

地球シミュレータ利用報告会@コクヨホール品川

Mar. 11, 2016



北極域環境変動メカニズムの解明に向けた 高解像度海水海洋結合モデリング

課題責任者：渡邊 英嗣

国立研究開発法人 海洋研究開発機構
北極環境変動総合研究センター 北極環境・気候研究ユニット

Sea Ice Reduction Mechanism

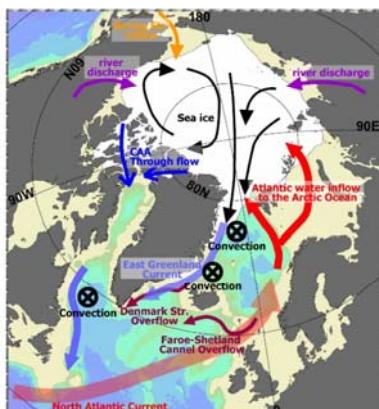
北極海の海氷が減少する要因

- 風向きの変化
北極海から北大西洋に流出してそこで融ける
- 海上気温や放射フラックスの変化
夏に融ける量が増える／冬に凍る量が減る
- 海水中からの加熱
亜寒帯から流入する暖水で融ける (or 凍らない)



太平洋起源水

北太平洋の熱を運びながら
カナダ海盆域の亞表層で
時計回りに流れる



河川水

シベリアや北米大陸から流入し
海面付近を広範囲に拡がる

大西洋起源水

北大西洋の熱を運びながら
各海盆域の中層で
反時計回りに流れる

ArCS Modeling Strategy

~ Arctic Challenge for Sustainability Project ~

北極環境気候 課題

【北極域環境変動メカニズムの解明に向けた高解像度海水海洋結合モデリング】

亜表層水温極大

(将来予測／遠隔影響)

海洋生態系 課題

生物由来粒子

陸棚海盆間輸送

海洋酸性化

海水海洋物理モデル: COCO 4.9 (MIROCと共に)

海水海洋生態系モデル: Arctic NEMURO

炭酸系: OCMIPプロトコル (MIROC-ESMと共に)

<積分期間>

- 中解像度版(25 km 格子): 1979~2010年(初期条件作成のため)
- 高解像度版(5 km 格子): 2001~2015年(物理)／2010~2015年(生態系)

Method

Pan-Arctic Ice-Ocean Model COCO



Center for Climate System Research Ocean Component Model version 4.9



海水モデル

- 1層熱力学 [Lipscomb et al., 2001]
- EVPレオロジー [Hunke and Duckwicz, 1997]
- 7氷厚カテゴリー [Bitz et al., 2001]

海洋モデル

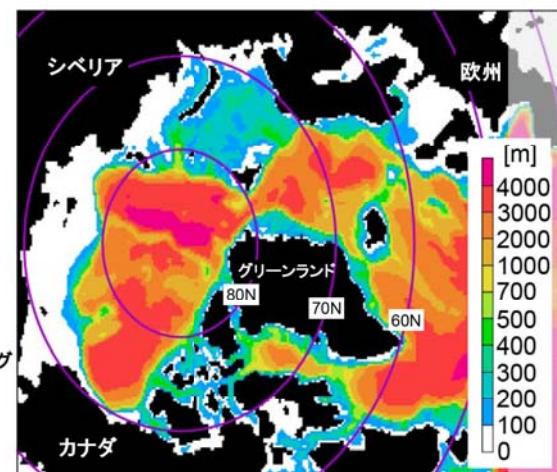
- 自由表面大循環モデル
- 海面混合層スキーム [Noh and Kim, 1999]

(渦解像5-km格子版only)

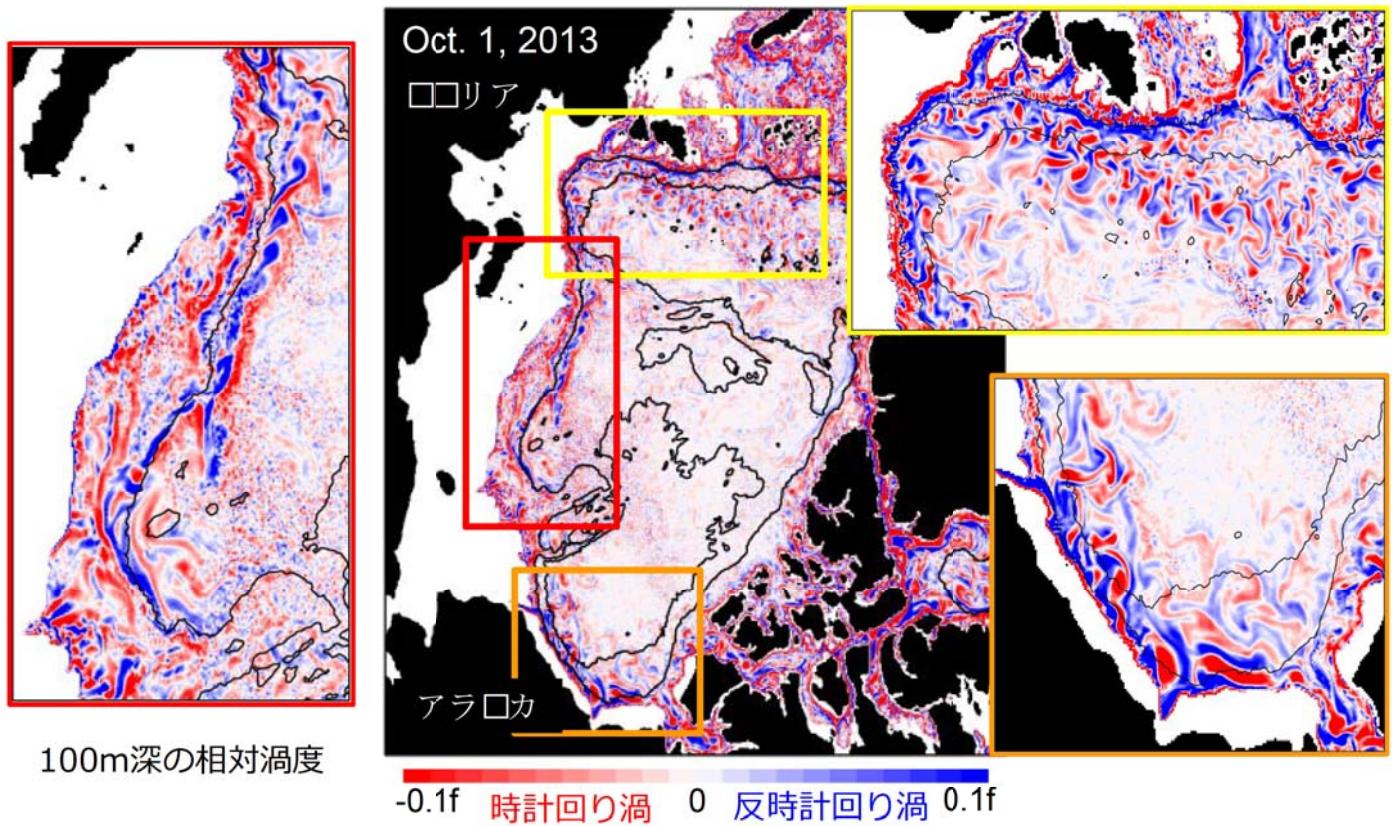
- Smagorinsky 調和型粘性 [Griffies, 2000]
- エンストロフィー保存スキーム [Ishizaki and Motoi, 2001]

実験設定(境界条件／初期条件)

- NCEP/CFSR大気フォーシング(日平均)
- AOMIP河川流出量データ(北極海13河川)
- 太平洋起源水流入(ベーリング海峡)
- スポンジ側面境界(北大西洋)
- PHC水温・塩分／海氷なしからスピンドアップ

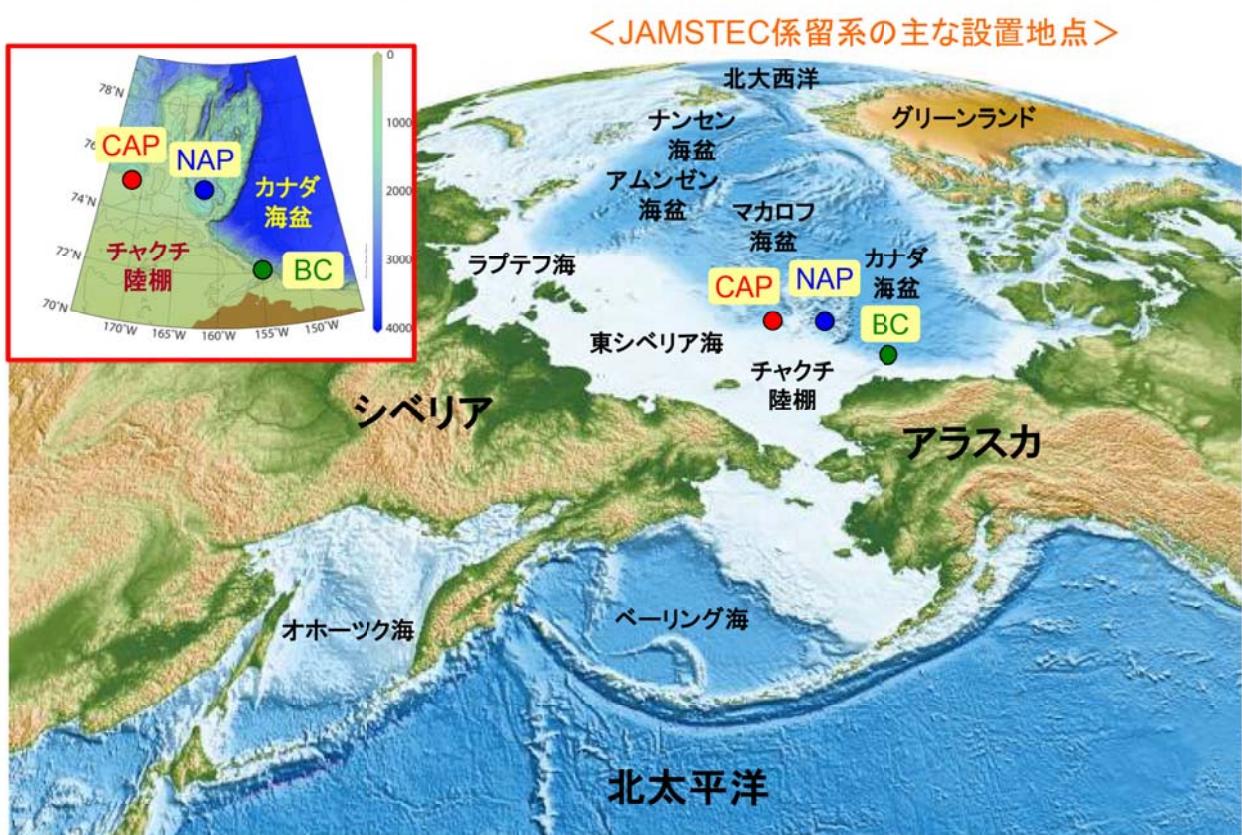


Shelf-break Eddy Activity



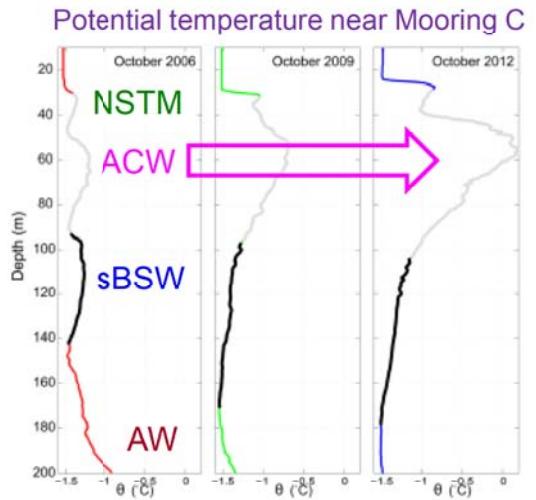
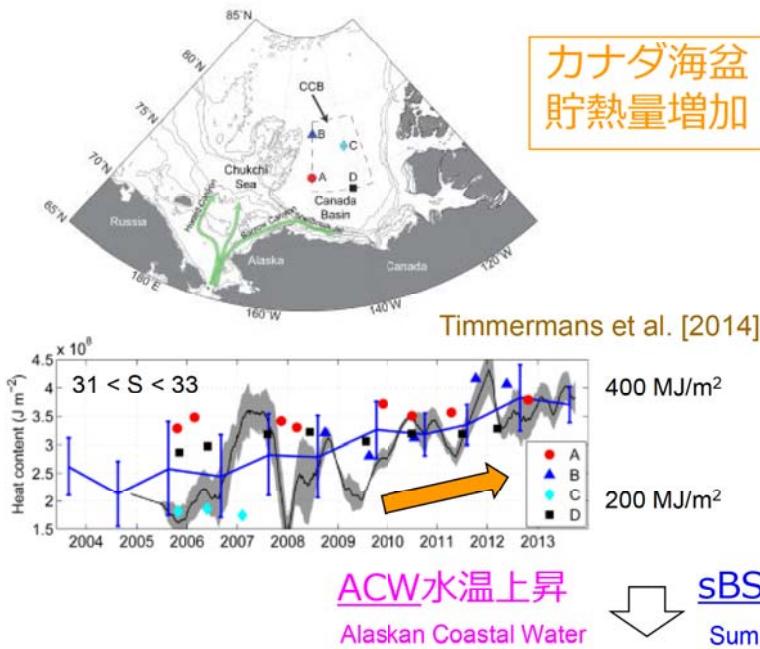
Introduction

Research Target Region



Warm Water Pathway Change?

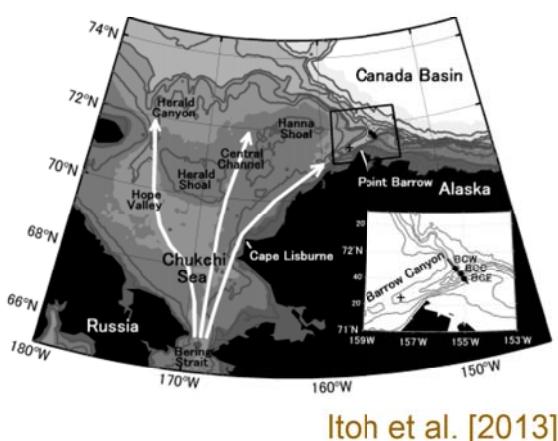
北極海盆域における



太平洋側北極海において亜表層の熱輸送量 & 経路が変化？

Result

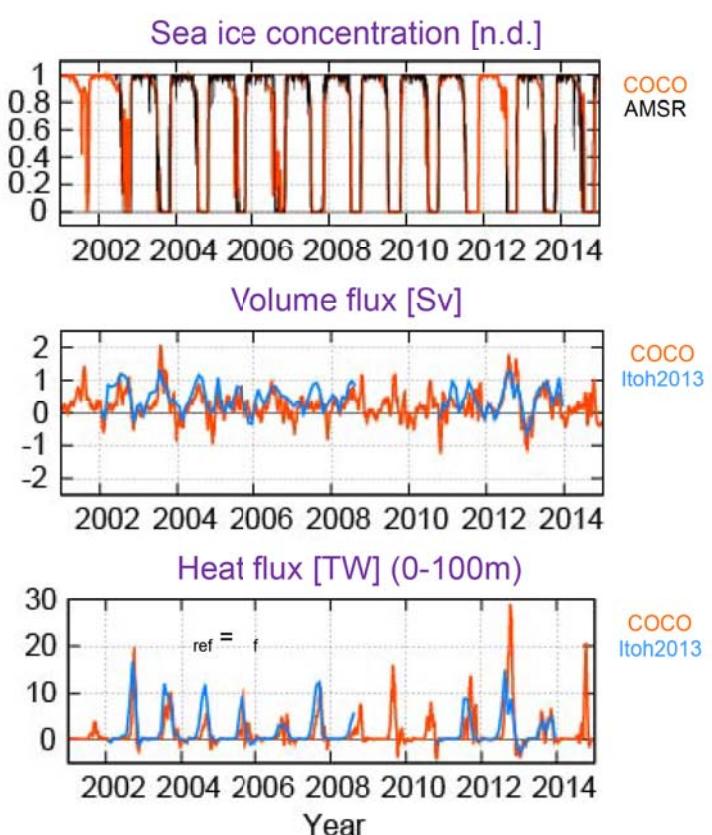
Barrow Canyon Throughflow



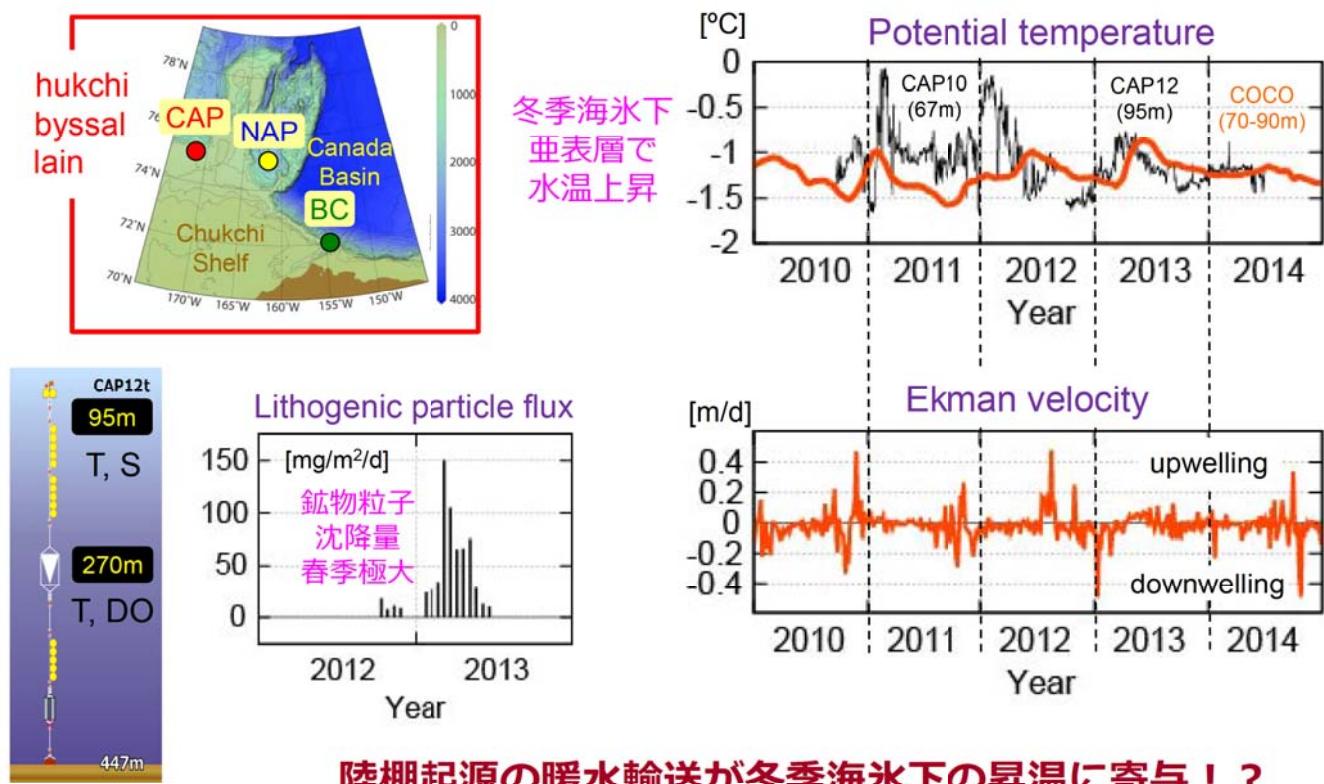
年々変動実験の結果はバロー峡谷における海水密接度 & 通過流を良く再現

流量, 热輸送量ともに2012年夏季に多い
(热輸送量は過大評価 & 極大時期遅い)

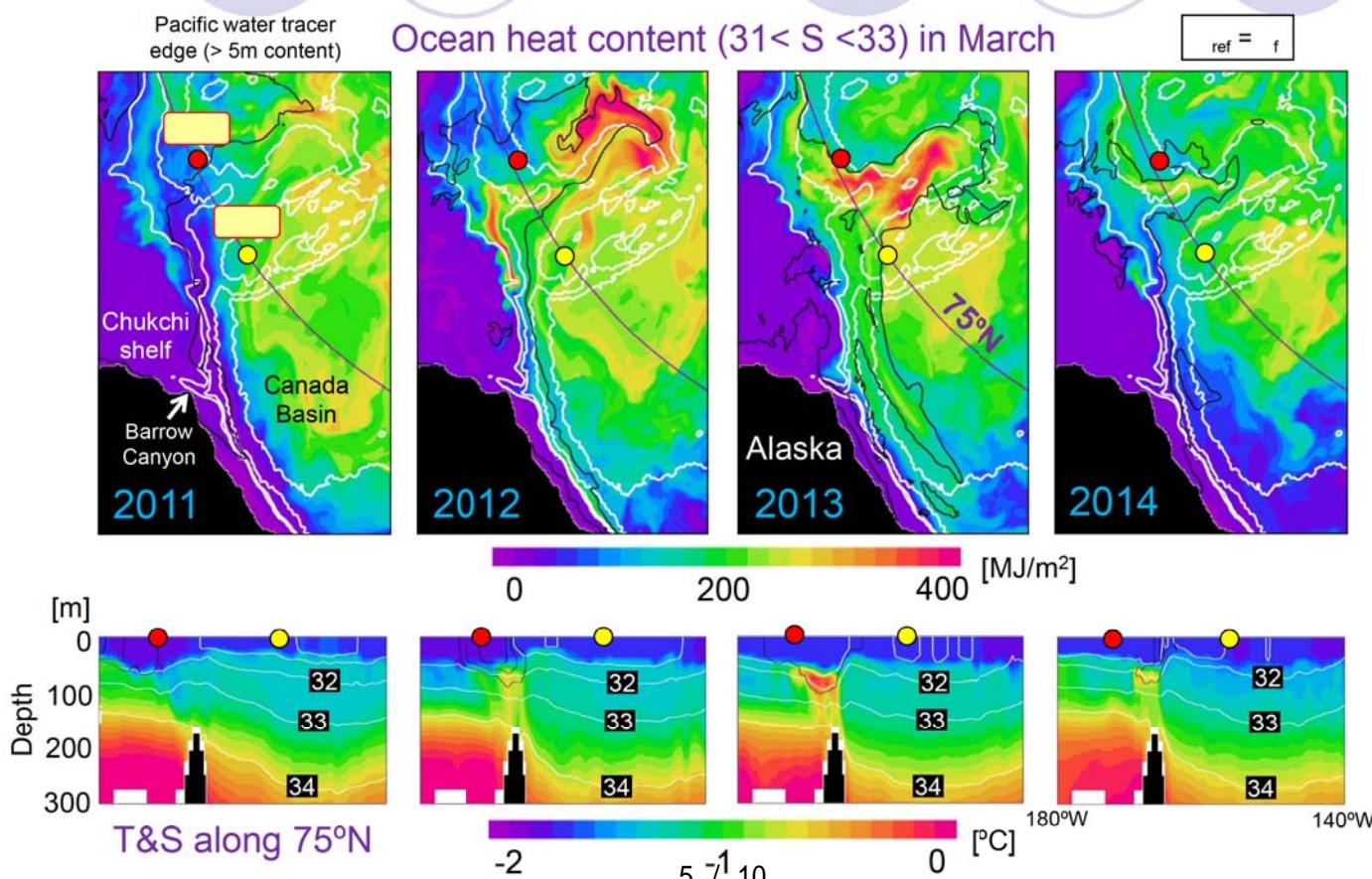
2012/13年冬季はup-canyon flow



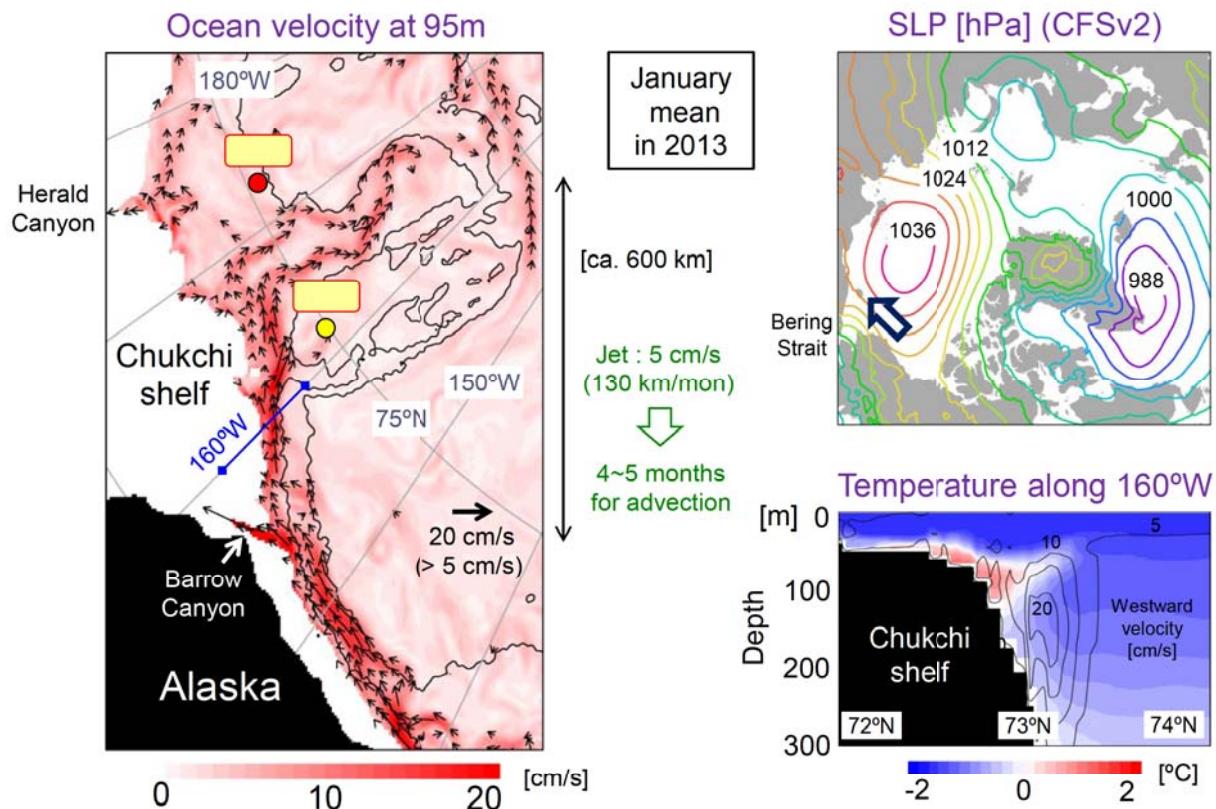
Seasonality in Chukchi Borderland



Ocean Heat Distribution

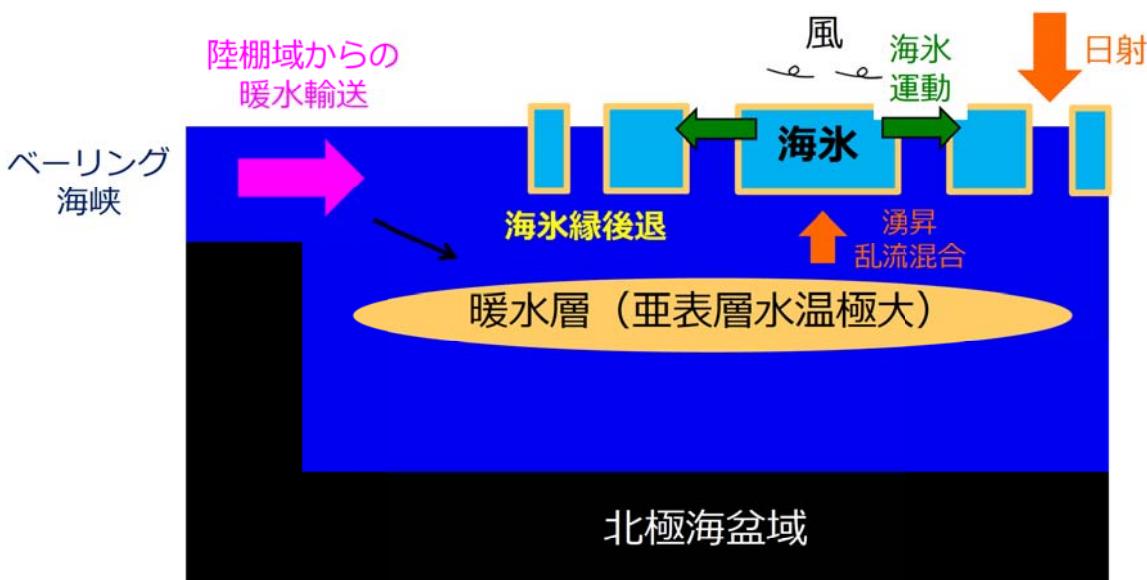


Westward Shelf-break Jet

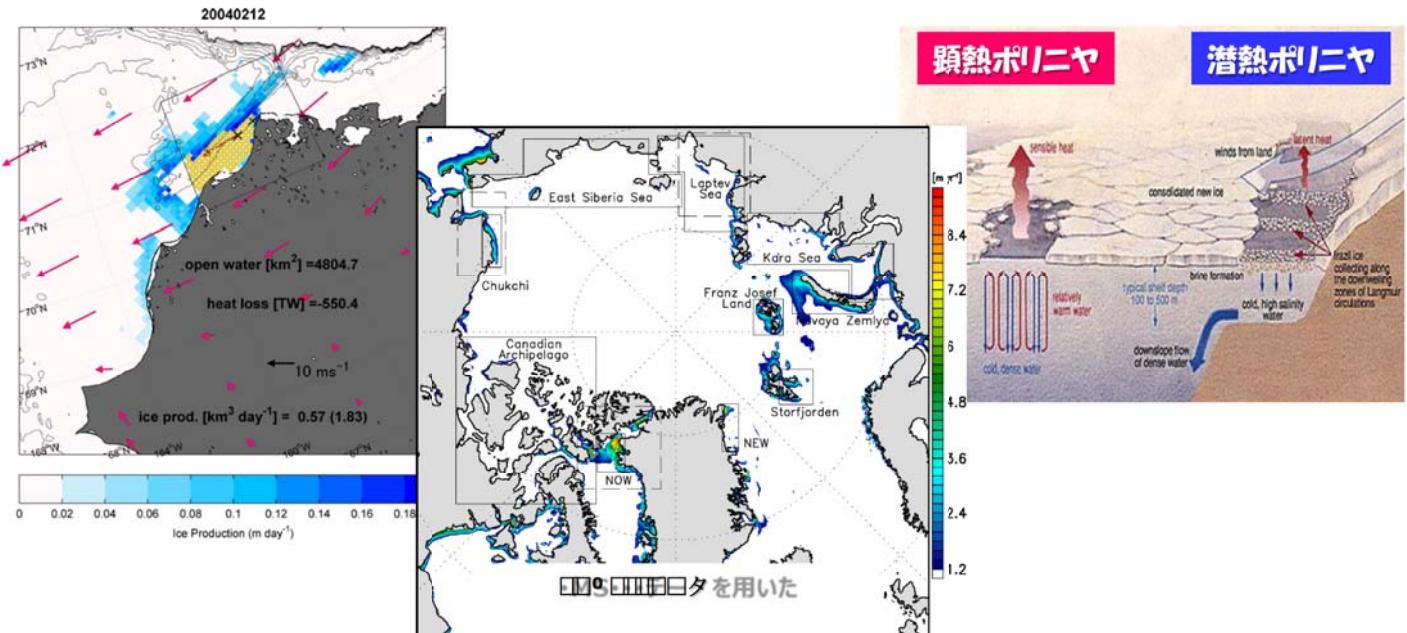


Discuss

Sea Ice Reduction Mechanism

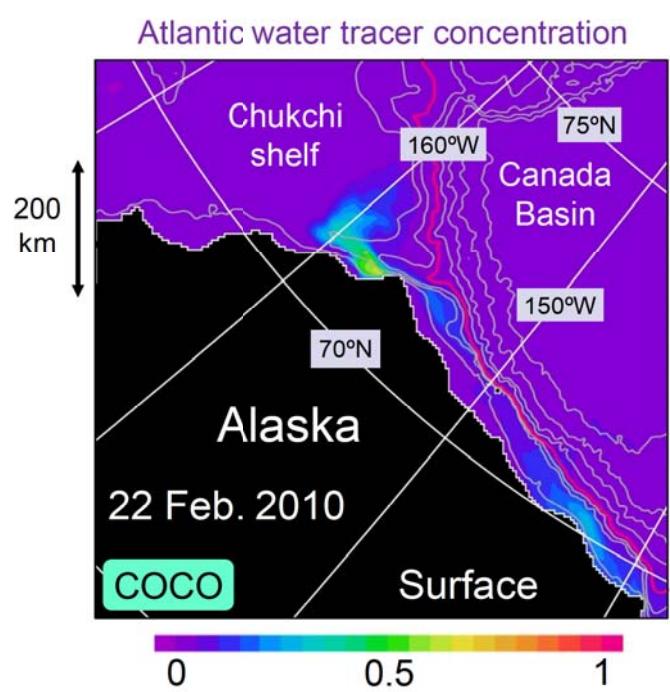
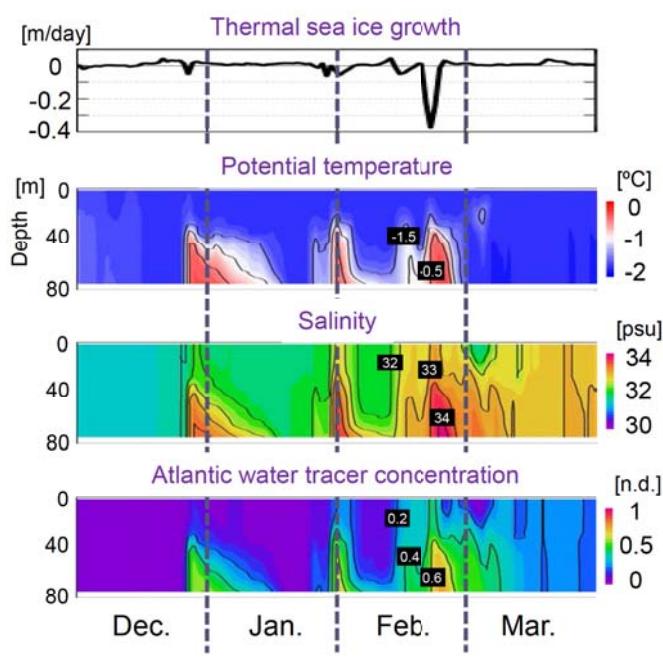


北極海盆域の亞表層への暖水輸送が海氷減少を促進！？



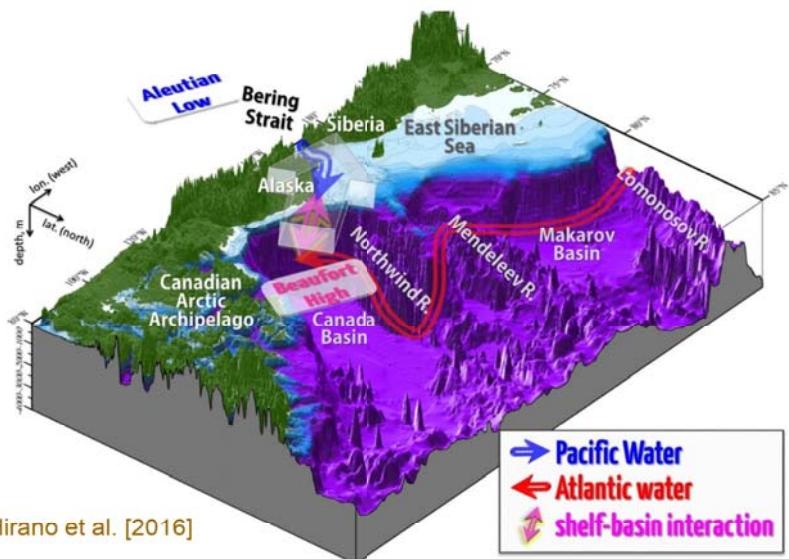
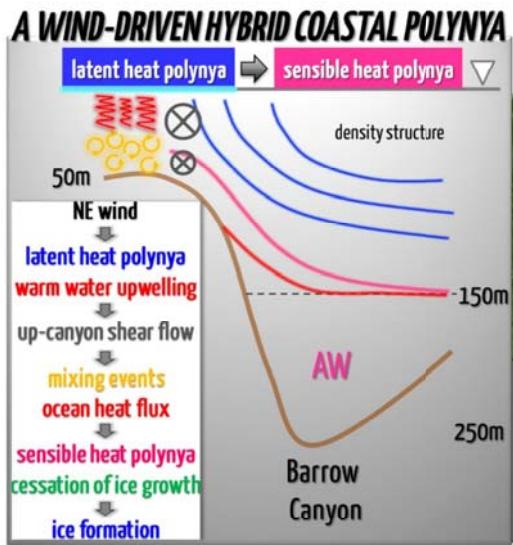
Result

Alaskan Barrow Coastal Polynya



海盆中層からの海洋熱供給がポリニヤ域の冬季海氷生成を抑制！

Alaskan Barrow Coastal Polynya



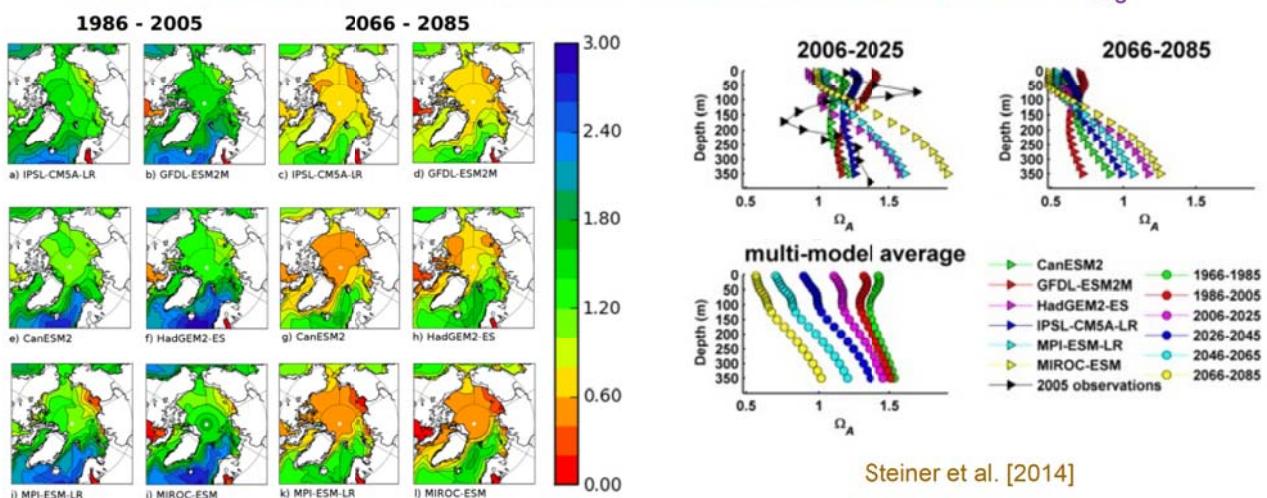
潜熱・顯熱ハイブリッドポリニヤ特性により固有の水塊形成！？

Introduction

Ocean Acidification

北極域における

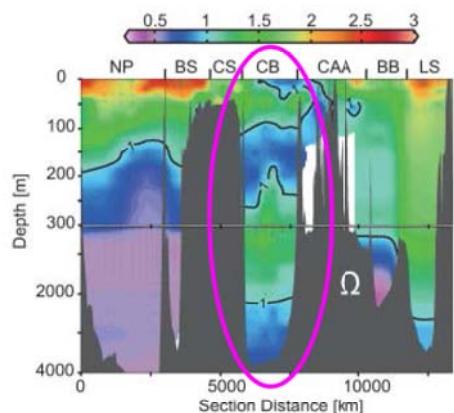
CMIP5 future projection of calcium carbonate saturation rate (Ω_{arg})



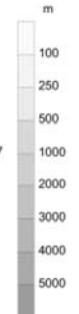
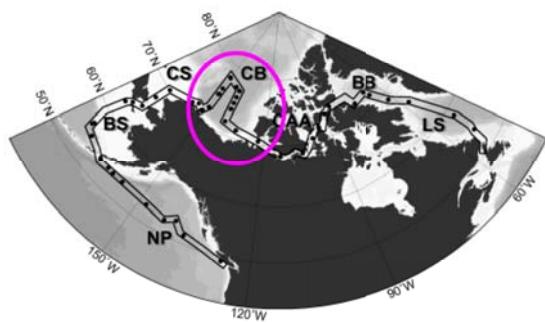
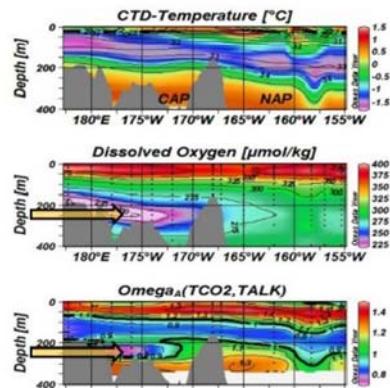
Steiner et al. [2014]

炭酸カルシウム飽和度に関して、海面値の長期トレンドは同様な傾向
地球システムモデルは北極海亜表層の鉛直構造にバイアスが見られる

Dense Shelf Water Intrusion



冬季陸棚水流入
の再現性が鍵
(low Ω_{arg})

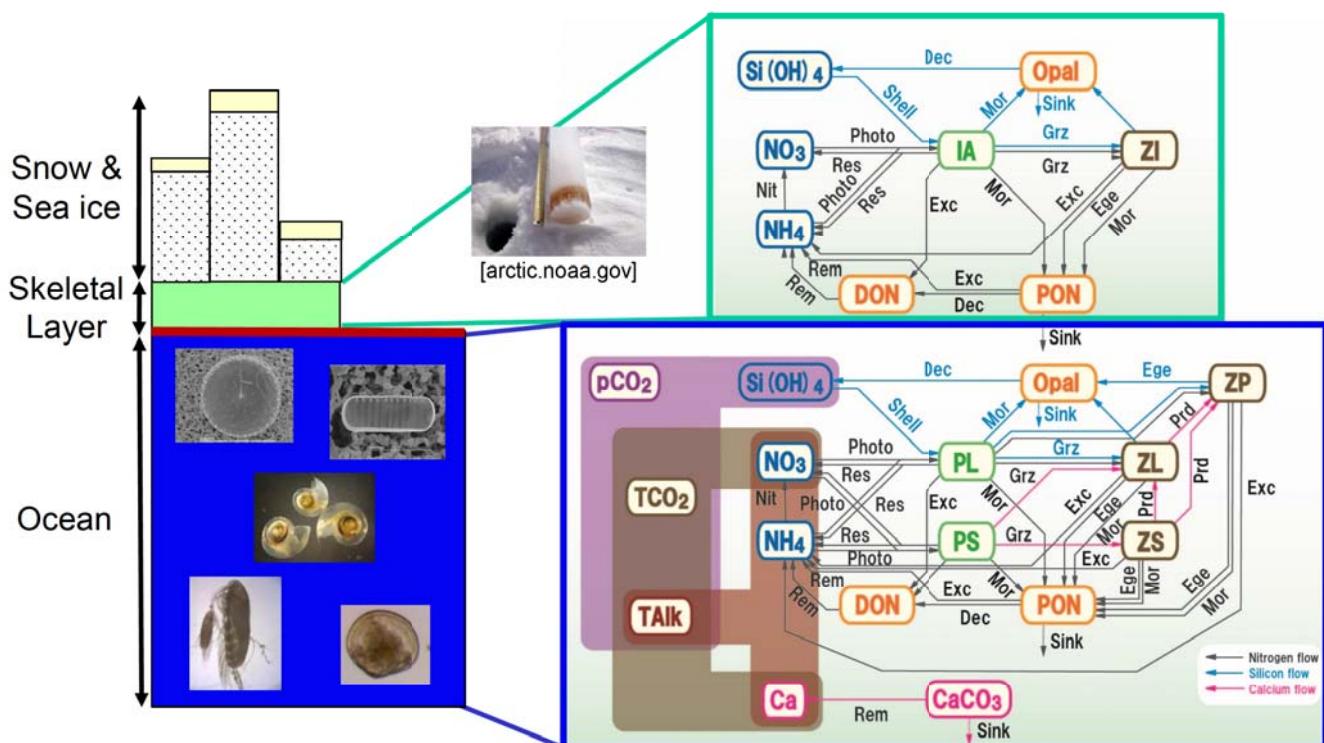


Yamamoto-Kawai et al. [2013]

Nishino [per. comm.]

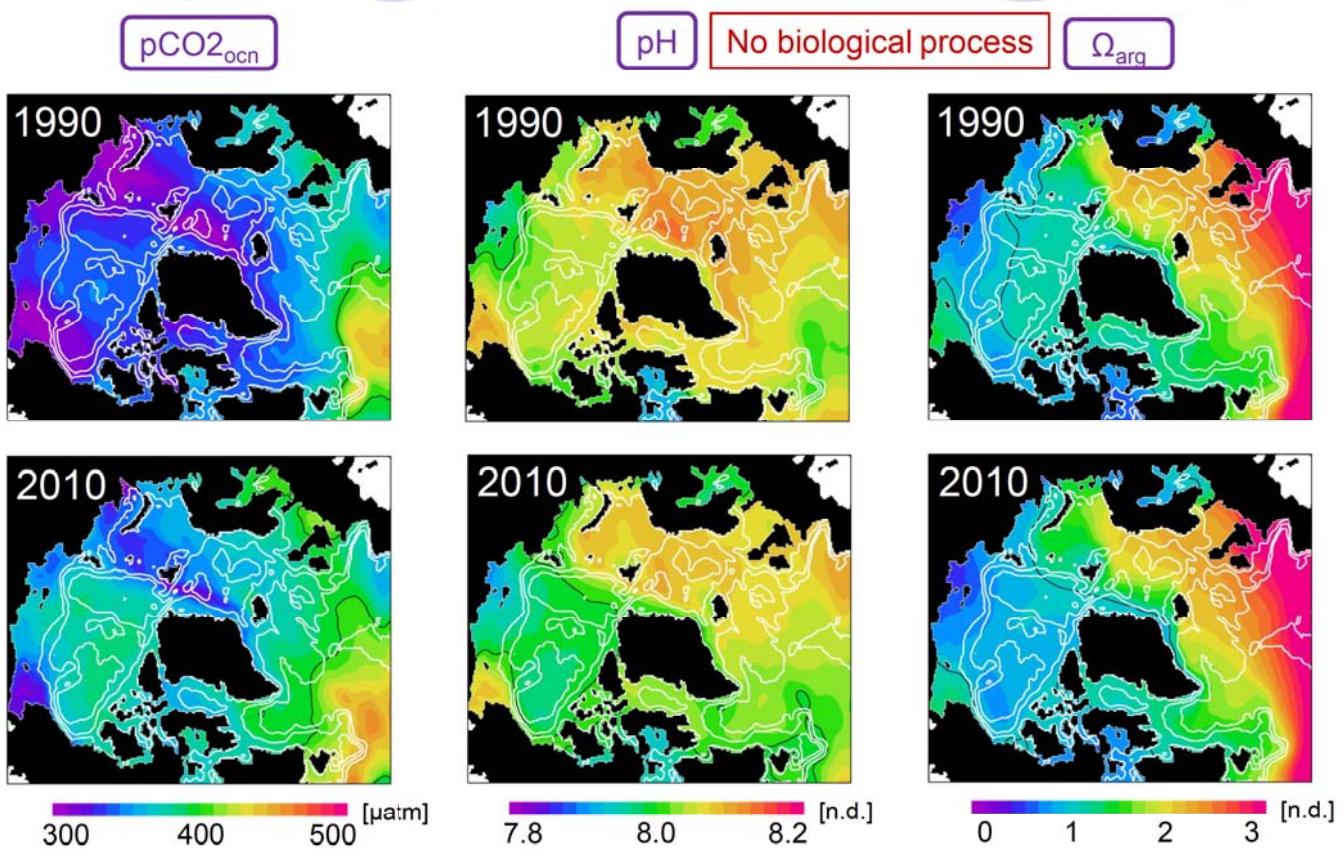
Method

Carbonate Chemistry Model



[Arctic NEMURO-C]

Carbonate Chemistry Test Case



Summary

Summary and Future Work

北極海全域を対象とした高解像度海氷海洋モデリングにより
海氷変動・海洋熱輸送・酸性化の実態解明を行う

冬季海氷下の亜表層熱輸送過程を解析し
陸棚縁ジットによる海盆西側への熱供給を定量化

バロー沿岸ポリニヤにおいて、海盆中層からの熱供給による
海氷生成抑制および当該海域特有の水塊形成を示唆

北極海生態系モデルに炭酸系ルーチンを組み込み
海洋酸性化に対する陸棚海盆間輸送の影響評価に着手

【今 後】

- 亜表層海洋熱と海氷変動の関係
- バロー沿岸ポリニヤの長期変動
- 冬季陸棚水の酸性化への寄与
- 生物由来粒子や鉄を含む物質循環

