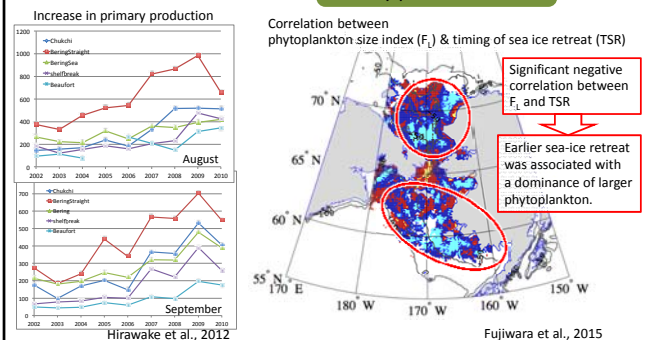


Impact of sea ice reduction

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Increase in primary production

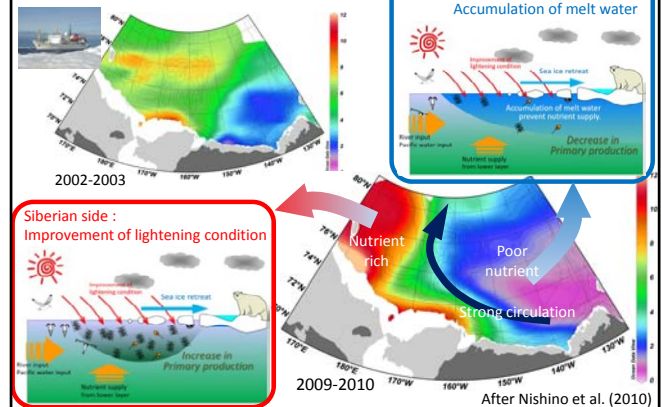
Timing of sea ice retreat → Size of phytoplankton ???
Primary production ???



Impact of sea ice reduction

The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

Distribution of surface nutrient



Scientific results - Key Findings

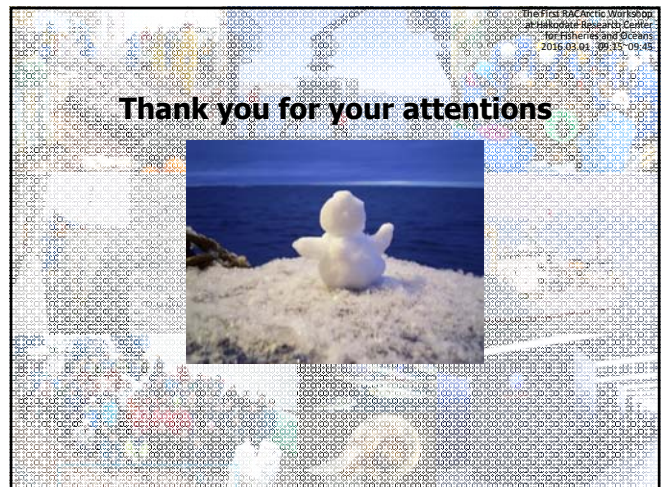
The First RACArctic Workshop at Hakodate Research Center for Fisheries and Oceans 2016.03.01 09:15~09:45

RACArctic Science meeting on March 2-3

- **Physical and Chemical Oceanography**
E. Watanabe (numerical experiments)
- **Plankton, including OA impacts**
A. Yamaguchi, A. Fujiwara, and H. Waga
- **Fish**
H. Sasaki, Y. Watanuki, and Y. Sakurai
S. Yoon and H. Ueno

My talk:

How to form/maintain biological hotspots in the PAR
mainly from physical oceanographic points of view



うか？はい、原田さん。

原田：

菊地さん、発表ありがとうございました。多分、皆さんも気になる所かなと思うので質問を1つさせていただきますのですが、海水が溶けることによって光環境が良くなって生産性が高まる所と、一方で栄養塩が表面に供給される所が妨げられる海域と、二種類ありそうだというお話だったと思うんですが、例えばカナダ海盆、それから東シベリア海、元々生産性が低い海域と高い海域、それぞれだったと思うのですが、海水の溶解によってそのコントラストが更に強まるということなんでしょうか？それともホットスポットの場所もある程度今後変わっていく可能性があるということなんでしょうか？

菊地：

原田さん、どうもありがとうございます。言われていることは間違いありません。元々シベリア側の方が河川水の供給などがあって栄養塩環境が良いのでそちらの方が相対的に高かったんですが、特にカナダ海盆は河川水がものすごく、淡水がものすごく溜まるようになりましたので、その影響でプランクトンの小型化なんかが見られるようになってきて基礎生産力が弱まっているという話が出ております。ホットスポット云々に関しては海盆域では恐らく他の要因がやっぱり関係してくるかと思います。これは薄くしかないんですが実はこの辺りに、原田さんもお承知のとおり海台があります。チャクチボーダーランドと呼ばれる海台があって、その辺りはこちらの海盆域に比べると比較的混合しやすい海域になりますので、そういった物理的な意味からもそちらの方が生物には良い環境になり得るのかなと思います。もう1つ同じ意味で、混合がしやすいという意味で氷も減りやすいのかなと、そういったことがあり得るかと思います。



2-3. 基調講演 2

「気候変動と海洋生態系の応答」 – Franz Mueter and Ken Drinkwater

齊藤：

他にございませんか？それではまたステークホルダーのミーティングの始めでももう少し質問をいろいろ受けたいと思いますので次の講演に移りたいと思います。次は Franz Mueter さんです。次の発表は Franz Mueter さんと Ken Drinkwater さん、二人の発表を Franz Mueter さんが一人で発表します。では、よろしくお願ひします。

Mueter：

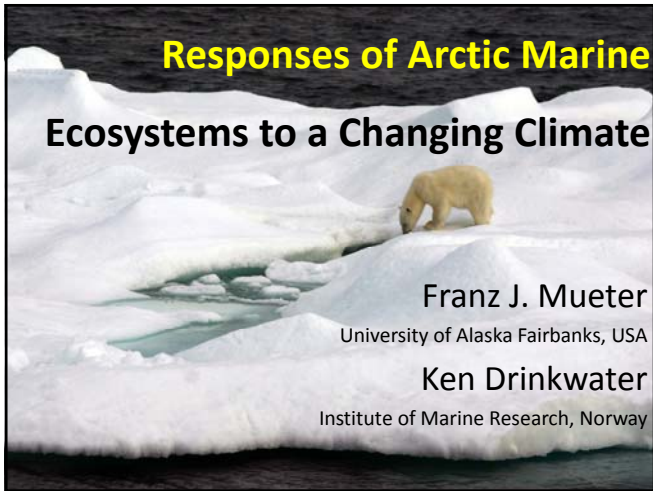
おはようございませす。日本語はそのくらいしか話せませすのでここから英語に切り替えませす。この度はこのような会議にご参加いただきませすありがとうございます。我々科学者がいろいろな結果を出してはいますが、それに対する皆さんのフィードバックを楽しみにしてはいます。菊地さんの発表に引き続いて私からも生物学的な分野の、皆さんにとっても十分ご存知のこのトピックについてお話ししたいと思ひませす。これは北極から見た北極域の図ですけれども、この地図の端に我々がはいます。私は太平洋側の北極域を中心に話をはしますが、バレンツ海の例にも言及いたしませす。

これは北極域における漁場ですが、色が濃くなるにつれて魚を取るために多くの努力を必要とする場所になつてはいます。10℃の等温線以北にある北極域ですけれども、漁業は世界の水揚げの約 10%を占めており、ノルウェー、バレンツ海域は世界の 3分の 1、またアイスランド、グリーンランドなどのベーリング海でも世界の 3分の 1を占めてはいる漁場でありませす。最も多い漁獲量ですが、これは北極海の海流が流入する入り口、陸棚域で水揚げされてはいます。そこには栄養が豊かで亜寒帯流が陸棚を通過することで北極海に栄養分、プランクトンを運んでくる所です。商用の漁業はここの部分、ベーリング海の南東に限られてはいます。それ以北の漁業は滅多に行われてはいます。

次にベーリング海南東部における商用漁業に関してです。これが商用魚種ですが、底魚としては三大魚種であるスケトウダラ、マダラ、コガネガレイとなつてはいます。この三種でほとんどの漁獲が水揚げされてはいます。スケトウダラが多く占めてはいます、マダラとコガネガレイの順になつてはいます。これがベーリング海の南東部ですがアラスカの総水揚げは 220 万から 280 万トンです。規制によって漁獲量が 150 万トンくらいに抑えられてはいます。平均で 150 万トンです。またカニも水揚げされてはいます。この 3つの種類、これが好況と不況を繰り返しながら 6～8 万トンの水揚げがはいます。また遠洋漁業で 2種類のサケが沿岸で獲れてはいます。それ以外では遠洋漁業は行われてはいます。それら以外では他の餌となる魚種の指定漁業というものは基本的に禁止されてはいます。この規制の理由は餌を豊富に残しておくためです。魚のとり方としては、漁業は遠洋トロール漁、スケトウダラ底びき、はえ縄、かご漁、刺し網漁、巾着漁などがあります。水産加工品としては魚卵、フィレ、すり身です。全ての主な魚種は世界の市場に出回る白身魚、サケとカニです。

次にこの生態系と海水に関して話をしたいと思ひませす。菊地さんの話にもありましたが生態系における海水の役割です。海水がプランクトンや魚の生産分布の変動を作り出す主な原因となつてはいます。海水の変動パターンは高緯度北極から亜寒帯海域の間で大きく変化してはいますが、亜寒帯、ベーリ


Responses of Arctic Marine Ecosystems to a Changing Climate



Franz J. Mueter
 University of Alaska Fairbanks, USA
Ken Drinkwater
 Institute of Marine Research, Norway

Arctic Region


- Focus on **Pacific Arctic Region**
- Some examples from Atlantic Arctic (Barents Sea)



The map shows the Arctic region with labels for the Bering Sea and Barents Sea. A box highlights the Bering Sea area. Other labels include 'Hakodate' and 'RUSSIA'.

Arctic Fisheries

Fishing vessel days by region



Largest fisheries are at the edge of the Arctic on inflow shelves


Source: Arctic Marine Shipping Assessment (AMSA)

- Arctic fisheries harvest ~ 10% of global catch
- About 1/3 each in:
 - Barents / Norwegian Sea
 - Iceland / Greenland
 - Bering Sea


COMMERCIAL FISHERIES IN THE SOUTHEAST BERING SEA


Commercial Groundfish Species Pacific Arctic

スケトウダラ
Walleye Pollock
Gadus chalcogrammus

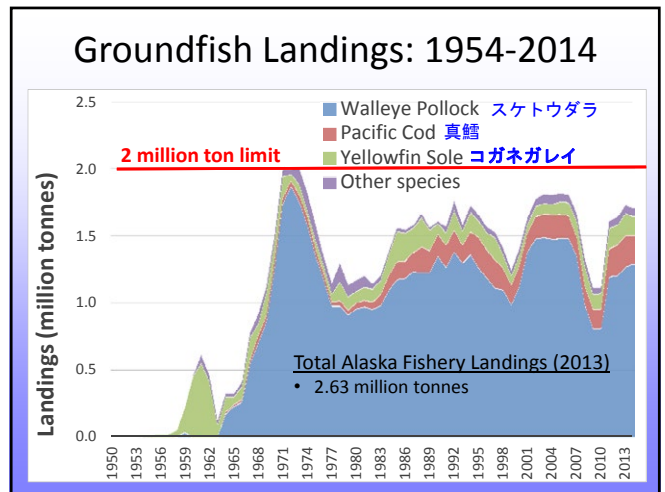


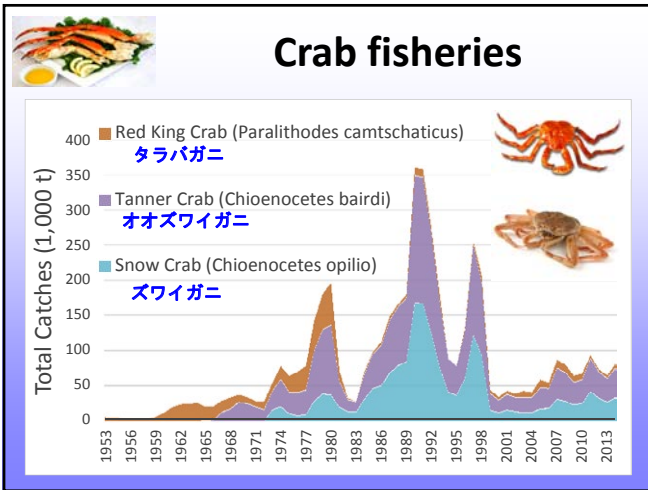
真鱈
Pacific Cod
Gadus macrocephalus




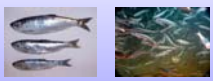



コガネガレイ
Yellowfin Sole
Limanda aspera







Pelagic fisheries

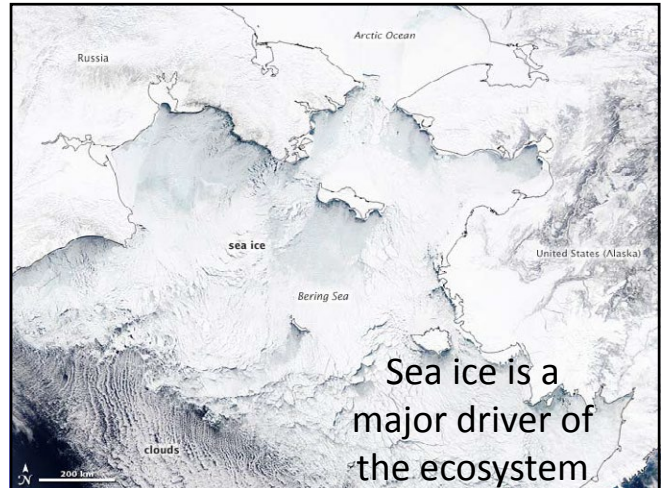
- Salmon:**

紅鮭
 – World's largest sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) fishery (30-60 million fish)
- Pacific herring (*Clupea pallasii*)**
ニシン

- Directed fishing for other forage species is banned
 - Euphausiacea (krill)
 - Osmeridae (smelt-like fish)
 - Ammodytidae (sand lance)
 - Myctophidae (lanternfishes)
 - Others...
カラフトシメヤマ

Fisheries, products & market forces

- Major fisheries conducted using pelagic trawls (pollock), bottom trawls (flatfish, cod), longlines (cod, halibut, sablefish), pots (cod, sablefish), gillnets (salmon) and purse seines (herring).
- Products include roe, fillets and surimi
- All of the major species are part of the global market for whitefish, salmon and crab







Patterns of variability in ice conditions

- Declining (multi-year) ice**
 - Interannual variability in minimum ice extent
 - Changing phenology (earlier melt, later freeze-up)
- Extreme seasonal variability**
 - Near 100% cover in winter
 - No ice in summer
 - Changing phenology
- Extreme interannual variability**
 - No ice in summer
 - Winter ice cover extremely variable (0% - near 100%)


Interannual variability in Bering Sea ice cover



Warm Year (Feb 12, 2016)



Cold Year (Feb 12, 2009)



~ 600 km

<http://data.aocs.org/>

- Ice formation leads to cooling of entire water column under the ice
- Variable 'Cold Pool' remains on shelf through following summer

ング海の変動は高緯度北極とあまり関係なく起きているものです。この発表の中では変動パターンによって3つの地域に分けて説明したいと思います。まずベーリング海の南東部ですが、年によって海水面積が大きく変動していて、全く海水がない年もあれば海水に広く覆われる年もあります。予測としては引き続き大きな変動があり、しかし海水がない冬期の期間も今後は増えていくことでしょう。第2としてベーリング海北部、チャクチ海の棚陸は大きな季節変動域で、ほとんど海水で覆われる冬もあれば海水が全くないアイスフリーの冬もあります。最後に、北極海盆では今年は、多年氷が多く残っていますが、20年、30年後には海水がない夏を迎えることもあり得るということです。菊地さんの発表にもありましたが、数十年後には海水がない状態になる可能性があるということです。ベーリング海の南東部は経年変動が大きい所です。南部の方では特に海水面積の偏差がある、非常に大きな面積の差があるということです。

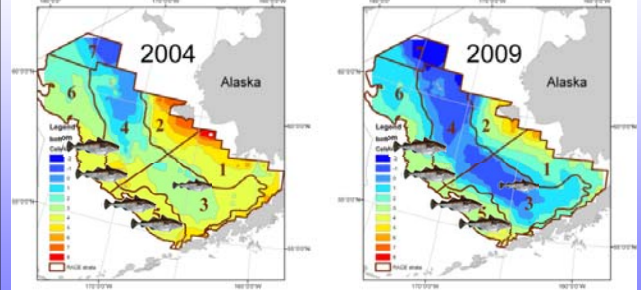
菊地さんから海水の生成に関して海中が冷えるということでしたが、氷の下の水が冷えるということ、その水のことを“冷水塊”と今後は呼んでいきたいと思っています。この環境がどのようにして魚種などに影響を与えているのかということに関して話をしていきたいと思っています。冷水塊の存在が温帯に住む魚種を南に移動させます。寒い年は陸棚の端に押しやられてしまいます。反対に温暖な年にはこういった魚種は大陸棚全域に広がっていきます。またこの魚種は北へ移動することも確認しています。こういった魚種が北へ南へと移動しています。温暖化が続いた25年間のデータによると、魚は北へと拡大し平均して31キロ北上しているようです。継続して温度が上昇すれば魚は北へ移動するのでしょうか。現在考えられることは、ほとんどの底生の魚種には北上の限界があるということです。北の陸棚は毎年冬に氷点まで温度が下がり、形成された冷水塊の一部が陸棚に翌年の夏の間留まるということです。そこに生息する魚は北に進めないということになります。それから稚魚、幼魚ですが、これは北へ移動することも可能ですが、しかし冬の間に鉛直混合が活発に行われる場合、冷たい水に耐えられなければ冬は南へ戻るということになります。ではバレンツ海の氷の分布の変化を見てみましょう。氷の面積がどのような影響を及ぼしているかということですが、海流によって南部に向かって一様な影響が及んできません。また氷について、バレンツ海に暖流が流入してきますが、この流入が強くて水温が上がれば氷の面積が減少していくということになります。長期間に見た場合、バレンツ海の氷の面積が近年非常に減っています。これはもちろん魚にも影響を与えています。樺太シシャモに関しては非常に影響があり、この漁業に関しても影響が出てくる所です。寒冷な年には樺太シシャモは南の方に行き、夏の暖かいときには北の方に、そして餌を取る場合には北の方に行くということが示されています。他の種についてもまた北の方に行く様子がみられます。例えばタラや他の魚類は採食の為に長距離の移動を夏に行います。北の方が暖かい年には北の方に行き採食をするという状況になっています。最近是非常に温暖な年が続いていたので、魚にとっては北に行って餌を捕食するには良い状況になっております。なので更に北へ北へと大きな魚の群れが向かっていることになります。他の種類についても最近はこのような餌の状況が魚にとって良いという状況に変わっており、餌環境に関しても考えていく必要があるかと思っています。それからもう1つ、これは赤魚ですが、紅アスとも言いますが、この種類の魚はバレンツ海の新しい地域に進出し、生息範囲が広がっています。そしてバレンツ海陸棚の外縁の所、そして斜面に沿って新しく産卵の場所を確立しています。

次は、温暖化が生産性と魚の豊富さにどのような影響を与えるのかということを見ていきたいと思

VARIABILITY IN ICE CONDITIONS AND CHANGES IN FISH DISTRIBUTION

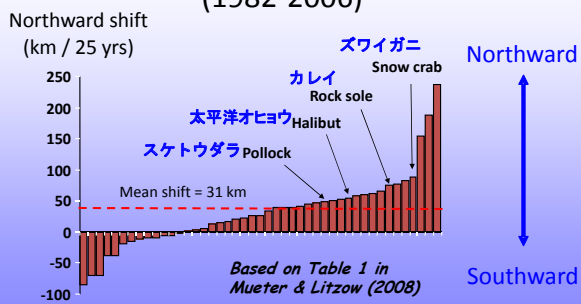
Ice extent and the 'cold pool'

Bottom temperatures on the shelf during summer
Warm year (2004) **Cold year (2009)**

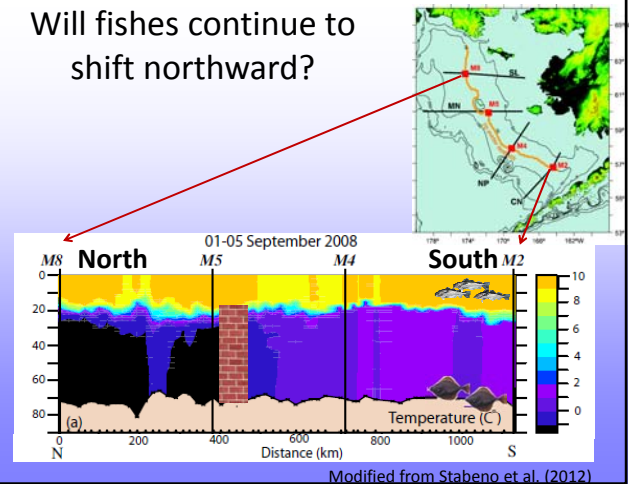


- Cold bottom water displaces many fish to outer shelf Maps from Bob Lauth
- Fish expand to North following low ice years with small cold pool

North-South shifts in distribution of 45 species during period of warming (1982-2006)



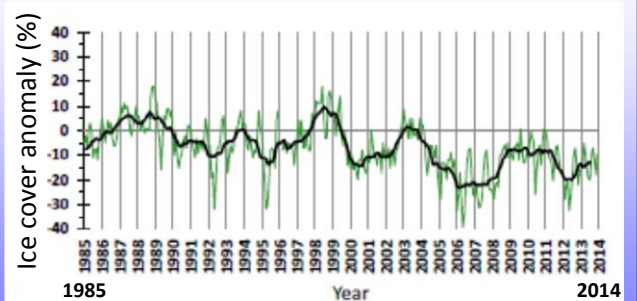
Will fishes continue to shift northward?



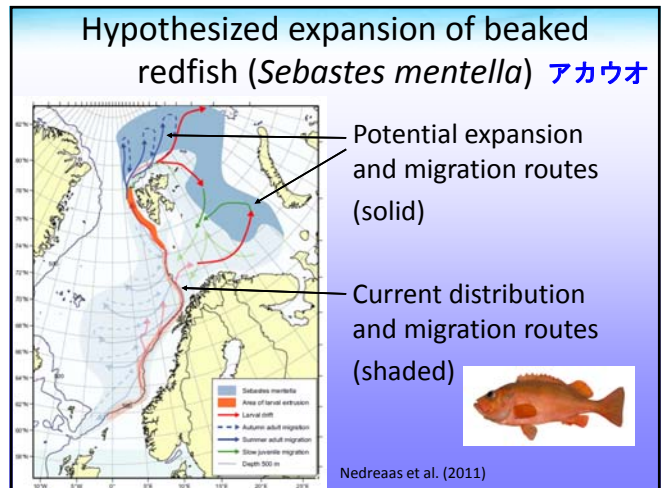
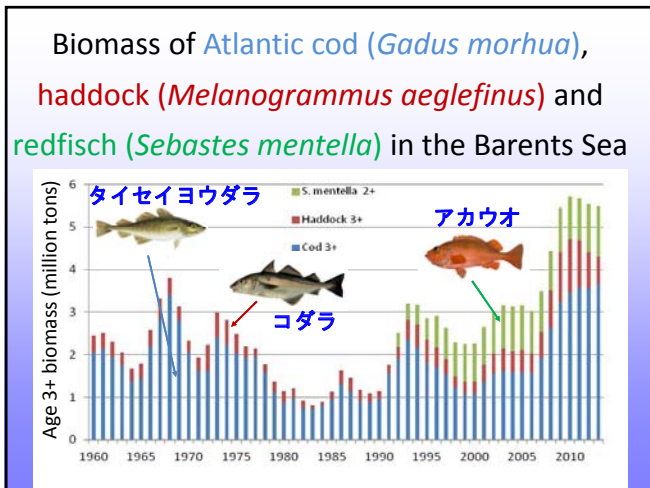
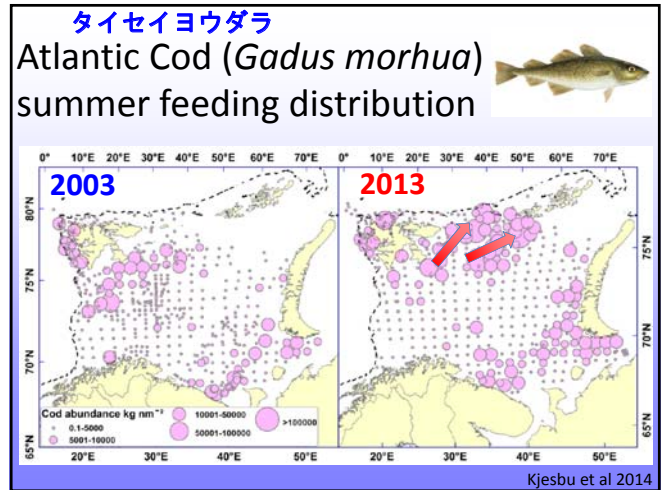
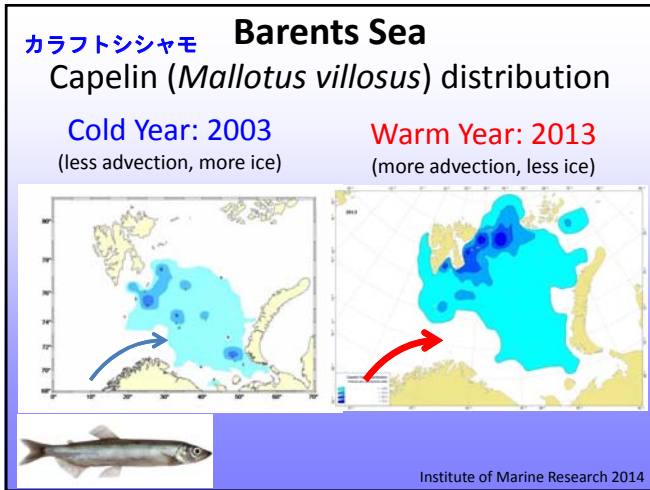
Expansion of fish into warmer, ice-free waters in the Atlantic Arctic Region



Barents Sea Ice extent anomaly



IMR/PINRO



**EFFECTS OF WARMING ON THE
 PRODUCTIVITY AND ABUNDANCE OF
 FISHES: "WINNERS" AND "LOSERS"**

"Winners" and "Losers" in the Bering Sea

- Some evidence from field measurements and satellite observations that primary production in the Bering Sea is higher in warm years
- However, associated changes in the food web in warm years may be bad for walleye pollock:
 - Earlier ice melt / warm summer:
 - fewer large, lipid-rich zooplankton prey
 - lower energy reserves of young pollock and increased predation
 - スケトウダラ** → reduced overwinter survival
 - lower abundance of pollock following a period of warm years

ます。資源についてそれぞれ競争がありますが、どの種類の魚が勝者となり敗者となっているかということを見ていきたいと思えます。現場観測や衛星観測で調べたところに拠りますと、基礎生産は暖かい年には高いということが分かりました。しかし基礎生産が高いとからといって必ずしも外洋に棲んでいる魚にとっては良くないという可能性があります。つまり、数値計算や広範囲の現場観測の結果から、このような食物網の変化というものは、氷が夏に融けていくことによって脂質が豊かな動物性プランクトンの餌が少なくなる。それがこのスケソウダラにとっては良い環境にならない。エネルギー伝達も少なくなり脂質も少なくなる。冬のために蓄える脂肪分が少なくなり餌も少なくなるということで、スケソウダラにとっては良くない環境になるということが分かりました。そのせいで冬に耐えられず、スケソウダラの数が減少していく可能性があります。




またこのような傾向が気候変動を含めて次の30年、40年これからどうなるかということを目ざすと、スケソウダラの数が20～30%減少していくのではないかと予測されています。他の魚の例ですが、勝者となる魚、そして敗者となる魚について、数種のサケにとっては好都合だということが分かってきました。それからカレイも温暖化環境に適合していくということが分かっております。それからニシンも同じように活動していくと思えます。マダラについては先ほどの太平洋ニシンとは違ってうまくいかないのではないかと考えております。またタラバガニについてはよい影響を与えません。タラバガニは気温の変化に敏感で、海洋酸性化の脅威を受けているということになります。ですのでこれから数が減っていくのではないかと考えられています。ズワイガニは北極海の種です。南側に生息範囲が広がるにつれて気温が高くなっていく。そうするとまたズワイガニの数も減少していくということが予測されています。特に幼生のズワイガニです。冷水温が不可欠な種類ですので、特に温暖化はズワイガニにとっては良くないということが分かっています。それから北極では、季節変動が顕著になります。冬に関しては全然雪がなく、夏に関しては全然氷がなくという状況になっています。また、どのように氷が凍るかということに関してやプランクトンの発生についても植物プランクトンが大発生（ブルーム）する季節（タイミング）が変わっていくという影響が出てくるということがあります。冬の間は海水が広がっておりほとんどが氷で占められております。それが夏に向かうにつれて融けていき夏には氷がありません。最近の傾向は、氷が最初に融ける時期が早まっています。また速度も早く融けるようになっており、氷の密接度が高い所から全然ない所まで非常に早く融けていくこととなります。一方で、非常に素早く氷が作られるという状況も起こっています。こちらの図では80%から20%に氷の面積が減るには、どのくらい時間がかかるかということを示しています。

この長さがだんだん短くなっています。また、凍る時間もだんだん短くなっています。以上は、生態系がこの高緯度北極域でどうなっているかというお話でした。





次に、ブルームが暖かい海域と冷たい海域でどう違うかということについてお話したいと思えます。冷たい方からお話しますと春のブルームが起きます。ブルームのタイミングは海水が後退する時期によって食物網の中で、その影響の及ぼし方が変わってきます。冷たい海域では、海水が後退する時期が遅いため、ブルームで合成された大量の有機物が海底に直接、落ち、たまります。チャクチ海のような例です。そうすると底生生物が増えるということになり、潜水鳥類や海洋哺乳類などがそれを食べるために集まってくるということになります。暖かい年は、ブルームが早く起きるため、それを餌とする動物

Changes in productivity & abundance on the Southeast Bering Sea Shelf

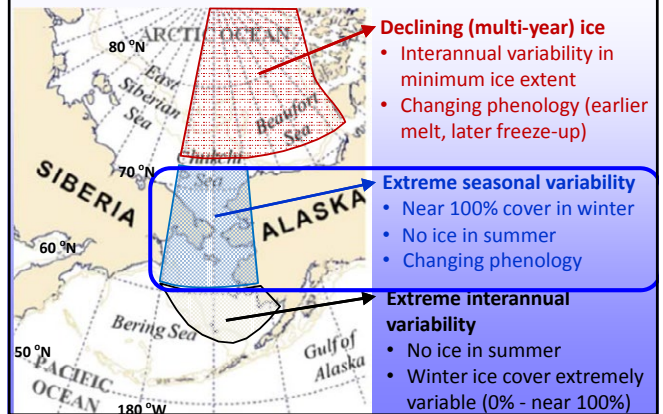
Possible 'Winners' ↑

- Salmon 鮭 
- Pacific herring ニシン 
- Flatfish カレイ 

Likely 'Losers' ↓

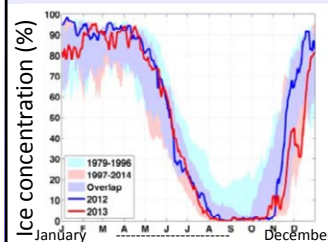
- Walleye pollock スケトウダラ 
- Pacific cod 真鱈 
- Red King Crab タラバガニ 
- Snow crab ズワイガニ 

Patterns of variability in ice conditions

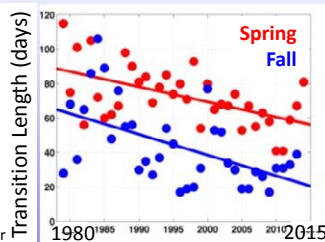


Extreme seasonal variability

Seasonal change in ice concentration 1979-2014 compared to 2012/2013



Length of transition from:
 > 80% to < 20% ice (spring)
 < 20% to > 80% ice (fall)

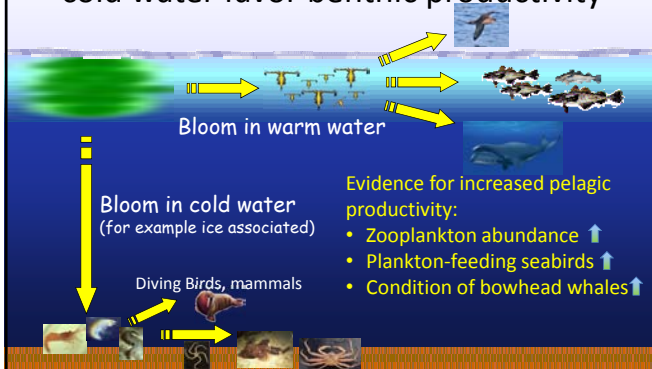


- Earlier, faster sea ice retreat → changing spring bloom?
- Longer production season → fall bloom?

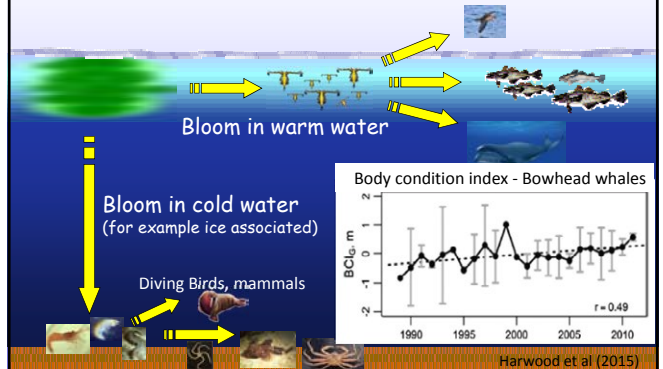
Danielson et al (in revision); Wood et al. (2015)

CHANGING BLOOM DYNAMICS

Blooms in warmer water tend to enhance pelagic production; blooms in cold water favor benthic productivity

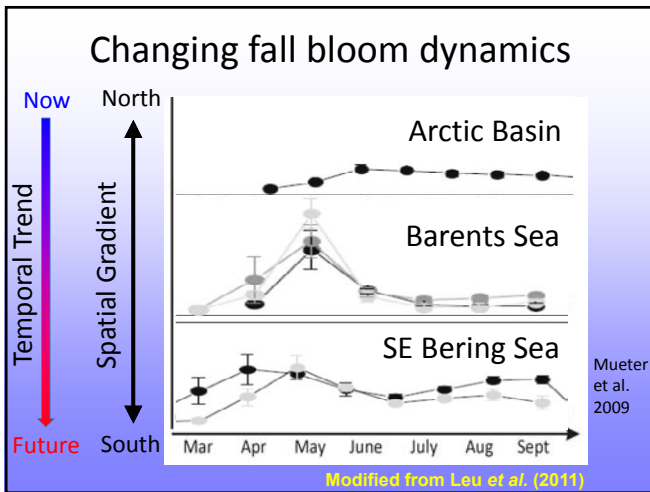


Blooms occurring in warmer water tend to enhance pelagic production



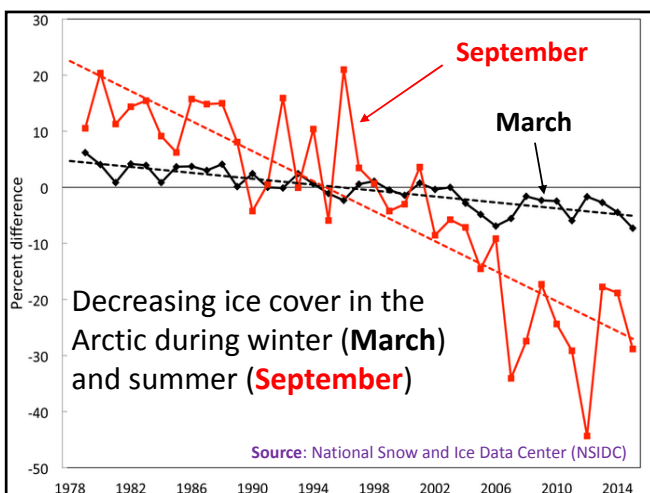
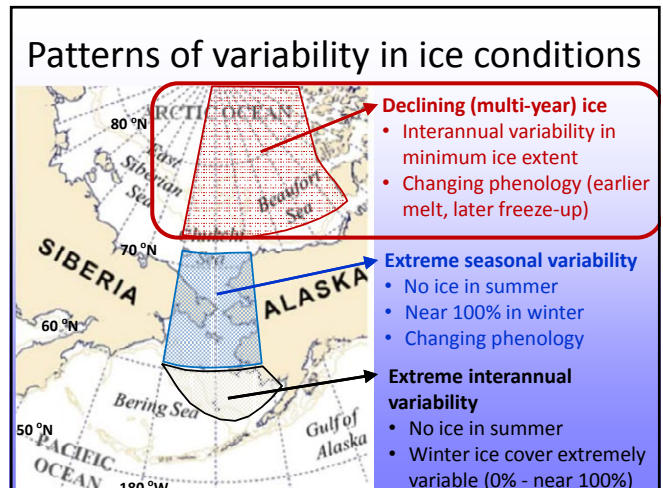
プランクトンが増えます。その成長が早いために、動物プランクトンは植物プランクトンのブルームが落ちる前に食べることができます。そうすると遠洋生物や海鳥、あるいはクジラなどの海洋哺乳類がそれを食べに集まってきます。特にベーリング海北部、あるいはチャクチ海でこうした動きが見られます。動物プランクトンが増加する。それでプランクトンを捕食する海鳥が増加する。そして北極クジラにとっての生息環境が良くなっていく。この20年間の傾向を見ますと、北極クジラの栄養状況に上昇傾向が見られます。環境が良くなっているということを意味しています。春のブルームだけではなく秋のブルームも発生するということが起こっています。空間分布の南北比較によると、北方、あるいは温暖な地域ではここに顕著な春のブルームが見られます。それが夏には一旦落ちて、秋の終わりには水の混合が起きて新たに栄養が表層に供給されることで秋のブルームが発生しています。ベーリング海南東部では、春のブルーム、それから後に秋のブルームが発生しています。それから海氷のある所ですが、海氷の下にもブルームが出来ます。溶ける前に発生してそこで一年氷に関係したブルームが起きます。バレンツ海の例では、年に一回だけ非常に大規模なブルームが発生しています。高緯度北極域、海氷減少が非常に遅い時期に起こるという場合については生物生産は、平坦で、目立ったブルームはありません。例えば北極海盆などです。時間の経過で見ても、現在は平坦な状態ですが、時間の経過に伴って将来的には減少に向かっていくということになります。現在秋のブルームが発生する頻度が高まっています。北極の様々な地域でそうしたデータが見られています。例えば風が強く吹くことによって海氷のない地域が出来て、風が吹くことで栄養素が表層水に流入するというメカニズムが見られます。また渦が発生することによって陸棚で栄養塩のリサイクルが起きるということです。こうしたことが秋のブルームが記録されていることの理由になると思います。ただ非常に不確かさがまだ多いということで特に海氷下のブルームについてですが、衛星データを元に判断すると80%の生産がチャクチ海北部では氷がなくなる前に氷の下で発生しています。そうすると衛星では探知できないということになります。小型植物プランクトン、動物プランクトンは暖かい状況で発生し、大型の動植物プランクトンに比べて増加すると考えられています。そうするとエネルギーの転移が魚に移るとするのが少なくなるということが起こります。同じようなことがベーリング海南東部でも見られます。

それでは、北極海盆を見てみましょう。ここでは海氷の融解時期が早まり凍結時期が遅くなるということが起こっています。それによって多年氷の範囲が失われていくということになります。北極域の氷量がどう推移しているかということですが、冬の3月、氷の範囲が広がっている時期について、非常に目立った減少が見られます。そして冬だけではなく9月など夏にも大きな減少が見られています。次に海氷の生物ですが、海氷減少は非常にこの地域の生物に影響を与えています。例えば、氷の中の塩水チャンネルの中に生息している動物たちがいます。一旦多年氷が出来ると、更に複雑な生息地を生物に与えることになり、非常にユニークな生息域となっているのですが、それが急速に減少しています。この数十年間研究がされていてまだよく分かっていない所も多いのですが、大型の動物、セイウチやホッキョクグマも海氷に依存しています。捕食の為に必要です。これもまた失われるということになりますとこれらの大型生物にとっては非常に壊滅的なことになります。海氷の下の生産活動について、基礎生産が高緯度北極域でどう変化しているのかは非常に不確実な所が多いです。海氷がない期間というのは長くなって光環境は改善しますが、生産が増えるには追加の栄養が必要です。特にカナダ側、それから太平洋北極域について高緯度北極域の生産性を見る数値計算の結果、栄養塩の増加があまり見られません。



- ### Changes in bloom dynamics
- **Increased frequency of fall blooms** has been documented in many parts of the Arctic, which requires **input of new nutrients**
 - Possible mechanisms:
 - Increased storm activity over open water can mix new nutrients into surface waters
 - Upwelling of nutrient-rich waters along shelf break
 - Eddies along shelf break and in basin
 - Recycling of nutrients on shelf

- ### Changes in annual net primary production
- Large uncertainties with respect to under-ice production and subsurface production
 - For example, over 80% of production in the northern Chukchi Sea may occur under the ice and is not "seen" by satellites
 - Even if production increases, smaller phytoplankton and zooplankton may result in less efficient transfer of energy to fish, birds and mammals



Sea Ice as Habitat

- Ice communities evolve with the age of the ice
- Multi-year ice provides more complex habitat
- Unique and rapidly disappearing habitat

Walrus on ice flow in Bering Sea. Photo courtesy of NOAA Photo Library

Hunt et al. (In Revision)

次に、北極海盆での商用漁業の見通しはどうかということですが、太平洋域の話は今してきましたが完全に合意というのは出来ていません。ほとんどの専門家が大規模な北極海盆や太平洋海域では商用漁業の発展が当分の間は可能性としては低いということで意見が一致しております。ベーリング海北部、チャクチ海では毎年冬に凍り、魚の群れの移動が起こります。商用漁業についてはアラスカ北極域、亜寒帯域に関してはベーリング海南東部に限定されたままになる可能性が高いと思います。若干の北方向への拡大はあるでしょうが可能性としては低いと思います。基礎生産については非常に不確実性が大きいのですが、氷の下のブルームが大きく影響し、それにより魚へのエネルギーの移行効率が悪いということからベーリング海陸棚で基礎生産が増える可能性はありますが漁獲量としては減るのではないかと思います。氷のない期間が長くなるため陸棚斜面で基礎生産は増えると考えられますが、栄養塩が表層にもたらされるメカニズムが必要です。陸棚については水中での生産が増加すると考えられています。底生生物の生産は減少します。プランクトン捕食動物、鳥類ですとかホッキョククジラなどについてはプラスに働くでしょうが、底生生物の捕食をする動物、セイウチですとか潜水鳥類、コククジラにとっては餌が減ることになります。もちろんこれは自家消費の捕獲についても影響が出る可能性があります。最後に大規模な商用漁業の開発がベーリング海峡北部で行われるということの現実性については極めて低いのではないかと思います。大西洋海域ではどうなるかということについては、この後数日間の話し合いで議論されることになろうかと思います。ご静聴ありがとうございました。

齊藤：

気候変動に対して勝者とか敗者という面白い話もありましたけれど、2、3質問を受けたいと思います。どうぞ質問があればお願いします。はい、ジョージ。

Hunt：

Franz、素晴らしいプレゼンテーションをありがとうございました。一つおっしゃらなかったのですが、可能性としてベーリング海峡の流れについてです。海流についてです。これは北極海への栄養塩や動物プランクトンの供給に大きな影響があります。海流が変わると重要な影響があるのではないのでしょうか。少なくともチャクチ海南部の生産性について大きな影響があるのではないのでしょうか。

Mueter：

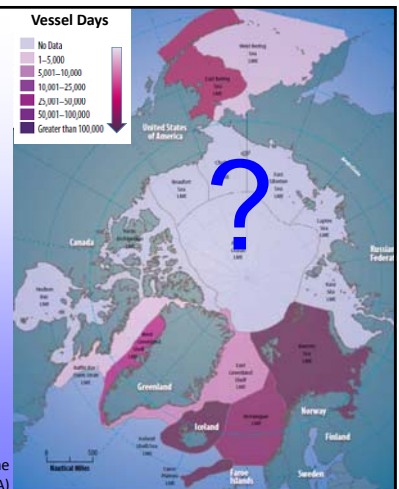
ご質問いただいてありがとうございます。それは元々ここでは話そうと思っていました。この数十年の間にベーリング海を通る海流はまだ不確実なところが多いのですが、長期的な結果を、明日ダニエルが話をするのではないかと考えています。いくつかモデルがありまして、北極海の海面が上がることでベーリング海と太平洋側の海水面の高さの違いが減ると考えられています。どのような影響がチャクチ海にあるのかということについては不確実なところが多いんです。と言いますのは食物連鎖網、それから植物プランクトン、動物プランクトンがその地域の流入にどう関係するのか。チャクチ海の大きな生産性についていろいろな相関関係があるかと思っています。これは議論するべき所ではないかと思いますが、バレンツ海の生物に関してもこの影響を受けるところであります。

Primary Production in the High Arctic

- Large uncertainties in the Arctic Basin
 - Longer ice-free season, but additional nutrients are required for enhanced production
 - Models suggest little if any increase in nutrient availability, except along the continental slope

Commercial fisheries in the Arctic Basin?

- Most experts believe that a commercial fishery in the Western Arctic Basin is unlikely in the foreseeable future



Summary (1)

- Commercial fisheries in Alaska's Arctic/Subarctic will likely remain limited to the Southeast Bering Sea (with some northward expansion)
- Primary production may increase on the Bering Sea shelf, but fishery yields are likely to decrease due to a less efficient transfer of energy to fish
- Summer phytoplankton production on the Northern Bering Sea / Chukchi Sea shelf and along the slope is likely to increase due to a longer ice-free season, but requires mechanisms for nutrient enrichment

Summary (2)

- On the shelf, water-column production likely to increase; benthic production likely to decrease
 - Plankton feeders (e.g. planktivorous birds, bowhead whales) would benefit
 - Demersal feeders (walrus, diving birds, grey whales) would have reduced feeding opportunities
 - Potential impacts on subsistence harvests of mammals
- Development of any large commercial fishery north of Bering Strait highly unlikely



Planque :

Benjamin Planque、ノルウェーからです。おっしゃった中にベーリング海の南東部での食物連鎖網についてのディスカッションがありました。ベーリング海がどうなるかについて少しお話いただきたいと思うのですが。

Mueter :

ご質問ありがとうございます。様々な研究が最近なされております。それによりますと食物連鎖と熱帯の様々な海域での漁獲高について議論がなされています。生態系にもっと回復力を与えると、漁獲高に大きな影響があると話し合いがされています。つまり、餌となる食物、魚類あるいは魚種を獲ることを禁止すると、いろいろな所に影響を与えるのではないかというような研究がなされています。規制地域で餌となる種の捕獲を禁止するというも行われています。ですが、近々大きな変更があるということは考えられないと思います。

原田 :

Franz さん、素晴らしい発表ありがとうございました。理解できたのは何故勝者と敗者が発生していくのかという理由は分かりました。しかしまだ疑問に思うのは勝者とされた、サケの餌となるものが、主に、有殻翼足類ですがこれは動物プランクトンで海洋酸性化によって負の影響を大きく受けます。鮭は勝者の中に含まれるということでしたが、海洋酸性化が進行するのであれば、餌が負の影響を受けることも考慮すると、実際のところ、勝者になりえるのでしょうか。

Mueter :

ありがとうございます。有殻翼足類ですが、ピンクサーモンのアラスカでの研究の結果によると、鮭の生息海域は、有殻翼足類が多く生息するという海域になっています。ピンクサーモンに関してはあまり詳しく分かりませんが、一般的に言ってピンクサーモンは様々な地域ではいろいろな餌を食べることが知られていますが、重要な点をおっしゃったのは餌も海洋酸性化によって影響を受けるということです。つまり商用魚種にも影響を与えると。今後海洋酸性化がどのように影響を及ぼすかはまだ不明ですが、私の方ではタラバガニの実験室の研究しか手元になく、その個体数に変化があるということしか分かっておりません。それからご紹介しておきましたけれど、しかし個人的には水温差というものが成長の度合いにも影響を与えますし、海洋酸性というよりも、幼魚が海に入ることの方が重要です。海洋酸性度に関しては今後どうなるかはまだちょっと不明なところです。

齊藤 :

そうしましたら、コーヒーブレイクに入る前に共同コンピナーの牧野さんからちょっとコメントをいただきたいと思います。

牧野 :

ありがとうございます。皆さん、どうもお疲れさまです。これからコーヒーブレイクの後、ステークホルダー・ワークショップという形で皆さんのご意見を聞かせていただきたいと思いますが、午前中、2つ発表をお聞きいただいて分かれたかと思いますが、とにかく分からない事ばかりなんです。年変動

は大きいし、何が分からないかも知らないし、そもそもデータもあんまりないわけです。そんな中でこのまま何か放っておいていいわけではないんです。ある特定のセクターの方にとってはものすごくリスクが大きいかもしれません。魚がいなくなるかもしれません。別のセクターの方にとってはすごいチャンスがあるかもしれません。ビジネスが生まれるかもしれません。でもビジネスをやるにしても単に賭けではなくてちゃんと根拠があるわけです。そんな中で、コーヒブレイクの後、ステークホルダー・ワークショップでは皆さまがこういう最新の科学的知見をどうやって知る仕組みを作るのか。あるいはどんな知見が皆さまに役立つのか。そしてそれをどうやって柔軟に皆さまの日々の業務の中に活かしていただけるのか。最終的にはもうセクターを越えて、人類全体として、国を越えて持続可能性をどうやって確保していくのかということと一緒に議論させていただく時間を持つていただいております。これから11時10分までコーヒブレイクを挟みます。15分ちょっとコーヒブレイクを挟みますので、その間に是非皆さまのご意見を整理していただいて我々研究者サイドにフィードバックしていただければと思います。よろしくお願いします。

齊藤：

では11時10分に戻ってきてください。



2-4. ステークホルダーワークショップ

(1) - 論点の抽出

司会：

これからステークホルダーの会議のほうに入っていきます。午前中のセッションで菊地さんと Franz さんに北極の色々な海洋生態系の問題始め、色々な側面から説明していただきました。そこで午前中は、もう少しそれに対する質問等も受けて、ステークホルダーが疑問に思っていることなども洗い出していきたいと思います。最初に自己紹介をお願いします。所属と名前、もし何か一言あれば話していただいても結構です。時計回りをお願いします。

石川：

私は日本水産の顧問をしております石川と申します。今日はお招きいただきましてどうもありがとうございます。皆さんにまたこの後、できれば私どもの会社の紹介をして、それから色々ご要望などもお伝えできればと思っておりますので、どうぞよろしくをお願いします。部数が足りなくて恐縮ですが、英語版の当社のパンフレットも配っておりますので、できればご参考にしていただきたいと思います。どうぞよろしくをお願いします。

松尾：

株式会社ラルズの松尾と申します。今日はどうもありがとうございます。実は前に止まっている“おしよる丸”と“うしお丸”は30年前、学生のときによく乗ったなと思って非常に懐かしく思っております。ラルズはスーパーマーケットで、25年間魚のバイヤーをやっていて、ノルウェーもアラスカも何度も行かせてもらいました。今は生鮮全体を見ており非常に勉強になりますので、今日はよろしくお願ひいたします。

合田：

日本郵船株式会社におります合田浩之と申します。よろしくお願ひいたします。私は、日本郵船では経営企画本部渉外グループというところにおりまして、主に北極海航路に関する研究および日本の排他的経済水域におけるオフショアインダストリーにつきまして色々研究することがタスクの1つです。会社で関わっております北極海のビジネスと、今日、お伺いした話というのは若干ニュアンスが違いますが、水産物は一般的に申し上げれば、運賃の非常に高い荷物ですので、そのような世界で大きな変化が起こっているということは、非常に興味深いことです。今日はよろしくお願ひいたします。

佐川：

株式会社ウェザーニューズの佐川と申します。私どもの会社では、民間の気象会社として北極海航路を通る船や、北極海に開発に出かける船などに対して、気象情報、海水情報の提供などをサービスとして行っております。私自身も北極海航路を通る船に乗って北極海に行ったこともありますし、北極海が今どうなっていて、これからどうやって変化していくのかということに対して非常に関心を持っております。今日はよろしくお願ひいたします。

柏木：

商船三井の技術部におります柏木です。商船三井は北極海といえばヤマルのプロジェクトに参画しておりまして、北極海関係はここ数年色々調査しているところであります。よろしくお願ひします。

大塚：

北日本公港湾コンサルタントから参りました大塚です。私は1990年代頃から北極海、それから海水域、水の覆われる海の利用と、それからそれによる社会的な影響や環境面での問題、そして技術的な問題などを研究して参りまして、特に最近では北極海航路、それから北極の天然資源、水産資源の利用の可能性と、それからその問題点、社会的影響について研究しております。

Grandum：

Svein Grandum、ノルウェー大使館から参りました。技術、教育の担当です。今日のご招待ありがとうございました。ノルウェー政府にとって、北極海には強い関心があります。海洋資源、ベルモント協力は非常に重要なプロジェクトであります。他国間の協力である日本のパートナーと6月、イノベーションウィークも開催されるということで、2国間の協議も予定されております。

古川：

私は日本の名前が出ておりますけれども、実はアメリカから来ております。米国の海軍研究所から来ました古川容子です。よろしくお願ひいたします。私どもは、科学的な研究に関心があります。皆さんが今日、お話をした環境に対する影響ですとか、それから海水の変動、それから基礎生産、水産などに関心を抱いております。

角田：

海洋政策研究所というところから参りました角田と申します。よろしくお願ひいたします。この団体は、元々海洋政策研究財団という名前で活動しておりましたが、笹川平和財団と海洋政策研究財団が合併して海洋政策研究所として、新たに昨年4月から活動しております。海洋政策研究財団時代から古くから海洋のほうやっております、北極海につきましても、20年近く取り組みを進めさせていただいています。これらにつきましては、午後に少し紹介させていただきたいと思ひます。私自身は元々海洋物理の出身でございまして、北極海その他、私どもでやっている気候変動の問題、去年から始めた海洋酸性化などについても取り組ませていただいておりますので、今朝の話も非常に興味深く聞かせていただきました。活発に議論させていただきたいと思ひますので、よろしくお願ひいたします。

森下：

森下丈二と申します。今回の会議に2つの側面に関係していると思ひます。1つの方の私の肩書は、国立研究開発法人の国際水産試験研究所（National Research Institute of Far Seas Fisheries）の所長ということで、研究です。もう1つは、政策側の関心もカバーしておりまして、昨年からはまりました北極海公海における漁業の新たな管理の交渉のヘッドを務めさせていただいております。さらに北太平洋に昨年7月に設立されましたNPFC（North Pacific Fisheries Commission）の科学委員会の議長でもありまして、まずそちらのほうも当然つながった海ということで関心がありますので、2つの方面から今

回会議について参加させていただいております。よろしくお願いいたします。

大森：

皆様、おはようございます。水産庁国際課で、国際協定1班の課長補佐をしています大森と申します。先ほど森下のほうから政策側とありましたが、昨年からは始まっている北極公海部分の交渉の担当をしています。今日は漁業資源が将来、北極海でどうなっていくのかということについて研究者側で今どのような動きがあるのかという話、それからその動きに合わせて、国内の関係者の皆さまがどんなことを考えているのか、まずはそういうことを知りたいと思っております。よろしくお願いいたします。

豊福：

北海道漁連の豊福と言います。今日はありがとうございます。北海道の漁業でも最近、獲れる魚種が変わったとか、いつも獲れている魚が違う場所で獲れているということが各漁業者のほうから上がってきている状況です。午前中のご講演にありました、魚の移動、環境によって魚が移動するとか、海水によって魚に影響があるなど、非常に参考になる講演を聞かせていただいてありがとうございます。今日も色々なことを議論させていただいて、これからの参考にさせていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

西村：

大日本水産会、西村と申します。大日本水産会は、日本の水産業の中央団体ですから、日本の漁業の関するあらゆることが私どもの関心事項となります。個人的には主に国際的な問題や環境問題、例えばワシントン条約、マグロやサメの利用、そういう問題を主に担当してきましたが、最近では水産エコラベルという、漁業の持続性認証のスキムを主に担当しております。よろしくお願いいたします。

司会：

皆様、自己紹介ありがとうございます。それでは、2、3プレゼンテーションを用意している方もいらっしゃるのですが、それは午後一番で紹介していただき、議論に入っていきたいと思っております。午前中はもう少し先の2つの発表に対する質問や、皆さんから今こういうことを知りたいという意見などをいただくことに時間を割きたいと思っております。午前中の発表で、もう少しこういうところを深く聞いてみたいところがあれば、ご質問ください。

森下：

いくつか追加の情報があるかもしれませんが、Franzさんも非常に短く言及されましたけれど、海水準ですね。変化、あるいはトレンドについて気候変動と関係したデータがあるのでしょうか。それから、気候変動と関連して海流の変化が起こっているのかどうか、この辺りの情報がないかなというふうに思いました。あとは研究者側の情報ではないのかもしれませんが、北極海にも漁業活動がありますので、実際に特に先住民の人達、あるいはそのノルウェー側であればNEAFCというNorth East Atlantic Fisheries Commissionという委員会が管理している漁業があります。そういう情報も一応シェアしたほうが議論しやすいと感じましたので、もしあればよろしくお願いいたします。

司会：

ありがとうございます。Franzさんから答えをいただきたいと思います。

Mueter：

質問ありがとうございます。Seth Danielsonの方から海水準の変化についての答えは任せたいと思います。そして、生業の自給自足のための漁業でありますけれども、アラスカにおいてはそういった先住民をはじめとする人々の漁業は沿岸で行われておりまして、非常に懸念があるわけでありまして、海水の減少という問題がありまして、特にそういった自給自足のための捕鯨、それから小規模の生業のための漁業が沿岸で行われているわけです。しかしながら沖の方ではおそらく米国は、商業の漁業については禁じられていると思います。また、海水準や海流に変化があるかどうかについては、これからDanielsonがお話しすると思います。

Danielson：

アラスカ大学フェアバンクス校から参りました海洋物理学者です。様々なレベルで世界中でこの海面水準が変化しているということについて、研究されていますけれども、明日発表するつもりですが、今皆様にまとめてお伝えしたいと思います。

カナダのボーフォート海において、アラスカの北のところですが、将来海水準の上昇が非常に急速に起こると言われています。このことにより、ベーリング海峡を通過して太平洋から北極海への流れが弱まると考えられます。風の影響するため、ベーリング海峡におけるその兆候はあまり明らかではありません。アリューシャン低気圧の変化、西部北極海とベーリング海の風の強さが予測されています。なぜなら、海氷域が開くことでその場における大気のフィードバックが存在するためです。モデルの結果も将来の海水準上昇を予測していますが、観測同様不確かさが大きいです。

司会：

ノルウェーから先住民への影響について何かコメント頂けますか？

Planque：

ありがとうございます。トロムソから参りました。ほとんどの漁業は商業の漁業、あるいはリクリエーションとしての漁業が行われており、先住民の漁業については非常にマイナーになっております。ノルウェーのコミッションで公海における国際的な漁業についての取り組みは行われておりますけれども、ノルウェーの海、バレンツ海のほとんどのエリアはノルウェーとロシアの経済水域下なので、各国の法律で取り決められております。

司会：

回答になっていますかね？ 今お聞きになりたいことですが、

森下：

ありがとうございました。あと、先住民の漁業活動でどうしても大きいのはカナダと、それからロシアの極東になります。行われていることは我々もよく知っているんですけども、特にロシアの場合は

データ公開が難しく、その辺りの基礎データがないと、やはり変化を知るのが難しいところがあると思います。あと、聞いているところでは、主要対象のものが魚類に関していえば北極ダラになるんですが、北極ダラについての資源評価を各国の沿岸域ではやっていますが、全体の傾向をみるだけのデータがないと理解しています。データとして比較的そろっているのは、海洋哺乳類の捕獲でロシアもアメリカもカナダもあります。あと、もう1つ先住民で忘れていたのはグリーンランドです。そこもかなり彼らの活動があると思いますが、そういう基礎データが揃っているかどうか、是非こういうフォーラムの機会を利用して、データを全部アーカイブするというのは、1つプラスだと思います。

齊藤：

どうも貴重なコメントありがとうございます。今回は、日本とノルウェーと米国で、カナダとかロシアの方は参加していないんですけれども、特にロシアの沿岸というのは非常に長いですし、やはり北極に面した国としては沿岸線が一番長い国なので、その情報を必ず環北極域で考えるのが必要だということですよね？北海道大学ではロシアに日露のジョイントセンターを来年度に作って、情報収集するようなことを考えています。全国共同利用拠点ということで、北海道大学、国立極地研究所と海洋研究開発機構の3者が連携ネットワーク拠点を作りました。そこで活動を進めていこうとしています。北大では、日露ジョイントセンター拠点を1ヵ所か2ヵ所計画しています。そういったところを通して、色々な情報を収集してまたステークホルダーに情報が流れるようにしていきたいと思っています。仕組みが出来たら皆さんにお知らせしたいと思っています。その他またお聞きしたいことがあれば。

石川：

私から齊藤先生に1つお伺いしたいのですが、実は先日、経団連のほうに齊藤先生が来られて、この北極の研究についてのプロジェクトの体制についてご説明いただきまして、大変ありがとうございました。その際、私もお質問させていただいたんですが、北極の水産資源の研究をするにあたって、わからないことばかりだということでした。その一方で、例えば去年のオスロでの5か国の宣言のように、国際法上の規制、あるいは商業的な活動に対しての可能性を探る動きが出てきていると思います。日本でも国際法の分野など別のところで研究チームが活動なさっているのは承知しておりますが、今回の研究の中でも社会科学系分野についても視野に入れて、将来の商業的な利用の可能性について研究をしていただければありがたいなと思っていますが、先生のお考えはいかがでしょうか？

齊藤：

自然科学系の研究者と社会科学系の研究者と一緒に異分野連携と言うのは簡単で、実際に行うのは難しい点が多いんですけれども、牧野さんは社会学者ですし、今日、社会科学の研究者も日本、アメリカ、ノルウェーから来ていただいています。今の質問に最適に答えられる方として日本大学の西先生に来ていただいているので、少しコメントとかいただけますか？

大西：

ありがとうございます。日本大学の西富士夫と申します。社会科学分野の参加は、北極研究全般において、自然科学に比べますと極めて少ないです。ここ数年、文科省の元で ArCS プロジェクトの準備が始まっており、その中で少しずつ社会科学の研究者達も集まって、北極の問題を社会科学の視点から

やっています。その中で、ご指摘ありました北極公海漁業につきましては、まだ研究者間でグループづくりは、これからの話になっています。3月30から31日に韓国の極地研で、日本と韓国、中国、北極圏の国々から社会科学の研究者達が集まって、法的な制度設計のワークショップをやることになっております。日本からは国際法の方や、水産の方々が参加する予定です。今後ますますこのテーマで連携をしていければと思っております。



司会：

どうもありがとうございました。池先生、追加があればお願いします。

池：

ありがとうございます。池 直美といいます。北海道大学から参りました。北大の ArCS プロジェクトについて、短くお話ししたいと思います。大西先生がおっしゃったように社会科学的な協力というのはまだ限定的です。さらに自然科学と社会科学の共同研究をしていかなければならないと思います。さらに持続可能な開発が先住民の生業に関しても行われるようにしておかなければならないと思います。また政策に関してもこのようなフォーラムを通して協力して考えていかなければならないと思います。私たちが関わっている社会科学的な面でも考えていかなければならないと思います。4月からは共同ワークショップがカナダのビクトリアであり、北海道大学とカナダの大学で共同研究についての可能性を探る予定です。それから社会科学的にも、北極圏についての共同研究の可能性について探っていく予定です。

司会：

他の話題でも、どうぞお願いします。

森下：

今の話の続きになりますけれども、政府間で北極公海漁業に関する交渉はすでに開始されております。昨年12月にオスロ宣言に言及ございましたが、それを受けた形で、オスロ宣言に参加している5か国に加え、全10か国で最初の会議を開いております。次の会議は4月にワシントンDCで開催されることになっておりまして、すでにアメリカのNOAAのウェブ上にもいくらか情報が出ていますが、アメリカ政府のほうからは、条約案の提示も行われている段階です。大前提は今の段階からみると当面の間、北極公海での漁業はあまり実施されないであろうというのが、多くの学者の共通した理解です。日本の科学者もほぼ同じような見解をもっています。ただ、物理的に海面の氷が減って開いていくことで、そこに違法な漁業、あるいはコントロールされていない漁業が起こる可能性は否定できませんから、その先手を打って、禁止してしまおうというのが元々の北極ファイブのオスロ宣言の趣旨になります。これをさらに5か国を加えた10か国で、もっと広い国際的な支持を得るよう動いております。将来、仮に漁業資源の可能性が出てきた場合、一方的に禁止するのではなくて、持続的に実施できるような仕組みを今から

考えておこうとしています。このグループの親の科学委員会もシアトルで昨年の3月に開かれております。今度はノルウェーで秋に9月末に開かれる予定です。大前提をもう1つ申し上げておくと、北極海のかなりの部分はどこかの国の200海里水域の中です。アメリカ、ロシア、カナダ、デンマーク（グリーンランド）に囲まれており、この中での漁業は沿岸国が許さない限りは、その国しか今のところやる予定はないと思います。多くの国は先住民の漁業だけです。関連して先ほど話ができましたNEAFCという大西洋側の漁業管理機関、これが管轄権のある管理水域としては、北極点までのちょうど楔形の形のエリアになります。ですから、その楔の上の公海部分が対象になりますがこれも今のところはそんなに大きな漁業はないということになります。従ってこの後、政府間交渉に関する限りはこのNEAFCと北極ファイブプラス日本等を含むプラス5か国が、話し合いを続けながら法的な枠組みを作っていくということになると思います。私は南極も担当していますが、北極と大きく違うわけです。南極には南極条約がある。それから大陸がある。領土権についての制限がある。それに比べて北極のほうはすぼんと空いていますので、北極には、新たな国際法上のパラダイムを作るチャレンジがあります。議論しだすと非常に面白い分野ではあり、今から科学的な情報と相まって展開していくのだろうと思います。進んでいるのは海運の分野です。漁業にくらべて、海運とエネルギー資源開発はすでに何歩も先に動きだしています。

司会：

大変貴重なコメントありがとうございます。合田さんお願いします。

合田：

日本郵船合田です。いくつか、科学者の方というより、政府の方へのお願いということになるのか、もしかしたらその背後にある国にお願いすることになるのかもかもしれませんが、3点あります。まず、1点、今日色々北極海の生態系の変化についての研究を拝見させていただきました。ありがとうございました。ただ、将来のビジネスとして、意思決定するためにはデータが必要です。それもたった一度、こういう研究プロジェクトがあって、このような成果がでたで終了し、その後5年10年経って、昔こういう研究があったでは困るわけで、やはり定期的にどういふ変化が起きているかというデータが継続的に得られるとありがたい、5年10年ではなくて、できれば1年に1回、そうでなくても2年など、短い間隔で同じ種類のデータが拝見できて、意思決定に資するような形でご提示いただける、あるいは見に行けばわかる、データを公開しているデータベースが整備されていることが、ビジネスの世界では意思決定上非常に大事です。2点目、北極圏というべきなのかわかりませんが、これは国境を越えた地域であり、かつ例えば同じ北極海沿岸国といっても、北極圏に入っている地域とそうじゃない地域があります。ノルウェーもそうだと思いますけれども、よく言われることは、北極圏の経済発展、あるいは北極圏における人口増加、北極圏における水の資源、あるいは鉱物資源、水産資源という北極圏という枠組みで議論がよくなされます。ただ、私どもビジネスの世界で非常に困るのは、やはりデータの話です。様々なデータは国が統計を取ることが非常に多くあります。ですが、北極圏に含まれる地域のデータとなると、その地方政府レベルになるのかどうか分かりませんが、この部分だけのデータというのは、あまりよくわからないことが多いのと、よく学者の方々がこういうところではこういうことが起こっているとおっしゃるのですが、先ほど申し上げましたような定期的な更新というものがあまり期待できない単発のデータであることが多いです。これは非常にやりづらいという部分があります。もちろんマーケットリサーチの世界は私どもビジネスの世界が責任を持って、自己責任で集めるものかもしれませんが、ただ、そういうデータというのは、あるにこしたことはないというのがお願いになります。3点目のお願いですが、これは人文社会系の先生方へのご注文になろうかと思います。ややもすると、北極海のみならず、持続可能な成長という言葉で言われるこ

とですが、どうしても環境がメインとなり、ビジネスというと、あまりよろしくないものとして、お考えになっている先生方が非常に多いというのが、こと日本においての人文社会系の先生方とお話している限りにおいては感じるどころであります。もちろん持続可能性というのは非常に大事なものであり、それをないがしろにする気は毛頭ありませんが、例えばノルウェーの船主協会がよく最良の例、最良の規則というお話をされますけれども、ビジネスの世界がきちんと規律をもって最良の例をやっていくということについて、日本で理解されていることと、そうじゃない世界で理解されていることにどうも違いがあるのかなと思ってまして、もう1歩ビジネスの世界のほうに顔を向けていただければ幸いです。と申しますのは、今回水産の話が出て参りました。新しく北極の方々と商売をさせていただくといった場合に、おそらくは北極に住んでいる方々、先住民の方々などと一緒にパートナーとして現地法人を作るなり、ジョイントベンチャーを作るなりして一緒に儲けさせていただくというのが取りうる形かと考えますが、やはり現地の方々がビジネスというものに対して、最大限のご理解をしていただけるということは大事ではないか、つまり私どもが持続可能性というものを十分了解し、尊重するというのと同じ程度に、北極圏の方々がビジネスというものをよくご理解いただけると、そういった点で人文社会、要は北極圏当該地域について詳しい方々が私ども非北極圏の人々と先住民との間のいわば架け橋になるのかなと思います。そういう意味においてビジネスというものに対してご理解をいただければと思っております。以上です。

司会：

どうもありがとうございます。今の合田さんのお願いをまとめますと、定期的な観測というのが必要で、そういったデータはいつでも手に入ることでビジネスに役に立つ。今、世界的には北極定常観測という活動がありますけれども、まだそれは本当の意味でそういうレベルにはいっていないと思います。あと、北極圏のサブリジョンのデータも少ないということです。その辺も非常に大きな課題だと思います。あと、人文社会系の人はずっとビジネスに近づいて来てほしいという、最良の例というようなことも含めて、今後やはり人文社会系の人々が北極の研究に入ってきてほしいということです。是非 ArCS の中でもそういうところをやっていかないといけないと思っていますので、また今後ともよろしくお願ひします。午前中で漁連の豊福さんが帰ってしまいますが、北海道の沿岸の漁民の方を、色々な気候変動に対してどのようにサポートするかということ色々やってらっしゃると思うので、気候変動に対して今後、漁連としてはこんな情報が欲しいなどということをお話していただけないでしょうか。

豊福：

北海道漁連の豊福です。北海道の漁業でも先ほど挨拶でも言わせていただきましたけれども、魚種の変化、今まで獲れてない魚が北海道で獲れている、具体的にいいますと、ブリとかシーラが獲れだしているということ。あと、いつも獲れていたところと違う場所で魚が獲れだしているということもありますので、原因に関する情報について何か知見があれば教えていただきたい、午前中の講演で海水の変化、酸性化が生物に与える影響とか、海水が溶けることによって魚種が移動するとか、非常に貴重な情報でした。そういう情報を教えていただければ北海道の漁業にも参考になると思いますので、情報提供をいただければなと思っております。よろしくお願ひします。

司会：

どうもありがとうございました。ちょうど時間がきましたので、とりあえず午前のセッションはこれでクローズしたいと思います。午後は2、3、活動について発表を持ってらっしゃる方に最初に話をお聞きしてからスタートしたいと思います。

(2) - ニーズと課題

司会：

それでは午後の部を再開させていただきたいと思います。午後から司会を務めさせていただきます牧野と申します。よろしくお願ひいたします。午前中、2つの講演をいただきまして、その後、簡単な質疑・コメントをステークホルダーの皆さまからいただきました。この続きを午後も是非続けたいと思うのですが、午前中ご発言なさっていない方のお話もこれから伺いたいですし、最初に、発表ファイルを用意してくださった笹川平和財団の角田さんにコメントとご意見をお聞かせいただければと思います。

角田：

笹川平和財団海洋政策研究所の角田と申します。よろしくお願ひいたします。昨年まで三菱総合研究所というところで、主にビジネスや政策研究をやっていましたが、去年から笹川平和財団 海洋政策研究所に異動し、引き続き海洋政策の研究を行っています。先ほど申し上げたとおり、私自身は元々自然科学で海洋物理学の出身です。ただ大学の卒論でレッドフィールド比の研究をやったこともあるので、生物学と物理をつなぐ研究を行ってきました。海洋政策研究所は、昔は海洋政策研究財団でしたが、昨年、笹川平和財団と合併してアセットが1千400億円という大きな財団になり、より国際的な研究についての取り組みを進めてきています。具体的には、海洋の政策について取り組んでおり、太平洋の島嶼国などの問題も扱っています。日本の中でも海洋の問題は広く、ICMと呼ばれている沿岸域総合管理の問題についても取り組んでいます。また、アウトリーチ、教育に関するような取り組み、World Maritime Universityの支援もさせていただいています。さらに情報配信、ニューズレターの配信や海洋白書の発行も実施しています。さらに北極海については、気候変動、北極海航路も含めて研究、調査を行っています。

北極海の内容につきまして、簡単にご紹介します。北極海航路の可能性あるのではということから、1993年よりロシア、ノルウェーの研究機関と共同で、国際北極海航路開発計画、INSROP (International Northern Sea Route Programme)を支援しています。その結果、北極の通年通行が将来的に可能になるということを示しました。また、INSROPと並行して、国内プロジェクトのJANSROPというものも立ち上げ、2002年から2006年まで北極海航路の利用促進のための研究をしています。また、GISにも着目し、ロシアのエネルギー、鉱物、森林、水産など資源の地勢データを数値化した世界で初めてのGIS製作を各国と共同で実施しました。午前中の議論を聞いておきますと、やはり基礎となるデータが重要であると改めて感じます。このようなGISの成果につきましては、北極評議会が2009年4月に公表したArctic Marine Shipping Assessment 2009 Reportの中でも取り上げられ、国際的にも高い評価を受けています。

私達の成果物として、INSROP、JANSROPなど多くのドキュメントペーパーを発行しています。ただ、INSROP、JANSROP発行当時は、北極海の商業航路の実現は2050年以降だと見ておりました。現在は予想を上回るスピードで夏季、氷が減少していることに世界の関心が集まっています。一方で、日本では、北極海のそういった重要性に関する認識は低く、2010年から2011年までに日本北極海会議を財団主催で開催し、国際法、安全保障、科学調査等の方々に集まっていただき、北極海政策の司令塔を設置、北極海航路設置後の防衛政策の立案、我が国がとるべき戦略など、8項目について提言を行いました。この提言に基づいて私たちは今動き始めています。



OPRI THE OCEAN POLICY RESEARCH INSTITUTE

海洋政策研究所は、その前身である「海洋政策研究財団」の時代から、海洋ガバナンスに関する国際的な議論に積極的に参画し、海洋の総合的管理と持続可能な開発に関する様々な問題について、問題提起と社会への発信、政策研究、政策提言とその実現に向けた活動など、シンクタンクとして活動を展開してきた。昨年4月、笹川平和財団と合併して新笹川平和財団海洋政策研究所となったことを契機として、さらに、政策提言とその実現のための行動を強化し、「シンク・アンド・ドゥタンク(Think & Do Tank)」を目指して、新たな取り組みを進めています。

The Ocean Policy Research Institute (OPRI), continuing the work of its predecessor, the Ocean Policy Research Foundation (OPRF), has developed as a think tank through actively participating in international discussions on ocean governance, identifying issues and carrying out information dissemination and policy research, and making policy recommendations and supporting activities toward their implementation on a variety of problems in ocean governance and sustainable development. On its merger with the Sasakawa Peace Foundation last April, to become the New Sasakawa Peace Foundation's Ocean Policy Research Institute, it aims to become a Think & Do Tank, by rededicating itself to policy recommendation and implementation activities and undertaking new initiatives.


International Northern Sea Route Program (INSROP)

Sub-programs in Phase I (1993-1995)

- I. Natural Conditions and Ice Navigation
- II. Environmental Factors and Challenges
- III. Trade and Commercial Shipping Aspects of the NSR
- IV. Political, Legal, Cultural and Strategic Factors

Additional programs in Phase II (1997-1999)

- Integration of the outcomes in Phase I (167 peer-reviewed Working Papers)
- Formulation of an INSROP GIS




International Northern Sea Route Program (INSROP)

Sub-programs in Phase I (1993-1995)

- I. Natural Conditions and Ice Navigation
- II. Environmental Factors and Challenges
- III. Trade and Commercial Shipping Aspects of the NSR
- IV. Political, Legal, Cultural and Strategic Factors

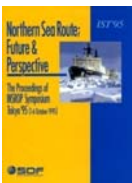
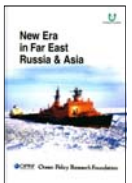


Additional programs in Phase II (1997-1999)

- Integration of the outcomes in Phase I (167 peer-reviewed Working Papers)
- Formulation of an INSROP GIS


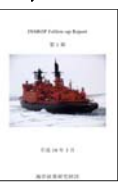


Outcomes of OPRF's Arctic projects



INSROP 1993-1999

JANSROP II (2002-2004)

Arctic Conference Japan (2010-2011)

Eight Recommendations for Japan's Arctic Policy

The Arctic Conference Japan
March, 2012

For the sustainable use of the Arctic Ocean,

The Conference urges the Government to:

1. establish the Nation's Arctic policy and a joint chiefs of staff,
2. bolster every research activity in the Arctic,
3. actively take part in protection and preservation of the environment,
4. participate much more directly in Arctic natural resources development,
5. promptly respond to logistical changes in the seaborne trade by the opening of Arctic seaways,
6. design a new national security program via the Arctic seaways and shipping,
7. contribute largely to the establishment of an order of the Arctic Ocean, and
8. make haste to strengthen Japan-Arctic states dialogues, in particular Japan-Russia one.


For Business and Industries
International Seminar on Sustainable Use of the Northern Sea Route (2013-2015)



For Arctic Governance
International Workshop on Ensuring Maritime Stability, Security and International Collaboration in a Changing Arctic (2015~)



Research on Ocean Acidification (2015~)



International Symposium
 Ocean Warming and Acidification -
 Current State and Future Countermeasures

Program

13:00	Opening Address Masahito Terashima President, Ocean Policy Research Institute, SeaKorea Peace Foundation
13:10-13:50	Keynote Speech: International Trends in Ocean Policies and Global Warming and Ocean Acidification Billana Cick-Gan Director, Gerard J. Stange Center for Marine Policy University of Delaware
13:50-14:30	Keynote Speech: Future for ocean and society from different CO2 emissions scenarios: where do we stand after COP21? Jean-Pierre Gattuso Director of Institute de l'OSU
14:30-14:45	Break
14:45-14:55	Panel Discussion: Global Warming and Ocean Acidification Challenges and Countermeasures
Moderator:	Yoshikazu Shirayama Executive Director, JAMSTEC
Panelists:	Masatsugu Miyahara President, Fisheries Research Agency Yutsumi Ito Senior Staff Reporter, Kyoto News Billana Cick-Gan Director, Application Laboratory JAMSTEC Jean-Pierre Gattuso
14:55-17:00	Closing Address

具体的には、今年度、2つの実施しており、1つは北極海の利活用戦略の策定事業です。北極海の商業利用が急速に進展し、どのように更なる商業利用の促進ができるのか、施策、ロードマップを示すことを目的に実施しています。やはり、北極海航路の利点を日本の企業の皆さんに理解していただき、持続可能な利用に向けてどういうことができるのか、ロシア、ノルウェー、米国など北極沿岸域のキーパーソンを招いた国際セミナーを開催して議論しております。また、北極海のガバナンスという問題につきましても、ワークショップを開いて議論しています。北極評議会にオブザーバーとして日本が承認され、オブザーバーとしての貢献もますます増しており、意専門家を招聘し、北極評議会の主要国とアジアのオブザーバー諸国の対話の場を作り、今後の望ましい北極圏のガバナンスの在り方について相互理解を深める活動を行っています。

また、気候変動の問題についても実施していますが、今年から5年間の計画で海洋酸性化について、調査研究のプロジェクトを開始しております。つい先日2月17日に第1弾のシンポジウムを開き、フランスからジャン・ピエール・ガトゥース教授、JAMSTECの白山理事、水産総合研究センターの宮原理事長に来ていただき、シンポジウムを開催しました。海洋酸性化の問題について、わからないところが多くある中で、どうやって社会的に認知度を高めていくかなどについて取り組んでいく予定です。参考までに、例えば酸性化になるとウニが食べられなくなるなど、わかりやすい図を私達のディスカッションの中で使用します。酸性化と温暖化の説明で、将来的にはこのようになるという図も使うと皆さんにわかりやすく説明できると考えます。一方で、不確実性が大きい中でわかりやすい図を示すことの意義はどこにあるのかということも考え、バランスをとった情報発信をしないといけないという課題もあります。どのような形で社会に配信していくかということの議論のたたきにもなればと思います、参考になればこういった図も示させていただきます。以上です。

司会：

ありがとうございます。大変貴重な情報提供をありがとうございました。INSROP GISの話は我々のデータとも是非連携させていただきたいと思っておりますし、また、Arctic Conference Japanで示されている問題認識や、ガバナンスの方向性などは非常に重要なご見解ということで参考にさせていただきたいと思っております。角田さんのご発表につきまして、質問あるいは確認されたいことなど、あれば挙手をお願いいたします。いかがでしょうか？

よろしいですか?角田さんどうもありがとうございました。皆さんお手元にニッスイさんの資料が配られているかと思えますけれども、この資料に基づきまして、ニッスイの石川さんから少しコメントをお願いいたします。

石川:

どうも貴重なお時間をいただきましてありがとうございます。部数が足りないのですが、大変恐縮ですが、持っていらっしゃる方はこのわが社のプロフィールに書かれました資料をご覧いただきたいと思えます。同じものは私どもの会社のホームページに日本語と英文とございますので、今日手元に持っていらっしゃらない方は後でご参考に見ていただければと思えます。

私どもの会社をご紹介させていただいて、それから北極のどういうことに関心を持っているのかということだけ述べさせていただければと思えます。パンフレットを持っていらっしゃる方は7ページをご覧いただきたいんですけども、会社の創立は1911年で100年を超える歴史があります。当時、日本の漁船は全て木造だった時代にイギリスから鋼船を導入しまして、沖合漁業を始めたのが会社の創業です。それから、徐々に漁場の範囲を広げ、船も拡大し、今のように漁業管轄権が広くない時代、200海里の漁業管轄権ができる前の時代には、例えばベーリング海、北洋漁業などわが社を含む日本の会社が漁場を開拓してきたという歴史があります。ただ、200海里の漁業専管水域が導入されることにより、日本の旗を付けたままの船では漁業をすることはできなくなり、世界それぞれの漁場について、現地の企業と合弁会社を立ち上げまして、パートナーとして仕事をするようになりました。パンフレットの7ページと8ページに書いてありますように私どもの会社は26の国と地域で97のグループ会社がございます。漁業をする現場から加工、更に流通のネットワークを世界で展開をして



います。パンフレットの5ページと6ページをご覧ください。例えば北米ですと、北米の地図のところにユニシーという会社があります。パンフレットには写真、アラスカのダッチハーバーの港の写真がついています。これは先ほどミューター先生のお話にもありましたが、世界で最も水揚げ量の多い港の1つでございます。その他、南米でも鮭の養殖や漁業をやっている会社もあります。それからオセアニアにはシーロードという会社がニュージーランドにあります。ここではマオリ族、原住民の方々の利益を代表する団体と一緒に合弁会社を作り、漁業を実施する経験を持っています。その他ヨーロッパでも、合弁会社が主に加工、流通の仕事をしています。今日のテーマである北極に一番近いところのダッチハーバーでもスケソウダラの加工をやっており、現地の人達の話聞いております。確かにベーリング海の現場でも温暖化の影響なのか、次第に魚が年々、南から北へ上がってきているというようなことを感じられるという話を聞いております。将来、北極海での漁業が商業的に利用できるようになるのか、まだ見通しはつきかねますが、民間会社が事業を行うことが可能になる時代になった時には我々も活動を展開していきたいと考えています。先ほど申しましたように原住民の方々との合弁というような経験もありますので、その経験を活かせると考えています。もちろん当面、すぐにビジネスができるような環境ではないということは承知しておりますけれども、今回の研究成果などを伺って、この方向に向けて少しずつステップアップしていければと期待をしているところです。今日はどうもありがとうございました。

司会:

どうもありがとうございます。只今の石川さんのコメント、ご発表につきまして、質問、確認などございますでしょうか？

Hunt:

ご発表ありがとうございました。合弁会社をロシアでもお持ちでしょうか？ ベーリング海やベーリング海の西部、あるいは中部で漁業を行っていますでしょうか？

石川:

ご質問どうもありがとうございます。我々はロシアの水産物を貿易、輸入する事業は行っております。日本の会社がロシアの水産物を輸入している実態はありますが、ロシアのベーリング海の方で仕事をしている、漁業をやっているところと合弁をしているような会社はありません。

司会:

はい、ありがとうございます。先住民の人々と、新しいビジネスがどう連携していくかという意味では、ニッスイさんが各地で持っておられるジョイントベンチャーのご経験というのは非常に貴重なものだと思いますし、またロシアでもそういうジョイベンをやっている会社というのがあるんですかね？ 例えば、ノルウェーとかアメリカにあるんでしょうか？どなたかもしご存知であれば。

Eide:

ノルウェーのトロムソ大学（北極大学）からきました。ロシアと協力は行われていますが小規模です。協力はロシアの船と一緒にしておりますけれども、特にノルウェーの港に魚を運び込むということです。それはノルウェーのビジネスとはなっていますけれども、合弁会社とかそういうことになると、それはまずは不可能ではないかと思います。おそらくロシアにとって難しいのではないかと思います。

Haynie:

Alan Haynie と申します。アラスカの科学センターから参りました。アメリカのことはわかりませんが、どなたかがお話したと思うんですけれども、ロシアと中国が合弁会社を設立しているのではないかと思います。これがロシアの水域での開発を目的としているというわけではないかと思いますが、合弁会社はロシアと中国の間であるという話です。

司会:

先ほど森下さんからご発言ありましたように、北極海のほとんどがどこかの国の経済水域なわけで、公海というのは一部に過ぎないですから、各国の経済水域の中でどういう人間による利用活動が行われているかという情報の整理だけでも、非常に重要な基礎的なデータになるのかなという気がいたします。石川さんどうもありがとうございました。

それでは、引き続きましてまだご発言いただいていない方がおられるので、是非ここでご意見伺いたいと思います。まず、大日本水産会の西村さんよろしく願いいたします。

西村：

ありがとうございます。大日本水産会、水産業の中央団体です。最初に午前中から今までのお話、私の個人的な見解、それから次に大日本水産会の要望というよりも、業界団体として今回のようなワークショップにどのように貢献できるかについて簡単にお話したいと思います。まず、これまでの議論で海運のほうは専門ではないので割愛させていただきますけれども、最初に気候変動の問題から始まりまして、それが漁業資源にどのような影響を与えるかという問題で発表をいただきました。基本的にはこれから北極海ではなかなか漁業ができるというような状況ではないというようなお話でしたし、漁業ができるような資源があるにしても、今度は公海が広くないというお話もありました。それから仮に公海があったとしても、今度は条約とか枠組みがないと簡単に漁業として参入することはできないということで、なかなか業界団体としてはすぐに関係してくるようなお話ではないなという印象で午前中の議論を拝聴しておりました。ただ、先ほどのニッスイさんも私どもの大きな会員さんの1つですけれども、直接日本の漁業が関わってなくても、ジョイントベンチャーとか、加工というような形で間接的には北極の漁業にも将来的には関係あり得るのかなという感じはします。いずれにしても現状では、なかなかすぐに業界として色々関わるという雰囲気ではありませんが、今後も情報をいただければ、私どもにも国際問題に関係する業界団体、あるいは企業の委員会がありますので、そういう場で情報提供はしていくことができると思います。すぐにビジネスにつながるような話があれば一番いいのかもしれませんが、なかなか遠い話だという印象ですが、少なくとも情報を今後もいただければなという感じはいたしました。

それからもう1つ、午前中にも大変いいご意見がありましたが、業界とかビジネスというのは何か環境に対して悪いことをしているというふうにつけられることがあると。それからそういうことを発信することをビジネスにしているという団体もごございます。ただ、漁業というのはやはり食料を人類に供給するという使命もごございますので、そういう業界の立場もご配慮いただけたらなと思います。

それで、将来的に北極で、その漁業の可能性があったときに条約ができるとすれば、利用と環境保護と両方を考慮していただけるように進めていただきたいと思います。

司会：

西村さんどうもありがとうございます。今の西村さんのご発言について質問、ご確認等あればここで受けたいと思いますがいかがでしょうか？よろしいでしょうか？どうも西村さんありがとうございました。では、この後もう一方、水産関係の代表ということで松尾さんに少しご意見をいただいた後、水産以外のセクターの方のお話を伺いたと思います。それでは、松尾さんは加工・流通のほうの代表で来ていただいておりますけれども、よろしくお願いたします。

松尾：

松尾です。スーパーマーケットの関係者が、こういう会議に今まではほとんど参加することがありませんでした。先ほどビジネスが悪の代表とありましたが、スーパーマーケットは日本では悪の代名詞みたいに思われていて、東北の震災の後、多少スーパーマーケットが大事なんだということが少しずつ認められてきているのかなと思っております。そのためか最近こういう会議に呼ばれても、どうしても管理系の人間が参加して差し障りのない話をするという傾向があるのかなと。私は営業第一線で、ちょっと生々しい話になるかもしれないんですけども、ご了承願います。午前中の話も非常に参考になりました。スーパーマーケットの魚屋というのは、魚は海に出てみないとわからないとか、獲ってみないとわからないという、理屈が全くない世界で動いています。朝市場に来てみないとあるかないかわかるわけではない、と。ところが、実際はそれぞれ理屈があって、例えば今ちょ

うど冬で流水がありますが、流水はロシアのアムール川の川が凍って、重たい海水が出来、それが混合を促し、その栄養塩、プランクトン、豊富なものをオホーツク海に運んで来て、冬に閉ざされた海の中で、毛ガニとか黒ガレイが栄養たっぷりの海で育っていく。だから流水がきちんと接岸している年は非常においしい毛ガニと黒ガレイが獲れるとか、そういう話がありますが、多少違うかもしれないですけども、そういう話ですらほとんどわかっていないで皆商売しているという状況です。何が言いたいかというと、やはりこういう学問と経営、ビジネスの連動が世界の国と比べれば日本は相当遅れているんじゃないかなと。どうしても損か得かとかいう話が先に出て、持続可能な漁業というのは理屈ではわかっているけども、実際の営業活動に入るとそういうことは言ってもらえないという部分があると思います。経済的には先進国かもしれないですけども、そういう心の部分というのは日本は遅れているのかなと。MSC 認証にしても、持続可能な漁業にしても、大日本水産会の方も色々苦労されていると思いますが、日本ではなかなか普及しておらず、こういう会を重ねれば多少そういうマインドが動いてくるのかなと思います。まずはこういう理屈がしっかりと浸透するような形を業界の中でも通していきたいと思っています。

司会:

大変研究サイドにとっても励ましをいただきました。どうもありがとうございます。只今の松尾さんのコメントにつきまして、ご質問等あればいかがでしょうか?よろしいですか?では、原田さんどうぞ。

原田:

海洋研究開発機構の原田です。私達研究者も今日のようなこういう会は初めてでして、非常にわくわくして参加させていただきましたが、例えば今後もっとこういう社会の出口でご活躍されている会社の方々と我々のような研究者とのコミュニケーションをもっと活発にしていく必要があるなと思います。例えばどういう方々にこういう科学の話をしていったらいいか、そういう点でもアドバイスいただけるとありがたいと思います。

松尾:

2つあります。1つは養殖漁業の方々です。北海道は日本の水産の4分の1が漁獲されていて、そのうちの55%が実は輸出されていると。北海道の漁業の75%は養殖漁業になっていると思います。せっかくその養殖漁業というノウハウをたくさん持っているけれども、それが全て生産者を中心に動いていると、要するに販売のほうと連携を取って販売計画を作ってどのぐらい稚魚放流をすとか、何の魚種を増やそうとかそういうことがあまり行われていない。漁連の人とよく話すんですけども、そこが連動すると非常に生産者だけが得をして、消費者が困るということは起きないのかなと。養殖漁業をもっとうまく活用してもらいたいというのが1つです。もう1つは関連する話ですが、農水省です。例えば養殖漁業は道の、都道府県の知事の認可の漁業になっています。その都道府県単位でしか活動できない。例えば、今、鱈とかスケソウが日本で漁獲が少ないですが、これの養殖漁業は技術的には可能になっている。ただこれは国の大臣承認漁業だから道では動けない。その辺の法律的な細かいことわからないですけども、やはりそれは商業ベースにのれば素晴らしく皆が求めているものであって、そういう技術を法律とか生産者だけじゃなくて販売者も一緒になってどういうふうに作っていくかを考えられればいいんじゃないかと思っています。

司会:

具体的なアイデアをアドバイスいただきました。どうもありがとうございます。水産分野にちょっと話を絞り

たいと思います。水産関係でご発言されたい方おられますでしょうか?よろしいでしょうか?

Huntington:

Henry Huntington と申します。アラスカから来ております。この RACArctic プロジェクトのメンバーです。素晴らしい議論を伺っております。特に素晴らしいのは、たくさんの方が発言されていますけれども、アラスカでも同じような議論を聞きますが、先住民が関与したものもそうですけれども、そのアイデアというのは、研究分野の情報についてなんです。あるアラスカの小さい村で最近、ここに来てほしくないというのです。私達がもう既に行っていることを研究しに来ないでくれと、もうわかっているんだから、もう見えていることをやらないでくれ、もっと新しいことをやってほしい、他の場所では得られない情報を研究してほしいと言うんです。そこで課題となるのが合田さんもおっしゃいましたが、科学者達はわかっているやり方と、ビジネス側の人達が見ているものの見方が違うということなんです。例えば利益がすぐには目に見えないかもしれない。時間がかかるかもしれない。色々なことを学んだり、コミュニケーションをとったりするのに時間がかかるかもしれないということです。もう1つ、科学者達はたくさん情報を集めて詳細に調べます。誰がどのようなことに興味を持っているのか。一般的にいえるのは、世界で 0.4℃ 気温が上がっていると言われますが、どのような情報が、どのような場面で役に立つのかそういうことが重要なところだと思います。

司会:

私ども全く同じ意見です。どんな情報なのか、が求められているのかと同時にどういう形で研究側から提供することが皆さんにとって使いやすいのか、有効に活用していただけるのかと、その2つが重要だと思います。ありがとうございます。しかもそれがアラスカでの会議でも同じような議論になるというのが非常に興味深いところでした。その他、コメントございますでしょうか? はい、どうぞ。

大西:

日本大学の大西です。今の Huntington さんの点で、例えば企業側の方は魚が獲れるのか獲れないのか、どの海域でという、そういう具体的な情報が欲しい。ただ、それを例えば科学者の方に投げると部分的なことしかわかっていなくて、それに対する 100% の答えは出せない。そういうギャップが、科学者とステークホルダーとの間でよく起こると。その時に問題、ギャップを埋める何か機能というか、それを何か制度として作るのか、そこがすごく重要だと思います。今回こういう試みは、そういう意味では非常に価値があることです。ただ1回集まって終わりではなくて、やはりこれを定期的に続けていくということです。それが非常に重要ななと感じました。

司会:

ありがとうございます。今日の会議で我々にとっても初めての試みですけれども、どんなギャップがあるのか、ギャップアイデンティフィケーションのところはなんとなく見えつつある感じですね? そのギャップが明らかになってくれば、そこを埋めるためにどうすればいいのかという議論がこの後続いてくるんだと思います。その他いかがでしょうか? この後、水産とは別の分野のところに話題を移しますけれども、まず水産に限ったところで何かコメント、ご質問などあればと思いますけれども、いかがでしょうか? よろしいですか? ありがとうございます。

では、続きましてステークホルダーで今日ご参加いただいた中で、水産以外の分野からもご参加いただいています。途中参加されましたのが、経済産業省の産学連携の担当の方に自己紹介と簡単な抱負をお話いただけ

ればと思います。

藤江:

経済産業省北海道経済産業局の藤江と申します。よろしく申し上げます。今日は遅くなって申し訳ありません。我々は基本的に企業様、産業界を応援するセクション、産学官連携担当です。今まさにおっしゃっていたそのアカデミアの部分とビジネスの部分のギャップをいかに埋めていくかという部分が仕事ですので、今のお話はすごく興味深く聞かせていただきました。北極のテーマは確かに直ちにはビジネスなりづらいものなのかもしれないと思いつつ、やはりこれから日本、特に北海道においては非常に重要になってくる、産業界においても重要になってくるという認識はありますので、私もこうやって来させていただきました。今後1、2年でどうにかというものではないかもしれませんが、この議論は非常に重要だと思っていますので、経済産業局としてもしっかりと見守っていききたいというか、応援してまいりたいと思っています。今日、よろしく申し上げます。

司会:

ありがとうございます。大変な天気の中をご参加いただきまして感謝を申し上げます。それでは続きまして、海運セクターで合田さんからはご発表、先ほど午前中にいただきましたけれども、柏木さんいかがでしょうか？コメント、ニーズなど、いただければと思います。

柏木:

商船三井の柏木です。北極海航路を検討するにあたって、通常のものでそうなんですが、一般的な航海への情報ですね。海図、天気、海水があるのなら海水情報、それらの情報がどこからどのように提供されるかという点です。氷だとその厚さなどの情報、色々な国の沿岸になると思うのですが、航路上の付随のサービス、いざというときにサポートがどこからどういうふうに分けられる可能性があるかなどが気になる場所です。他には環境の話ですが、海運に関しては今地球温暖化ガス、NOx、SOx、色々な規制がかかってきていて、それを順次守るようにしているんですが、北極という、また特別なルールが要求されるのかなど。特に否定するつもりはないのですが、ビジネスだとちょっと短期的なシェアに立ちがちです。科学的な知見について、前提をもって人類のためと長期的な視点で人類の利益や、環境保護についてもアドバイスをいただいて、適正なルール作りをしていただければと思います。以上です。

司会:

ありがとうございます。大変貴重なご意見をいただきました。只今の柏木さんのご発言に関しまして、コメント、質問等ありますでしょうか？もしあればまた後でもけっこうですので、手を挙げていただければと思います。今、天気、海水などの情報という話がありましたけれども、ウェザーニューズさん、よろしく申し上げます。この全体についてのコメント、ニーズも含めてご意見をいただければと思います。

佐川:

我々は実際にここにおられる商船三井さん、日本郵船さんにも情報を提供しています。北極海だけではなく色々なグローバルな海域です。北極海、数年ぐらい前から商業航海が実際に始まるようになりました。北極海の氷は非常に少なくなって通りやすくなったということにはなっていますが、やはり氷は依然大きなリスクです。我々が一番大事にしているのは安全航海、早く行けるとか、安く行けるとかいう以上にまず安全第一ですので、それ

を北極海でも担保するというのが我々の使命です。それを実現するためには、研究者の皆さんの成果でもある、観測や予測の情報の充実というのが非常に重要と思います。

北極海、海氷だけではなく、リスクは色々あり、大きいのは、氷が減ってきたことで海が開き新たに波がたつようになってきた点です。これは、今まで起きていない状況ですので、これからどういったことになるのかあまりよくわかっていない。海洋と波は研究の上では割と分けて考えられることが多いような気もしますが、両者の連携した研究も進んでいくと、より安全に寄与できるのではないかと思います。

司会:

ありがとうございます。佐川さんのご発言について質問、確認などありますでしょうか？よろしいですか？また、後ほど総合討論の時間も取ろうかと思っておりますので、はい、よろしくをお願いします。

Huntington:

佐川さんは情報提供をされる立場でありますので、そのような情報提供をしていない我々にとってどのようにして、どのような情報が必要なのかということを見極めたのでしょうか？正しい情報を提供するというのはどのようになさってきたのでしょうか？そういうやり方をご説明していただきたい。

佐川:

私も今まで議論の中で考えてはいたんですけども、なかなか難しいです。我々も色々な会社に情報を提供する中で、どういった形でどういった情報を出していくのが適切かなというのは非常に試行錯誤しながらやっています。ゴールの形は難しいですけども、今、色々ところでデータが公開されるような流れにはなっています。先ほどから話が出ている GRENE でも、最初からデータ公開のサイトというのをビジョンとして持っていて、今実際に実現しているところもあります。色々な形でトライをしていて、ユーザーに触れる機会を多くしていき、いい方向が見えてくればと思っています。

司会:

ありがとうございます。午前中に日本郵船の合田さんからご指摘がありましたけれども、色々なモニタリングデータ、世の中、実はいっぱい公開されているんです。色々な研究分野で色々な情報が散在しているんですけども、それを例えば北極の海洋研究ということでもうまく統合してまとめて見られるような、ここに行けば我々のニーズが満たされるというような、何か情報提供のシステムかウェブページのようなものも少し検討する必要があります気がしております。佐川さんどうもありがとうございます。はい、角田さんお願いします。

角田:

佐川さんありがとうございます。波がたつようになったということですが、それが大型商船でも影響するようなものと理解していますが、そういった場合、漁船の操業、あるいはプラットフォームといったものにも影響する制限要素になるぐらいの波の可能性はあるのでしょうか？

佐川:

それもよくわかっていません。北極海にどのような波がたっているのか、実際に観測して得られているものというのは少ないと思います。例えば波浪の観測って衛星でやったりしますが、衛星で波を観測するのは北極域

は今のところ飛んでいないです。ジェイソン 2。あの辺は北限が北緯 60 何度ぐらいですので、北極圏の観測自体がされていません。どういう波がたっているのか実際にはモデルで計算すれば、何となくは出ますけれども、それが実際にどうなのかというのはよくわかっていません。あれだけ大きなエリアが開くようになっているので、低気圧や大きな風が吹くような場であれば、大型商船だけでなく漁船のような小さな船にも影響するような波は必然的にたってくるのかなという印象はもっておりますが、実際のところはよくわからないと思います。

角田:

スコットランドの北側などでは、日本では想像がつかないような高い波が普通に来ているような場所があるじゃないですか。そんな感じのイメージのものもあるのでしょうか？

佐川:

どうでしょう？どちらかという、亜寒帯の方が気象は荒いので風が立つことは多いです。だから冬場のベーリング海は非常に荒れますけれども、北極海までいくと大きな低気圧の発達がそこまでいかないことが多いので、そこまでではないような気はします。ただ、荒れるときは荒れますので、ケースバイケースかと思います。

角田:

すみません、細かい話になりましてありがとうございます。

原田:

海水が減ったことによって、沿岸域で低気圧性の渦の発生頻度が非常に増えているというのがモデルの計算等でも明らかになってきています。こういう情報というのは我々は学会などでは頻繁に発表し、あるいは議論もしているわけです。そういった渦の発生というのは栄養塩を表層に供給するメカニズムにもなりますし、それが動物プランクトンや植物プランクトンの生産を増やし、いずれ魚の餌を増やすことになるという議論もされています。ですので、データをウェブサイトから積極的に公開するというのも重要だし、あるいは我々が開く一般講演会はもとより、研究者の間で行っているセミナーや、ワークショップにも積極的に今日お越しいただいたような皆様を招待すべきと感じました。今日の菊地さんの話も午前中のフランツの話も我々コミュニティの中では普通に話されている情報であって、これが今日いらしてくださっている皆様にも同じように価値のある、あるいは同じように役に立つと思っていただける情報だというのが、我々もよくわかりましたので、是非色々な形でもっとコミュニケーションをとるような機会を私たちも積極的に増やしていきたいと思いました。

司会:

ありがとうございます。それに関連したものということで合田さんからどうぞ

合田:

原田先生の話も兼ねてということですが、これは必ずしも北極に限らない話なんです。実は海洋研究というのが、例えば海運業の運行の効率化、省エネといったようなことにつながるというような感覚で私達が見ているかという、別世界だと思っていた部分が実はあります。例えば低気圧性の渦の発生頻度が高まっているという話は北極海だけの話ではないだろう、全球の話だろうと思っておりますが、北極以外の海域では確立していると言われている海運にしても、一週間先の海洋天気予報がよくわからない状況でして、それがどうい

うことを意味するかというと、船という財産、資産、これは何百億円もの資産で、パラメーターとしては船の最速力、スピード、燃料消費量で説明できる財産ですが、一度大きな風が吹いたり、一度大きな波が当たることによって速度が3割落ちるということは、その資産価値がその気象変動によって3割減価するという意味をもちます。何百億とか何十億とかそういうものが。ですから、私達は一般海域においてもなるべく燃料消費、経済運航を実現するために、様々な努力をしている中、例えば佐川さんの会社とも組んで、船の実海域での運行データをご覧になっていただき、かつ佐川さんの会社が科学的に集められたデータを使っていかに最適運行をするのかなど、実利をとるということを一般海域ではすでにやっています。ただ、それはたまたま佐川さんの会社のように、産業界と科学の世界の通訳者、あるいは媒介者、ブローカーのような立場の方、両方のことがお分かりになる方がいらっちゃって初めてできることです。ですから、原田先生がおっしゃったようなことが実はアカデミアでは当たり前なんだと言われたときに、あっそういうことだったのかということをおっしゃるためのもう一つ何かがあれば、おっしゃられたことというのは非常に効果的なものになるんじゃないかと思えますし、是非そういうチャンスをおも産業界のほうにお与えいただければ、ステップバイステップで良いものが得られる気がしております。

池:

社会学者というのは、なかなかいつも理想的、抽象的なことばかり言うので、批判を受けるかもしれないんですけども、先ほどのやりとりを聞いて思ったのは、説明をするとか、そういったアカデミアのところに産業界の人達に来てもらうというのはすごく大事な話ですが、社交辞令に終わることがほとんどだと思います。でも、考え方を少し変えて、我々、ここにいる人達もそうですし、国籍は皆さん違って、行っているセクターも違いますけれども、同じ大きなコミュニティの中での一員としてリスクを一緒に負っていこうと考えるべきなのではないかと思えます。つまりあなた達のリスクは考えないよ、というのではなくて、一緒にこのコミュニティの中にいる構成員としてリスクを共にマネジメントしていこうという発想から始めていけば、もう少しその距離は縮まっていくのではないかと思うんです。それをどうやってやるかと聞かれたら、それは私達、社会学者が考えなければいけないことですが、今回私もこういった会議は始めてですし、門外漢で、理科ができない人間なので、社会学者になっているんですけども、理科を自分なりになんとか理解をして、それをこれから自分の研究にも取り入れていきたいと思っているんです。だからそれはなぜかといったら私の出発点はそういったリスクがあるのか、それは自分も自分の学生にそういうことを教えてあげたいですし、そういったことをわからない、あまり詳しくない人達にも私が説明できるようにと思っているところなので、社会の構成員としてやっていこうという発想から始めていければと思いました。

司会:

ありがとうございます。森下さんどうぞ。

森下:

ありがとうございます。色々なお話を伺っていて考えたことが、実は福島原子力発電所の事故の後で、日本の水産物の放射能汚染の話が出て、国内でも国外でもその水産物の消費が下がるという状態が起きました。それを、他の国も含めて、もう一回日本の水産物の消費を取り戻すための仕事をやったのですが、その中でやはり情報の伝達の仕方は非常に考えるところがありました。情報というのはある意味では商品です。ですから、この場合、例えば科学者の方々は情報という商品を作る生産者と見る。それから情報を必要としている漁業者

の方、消費者の方々が本当の消費者、情報を受ける人だとすると、そこにマーケットリサーチがないとつながらないんです。こんなに素晴らしい研究をして最先端の研究をして立派な論文を書いて終わりということになってしまうと、そこには情報が商品としてのマーケティングはないし、欲しい人のところには届かない。福島のとときの原子力に関するデータ、汚染に関するデータは非常に高度なものです。日本の方々は覚えていると思いますけれども、ベクレル、セシウム、半減期と、普段は今まで聞いたことのないような情報がテレビや色々なメディアの上で飛び交ったわけです。それを一般の消費者の方に説明する、あるいは外国の今まで日本の水産物を買ってきた人達に説明するという仕事を何年かやったんですけれども、まさにマーケットリサーチが必要で、上から目線でこれはこうなっているから大丈夫なんだという説明は効かないんです。逆に最初に受けるほうも何を知ればいいのかというのがわからなくなって、結局は極端なことをいえば汚染がゼロじゃないと安全じゃないと思ってしまう。ゼロトランスしか残らなくなる。こうなると両方とも不幸ですよ？その間をいかに埋めるかというのを具体的な話をしだすときりがありませんけれども、非常に苦勞した覚えがあります。マーケットリサーチという言葉を使いましたけれども、誤解がないようにしたいのは、生産者、情報の生産者だけが頑張ればいいんじゃないくて、両方から歩み寄らないといけないです。この場合、例えば海運業界や、漁業者の方は何か知りたい情報あるはずなんですけれども、それを伝えていく。それで情報の生産者である科学者は、自分達の持っている情報をなるべくわかる形で、色々な形で商品開発、組み立てて提供していくとだんだん両方からの距離が近くなって、始めてどこかでカチッと合うんです。福島の例の場合も結局は一般消費者、あるいは今まで日本の魚を買っていた色々な国のバイヤーの人達も、こういう情報は少なくともベクレルってなんだっていうのがわからないといけないというくらいにだんだん土台を上げてくるわけです。それから原子力、放射線物質の研究をしている人は、半減期というのをどういうふうに説明すればいいかというのをもう少しよく考える。あるいは飛行機に乗った時、テレビを見ている時、レントゲンを撮った時というように、普通の人にわかるものと比較してみて、初めて情報提供をする意味が出てきて、工夫が色々出てきた。今、気候変動という結果のために、北極という全く新しい、市場と言ったらいいのかわかりませんが、新しい情報を出さなければいけない、人が欲しがっているマーケットが現れています。それに合わせた情報というのは牧野さんも言ったように、色々なところで今パッチ上にあって、専門的なものは進んでいる部分もあるんだけど、必ずしもマーケットに沿った形にまだ十分変換されたり加工されていない。使いたい人達、水産会社、海運会社の人達もどういう情報が知りたいかという点を十分まだ考えきっていないので、情報が欲しいとだけ言っている状況だと思います。ということで、まだ少しギャップがあると思います。これを詰める努力というのはこういう会議はいいと思いますし、1つのやり方は生物学的に何が欲しいか、海洋学的に何が欲しいか、トレンドについて何が欲しいのか、ベースラインについて何が欲しいのか、科学の専門からまずそこに商品をちょっとついでみて、果たして市場に合うかどうかという形で、まさにシステムエンジニアリングに近い考え方になっていくと思いますけれども、組み立てていくというのは非常に可能性があると思います。牧野さんと議論したのですが、各分野の専門家がここにいらっちゃって、各役所の人や、各業界団体の人や、何が足りないかという、全体のシステムエンジニアリング的にものを見るような視点だと思うんです。ちょうどその色々な専門家が集まった上でこういうことをやろうと言っているのは、ある意味ではオーケストラでシンフォニーを演奏しようというのにかなり近いところがあって、色々な楽器を演奏する人はここにいます。その代わりどの曲を演奏す



るか必ずしもみんなが同じ共通理解を持っていない。おまけに指揮者とか、コンサートマスターがないという状態なんです。そこに何を足していけばいいかというのがこの会議のチャレンジの1つではないかなと思います。

司会:

ありがとうございます。引き続き、参加していただいているステークホルダーの方のご意見・ご要望をお聞きすることを続けたいと思いますが、大塚さん、ご意見をお聞かせいただけますでしょうか？

大塚:

北日本港湾コンサルタントの大塚と申します。これまで私が何をやってきて今どういうことをやっていて、今後どうしようかというのを紹介したいと思います。最初は、海氷域をどうやって利用しようかと。船が通ったり、あるいは石油開発をやるときにはどんな危険があって、技術的にどうやってそれを解決すればいいかという点が私の研究の出発点でした。次に北極海の海洋、特に氷の状況がどんどん変わってきた。それで海運の面で随分大きな変化が出てきそうだとということで、北極海航路についての研究を始めました。その研究では経済的に効果があるのか、どんな荷物ならいいのか、安全なのか、リスクはどうであるのかなどです。日本の GRENE 北極プロジェクトという包括的な北極研究の中で、そういったことも含めて、他の研究チームが氷の予測とか、気象予報とか、それからその海洋環境に応じて、船はどのようなルートをとれば最も安全であるか、あるいは最も早く到達できるか、あるいは最も経費が少なく航行できるかというモデルを開発しようとやっております。これまでは東アジアと、北ヨーロッパというのは東西に見てみると一番かけ離れた地域同士だったんですが、北極海を使うことによって空間的な距離が縮まる可能性がある。そうするとビジネスの世界、あるいは政治の世界、色々なフィールドにどのようなインパクトがあるのだろうかということが双方の側で興味を引くようになりまして、最近では特にノルウェーの方々を中心に一緒に研究しようと言われていました。ノルウェーからするとアジアというのはかなり遠い国で、北極海の環境が変わって色々利用する可能性が出てきたときに、アジアの国々って一体何を考えてどういう政策をとろうとしているんだろうと考えているのだと思います。それが北欧の国々の経済や政策にどういうインパクトが出てくるかという点を整理しようと共同研究の準備もしております。そうした中で日本側でも北極のことを知りたいということで、調査してこいと言われることが多く、来週はロシアのムルマンスクまで行く予定です。そこでは、あまり現実的ではないと私は思っておりますが、北極海で獲れた魚を食べられるか、太平洋で獲れた魚をヨーロッパに持って行けないか、あるいは大西洋で獲れた魚類をアジアや日本に持ってこられないか、というような北極海の活用ということも議論してくる予定です。

司会:

ありがとうございます。非常に貴重な情報とご経験をありがとうございます。今のご発言についてご質問・確認等ありますでしょうか？

Hunt:

コメントを付け加えたいのですが、商用漁業の話、大型の海運の話がありました。それから観光業の話もあります。観光業は、使える船の数というのは限られると思うのですが、非常に微妙な場所を通るのです。非常に美しい景観はありますがけれども、気を配らなければいけない動物がいる場所です。ノルウェーの北部、スピツ

ツベルゲンのあたりでは現在観光業は非常に少ないんですけれども、日本の船が観光業として北極海域に行くという可能性について、どのようにお考えでしょうか？

司会：

これは、商船三井さんも、日本郵船さんも立派な客船を持っておられますけれども。

合田：

おっしゃるとおり、去年の3月までは私ども日本郵船はクリスタルクルーズというアメリカの会社を所有していましたが、事業売却をして香港の会社に売ってしまいました。クリスタルクルーズが今年の夏、北西航路を通るというように聞いていますが、これ元々計画したのは私どもが会社を経営していた頃の話でありました。それから、私どもは今客船は一隻のみで、飛鳥Ⅱというジャパニーズフラッグの客船です。これが1月に南極半島までクルーズに行きました。日本のお客さんが北極、南極問わず極地について非常にご興味、ご関心、それから強い要望があるということを受けています。ですから、私ども日本の船会社が行くかどうかは別として、日本人が極地のクルーズに対してものすごく需要を持っているということは間違いありません。それから私どももよく承知していますが、両極は環境に脆弱であるということ、それから船にはたくさんの客が乗っているにも関わらず、沿岸地域における人口は少なく、一度何かあった時にご迷惑をかけるということの重大さということは十分海運会社として認識しております。これは条約や法令があるなしに関わらず、ビジネスプロトコールとしてきちんとしたものを自覚して、ビジネスをしなければいけないということは十分承知しております。ですが、ご質問の通り、日本のいわば船客の可能性というのは非常に大きく、極地における観光業についての関心は非常に高いということはおっしゃるとおりだと思います。

司会：

ありがとうございます。森下さんどうぞ。

森下：

情報提供ですけれども、南極の場合は南極条約群というのがありますので南極条約そのもの、それから南極環境議定書、南極海洋生物資源保存条約、鉱物もあります。条約的にいえばロンドンダンプング条約、この辺りも全部適用されてクルーズ船の入域も基本的には全部通報が必要になります。事故が起こった場合はまた南極条約の締約国会議でその結果のレビューもありますし、搜索救難について、南半球の主な国が完全に分担して責任を持っています。ところが北極ではそれにあたるものが相当欠けています。という意味で法律的な枠組みから言えば、南極と北極の間にはかなり差があります。ですから国際法のシステムの上からいえば北極については日本だけの問題じゃないと思いますけれども、それがチャレンジとしてあります。さっきの話に戻りますけれども、他方北極にはかなり広い各国の200海里水域がありますから、プラスとマイナスがあります。環境の保全のために厳しい国内法を持っている国の海域というのはその下でかなりの法が図られます。アメリカなどでは相当なものを持っていると思いますが、それが無い国がもしあるとすれば、そこにどうしても差ができてしまうというのが北極の特性です。もちろん公海には南極のような条約群が今はありません。

司会：

情報提供ありがとうございます。どうぞ。

角田:

同じく情報提供として、北海道を例として面白いと思うのが、世界遺産の知床です。もう10年近く前、知床沿岸のケイマフリという貴重な海鳥を保護しなければいけないということになりました。最初は、観光業禁止としたのですが、禁止措置をとるだけでは地域の振興も観光業も参考にならないなということで、5年ごとに見直すルールを作りました。ちゃんとルールを使ってそのルールに基づいて賢くやればケイマフリという海鳥を見られます。それによって地域も観光業ができるし、地域振興にもなります。北海道の知床はルールを作りながらしっかりやってきている例で、参考として紹介させていただきました。

司会:

ありがとうございます。石川さんどうぞ。

石川:

今の議論をきいておまして、先ほど森下さんがおっしゃったように、北極についてはこれからルールを作っていく段階なんだと思います。今、北極は船舶の運用にあたっての環境規制、新しい規制がどんどん出てきておまして、これからも作られていくのではないかと思います。そういった船舶運航上の規制、それから海洋保護区 Marine Protected Area (MPA) の設定を各国がやろうというような動きがあると聞いております。こういったMPAがもし設定されるとして、どういう規制がされるのか、船の運航、観光業も禁止になるのか、そもそも漁業はもう駄目にしてもその他の活動がどの程度制約されるのか、非常に興味があります。特に環境面の規制については、一番科学的な根拠に基づいて規制が行われることになるとと思いますので、科学者の皆さまが一番近いところで動きを承知し、あるいは情報提供をしていく立場にあると思いますので、環境面での動きについても我々に情報を提供していただければありがたいと思っております。どうぞよろしくお願ひします。

司会:

ありがとうございます。貴重なご要望ありがとうございます。もうお2人だけ意見をお聞かせいただければと思います。まずノルウェー大使館の Svein Grandum さん。コメント等いただければと思います。

Grandum:

ありがとうございます。私はステークホルダーかどうか分かりませんが、皆さんと一緒に座らせていただいておりますが、非常におもしろく聞かせていただいております。ステークホルダーから、また様々な国の方からどのようなニーズがあるのか。そうしたニーズは非常に学際的なアプローチが必要とされるものです。学際的なアプローチというのがこのテーブルの上で話されるというのが素晴らしいことだと思いますけれども、どのようなデータを持つべきか、シェアするべきかというのはまた複雑な問題でもあります。比較ができるものなのか、あるいは比較できないものなのか、ステークホルダーにとってどのような意味を持つものなのか、合田さんが非常に興味深い意見を出してくださいましたけれども、私はこの分野については素人ですので、どのようなステークホルダーからのニーズがあるのかということと伺って、そしてどのような新しい解決策が見出されるのかというところに非常に興味をもって聞かせていただいております。

司会:

ありがとうございます。続きまして古川さん、よろしくお願ひいたします。

古川:

非常に面白く伺わせていただいておりますが、様々なステークホルダーの方々が、同じステークホルダーがアメリカにもいますけれども、どのような情報を分かちあうべきなのか、どのようにしてシェアすべきなのか、どのような問題がアメリカにもあるのか。北極域について、ステークホルダーとしてアメリカは3つの柱を国策として持っております。1つが、安心と安全ということです。2つ目は責任のあるスチュワードシップ、そして3つ目が国際協力の強化です。その柱を持って北極域の問題に取り組んでおります。環境変化にどのように対応していくのかという時にこの3つの柱を心にとめております。一方、ステークホルダーとしてのアメリカの海軍ですが、一番興味を持っているのは海水です。ステークホルダーを消費者と考えますと、海水のデータ、海水状態の情報は消費者としてはほしいわけです。それから海水の予報も興味のあるところですね。同時に研究もその分野において求めています。それは消費者としても生産者としても欲しい情報です。このことを考えながら今日の議論を聞いておりますと、非常に興味深いです。

司会:

古川さん、どうもありがとうございます。やはりUSでも同じ議論をされているというのは非常に興味深いです。コーヒブレイクの後で、また総合討論をやりたいと思いますけれども、あとお1人だけ経済産業省の藤江さんまだ議論に参加してちょっとしか経ってないですけども、今もし何か発言することがあれば是非お願いします。

藤江:

ここで退席になります。先ほどアカデミックな世界とビジネスの間のギャップをどう埋めるかということを中心に考えているということをお話しましたが、やはりこういう議論の場があると共通理解が進むと思います。やはりこういうワークショップは非常に重要だなと思いました。次回からはちゃんと早くからききとりたいと思います。先ほど、観光業の話も出ていましたが、そこは我々経済産業局としても非常に関心が高い分野ではあります。もちろん水産や海洋もそうです。ですので、そういった面でも何か我々の持っている政策でご支援できるものがあれば使っていただければと思います。先ほどのお話だとまずルールがというお話、環境保護の観点を含めてという話だったので、まだこれからかなと思います。そういった視点も含めて、もし今後産業利用の可能性があるのであれば我々もご協力できる点も大いにあるのではないかなと思っています。

司会:

ありがとうございます。齊藤さん何かコメントされますか?いいですか?はい、ありがとうございます。それでは、このセッション、ステークホルダーの皆さまから一通りご意見いただきました。この後コーヒブレイクを挟んで総合討論ということで今後の展望について議論を重ねていきたいと思っております。

(3) - 今後の展望

司会:

今から1時間で、これまでの議論を簡単にまとめて、その後今後の展望について皆さんにご意見を伺いたいと思っております。今日は、皆さんに貴重なご意見



- SHとして、必要な基礎データ、欲しい情報はいろいろある。

We can identify the data needs and data gaps

→ 沿岸漁業データ、海氷、波、渦、それらの予測、国際法・規制・MPAのうごき、資源量評価、魚種分布変化予測、そのメカニズム、ツーリズムのうごき、など。(Catch data by local subsistence fisheries, sea ice, wave, eddy, their forecast, international regulations, resource assessment, fish distribution, their mechanisms, eco-tourism trend, etc.etc.)

- 情報は商品。エンドユーザー(SH)のマーケットリサーチが必要。

Information is a commodity, therefore the market research is indispensable

1) SHにとって重要な情報が散在。ビジネスに必要な情報をまとめてみられるような仕組みがほしい。Information is dispatched in society. We need some platform to summarize them.

2) 学会内の“常識”を社会にもっと頻繁に分り易く伝える場と工夫がほしい。

The common sense in academics is not that in society. More frequent communication or outreach is needed.

3) 情報利用者側と情報生産者の双方の努力が必要。

Both the information users and information producers need efforts.

- 米・諾でのSH会議でも類似した内容が指摘されている。

Similar discussions are observed in US and Norway

今後の展望: Perspectives

- SHにとって重要な情報をどう特定するか？ SHの間の差は？

How to identify the important information for each SH?

- SHにとって分り易い形式をどう特定するか？ 分り易いとは？

What form is “understandable” for each SH?

- SHとの連携可能性(モニタリング？)

Possibility of co-working with research and SH (monitoring?)

- メディアの役割・使い方

Role of mass media, and how to use it.

- この会議の成果のフィードバックのあり方。つづけ方(順応的)

How the outcome of this SH meeting should be feedbacked? Our adaptive capacity.

- 研究資金の調達(Funding)

を伺いたいと思っております。今日は、皆さんに貴重なご意見をいただきました。本当にありがとうございます。これまでの議論の結果を簡単にスライド1枚で英語と日本語にまとめたのがこれになります。まず1点目ですが、本日様々な所属の様々な立場のステークホルダーの皆様からご意見をいただいた中で、どういう基礎データが必要なのか、足りないのか、こんなデータがあれば役に立つ、という様なデータニーズ、データギャップというのは、ほんやりと見えてきたような気がします。これは、第1回目のステークホルダーミーティングとしては十分に良い成果だと思います。この方向で、今回の結果を踏まえて、もっとその中身を詰めていくような作業をやれば、きっとステークホルダーの皆様にお役に立つ研究というのが出来るんじゃないかなという手ごたえを感じました。今日、具体的に出てきたものを列挙しましたが、北極の沿岸で実施している漁業会社の各国の詳しい操業の中身は、北極圏としての統計があるんじゃないかとか、海水のリクエストも多かったですね。波、うず、それらの予測データが欲しいというご要望をいただきました。また、制度的な議論がどうなっているのかという情報が早めに欲しいというお話もありました。水産セクターの方からは、資源評価や魚種の分布の変化、その変化のメカニズムについて色々教えてもらえないかというご要望もいただきました。あとは観光業の動き。各国でのニーズ、実際にどんな観光業がビジネスとして動いているのか、という様な話も出ました。これはただ列挙しただけですけれども、重要なのは、森下さんが指摘されたと思いますけれども、情報というのは商品であって、その商品を提供している、生み出しているのが我々研究者なわけですね。ですから、その商品を使っていただけるエンドユーザーであるステークホルダー、あるいは究極的には国民の皆様、もっと言えば、日本国民に限らないわけですが、マーケットリサーチが必要だということです。その中身を私なりに整理すると、ステークホルダーにとって重要な情報が社会に散在しているので、ビジネスに必要な情報をまとめて見られるような仕組みが欲しい、というご要望をいただきました。では、各ステークホルダーにとって重要なものは何か。それがステークホルダーによってどう違うのか、というところは論点だと思います。学会の中での常識を、もっと頻繁に分かりやすく伝える場が欲しい。コミュニケーション、あるいはアウトリーチというものをもっとやってほしい、という様なご要望もいただきました。情報を利用する側と生産者双方の歩み寄りの努力がないと、うまくコミュニケーションは取れないという話も出ました。もう一つ私が特に印象に残ったのは、アメリカやノルウェーでもステークホルダー会議でよく似たような議論がされているというご指摘、Huntington さんからもそうでしたし、古川さんからもご指摘がありました。以上、これまでの議論のまとめです。ここで足すべきだとか、コメントがあればフロアから受け付けたいと思いますけれども、いかがでしょうか？

石川：

ありがとうございます。今日大変貴重な機会を与えていただいて、私どもからもステークホルダーとして扱っていただいて意見を言わせていただいて、大変ありがたいと思っております。

私が気付きましたのは、今日ステークホルダーとして呼ばれている人たちは研究者の方々の他は、もうビジネスサイドの方々が中心じゃないかと思えます。我々ビジネスサイドの人間でも、やはり北極で例えば何らかのビジネスをやろうと考えれば、当然一般の消費者の方々、あるいは環境団体の方々、我々にとってのステークホルダーとの対話が欠かせないと思っています。非常に微妙な地域での話になります。いろんな微妙な問題が、特に環境面での微妙な問題がありますので、こういった場で更にそういった方々、より広い立場のステークホルダーの方々のご意見を伺えれば、我々としても更にありがたいと思えます。どうぞよろしく申し上げます。

司会：

ありがとうございます。非常に貴重なご指摘だと思います。その他いかがでしょうか？どうぞ。

Drinkwater：

ノルウェー海洋研究機構の Ken Drinkwater です。まだ話していないことがあるとすれば、資金援助の問題で、言いにくいですが、北極海、そして高緯度の観測研究は非常に経費が掛かります。そして皆さんが欲しいデータ収集にもコストが掛かります。政府からも何かしらの援助がありますが、ビジネスについても何かできることがあるのではないかと思案していました。政府に対して強い声を挙げて、こういった情報が必要だと言えば、資金援助につながっていくかもしれません。

司会：

ありがとうございます。資金についてという事ですね。ひょっとすると、このエフォートに関わってくるのかもしれませんが、これについては今後の展望というところで、この後議論したいと思います。その他、ございますか？ コメントご指摘など。どうぞ、お願いします。

Huntington：

Huntington と申します。印象に残っていることが二つあって、一つはここで挙がっていたことで、もう一つはそうでないことですが。松尾さんから、魚を獲ることと売ることには大きな違いがあると指摘がありました。科学についても同じことが言えると考えていて、科学を生産することと、それを消費することには大きな違いがあり、古川さんもそれを指摘されていました。学問の世界にいる我々は、科学を生産することに慣れていますが、消費することには慣れていません。例えるなら、魚を獲って陸まで来てそれを「ほら」と言って岸に放って置いて、そこから何も起きないのを不思議に思うようなものです。だから森下さんが言うように、距離を埋めなくてはいけないのです。我々としては、科学の生産だけでなく消費というものにもっと注意を払うことができます。

佐川さんからは、人が使える情報をどのように供給したらいいのか学んでいく上で試行錯誤が必要だという話がありましたが、日本語で同じ表現をするのかわかりませんが、試行錯誤は二つの部分から成っています。一つ目は試行で、これはまずはやってみなければならぬという事です。二つ目は残念ながら失敗です。試行錯誤すれば、何度も失敗するでしょうが、最後に試行と成功になるまで繰り返さなければなりません。ですから、議論を一度するだけでも素晴らしいことですが、繰り返し議論して失敗を重ね、最終的には成功に至ることを望みます。しかしながら、今日はたくさんのお話を学びました。皆さんからのコメント、知見に感謝します。

Haynie：

Alan Haynie と申します。皆様の興味深いコメントありがとうございました。プロセスについて言わせてもらおうと、私のこれまでの経験について少しコメントがあります。Henry Huntington、George Hunt、Franz Mueter、Seth Danielson と私は長期に渡るベーリング海の統合的な生態系研究プログラムに関わっていました。6年から7年のプロジェクトで生態系調査をしましたが、私は経済学者、Henry は人類学者で、海洋学者から社会学者と幅広く集まりました。

そして、プロジェクトの中で何度も何度も試行錯誤するというプロセスによって、問題についての皆の

考え方、使用するデータ、モデリングのアプローチを理解することができたのです。なので、こういった問題のために、長期間の関係を築き、時間をかけて物事を学ぶための環境を作ることを勧めたいと思います。アメリカの場合はこういったプロセスがありますが、日本やノルウェーでも似たようなプロセスがあれば教えてもらいたいです。アメリカには漁業運営会議、アラスカでは北太平洋漁業運営会議があり、産業、政府、他のステークホルダーからそれぞれ代表が参加しており、各州知事により任命を受けています。

そういった人たちは様々な決定を下し、漁業の立法府のような機能を持ちますが、アメリカの法律によって制約は受けているので、なんでもできるというわけではありません。これの利点の一つとしては、ある標準プロセスがあり、それによって提案が提出され、年間の評価レビューがあり、それを一般の人も見てもコメントできるということです。どのようなデータが自分に重要なのか、どのような質問を科学者にすべきか知ること、一般の人にも知識を得られており、これは非常に上手く機能しているプロセスだと認識しています。科学者も勝手に立ち去って秘密を保つことはできなくなる、皆が汚い洗濯物を外に干さなければいけないのです。このプロセスを通して、漁業の運営における意志決定の拠り所となるモデルの改善もできますし、誰もが公の意見を出せるので、プロセスの透明性も高いのです。このような長期のコミュニケーションが非常に上手くいった例として、私の経験からお話ししました。

司会：

今までいただいたコメントを踏まえて、この後1時間の議論のネタというか、アジェンダというのを少しここで整理したいと思うんですけども、まず Huntington さんがおっしゃったように、知識を作る側と使う側の間には大きなギャップがあると。私の言葉で言うと、重要な情報は誰がどう特定するのか、という話。研究者にとって重要と思うことと、ステークホルダーの皆さんにとって使う側が重要と思うことは違うわけですね。研究者にとって分かりやすい形式と、ステークホルダーにとって使う側が分かりやすいというのは違うわけですね。この差をどう埋めていくのかというのは、一つ重要なトピックだろうと思います。

また、今の Huntington さん、あるいは Alan のコメントにもありましたけれども、この会議の成果のフィードバックのあり方をどうするか。どうやってこういうステークホルダーと研究者側のつながりを継続的に続けていくのか。また石川さんからのご指摘で、環境 NGO とか一般国民、消費者の意見をどう反映させるのかというのもあり、パブリックコメントが大事だというプロセスがありましたが、この成果をどう社会に発信して、今日このテーブルに座っていないステークホルダーの方の意見を我々の所にフィードバックさせていくのかというのは重要な論点だと思います。そこでメディアの使い方、メディアの役割というのに関係してくると思います。

あと私が重要なのは、ステークホルダーの皆さん方、もっと言えばビジネスの皆さんが我々研究にどうコミットしていただけるか。例えば、データを取る時に、飛鳥IIの舳先に一つCTDをつけるだけでものすごいデータがとれるわけですね。あるいは漁業のセクターで言うと、各沿岸で、日本ですと20万隻くらいの漁船が操業していますが、その漁船が獲ってくる魚の漁獲統計は、生態系の変化を見ていく上での基礎的な情報になっています。これはものすごく緻密な統計が出来上がっていますけれども、実際にビジネスの人たちがデータを取るという形で我々とどう連携できるのか。そこから得られるデータというのは、各ステークホルダーの方にとって重要なデータでしょうから、それがひいては我々の分析やモデルにも影響を及ぼすわけですね。そういう協働というか連携というのも一つトピックだと思

ます。

今後の展望として、5つほど論点を整理させていただきましたけれども、このアジェンダについて、まずコメントをいただきたいと思います。一般的なコメントでもいいですし、もっと足せとか、これとこれはくっつけろ、でもいいです。そういう全体的なアジェンダに対するコメントをいただいた後で、一つ一つについてご意見ご要望を聞いていこうと思います。それではまず、この全体的なアジェンダ設定について、ご意見はいかがでしょうか。

森下：

ありがとうございます。これを全部カバーするコンセプトとつながると思うんですけど、Huntingtonさんの方から、試行錯誤という話が出ましたよね。私は、もうちょっと正確に言うと、むしろ順応的管理みたいな適応アプローチで、試行して失敗するのを繰り返すというより、もう少しスパイラルにだんだん上がっていくようなイメージを持っています。北極に限りませんが、こういう類の仕事というのは、まず不確実性がたくさんある、それから相互理解の不足がある、途中で色々修正しないとイケない、というのが意味では付きまとっています。そういう場合には、一回で大ホームランを打って100点満点を取るのとは最初からあきらめているというか、そういう前提では仕事をしない方がいいですね。今、例えばレベルCくらいまで上がっているとすると、アメリカ風に言うと、DかCだと、次はC+を取ろう、次にB-を取ろう。日本風に言うと、今100点満点で30点なら、次は40点取ろう、50点取ろう、という形で同じサイクルを繰り返しながらスパイラルに上っていくというイメージが、この場合非常に大事だと思うんですね。それは具体的に言えば何になるか。例えば、フィードバックの方式です。フィードバックをするにあたって、失敗しました、ここを修正しましょう、というフィードバックも大事ですけど、順番から言うと、管理目標や目的をとりあえずは設定して、それに合わせるための指標を決めて、それをモニターして、評価して、指標をもう一回再評価して、という形で上がっていくイメージというのは、ここに入りやすいと思うんですね。一番目とか二番目、例えば、どんな情報を特定すべきか、あるいは分かりやすい方式をどうするか。これは一回で絶対答えは出ないんです。何回かやっていて、試行錯誤になるかもしれないし、少しずつ改善していくのかもしれないし、適応アプローチなのかも、言葉は別にして、そういう形をやっていかないとイケない。途中でおそらく目標も変わってくると思います。というふうに全体を見渡すと、一個一個はバラバラじゃなしに一つのシステムとして、見やすいのかなという気はしました。

司会：

ありがとうございます。全体をカバーする概念として、我々の適応能力というか、我々がどれだけ適応的にレジリエントにやれるのかというところが問われているというご指摘だと思います。ちょっとびっくりしました。その他いかがでしょうか。

では、各論に入りましょうか。今、森下さんのご発言でもありましたけれども、このポイント1, 2ですけれども、まとめて議論出来ると思います。ステークホルダーにとって重要、あるいはビジネスの業界の皆さんにとって分かりやすい、というものと、我々研究者が重要、分かりやすい、かっこいい、というのは多分違うんですね。その差をどうするのかというところですね。業界によっても重要と思う優先順位に差があるでしょうし、先ほど試行錯誤で続けていくことがまず大事だと、一回では絶対に答えが出ないというご指摘がありました。その他この点について、コメント、ご経験などいかがでしょうか。

Hunt :

教師としては、生徒によい質問をしてもらうにはいくらか情報を与える必要があります。それは私たちがここで必要とするコミュニケーションも同じだと思うのです。双方とも相手の言語、語彙を学び、情報の求め方、与え方を学ばなければなりません。そうして、産業の人や一般の人が我々科学者のところにやって来たとき、相手が我々のことをよく知れば知るほど、よい質問を投げかけることができ、より多くを我々から引き出せるのです。その情報を訪ねる場合に、また与える場合に、お互いに分かる言葉でやり取りをしなければならないのです。同様に、我々科学者が産業界のステークホルダーが直面する問題についてより深く知っていればそれだけ、「ええ、それについてはこんなことを知っています」などと答えられるのです。そうすると、見当違いなことに時間を割かずともよく、対処法を見つけられるのです。だから、何を必要とし、何を提供できるのか、互いが互いに教え合う必要がありますが、そこに対話が必要となり、それが今日ここで起こっていることの非常に重要な部分であると思います。ありがとうございます。

司会 :

いかがでしょうか。ステークホルダーの皆さんから、少しご意見をいただきたいと思いますが、どうでしょう。やっぱりここはウェザーニューズのご経験を是非教えてください。

佐川 :

さっきはちゃんと答えられなくてトライアンドエラーとかいって、申し訳ありませんでした。改めてもう一回、我々情報を提供する上で気を付けているのは、情報提供ではなくて意思決定の支援をするという事です。その観点で考えると、もっと分かりやすくなると思っております。船会社さんで言うと、短期的視野、長期的視野がありますけども長期的に言うと、次の夏、北極海に船を通すか通さないか。短期的に言うと、どの航路を行って何月に行くかとか、明日どうするかとか明後日どうするか、とかいうような判断ができる情報というのが大事だと思います。そうじゃないと、いくらきれいな絵が出て、それでどうしたらいいのか分からないと困るわけです。漁業に関しては、我々はそんなに多くのサービスをしていないので想像で申し上げますけれど、いつ、どこに行けばどのくらいの漁獲が見込めるのかという情報かと思っております。

司会 :

ありがとうございます。齋藤さん、どうぞ。

齋藤 :

漁業の情報サービスの面から少しお話したいと思います。我々は基本的には漁師さんが意思決定をする情報を提供するわけですね。それで大きく2つ、漁船で漁業をする沖合の漁業、それから沿岸の養殖業と2つありますけども、もちろん沖合の漁業者には、いつどこに行けばどのくらい獲れるかというのは非常に大事な情報ですね。それをどういう表現でそれを示すかというのは非常に大事になってくる。沿岸だと、一つの例ですけども、ホタテ貝の養殖は20℃というのが大事な温度の値なんです。それで23℃以上にいくと本当にホタテは死にそうになる。我々はそうすると、20℃のところにはオレンジの色を入れて23℃に赤を入れる。そうすると、我々は等温線を見てここ20℃だって見られますけど、ホタテ

の漁師さんたちは20℃になったら気をつけなくちゃいけない、少し冷たい方にホタテを下げなくちゃいけないとか、23℃いくと、これは危ないぞと判断できる。例えば、そういう表現が必要なんだろうと思っています。

司会：

ありがとうございます。はい、お願いします。

角田：

ウェザーニューズさんとか、齋藤先生みたいなビジネスをやっている方がこういった所にいらっしゃるのは非常に重要だなという事は、今聞いて思いました。ただ、まず分けるところはやっぱりここは科学プログラムで科学者がどうステークホルダーに出していくのかという事を考えた場合、情報としてそれがビジネスとして成り立っている分野。要は、ウェザーニューズさんとか、あるいは齋藤先生の会社の様にビジネスとして成り立っている所というのは、そこは情報を一般に理解できるよう通訳している会社があるならば、科学はそこまで突っ込む必要があるか、要は、科学とそういった情報ビジネスの分業というのを考えなければ、民業圧迫のようになるため、考えるべき点だと思います。情報ビジネスがあるところは、情報ビジネスと通訳をやっている会社と科学者がコミュニケーションして非常に役立つ情報が出せるという考え方。一方で、情報はビジネスにならないが、科学として絶対出さなければならぬ大事なデータもあると思います。

司会：

ありがとうございます。その他いかがでしょうか。西村さん、どうぞ。

西村：

ステークホルダーというのが誰かという、要するに、この情報のユーザーが誰かという事で分かりやすさが変わると思うんですけども、その質問は置いておきまして、私の事例を一つご紹介します。私は、エコラベル制度というのをやっていますけども、消費者の代表の方に色々「このパンフはわかりやすいか」などの質問をしています。ですから、市民を代表するような方に情報の発信内容を見ていただくと、こういう方法が一つあるかと思います。我々はすごく簡単な言葉を使いがちになるんですけども、意外とそれじゃわかりにくいと言われて、むしろ専門用語の方を好まれる場合もありますので、一般市民とか消費者の団体の方に伺うという方法も有効と思います。以上です。

司会：

ありがとうございます。その他いかがでしょうか。

松尾：

ARCSの松尾です。情報とビジネスだと情報が先だと思います。情報があって、その結果ビジネスが起きるか起きないか。例えば、ウェザーニューズさんは、惣菜協会の会議など色々な会議に参加されているんですね。何が関係するかは全く分からない中で何かビジネスが生まれる可能性をみている。北極海で起きることについて、近隣のノルウェー・アメリカ・ロシア・デンマークなど漁獲する所が関係し、

日本は関係ないじゃないかということではなく、その中でどういうビジネスが日本として起きるか考える。やはり先に情報が来るべきだと思います。例えば、馴染みのない魚で、エチオピアとか南の方のパンガシウスという魚を一生懸命売ろうと思っているんですが、この資源が豊富だから一生懸命売れば、売ること成功すれば、すごくいい世界が出来ると思っています。それを何も考えずに変な名前の魚が来ましたと言ったら、売れるものも売れなくなってしまいます。やはり先に情報があって、それを売るとどう世界がつかれるかという順序でやった方がいいという感じはします。

合田：

合田です。2つ、お話があります。一つは、情報に関して意思決定の支援のための情報。佐川さんの会社から買い求めて使わせてもらっている情報。これもあると思います。これはある程度ユーザーの側が分かっている世界。あと我々産業界の方では、お金で表現されるもの。

これは2つ事例を挙げてみたいと思います。一つ目の事例、IMOで硫黄酸化物・窒素酸化物、その排出規制が決まった時、もうずいぶん前の話ですが、IMOでの条約の議論を、関係する人間はすべてトップに報告していました。ですが、トップは営業部門出身の人間でしたから、SO_xが何パーセント以下だとか、NO_xが何パーセント以下と言われても分かっていなかった。これは営業部門からしてみたら、要は硫黄分の強い重油はもう燃料としていづれ使えなくなります、燃料価格が単価倍になる軽油を使わないと、もう船は走れませんよ、という話しをしないと営業、あるいは産業界の文科系的な人にはピンとこないんです。その通訳を誰がやるのか。社内の人なのか、あるいは科学の方なのか、あるいはまったく第三の人なのかというのは、これはもしかしたら問われなければいけない問題なのかなという気が私はしています。

二つ目は、先ほどの飛鳥Ⅱに観測器をつけろよという話がありましたが、似たような話をJAXAさんから受けたことがあります。要は、AISのシグナルを人工衛星が受信している。これの精度を検証あるいは改良のために、船が発信している情報を得たいと。こういう話しをJAXAさんがいらっしゃって社内のしかるべき部門に話をつないで、それはご協力申し上げているのですが、それはそれとして、JAXAさんのお話の中で彼らの衛星で出来ること、つまり世界中どこでもピンポイントで映せるという話になった時に私はこう言ったんですね。「だったら、その衛星画像を売ってください。何故ならば出張旅費で調べてくるよりはるかに安く、正確な情報が得られる。是非、売ってください」という話しをしました。後で聞きましたら、そういうお金の話が出るとは思わなかったと。つまり、JAXAさんがお持ちの技術というものが、ものすごくお金に変わる可能性があるという事を、そもそも考えてもいなかったと。ですから、このへんは誰が歩み寄りといってもそうですね、科学の側なのか、ビジネスの側なのか、あるいはその中間なのか、これは私もよく分からないですが、そういう出来事があるという事をご認識いただければと思います。

司会：

ありがとうございます。今お金の話が出ました。研究者が重要と思っていなくてもビジネスで見れば、お金を払ってでももらいたいという情報もあるというお話でしたけれども、ちょっと順番を飛ばしますが資金調達の話に移りたいと思います。資金調達について今日全く議論をしていません。それは、おそらくこの研究自体もそうですし、この会議の続け方にも影響する話で、この関係を持続可能なものにしていくためには必ず資金が必要なわけですから。その点についてコメントあるいはアイデアをお聞かせいた

だけですでしょうか。アメリカやノルウェーではどういうふうになっているんですかね。

Drinkwater :

ノルウェーでは、ノルウェー研究評議会を通して様々な資金があり、北極研究のようなものに公募を出しています。大学や独立したグループ、あるいは我々の海洋研究所のように政府から資金を受けている所もすべて申し込み可能です。資金額は比較的良く、原油価格の下落でノルウェーも痛手を被っていますが、それでもそれなりにいい研究が出来ます。資金は大いに越したことはないのです。解決しなければならない課題は多く、集める必要があるデータも多く、たまには会議も開くし、ビジネス、ステークホルダーと科学者の中で会議を行うために更に資金が必要になります。

Mueter :

そうですね。ありがとうございます。アメリカの例で、実用的研究の例を挙げます。私も水産研究に取り組んでいますが、水産研究を支援する様々な資金提供の機関があります。しかし、アラスカとその周辺で行われている水産研究の多くは非政府組織から資金提供を受けており、そういった組織はかなり実用性に重点を置いています。またそういった組織は近年はアウトリーチを重視しており、ステークホルダーやエンドユーザーに関連するようなものを作りだすことを強調しています。それで、アウトリーチのためになるものを作り出すのが、しばしば資金提供の上で必須とされます。そういったことは、今日ここで上ったような、産業界のステークホルダーと学問をつなぐ問題や疑問に対処するのに役立つと考えています。また、資金提供機関が科学とエンドユーザーを結びつけることをより重視するようになれば、両者の溝を埋めるための潜在的によりメカニズムになるだろうと思います。

司会 :

古川さん、どうぞ

古川 :

そのコメントについてですが、アメリカでは資金を提供する機関がステークホルダーである場合もあるんです。ノルウェーでもそうですけども、北極研究・漁業関係の研究は漁業業界側あるいは海軍がデータを得たいということで、そうした研究に資金を提供する場合があります。例えば、海洋学ですけどもデータが必要です。アウトリーチについてですけども、それもまた単なるアウトリーチではなくて、例えば、その地域に住んでいる人がどのようなことが次の冬・夏に起こるのかという事を知りたいと。それが意思決定に関係してきますので、そうしたものには資金を提供すると考えられます。ステークホルダーと情報をシェアするかということに戻りますと、意思決定にはどのような研究をしてもらって、その関係が分かるとそこには資金が得られやすくなると思えます。

司会 :

私もそういう意見を言おうと思っていたんですけども、いわゆるステークホルダー、一般の市民の方、国民の方あるいはビジネスの人たちが税金を納めて、それで国の大学や研究機関が研究しているわけですよ。公的な資金提供機関、JST や文科省が分配するわけですので、納税者の立場からこういう研究は大事だとか、この研究の成果は役に立ったという事を行政に伝えていただければ、それが行政の

研究の採択にも影響するという様な仕組みがもっとクリアに出来てくれば面白いのかなという気はします。結局どの話題もこの所につながっていくと思うんですね。この会議の成果をどうフィードバックして、どう順応的に続けてどんどん良くしていくのか。関係、研究内容、研究環境なども良くしていく。そして最終的に人類の持続可能性を高めるというところにつながっていく議論だとは思いますが、いかがでしょう、その他メディアの役割などもまだ論点としては残っていますけれども、ご意見ある方、いかがでしょうか。Alan どうぞ。

Haynie :

非常に短いコメントです。最近認識していることですが、我々が行っている研究を取り上げ、一般の人に詳しく知ってもらうのは重要です。それは様々な研究機関で起こっていることであり、国中の大学でも Facebook や色々なタイプの新しいメディアを使ってメッセージを発信しています。情報発信の専門家を雇い、我々の研究についてより知ってもらおうということもしています。

角田 :

先ほど紹介したように海洋酸性化という問題について先日シンポジウムをした時は、メディアの方にもパネルに入っていたんですけども、その時のコメントだけ紹介させていただければと思います。やっぱり科学は分からないと言って、分からないまま言われるとメディアも困ってしまうので、可能性を示しながら、分からないなりにもきちんと言ってほしいというのがありました。分からないだけじゃなくて、なにか言えることをしっかりと示すことが酸性化について特に大切な課題としてありましたので、コメントさせていただきます。

司会 :

ありがとうございます。マスメディアの役割というのは確かに伝えるというのが一番の社会的責務なわけですけども、そことの付き合い方というのは、我々のコミュニケーションの仕方にも関わってくると思うんですね。いかがでしょう。マスコミの使いこなし方について。

菊地 :

我々 JAMSTEC は比較的研究成果を論文として出すところが終わりではなくて、プレスリリースなどをする事は多い方だと思います。ただその際に、これもまたギャップの話になりますが、研究者がプレスリリースに向いていると考える科学的に重要なものというのと、プレスリリースした際に皆さんに伝わる前に、まずメディアが大事と思うか思わないかということで、表に出るかどうかのフィルターがかかる。そして、その上で表に出て行ったものが必要な人たちに受け入れられるかということ、それは分からないところがあるんですね。そういった意味で、どういうふうにすればいいのかというのは分からないんですが、お互いうまく情報のやり取りができるような仕組み、情報交換をやっていくべきじゃないのかなと思います。例えば、ロシアの北極の河川の話ですが、河川氷はどんどん少なくなってきました。北極の河川というのは、現地の人たちにとって夏は水運、冬は氷が張るので陸上同様に輸送に役に立つ。そして、春になると洪水を引き起こすことで、色々住民にとって重要な役割を持ちます。JAMSTEC の研究員がロシアの河川氷の融解が早まってきている、水循環が強まってきているという成果を出してプレス発表をしました。しかし、現時点でほとんど取り上げられておりません。いつか出て

くるかもしれないんですけども、そういった色々な住民生活に貢献する研究をやっているメディアを通じて表に出ていくかどうか分からない。ですので、うまくいろんな形で情報交換をやっていくすべをを考えるしかないのかなと思います。直接やり取りができるというのがとてもいいとは思いますが、やはりメディアをうまく使うことも必要です。

司会：

マスコミとの付き合い方がでしょうか。森下さん、どうぞ

森下：

マスコミと一言で言ってしまうんですけど、実は色々種類があって、我々が扱う様な科学にしても一般の新聞と、それから例えばテレビと、専門誌とは言いながら例えばネイチャーとかサイエンスとかいう雑誌は、かなり一般の読者と本当の科学者をつなぐような役割を持っていますよね。それから、全くソーシャルメディアみたいに説明責任は無く、メディアと言っているのか分からないんですけど情報伝達の手段としてある。だから使い方次第のところがあると思います。ネイチャー、サイエンスが一番いいようにもし聞こえたとしたら、そこも誤解無いようにしてほしいんですけど、ネイチャー、サイエンスの類も結局部数が売れないともたないものですから、大発見とか、こんなに大変だとかいうのは載せてくれるんですけど、こんなにいいことが分かりました、というのはなかなか載せてくれないとか、そこにどうしてもスクリーニングがかかってしまいます。ですから、マスコミを全部均質なものの、一つのものとして扱って情報の出し方を考えるよりは、やはりマスコミの顔も見ながら出し方を考えるという、マスコミについても我々はもっと知らないといけないという事なんだと思います。そういう情報の出し方をするとマスコミを通じた情報提供が少なくとも改良はされるのかなと思いますね。忙しい大新聞に一生懸命論文を説明しても、例えば5行くらいの記事になっちゃったら何にも分からないんですけど、それ以上の紙面を割いてくれない。消費税が上がる方がずっと大事だから、そっちには大きな一面を割くのですが。今いろいろな例が挙がりましてけど、普通の新聞にとってはこれくらい使えば、何行か使えばそれで精一杯だったり、あるいは忙しくて大事件が起こっているとあつという間に忘れられて、記事がボツになる。それはもうリアリティなんでしょうがないですよ。そういうふうになるんだと知った上で行動するというのが大事なのかなと思いますね。

司会：

ありがとうございます。すいません、ここで国土交通省の方が遅れて来られたので少しだけご紹介していただければと思います。自己紹介をいただいてもよろしいでしょうか。

早川：

国土交通省北海道開発局の早川と言います。どうぞよろしくお願ひします。我々は北極海航路に非常に興味を持っていて、というのは北極海航路を使うと北海道が一番ヨーロッパの国々に近くなるという事です。特に、私は港の仕事をしているのですが、そういった関連で今回参加させていただきました。ただ今日すごい雪が降ってまして、乗る予定の列車がキャンセルになってしまって、北極海航路の前に雪の勉強をもっとしなきゃいけないと思っています。今日はどうぞよろしくお願ひ致します。

司会：

わざわざお越しいただいてありがとうございます。すいません。その他いかがでしょうか。もうだいたい論点がカバーできたかなとは思いますが、一つだけ、池さん、どうぞ。

池：

前の方の発言について学生、そして若い人々に北極の事を知ってもらいたいという事ですけど、でもその他のメディア、ポッドキャストも重要かと思います。例えば、私のクラスでは動画、ドキュメンタリー、YouTube など、そういったものを使っております。メディアを使うと、若者の注目を引き付けるという事ができます。北極評議会というと、学生は全然知らないんです。ですから、そういった事に興味が無いんです。そういったものは情報としてないんです。ですから、もし人々にそういったものに興味を示してもらいたいという事であれば、例えば学生とか若い人々にとっては情報を提供しておくということが必要かと思います。

Drinkwater：

今日ここですばらしい議論を行われたと皆思っていることであろうから、準備してくださった齊藤さんたちに感謝します。しかしもう一つ皆思っているだろうことは、これが初めの一步にすぎないということです。今のところこれを続けていく仕組みが無いのですが、その仕組みが見つかってほしいものです。しかし、このプロジェクトの一環として、我々はステークホルダーのサマリーを作り上げていきますが、今後の展望に書いてある疑問のいくつかにそれが合致するんでしょう。それは我々が作るものではなくて、ステークホルダーと共につくっていくものだと思います。ですから、皆さんの多く、もしくは全員がその作成に参加していただきたいと思います。それでもって、皆が理解でき、皆に重要な情報が網羅されている文書が作られるのです。それは科学者が作るのではなくて、共同作業にする必要があるのです。

司会：

このワークショップ、ミーティングも含めてですけれども、今後もずっと続けていくことを想定していますし、常にフィードバックしてどんどん良くなっていくことを期待して、この会議自体の結論を急ぐという事はしません。ということで、もうそろそろ締めたいかと思いますが、このベルモント・フォーラムワークショップの共同代表でもう一人 Franz さんからも最後一言いただけますでしょうか。

Mueter：

ありがとうございます。初めに参加者の皆様一人一人貢献していただいたことを感謝したいと思います。今回、初めて私もこのようなフォーラムに参加をして多くの事を学ぶことができました。私の方から一つだけ、産業と学問の間の溝を埋めていくという大きなテーマについてフォローアップします。一つ指摘したいのは、我々は科学者として大量のデータと情報を集めますが、水産業という狭い分野の中で生まれるそういったデータと情報について行くのは大変で、そういったものをどのようにユーザーに提供するのかということを、科学者として我々はいつも模索しております。しかし、情報とデータを共有する以上に重要な事は、知識を共有することで、ステークホルダーやエンドユーザーに知らせたり共有したりすべきなのは、恐らくそういったデータや情報に由来するものでしょう。北太平洋漁業運営

会議の経験が、それを実行する方法についてちょっとしたひな型となるかも知れません。また、何名か触れていたように、重要なのはコミュニケーションです。漁業運営会議のプロセスでは、ステークホルダー、産業界、科学者の定期的・継続的な対話が行われていて、一年に最低5回かそれ以上の頻度で皆が一同に会しています。

精力的なプロセスですが、科学者により生成される大量の情報をエンドユーザーやステークホルダーに伝える方法を考え出すには非常に有効です。また、一例として、生態系がどのように機能しているかということや、生態系について理解したことなど、研究者コミュニティから上がってくる発見について、我々は長年に渡って報告してきましたが、それは20年以上にも渡って発展してきたプロセスで、今は書面にまとめて報告しています。もとは集めた情報すべてを放り投げるやり方でしたが、現在はよりのを絞った形式に進化しています。何年にも渡る反復的なプロセスを通して、モニターすべきいくつかの重要なことや、そういったことを要約し、ステークホルダーに伝える方法を決定してきたのです。しかしそれも非常に長いプロセスだったので、繰り返しですが、今日私たちはスタート地点にいるのです。これは水産分野に限った話ですが、私たちはこういったことを実現する方法を考え出すスタート地点に今日いるのだと思いますが、確実にコミュニケーションが鍵になります。皆様からのすばらしいアイデアに繰り返し感謝します。

司会：

どうもありがとうございました。大体議論も最後の所にきたので、今後、今日のチャレンジだったんですけれども、日本でも Franz が言ったように年に5回くらいとか、そういう機会を、このベルモント・フォーラム以外の資金でも私たちは作っていきたいと思っています。また来年同じ時期にアラスカでやります。その前にステップバイステップでやっていきたいので、日本のステークホルダーの方、北極については私たち科学者と一緒にコミュニケーションをしながらやっていきたいと思っていますので、今後とも是非こういう機会に出席していただくように、またお願いしたいと思っています。



それではここでこのステークホルダーのワークショップを終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

3. 参加者名簿

■ 参画研究者

氏名	所属
齊藤 誠一	北海道大学
原田 尚美	海洋研究開発機構
菊地 隆	海洋研究開発機構
綿貫 豊	北海道大学
牧野 光琢	水産研究・教育機構
Franz Mueter	アラスカ大学フェアバンクス校
George Hunt	ワシントン大学
Henry Huntington	Huntington Consulting 社
Alan Haynie	アメリカ海洋大気庁
Ken Drinkwater	ノルウェー海洋研究所
Arne Eide	トロムソ大学
Randi Ingvaldsen	ノルウェー海洋研究所
Melissa Chierici	ノルウェー海洋研究所
Benjamin Planque	ノルウェー海洋研究所
Jan Erik Stiansen	ノルウェー海洋研究所

■ ステークホルダー

氏名	所属
藤江 稔	経済産業省
古川 容子	アメリカ海軍研究局
合田 浩之	日本郵船
Svein Grandum	駐日ノルウェー王国大使館
早川 哲也	国土交通省
石川 裕	日本水産
柏木 孝夫	商船三井
松尾 直人	株式会社ラルズ（アークスグループ）
三上 章	北海道庁
森下 丈二	水産研究・教育機構（現：東京海洋大学）
西村 雅志	大日本水産会
大森 亮	水産庁
大塚 夏彦	北日本港湾コンサルタント（現：北海道大学）
佐川 玄輝	ウェザーニューズ
島谷 奈緒美	国土交通省
豊福 峰幸	北海道漁業組合連合会
角田 智彦	笹川平和財団 海洋政策研究所

■ オブザーバー

氏名	所属
Irene Alabia	北海道大学
池 直美	北海道大学
Seth Danielson	アラスカ大学フェアバンクス校
Agneta Fransson	ノルウェー極地研究所
Jorge Garcia Molinos	北海道大学
松野 孝平	国立極地研究所
西岡 純	北海道大学
Kari Nordvik	ベルゲン大学
大西 富士夫	日本大学（現：北海道大学）
Evgeny Podolskiy	北海道大学
末富 弘	北海道大学
山口 篤	北海道大学

▼ ウェルカムパーティーの様子

