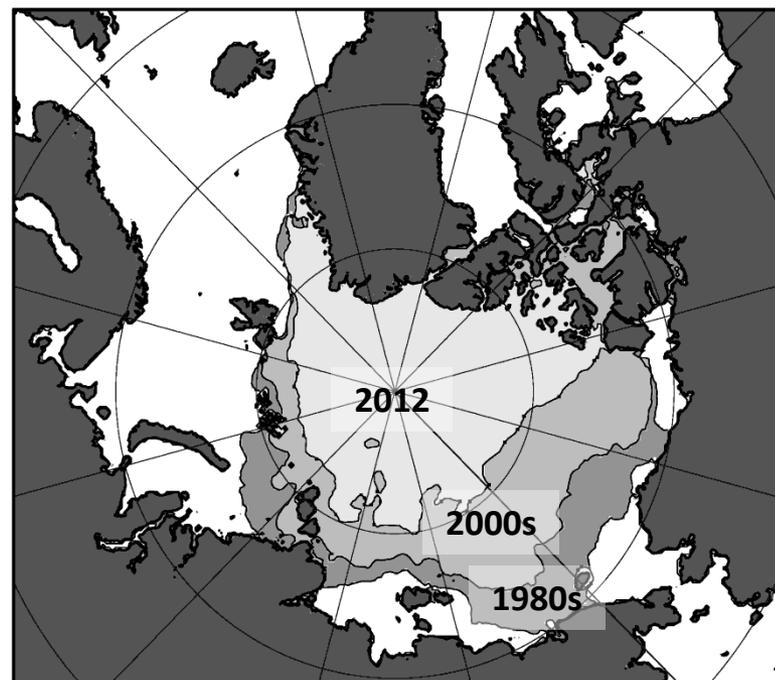
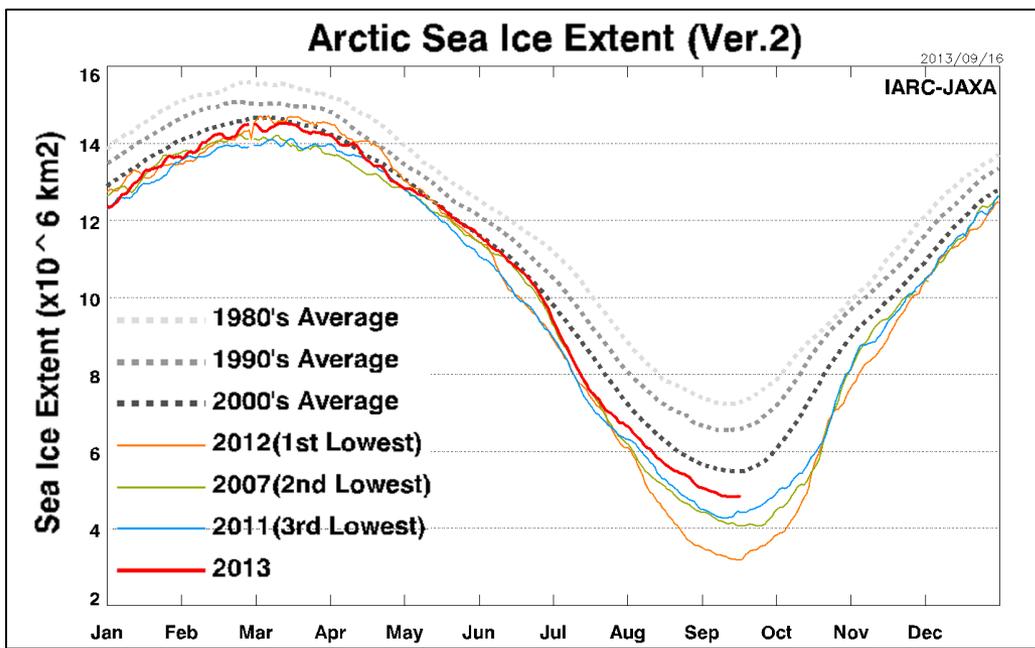


5. 海氷・海洋アルベドフィードバック:北極海氷激減のメカニズム?

気候変動に伴う北極海の海氷域の変化

- ・夏季の海氷面積が2000年代以降激減 [e.g. Comiso et al., 2008]
- ・海氷厚の減少 [e.g. Rothrock et al., 2008]
- ・多年氷の減少(季節海氷域化) [Comiso, 2012]

近年の北極海の海氷激減には、様々な要因が関係していると考えられている
(流出量の増加、融解期の長期化、熱流入の増加など)

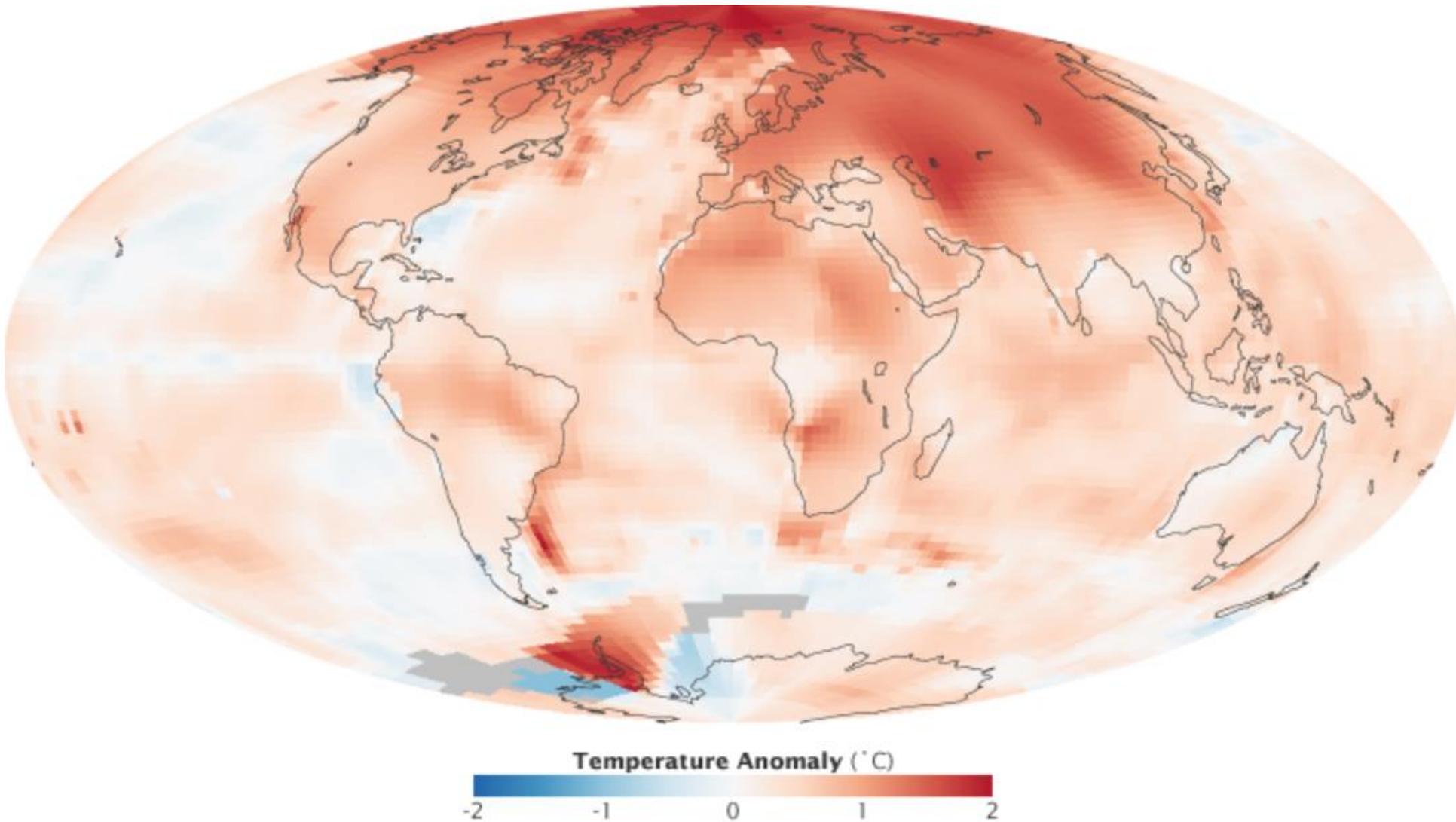


近年の季節海氷域化に関連して、
海氷－海洋アルベドフィードバックが働くようになったかも

Global warming

Polar amplification

過去10年での気温の上昇



(海氷・海洋)アルベドフィードバック効果とは

- アルベドとは、日射に対する反射率。
- 海氷は、通常白い雪が載っているため、日射の6～7割を反射する。これに対して、開水面は黒っぽいいため日射の1割しか反射しない。
- 一旦何らかで海氷面積が減少すると、開水面は日射の反射率(アルベド)が低いため多くの熱を海が吸収する。その海の熱によって海氷融解が加速され、ますます開水面、日射の吸収が増え、さらに海氷が減少する、という正のフィードバック効果。
- この効果によって北極海は温暖化の影響を最も受ける(加速する)と言われている。ただし、その定量的な理解は十分にはなされていない。

海氷面積が減少(開水面の割合が増加)

海洋表層での日射の吸収が増加

暖まった海によって海氷融解を促進

低アルベド
(~ 0.07)

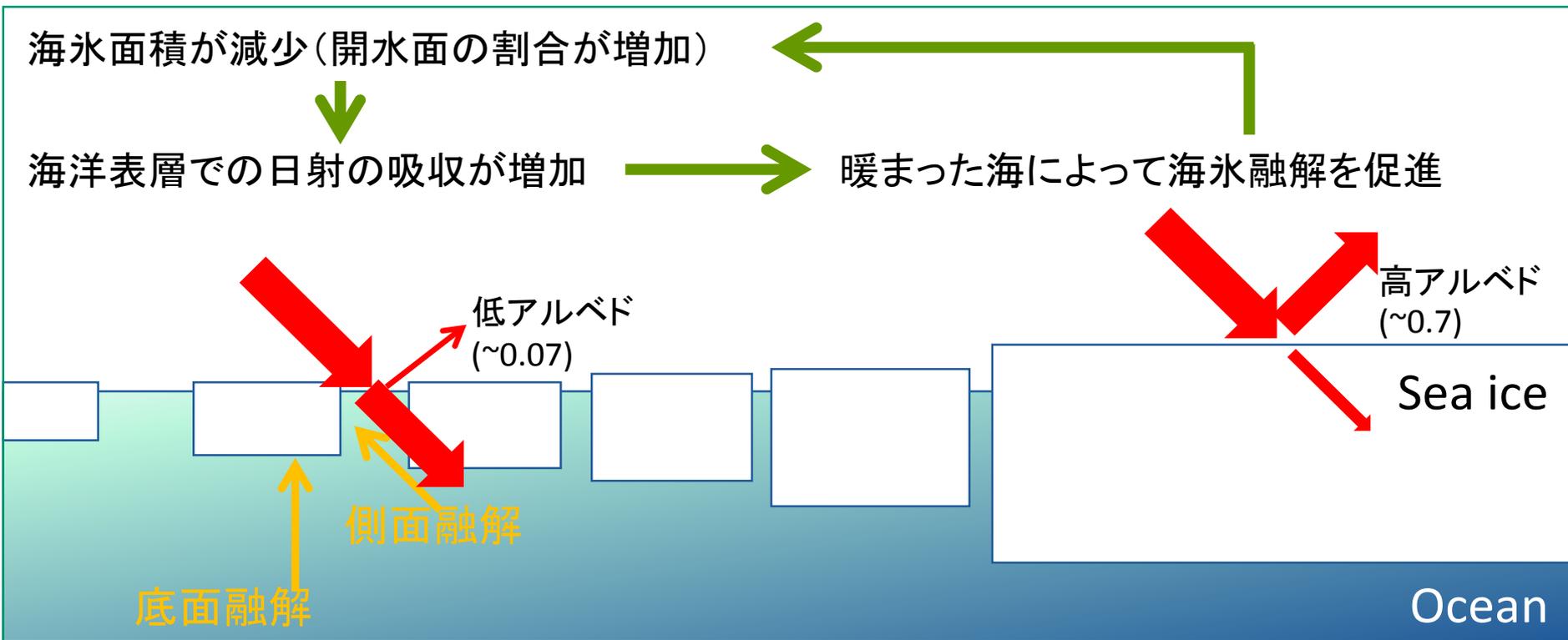
高アルベド
(~ 0.7)

Sea ice

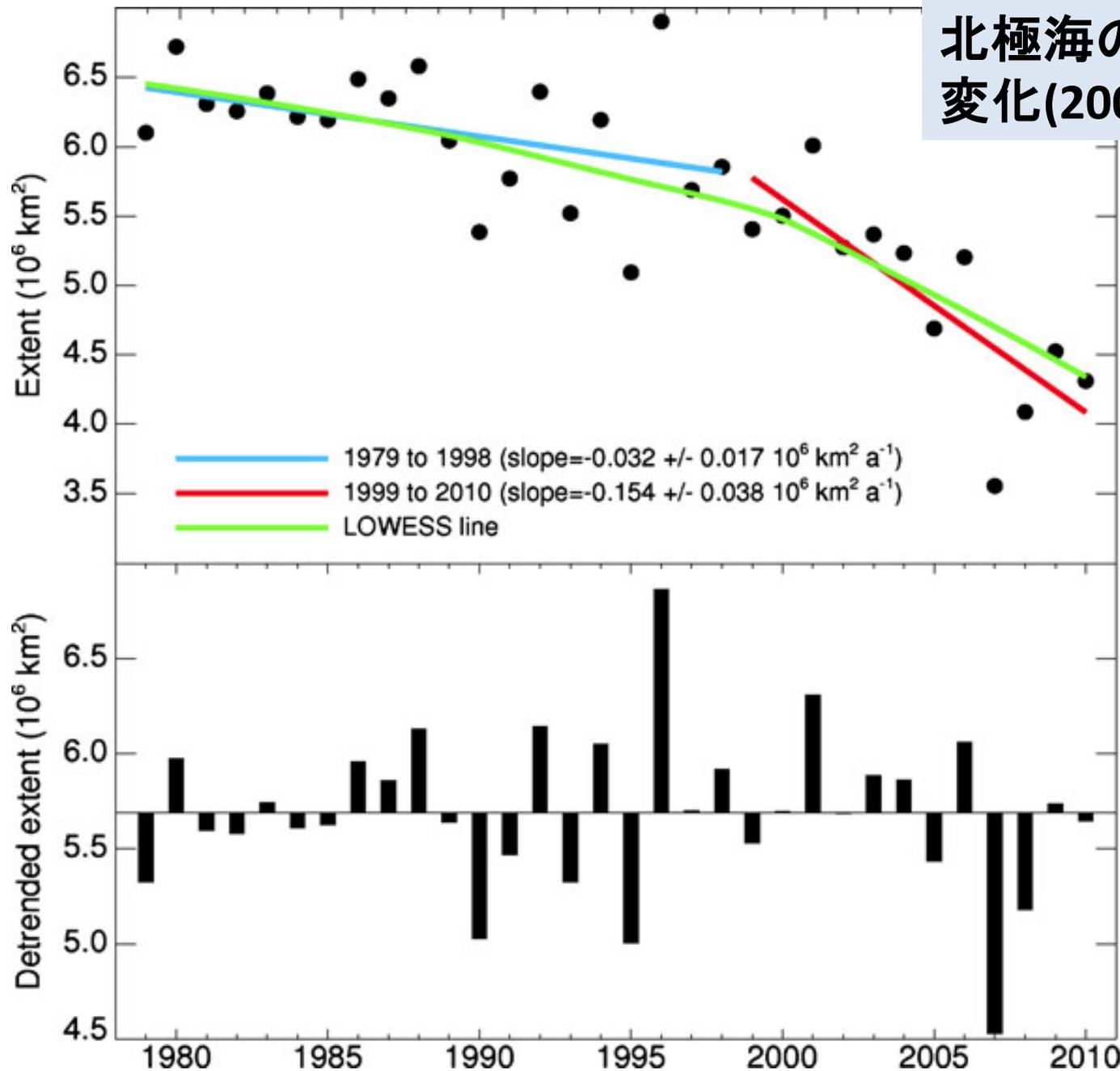
Ocean

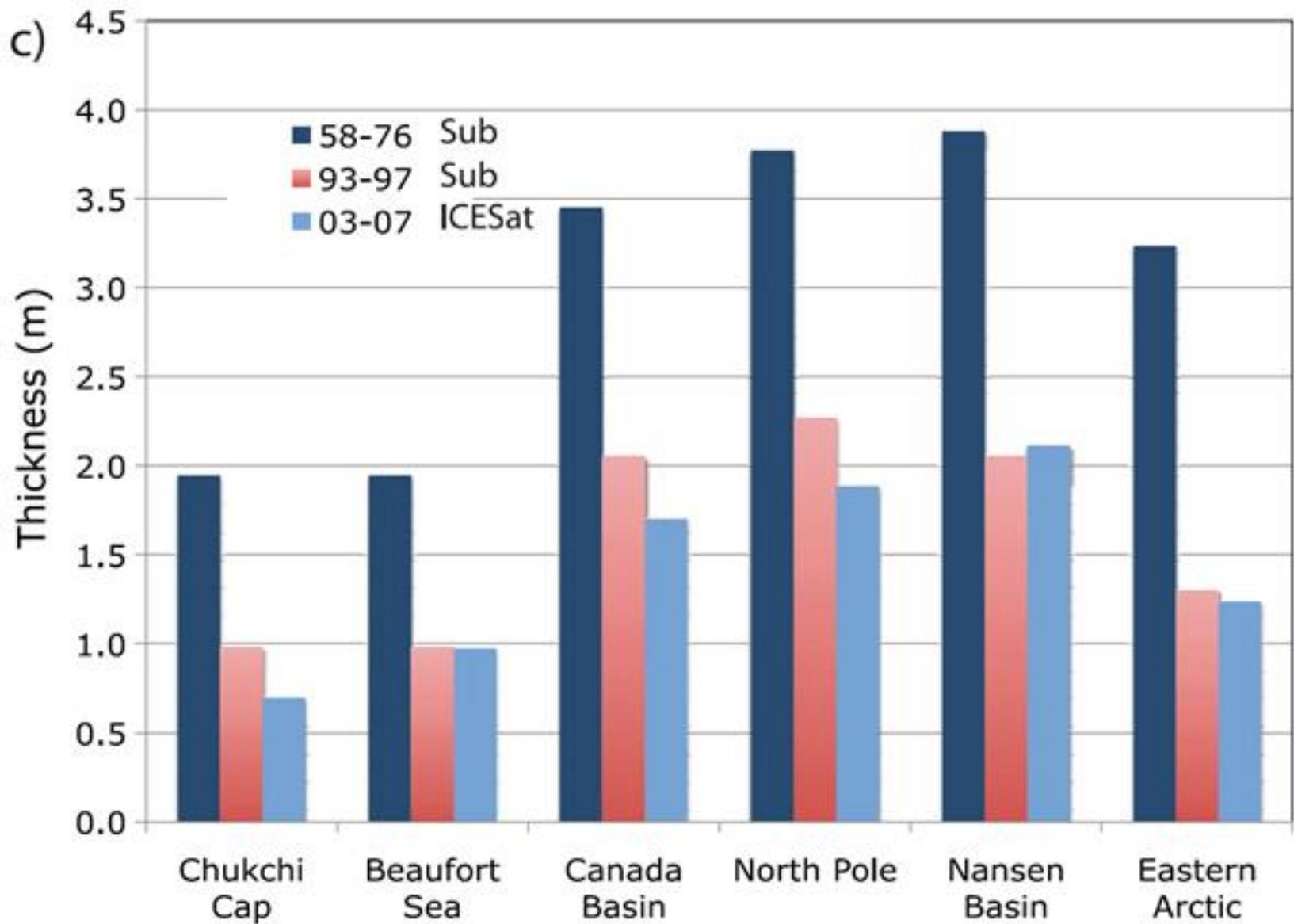
側面融解

底面融解



北極海の夏の海氷面積の変化(2000年以降加速)





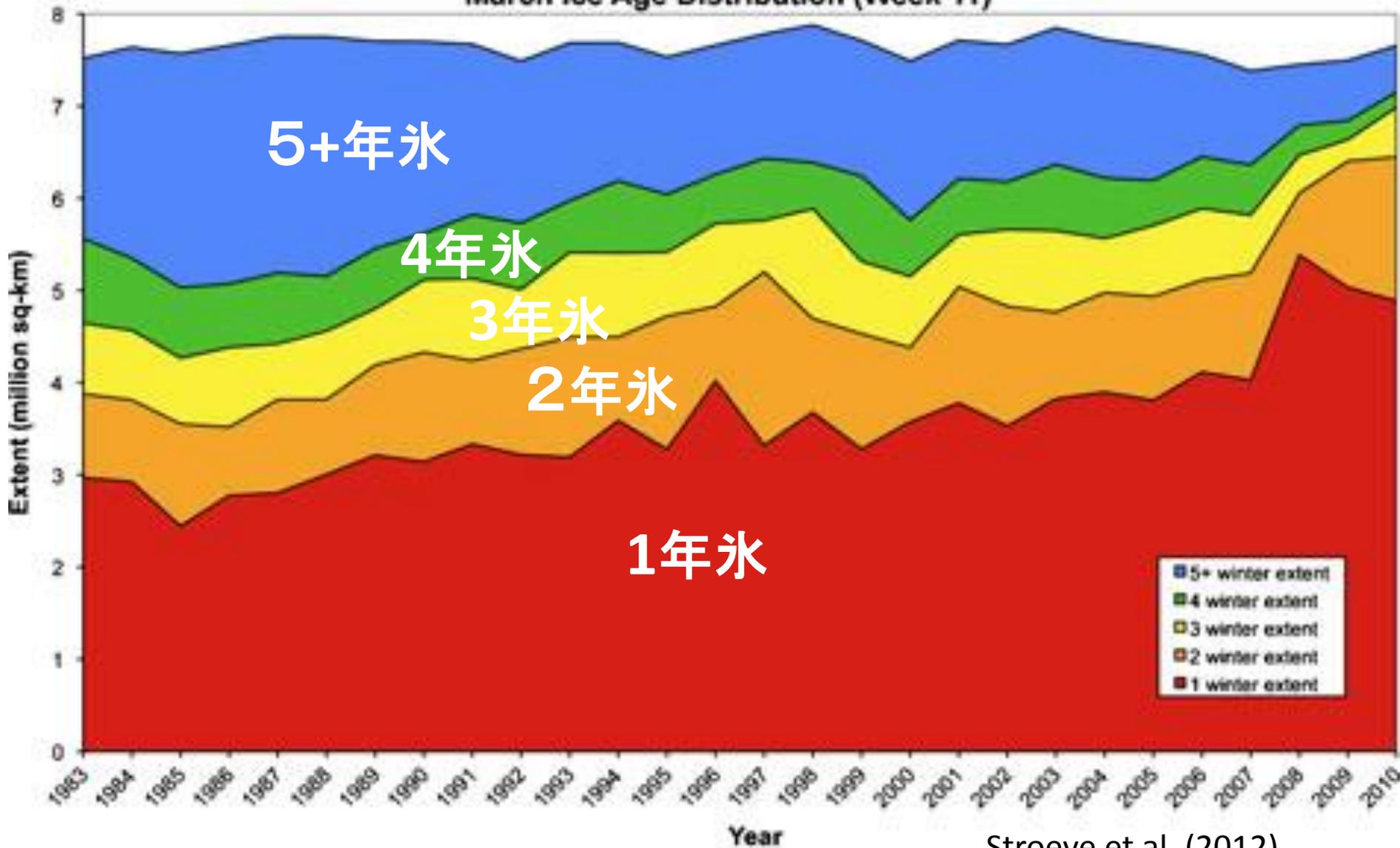
潜水艦及びICESatによる北極海の海氷厚(3期間の比較)

Kwok and Rothrock (2009)

北極海の海氷の年齢の変化（多年氷が減り一年氷が増加）

a

March Ice Age Distribution (Week 11)



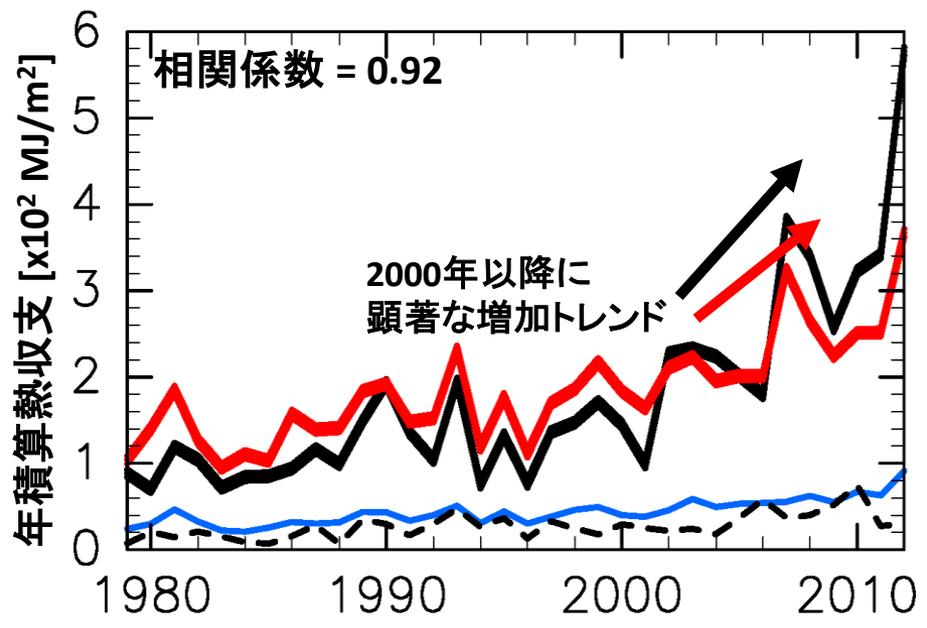
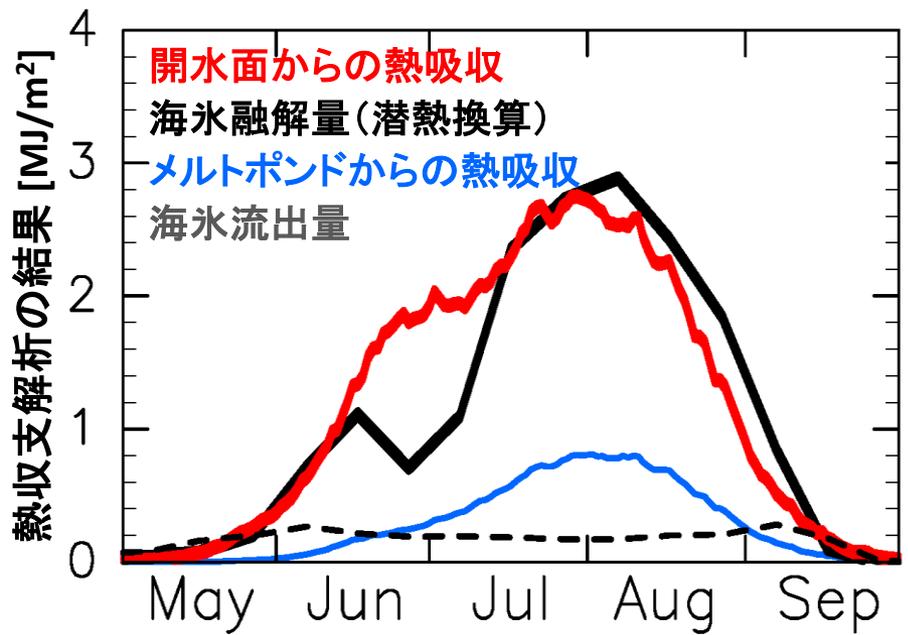
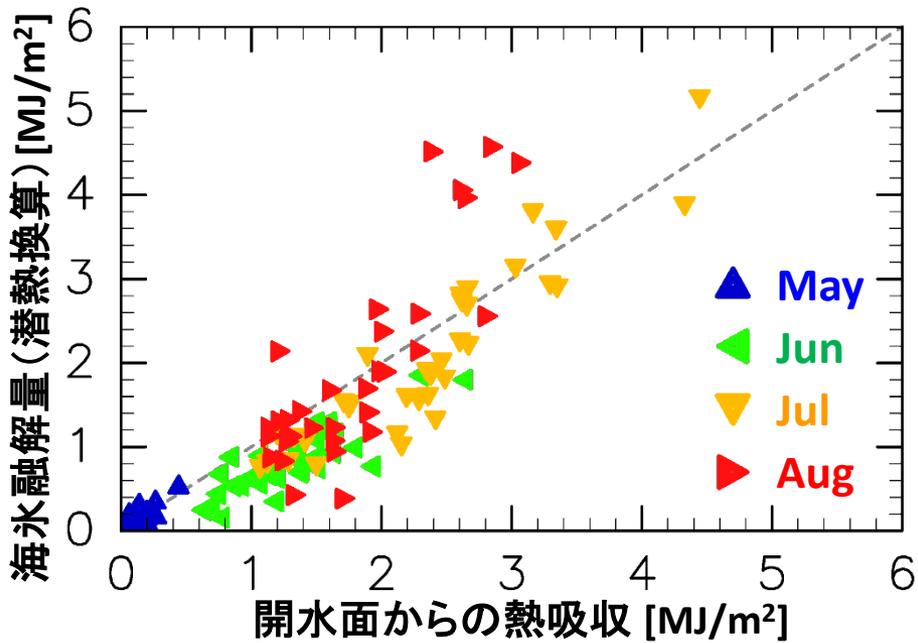
Stroeve et al. (2012)

b

☆北極海海氷域(海氷密接度 ≥ 30%)での熱収支解析

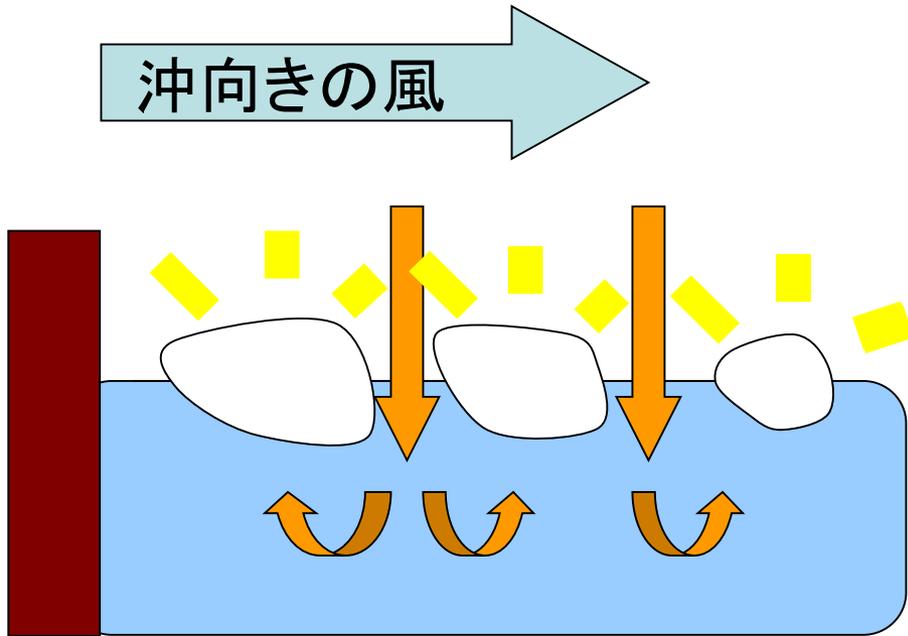
- ・海氷域では開水面から吸収される熱(主に日射)が支配的である。
- ・海氷後退は融解によるものがほとんどであり、流出の影響は小さい。
- ・開水面から吸収される熱(日射)と海氷融解の季節変動/経年変動が良い対応を示す。

海氷－海洋アルベドフィードバックが働いたための前提条件が満たされている



海氷・海洋アルベドフィードバック効果

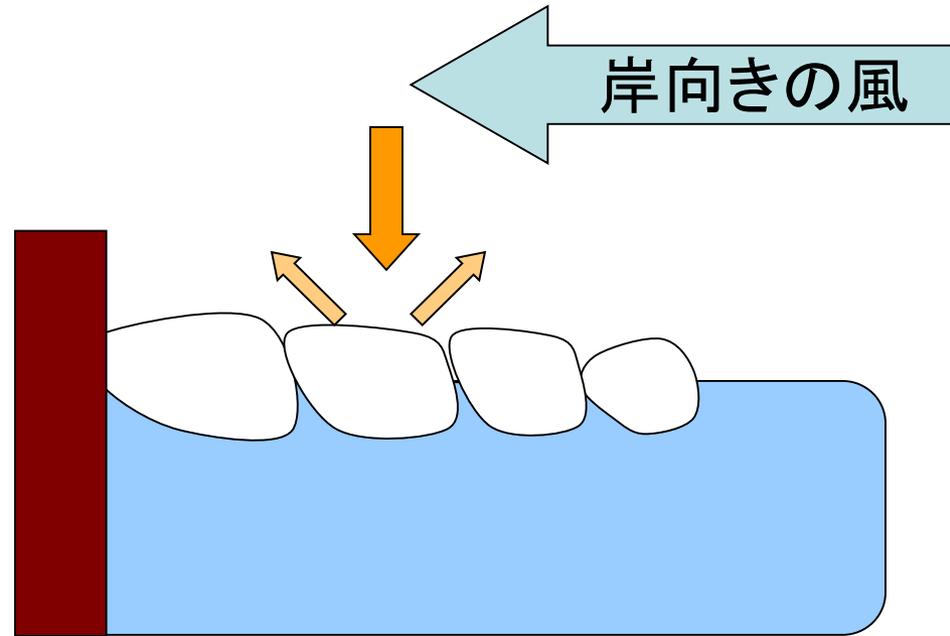
海氷を発散させる風



密接度 **低**

開水面での熱の吸収 **大**

海氷融解 **促進**



密接度 **高**

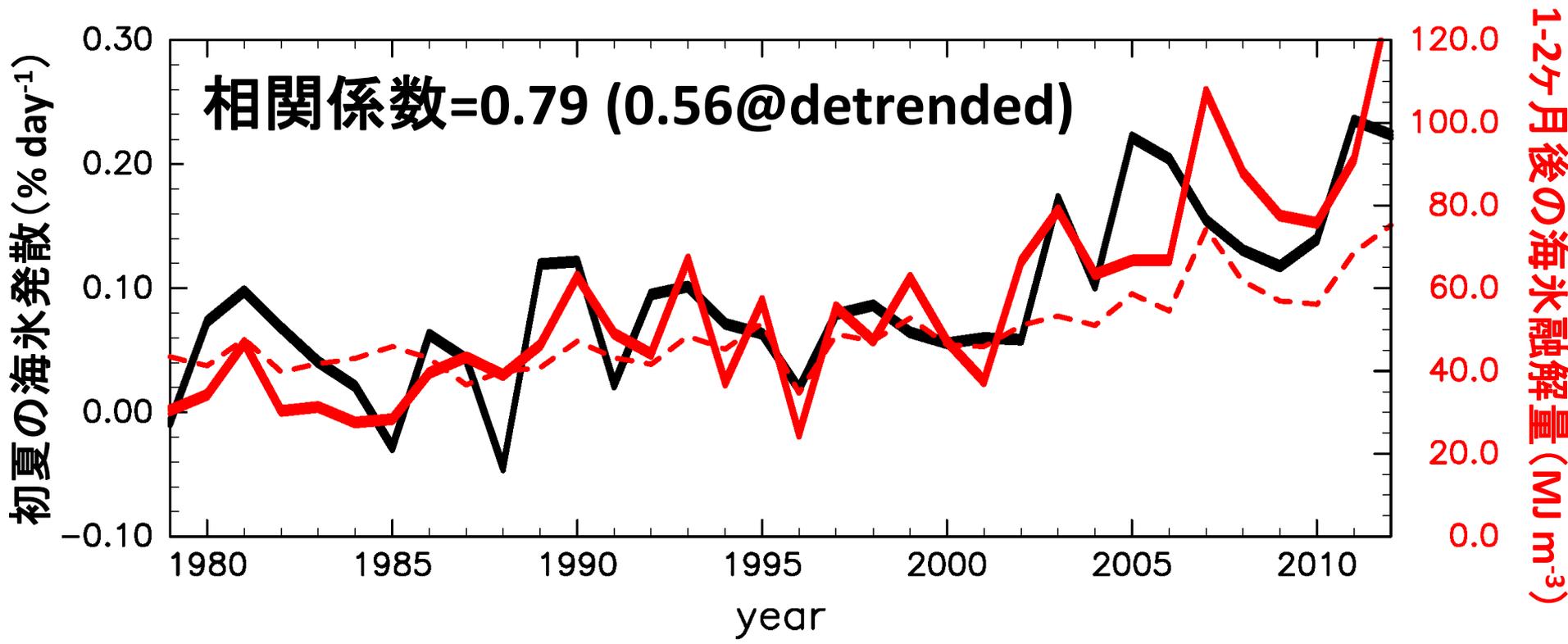
開水面での熱の吸収 **小**

海氷融解 **抑制**

☆海氷発散 (5月中旬-6月上旬) vs. 海氷融解 (6月中旬-8月上旬)

- ・融解初期の海氷発散は、1-2ヶ月後の海氷融解と(北極海全体とも)良い対応関係を示す
- ※2000年以降は海氷発散にも有意な正のトレンドが見られる

海氷-海洋アルベドフィードバックがより効きやすくなったことが近年の海氷激減にも影響していることを示唆する

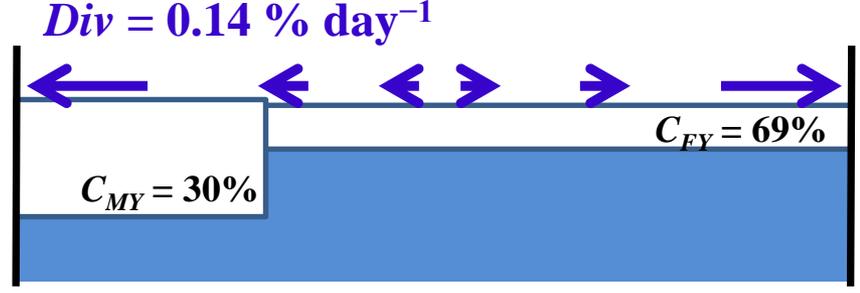
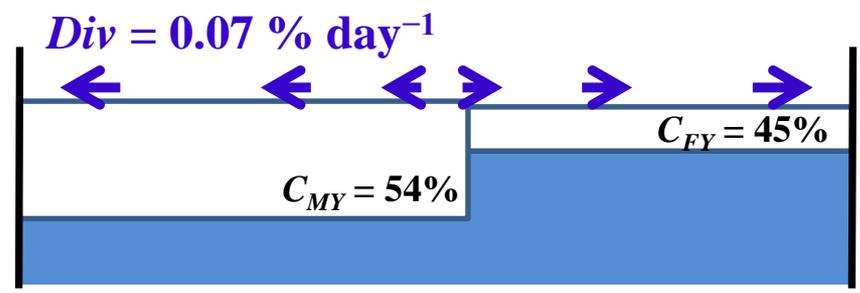
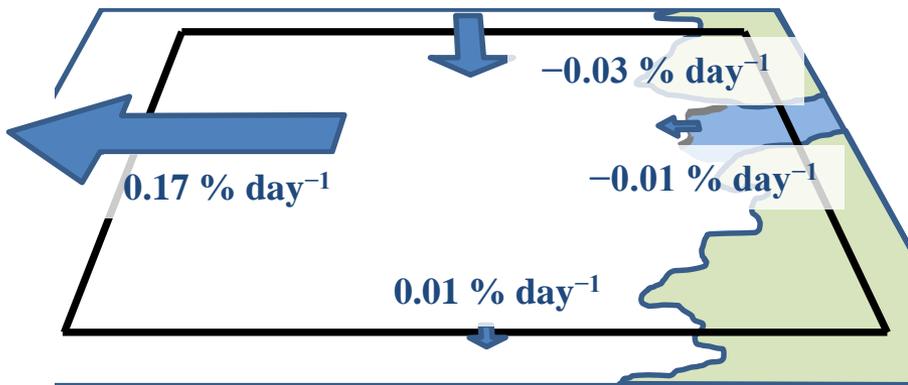
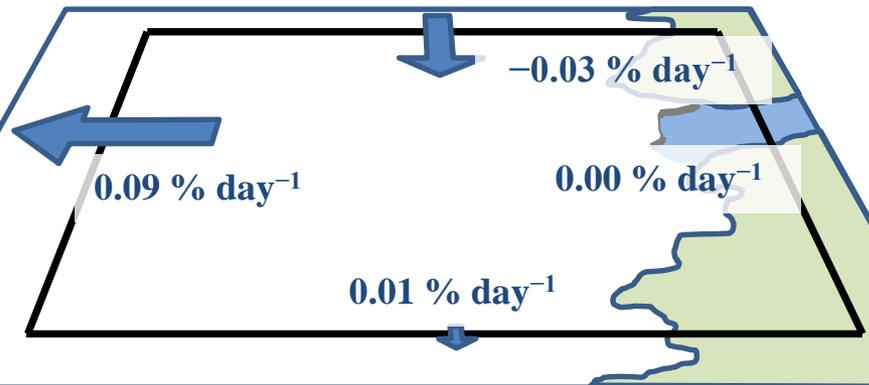


まとめ

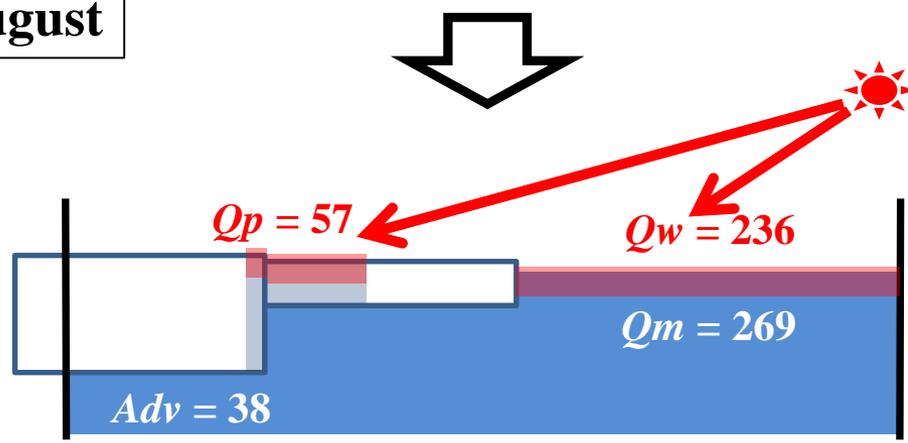
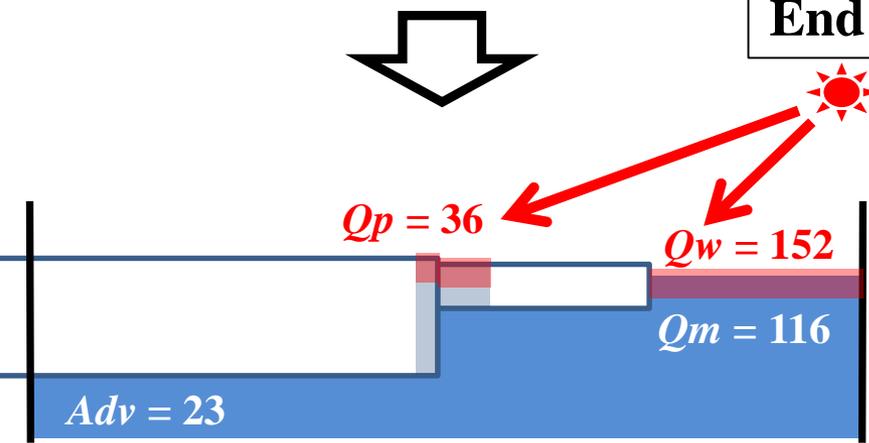
mid-May to early-June

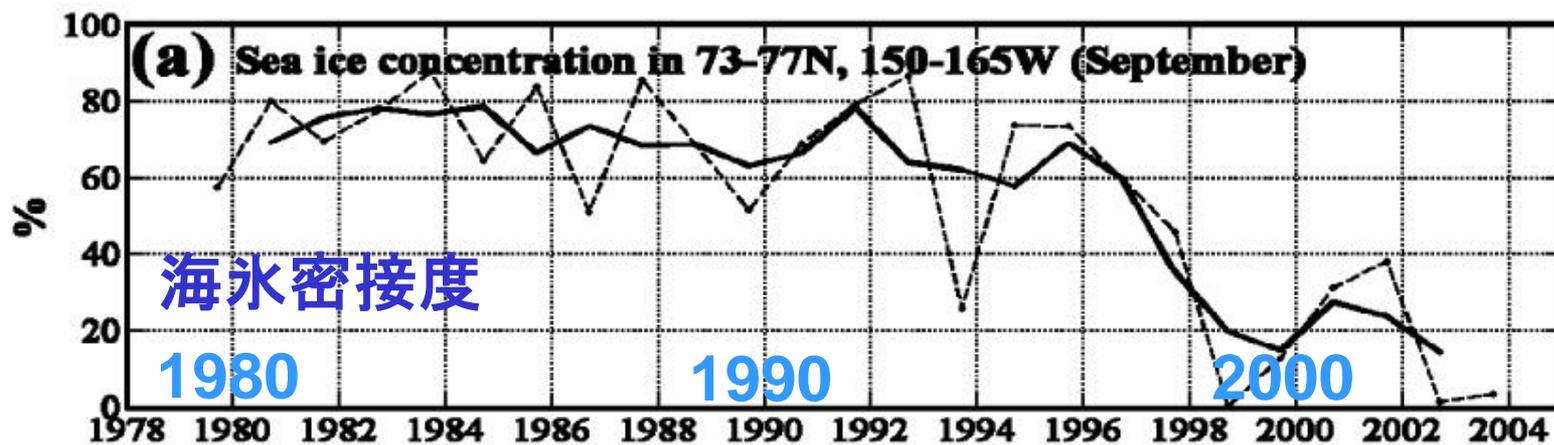
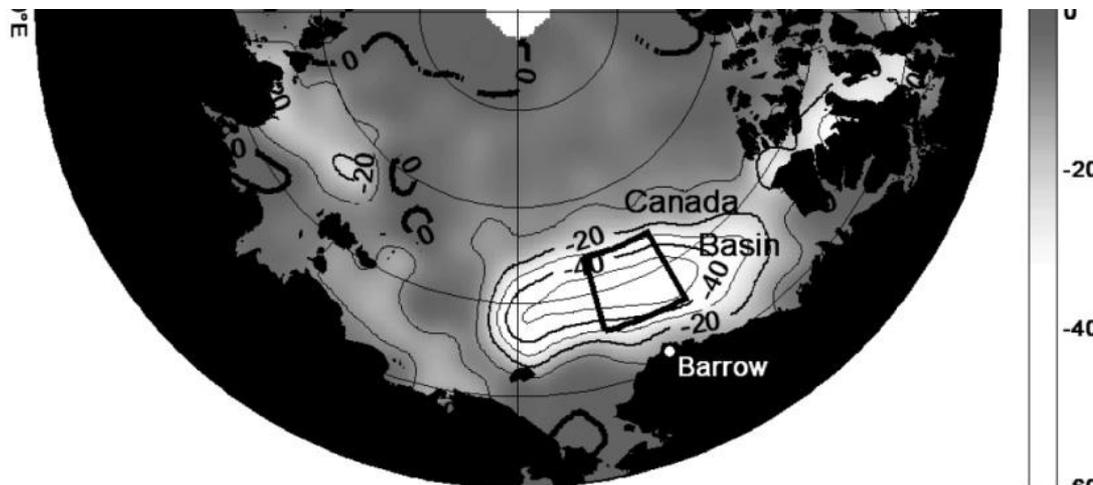
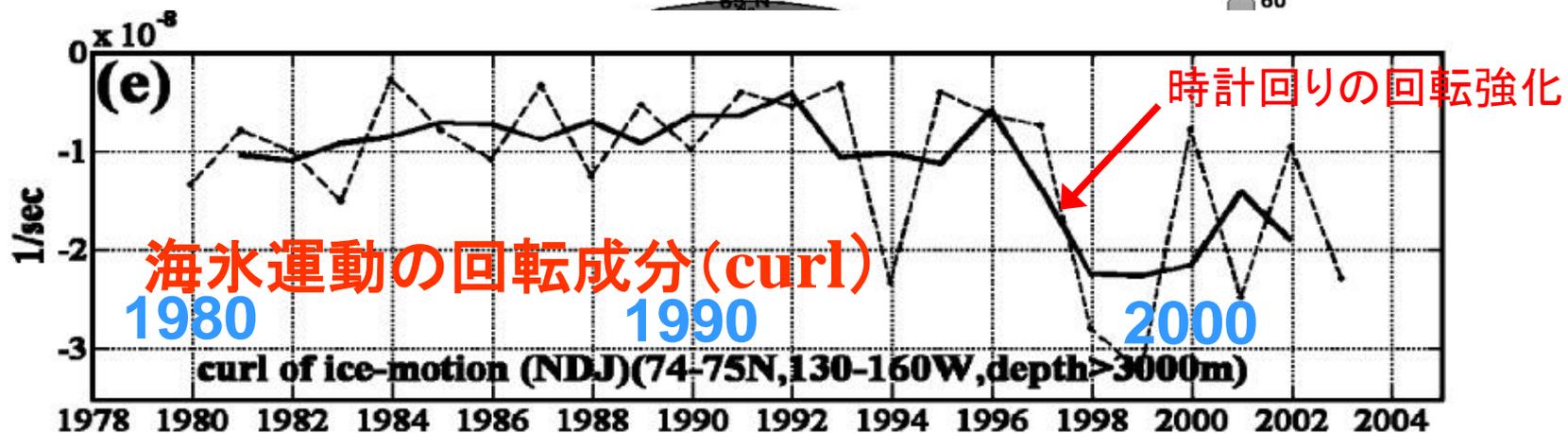
(a) 1979-1999

(b) 2000-2012



End of August





大気圏

南北循環パターンの
強化・形成

極渦の変動

半球スケールの
気候変動

(北極振動パターンの変化)

海洋・海水圏

①海水融解

海水が減少

②海水形成量の減少

③北極海からの海水放出増加

大西洋側北極海

海水が動く

太平洋側北極海

海の温暖化

海流が強くなる

冷たく固まったアイス
をスプーンでまわせない



北極海氷はシャボン玉

Arctic Ocean

少しの変化→急激で大きな変化

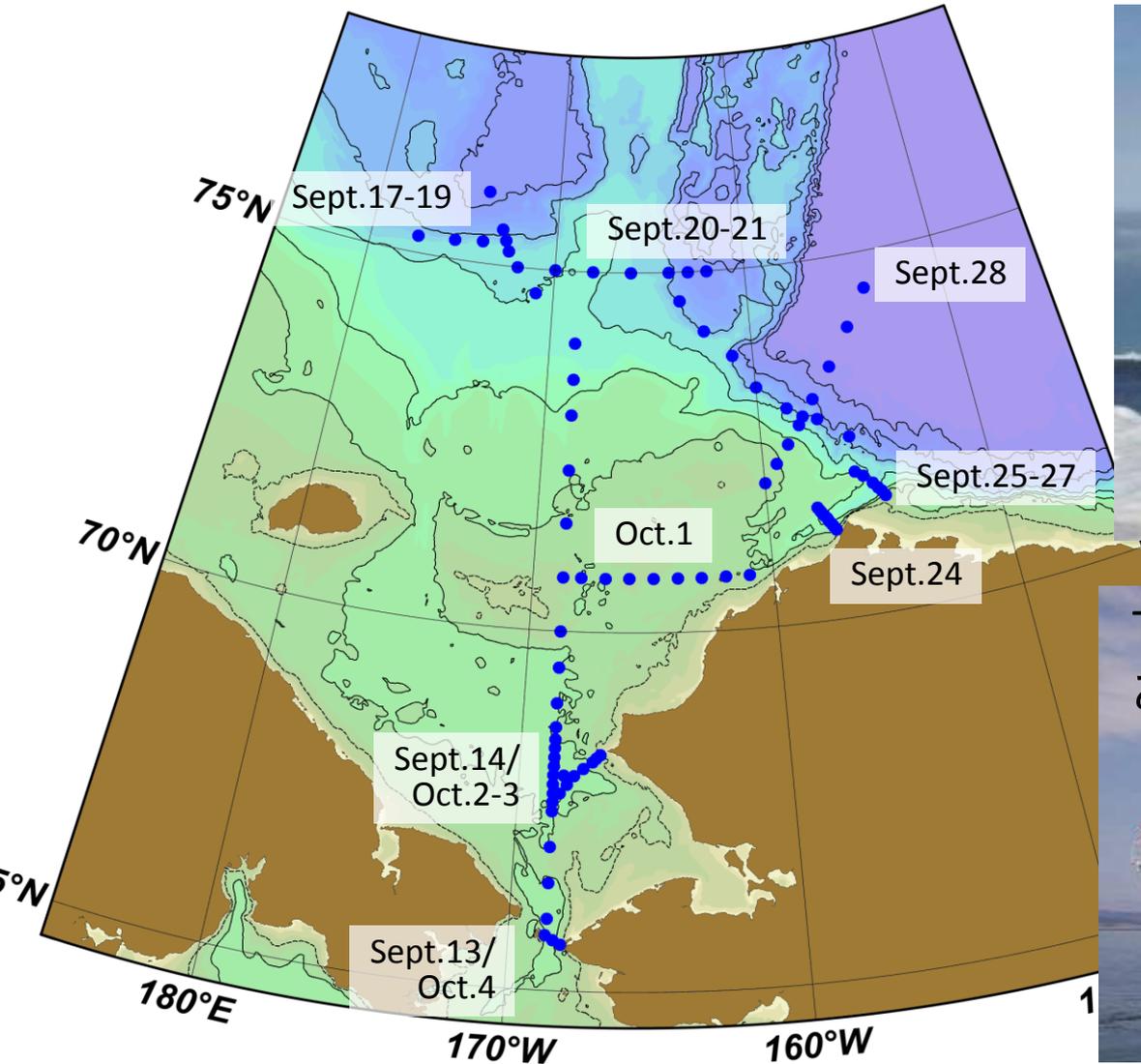
アイスクリーム理論: Shimada et al., (2006)

北極・夏の海氷の激減のメカニズム

- 熱力学的: アルベドフィードバック効果
多くが定性的な議論が→定量的な議論へ
海氷・海洋結合システムとしての理解
- 力学的: 風応力→海氷運動→海洋運動
→海氷運動

日本の船による北極海の観測

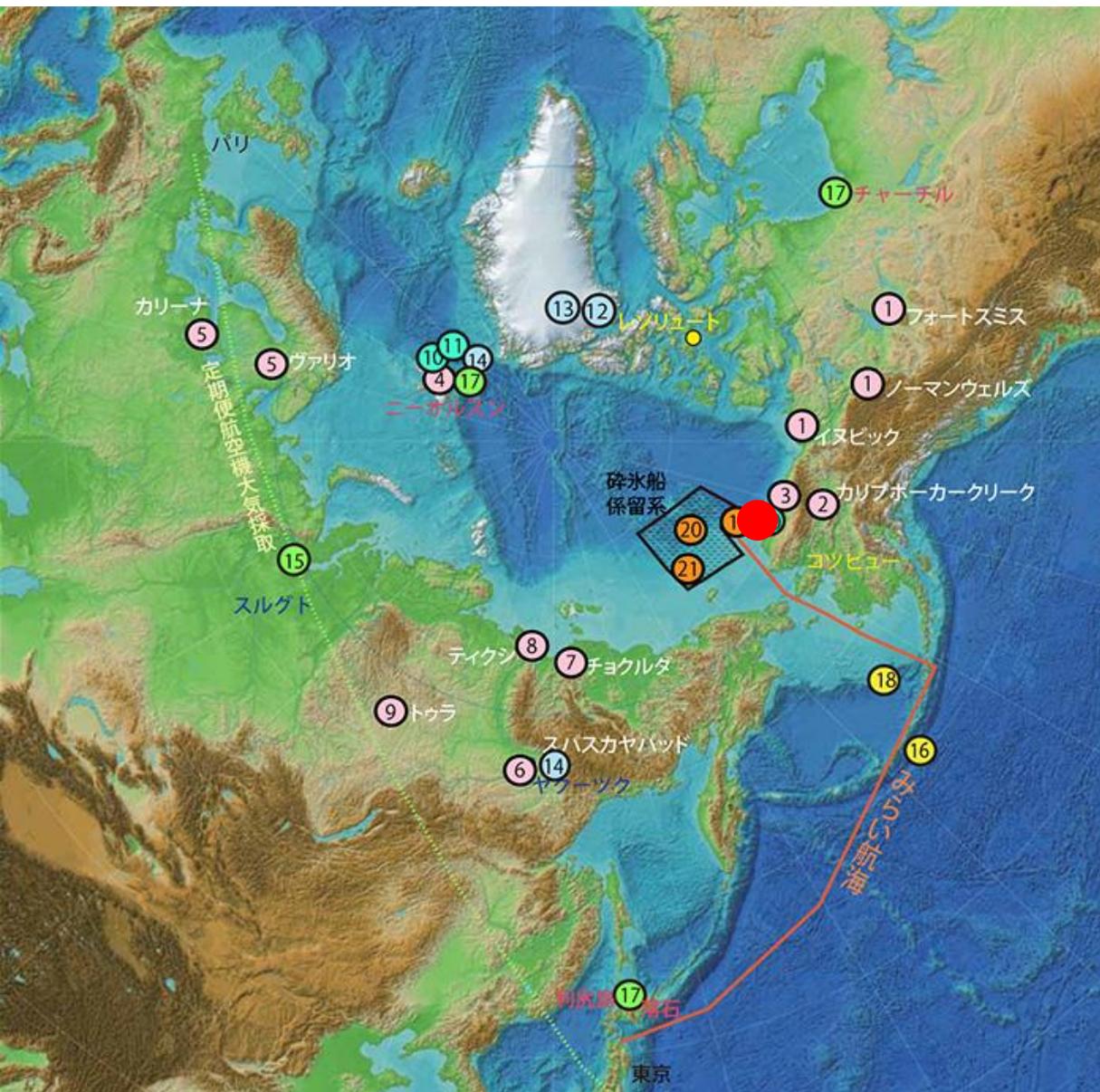
R/V Mirai Arctic cruise in September-October 2012



GRENE北極気候変動事業 (2011-2016)

2015年 観測予定地図

→ ArCS北極域研究推進プロジェクト (2015-2020)



- カナダトランセクト森林センサス
- アラスカ内陸部森林センサス
- 湖沼メタン観測
- 極砂漠生態系調査
- フェノスカンディア森林センサス
- タイガ林水熱炭素循環観測
- タイガ-ツンドラ水熱炭素循環観測
- ツンドラ水熱炭素循環観測
- 中央シベリア森林センサス
- 北極域BC観測(ニーオルスン・バロー)
- ニーオルスン雲-エアロゾル集中観測
- グリーンランドの氷床・氷河・氷帽観測
- グリーンランド内陸の質量収支観測
- 北極圏の積雪の役割解明の観測
- 航空機による温室効果気体観測
- 温室効果気体の同位体の観測
- 海洋地球研究船みらい5北極航海
- バイオリギングによる行動・生態調査
- アラスカバロー沖係留観測**
- 砕氷船ルイサンローラン号観測航海
- 砕氷船アラオン号観測航海

資源・航路に各国が熱視線

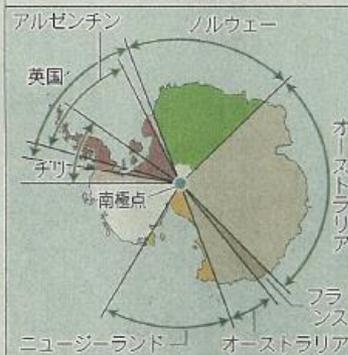
北極・南極を巡る動向

ポイント1 北極を巡る各国の動きが活発に



夏季の海水の減少で航路としての利用が増えている

ポイント2 将来は南極も資源争奪戦の舞台になる懸念も



南極大陸での各国の領土要求 (現在は南極条約で要求は凍結されている)

2010・中国が第27次観測隊を派遣。世界最高緯度の天文台の建設準備などを実施

2011・豪州が南極活動100周年行事を今年で開催
・アルゼンチンが「南極科学戦略」公表

- 2009・独商船、韓国から北極航路でロシア港へ
- 2010・米沿岸警備隊、砕氷艦の再就役方針表明
・韓国が初めて砕氷艦による北極海調査
・ロシアとノルウェーが境界線画定で合意
- 2011・ロシア空軍爆撃機が北極上空を偵察飛行
・ロシア、北極方面に2個旅団創設表明
・北極圏8カ国、捜索救難協力協定で合意



◀北極海での権益を重視するロシアのプーチン首相(8月)とロイター



氷山の上で軍高官と話すカナダのハーバー首相 (右から2人目、2010年8月) =ロイター



◀米国は空軍輸送機C17で南極観測基地への物資補給も=AP



中国が保有する世界最大の砕氷艦「雪龍」=ロイター

北極・南極でせめぎ合い

北極・南極の2つの極地をめぐる関係国のせめぎ合いが顕著になってきた。ここ数年夏季の海水の縮小が目立つ北極海では、商業航路としての利用や海底資源開発の動きが本格化し、権益防衛へ軍事面でのさや当ても始まった。南極大陸でも、現在は凍結されている資源開発が将来解禁される展開をにらむ各国の動きが相次いでいる。

世界を読む

日本の商船会社、三光汽船の貨物船サンコーオデッセイがこのほど定期的な航海に成功した。約6万6000トンの鉄鉱石を積んだ同船は8月末にロシアのムルマンスクを出港。同国の原子力砕氷船の先

導で約1週間かけ北極海「北東航路」を通過、太平洋に出た。「画期的」なのは、日本商船による初の北極航路利用であるのに加え、ここ数年、同航路を試行的に航行した各国はら積み船の大きさの点でも過去最大だからだ。北極海では近年、8月から9月にかけてロシアやカナダの沿岸に氷で覆われない海域ができ、商船が航行できるようになってきた。欧州と日本を結ぶ場合、スエズ運河経由の南回り航路(約2万キロ)よりも、北極海航路(約1万3000キロ)の方が距離にして約4割も短くなる。ソマリヤ沖域や南シナ海で増加傾向にある海賊の脅威を避けられるのも商船会社には魅力だ。自国の商船がソマリヤ沖海域で海賊被害に遭った

韓国は、主に北極海で運用する砕氷艦を就航させた。夏場の海水が減れば、海底資源の探査も容易になる。米地質調査所の推定によると、地球上の未発見の原油の13%、天然ガスの30%が北極海に分布。2010年9月、ロシアとノルウェーが約40年続いた北極海での境界争いで歩み寄り海底資源の共同開発に乗り出すなどの動きもある。「ロシアは北極圏での存在感を高め、権益を断固として防衛する」。ロシアのプーチン首相が6月「こう発言すると、7月にはセルジウコフ国防相も「北極圏に2個旅団を創設する計画を策定中だ」と表明。ロシアに対抗するように、デンマーク軍もグリーンランドなどを管轄する「北極軍司令部」を設立。米軍はこ

れまで不明瞭だった北極圏での軍事作戦の主担当を北米大陸担当の北方軍に指定した。そんな北極圏で徐々に存在感を示し始めている「新規参入者」がいる。中国だ。「中国はアイスランドを北極圏や北大西洋における自国の拠点にするつもりなのではないか」。9月、世界の安全



日本の商船としては初めて北極海を航行したサンコーオデッセイ。海面を漂うのは流水

軍事面でさや当ても ■ 紛争防止策必要

報道発表

我が国の北極評議会オブザーバー資格承認

平成25年5月15日

 ツイート < 3 いいね! < 60 メール

1. 本15日(現地時間同日)、スウェーデンのキルナにて開催された北極評議会(AC)閣僚会合において、我が国のオブザーバー資格が承認されました。我が国は、2009年7月にACのオブザーバー資格を申請していましたが、今回これが承認されたことを歓迎します。
2. 今後、我が国は、ACのオブザーバーとして、これまでよりも安定した地位から、ACにおける諸会合に参加するとともに、ACメンバー国や北極圏に居住する先住民の方々と協力し、ACの作業部会の活動への参加等を通じて、ACの活動により本格的な形で協力していく考えです。

(参考1)北極評議会(Arctic Council:AC)

北極圏に係る共通の課題(特に持続可能な開発、環境保護等)に関し、先住民社会等の関与を得つつ、北極圏8か国(カナダ、デンマーク、フィンランド、アイスランド、ノルウェー、ロシア、スウェーデン及び米国)間の協力・調和・交流を促進することを目的として、1996年に設立されたハイレベルの政府間協議体(なお、軍事・安全保障事項を扱わないことが明確に確認されている。)

(参考2)ACオブザーバー資格の承認

我が国は、2009年にオブザーバー資格を申請。今回の第8回AC閣僚会合において、我が国のほか、中国、インド、イタリア、韓国、シンガポールのオブザーバー資格も承認された。

(参考3)ACの各種会合(含:作業部会)

- 1 閣僚会合
隔年開催。次回(第9回)会合は2015年にカナダで開催予定。
- 2 副大臣会合
2010年5月に初会合開催、閣僚会合が行われない年に隔年開催。
- 3 高級北極実務者(SAO:Senior Arctic Officials)会合
最低年2回、議長国の呼びかけにより開催。
- 4 分野別作業部会
現在、6部会が活動中(汚染対策、監視・評価、動植物保護、緊急対応、海洋環境保護、持続可能な開発)。