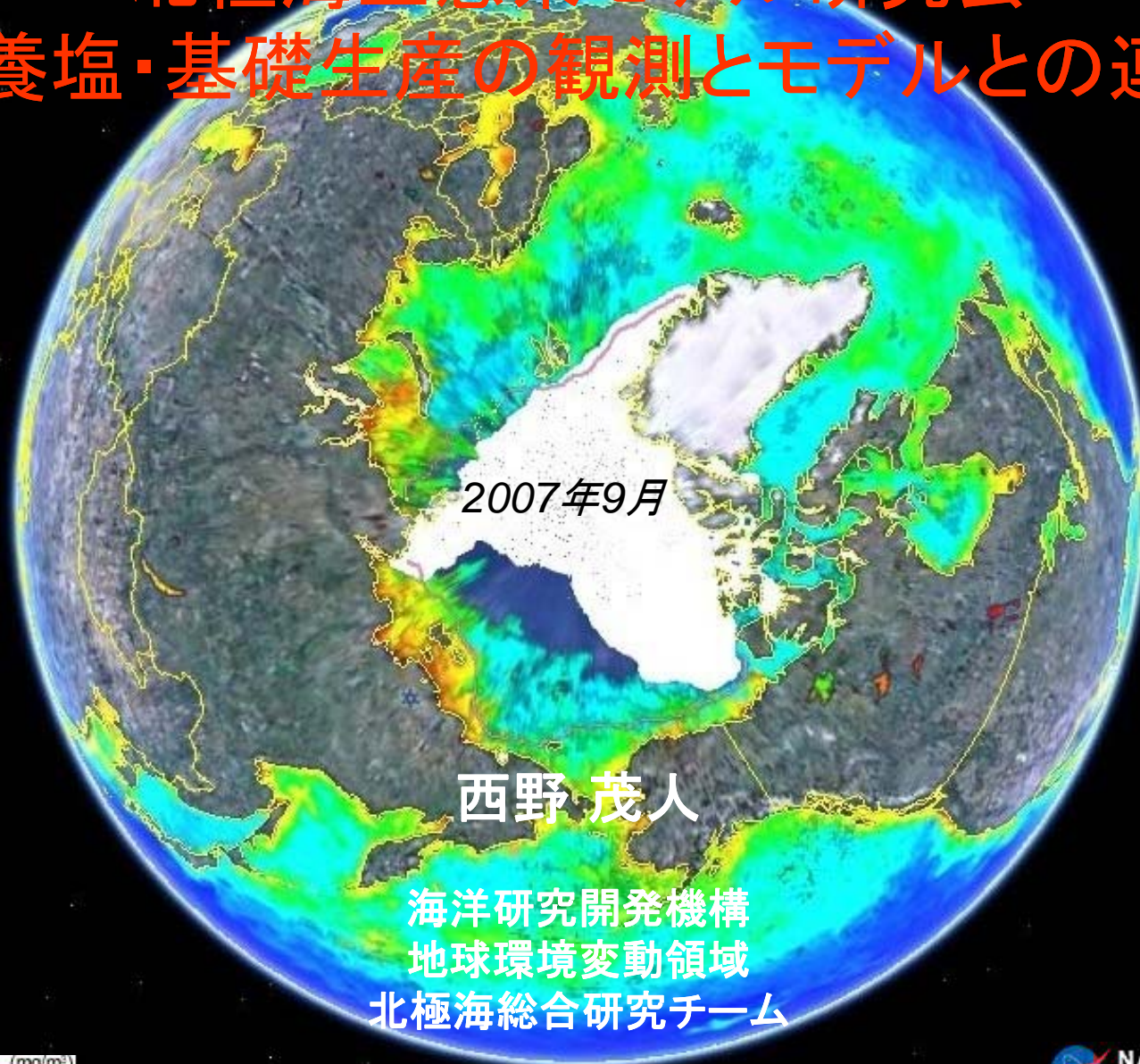
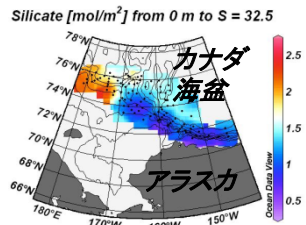
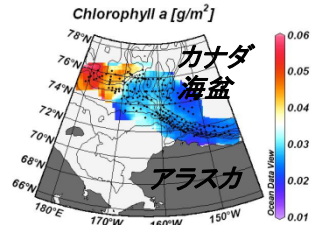


北極海生態系モデル研究会 栄養塩・基礎生産の観測とモデルとの連携

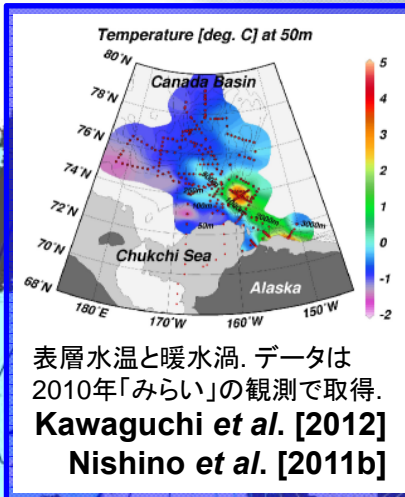


「北極海における海洋気候-生態系変動観測研究」 に関連したこれまでの成果

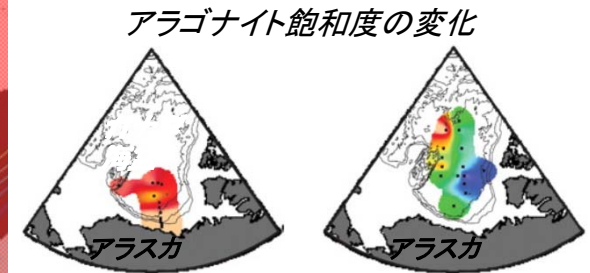


海洋表層のクロロフィルa (上図)とケイ酸塩 (下図)の分布。データは2004年「みらい」の観測で取得。

Nishino et al. [2008]



表層水温と暖水渦。データは2010年「みらい」の観測で取得。
Kawaguchi et al. [2012]
Nishino et al. [2011b]



1997年(左図)と2008年(右図)における海洋表層のアラゴナイト飽和度。データは1997年と2008年のカナダ砕氷船観測で取得。

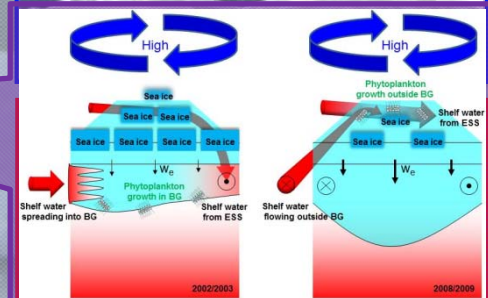
Yamamoto-Kawai et al. [2009]

植物プランクトンのホットスポット

北極海の淡水化・酸性化

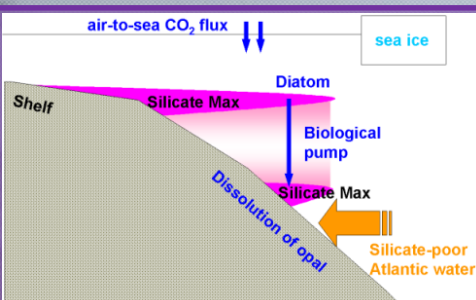
海洋循環強化に伴う渦の形成・維持
暖水渦の生態系へのインパクト

陸棚水の貫入 生物生産の強化
海洋循環の強化 生物生産の弱化



「みらい」等の観測に基づく海洋循環強化と生物生産弱化の模式図。

Nishino et al. [2011a]



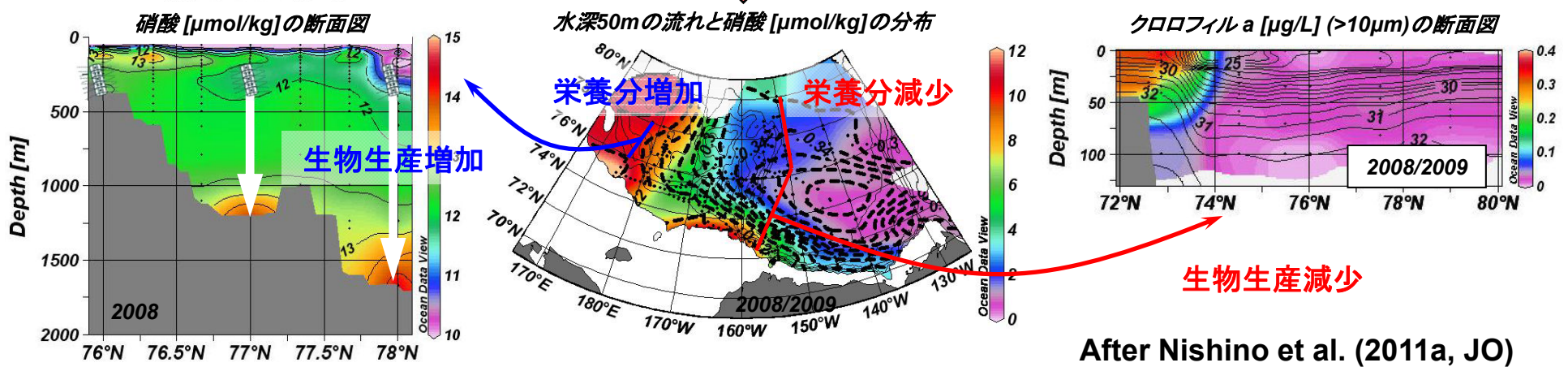
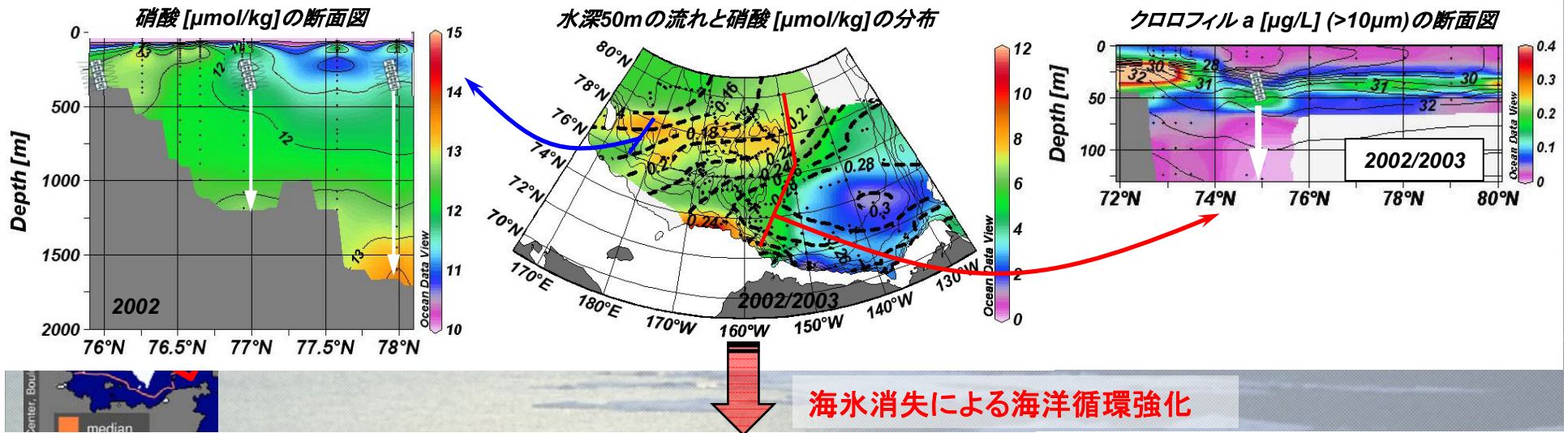
「みらい」の観測に基づく陸棚水貫入と生物生産強化の模式図。

Nishino et al. [2009]

2007年9月15日の海水分布と
2007年8月～9月の海表面気圧の平均場。

シベリア アラスカ

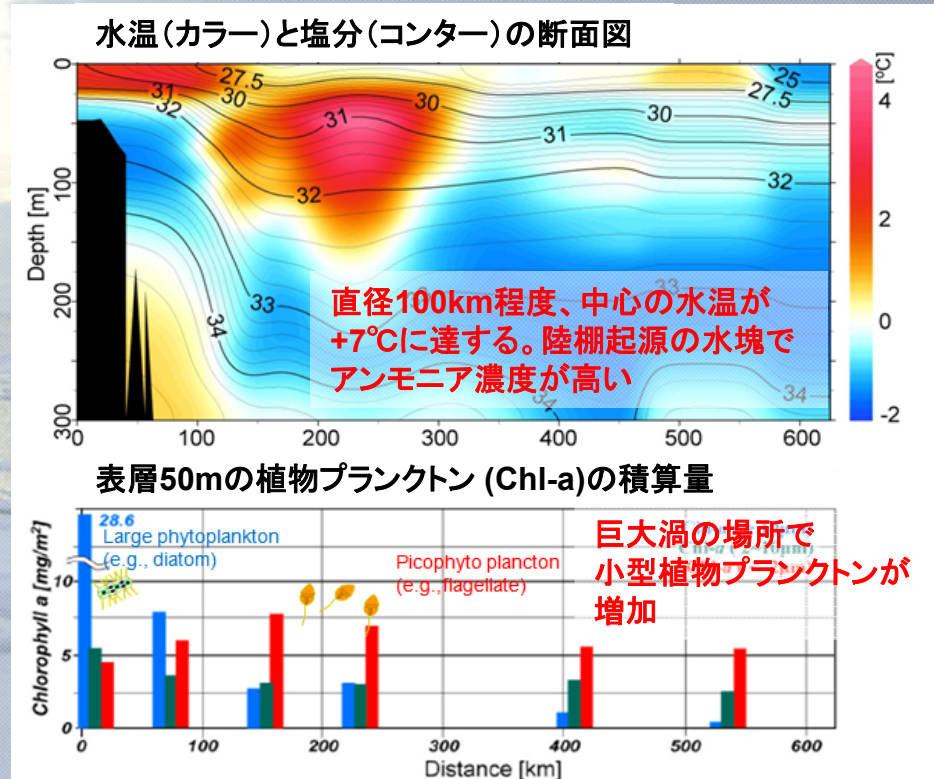
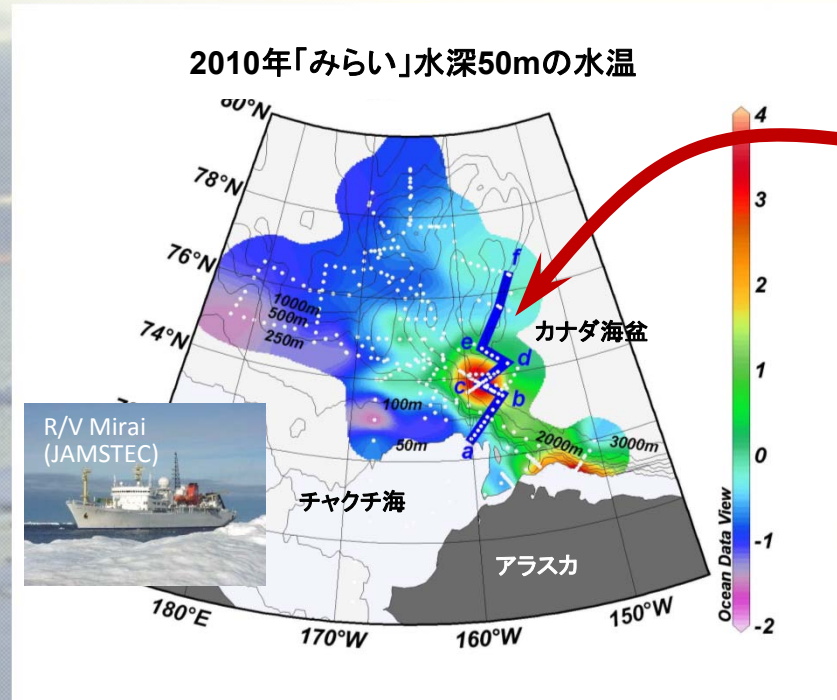
北極海の海洋循環強化による生態系の変化



- 結果: a) カナダ海盆 (高気圧性循環の内) で表層栄養分減少・生物生産減少
b) マカロフ海盆 (高気圧性循環の外) で表層栄養分増加・生物生産増加
- 結論: 海氷減少に伴う生態系の変化は海洋循環が大きく関与!

北極海カナダ海盆の巨大渦と生態系への影響

2011年8月26日 プレスリリース

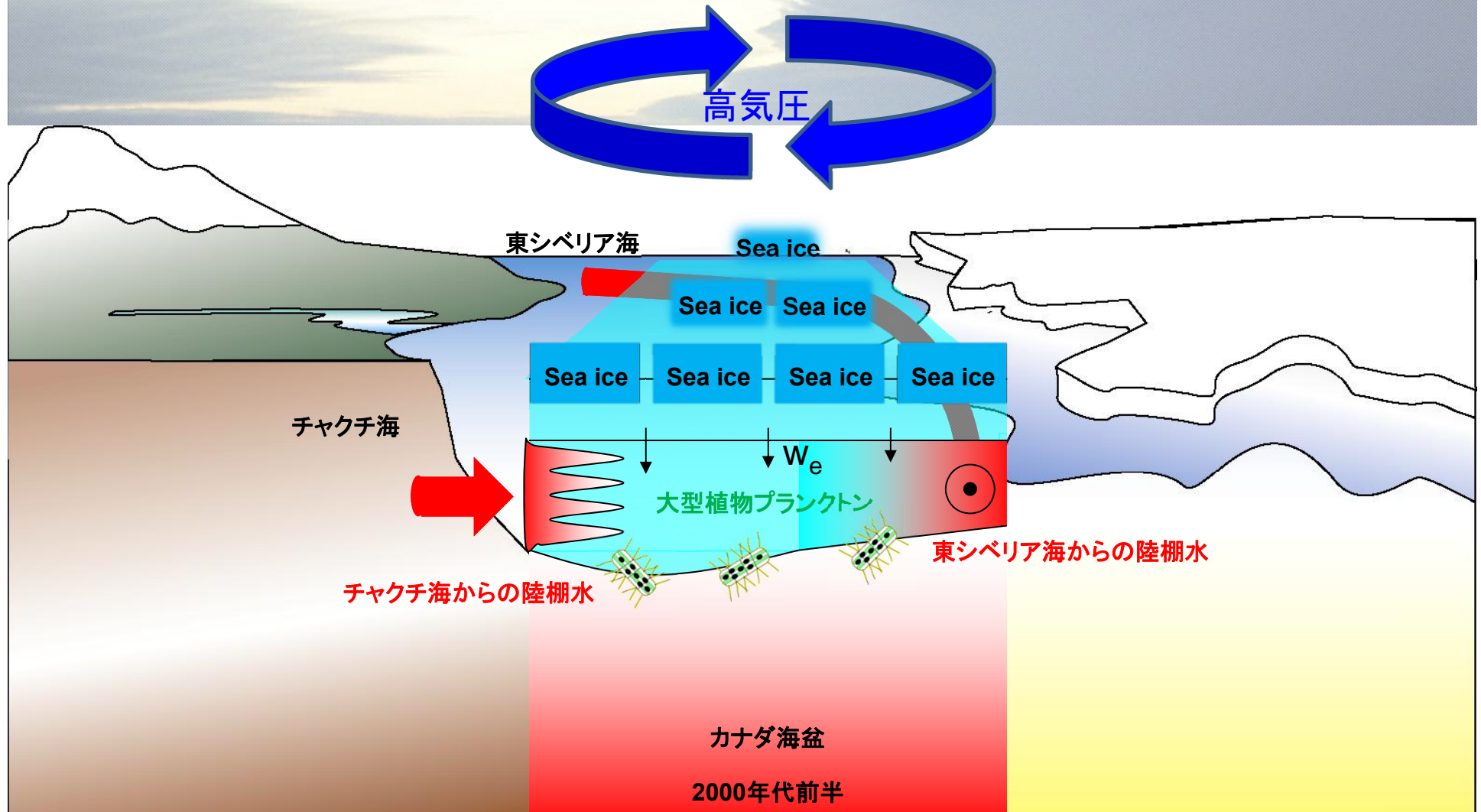


After Nishino et al. (2011b, GRL)

- 結果: a) 直径100kmにも及ぶ巨大暖水渦の詳細観測を実施。
b) 巨大渦は陸棚起源でアンモニア濃度が高く、小型の植物プランクトンの増加をもたらしていることを明らかにした。
- 結論: 栄養分低下の著しいカナダ海盆では渦による栄養分輸送がより重要に!

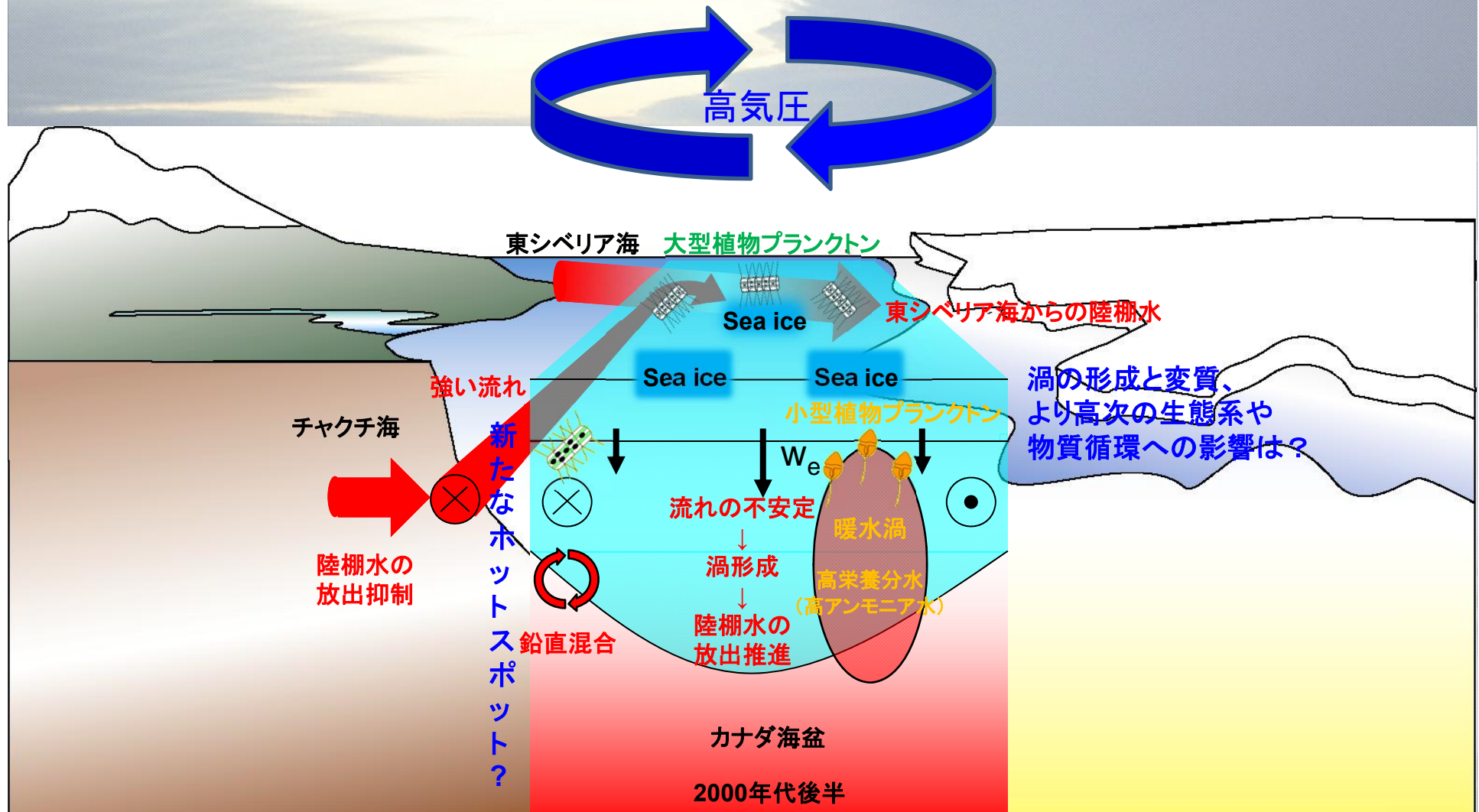
新たな現象（北極海海洋循環の強化や巨大渦の出現）

海氷減少に伴う海洋循環強化や巨大渦の出現は、現在北極海で起きている新たな現象であり、それらが環境変動に果たす役割を定量的に把握することは、生態系を含めた北極海気候システムの理解に必要不可欠である。



新たな現象（北極海海洋循環の強化や巨大渦の出現）

海氷減少に伴う海洋循環強化や巨大渦の出現は、現在北極海で起きている新たな現象であり、それらが環境変動に果たす役割を定量的に把握することは、生態系を含めた北極海気候システムの理解に必要不可欠である。





Spreading of Western Chukchi Summer Water into the Makarov Basins



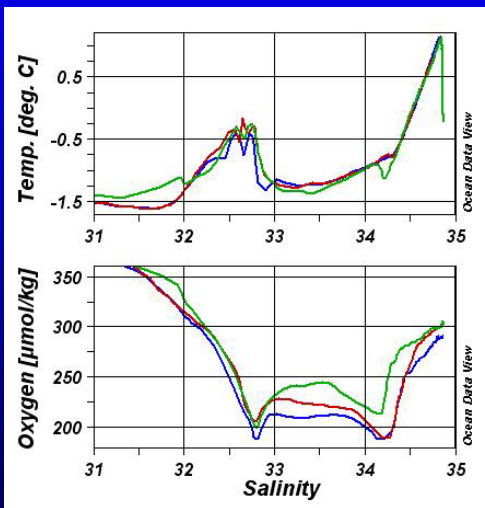
Western Chukchi Summer Water

High nutrients, low DO&N*

Remineralization
Organic matter decomposition
Denitrification



T max
DO min
N* min
(shelf origin)
Nishino et al. (2005)



CBL02

East Siberian Sea Shelf

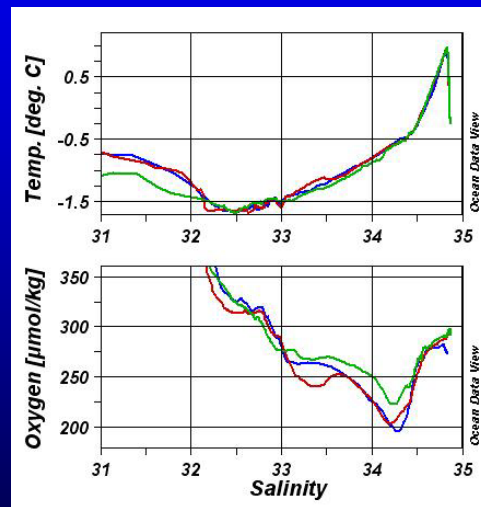
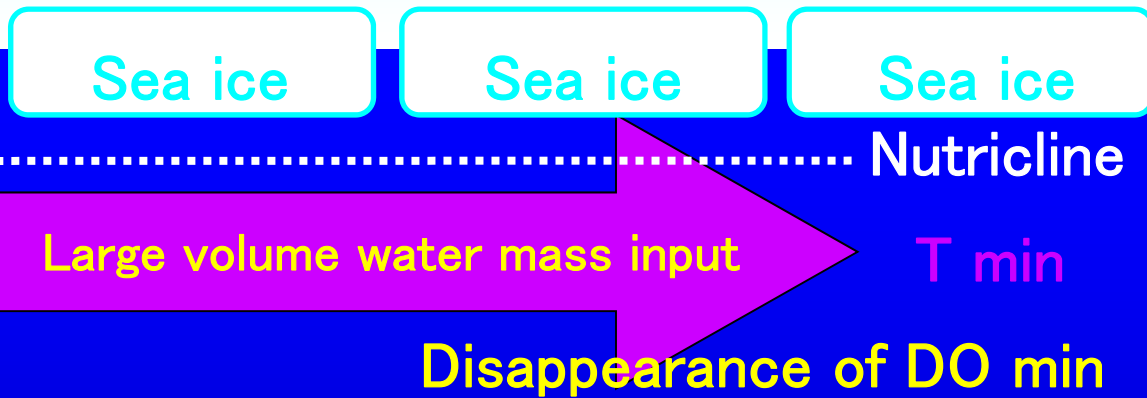
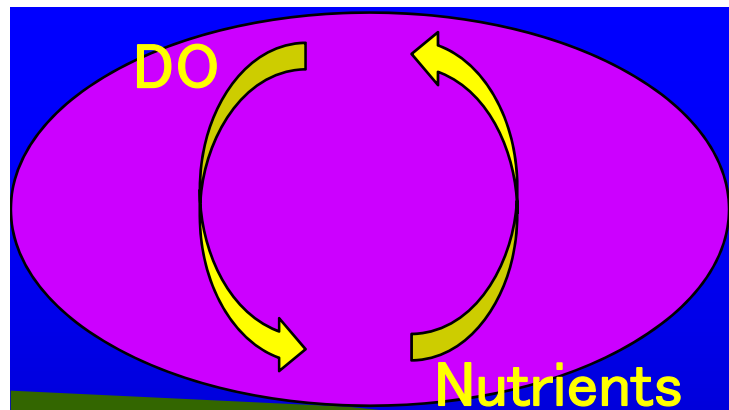
Makarov Basin



Formation of large volume water mass due to the delay in autumn freeze-up

Markus *et al.* (2009)

Cooling and convection



Mirai08

N* min
(shelf origin)

East Siberian Sea Shelf

Makarov Basin

「北極海における海洋気候-生態系変動観測研究」の目的・内容

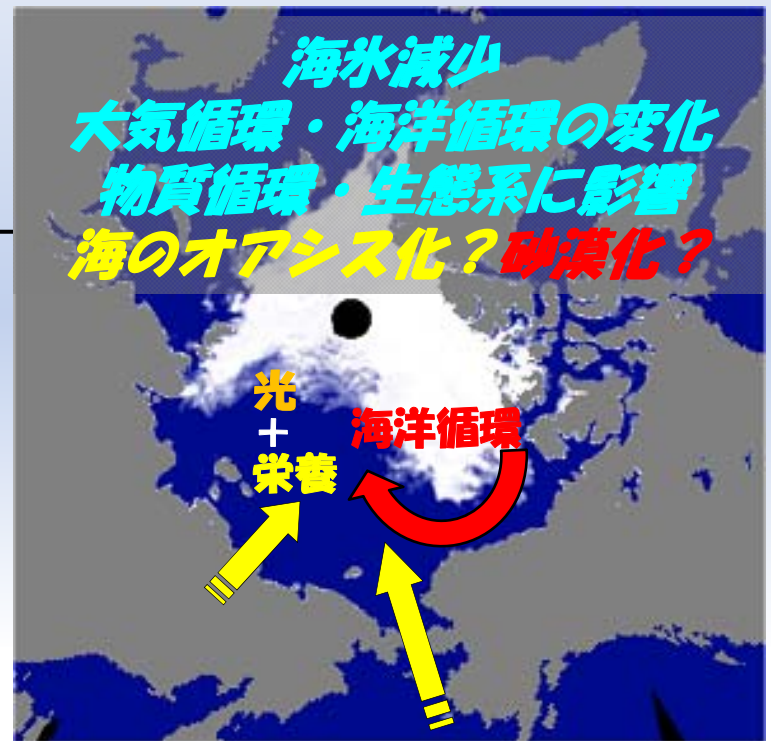
数値モデル



衛星観測



船舶観測



シベリア沖北極海：データ空白域

陸源有機物
栄養塩供給

物質循環・生態系への影響?

CO₂吸収

生物生産増加・減少?

プランクトンの
優占種・分布変化?

海水減少

淡水化・酸性化

プランクトンに打撃
生態系への影響?

アラスカ沖北極海：強い流れ & 渦

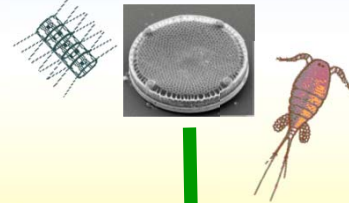
強い流れのさらなる強化?

強い流れと渦の関係?

水塊・物質交換抑制・推進?

生態系へのインパクト?

生物ポンプ強化・弱化?

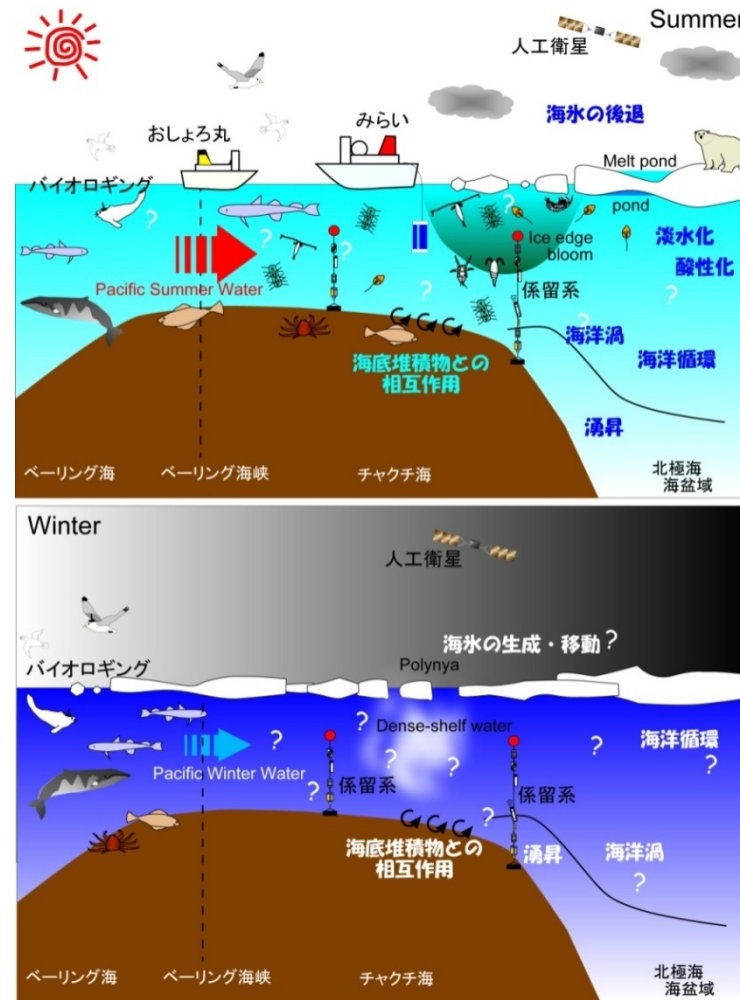


チャク千海の観測研究



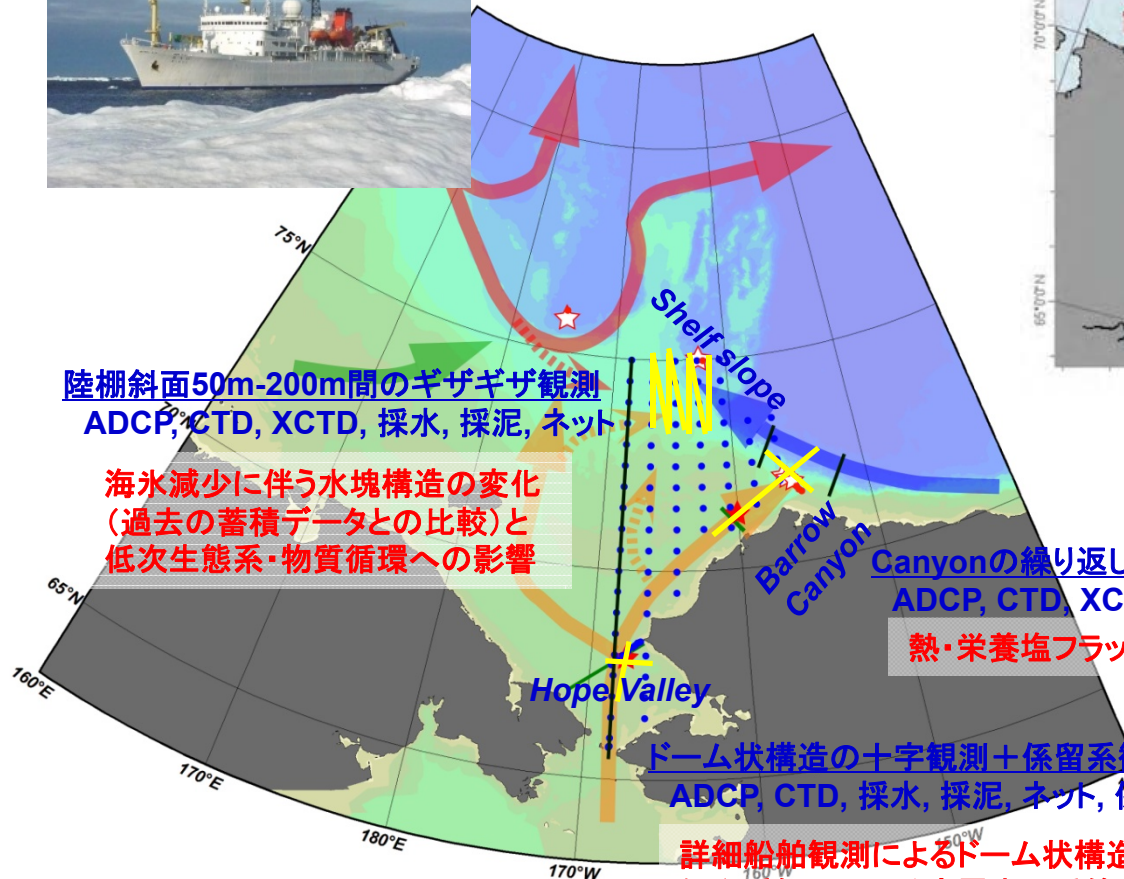
北極海環境変動研究: 海水減少と海洋生態系の変化

Sea ice reduction and a change of marine ecosystem in the Arctic Ocean



左) 本研究課題の研究体制及び実施内容に関する模式図
 右) 太平洋側北極海における生態系変動に関わる現象及び本研究課題の研究実施計画を記す模式図。(上)夏、(下)冬

2012年「みらい」北極航海：タイプの異なる3箇所のホットスポットに着目



陸棚斜面50m-200m間のギザギザ観測
 ADCP, CTD, XCTD, 採水, 採泥, ネット

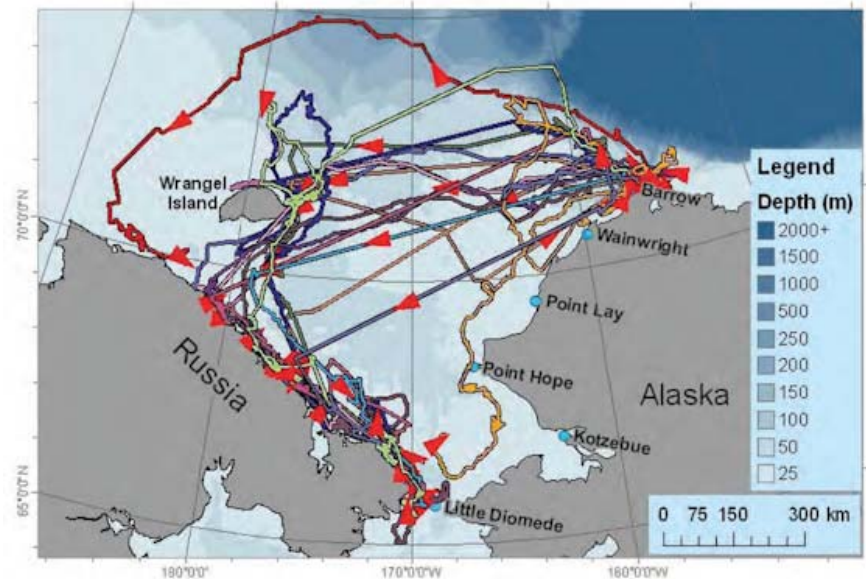
海水減少に伴う水塊構造の変化
 (過去の蓄積データとの比較)と
 低次生態系・物質循環への影響

Canyonの繰り返し船舶観測+係留系観測
 ADCP, CTD, XCTD, 採水, 採泥, ネット, 係留系

熱・栄養塩フラックスの変動と低次～高次生態系の応答

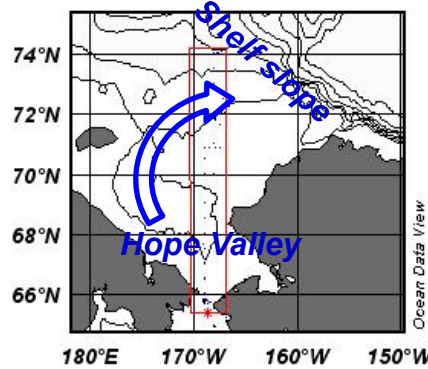
ドーム状構造の十字観測+係留系観測
 ADCP, CTD, 採水, 採泥, ネット, 係留系

詳細船舶観測によるドーム状構造の把握
 係留系観測による底層水の季節変化の把握

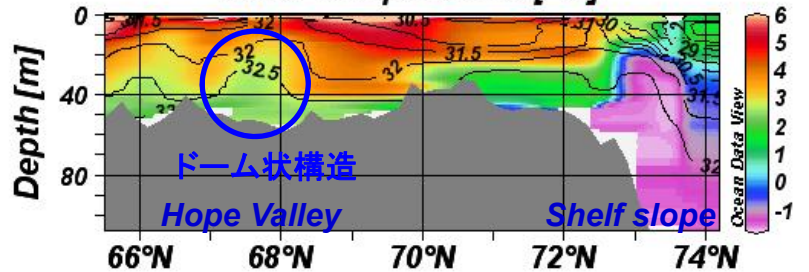


Track lines of bowhead whales in the Chukchi Sea in the autumn. Source: Alaska Department of Fish and Game [2009]

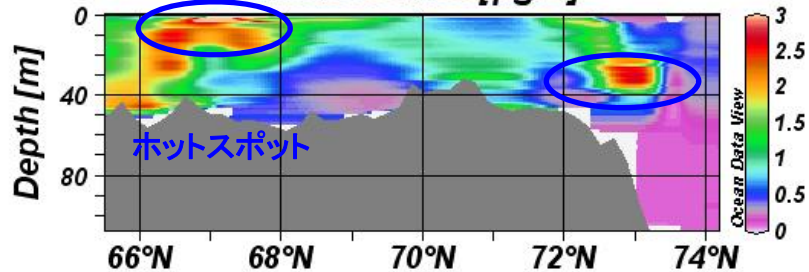
ホットスポットその1: Hope Valley



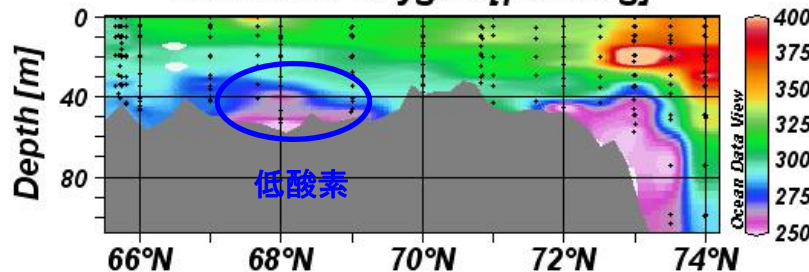
CTD-Temperature [°C]



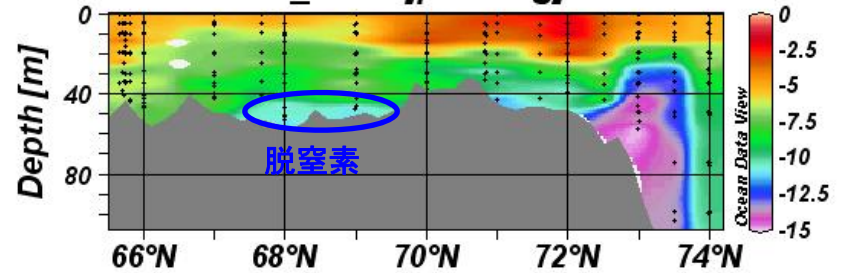
Fluorescence [$\mu\text{g/L}$]



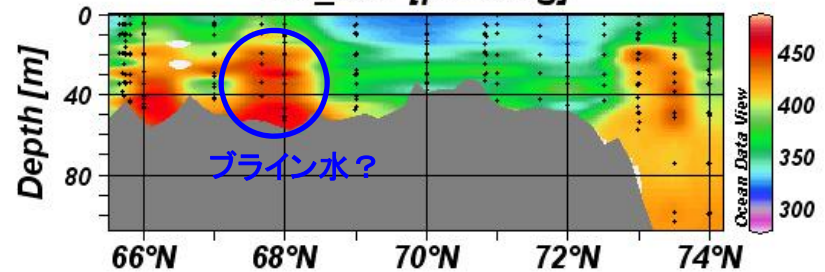
Dissolved Oxygen [$\mu\text{mol/kg}$]



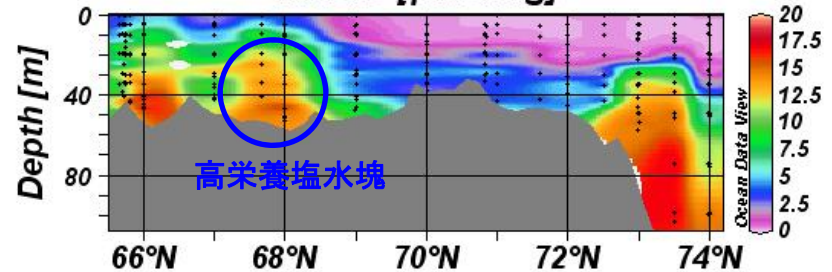
$N_2\text{star}$ [$\mu\text{mol/kg}$]



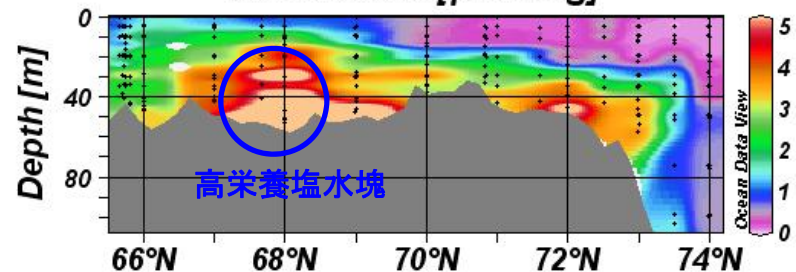
NO_2star [$\mu\text{mol/kg}$]



Nitrate [$\mu\text{mol/kg}$]

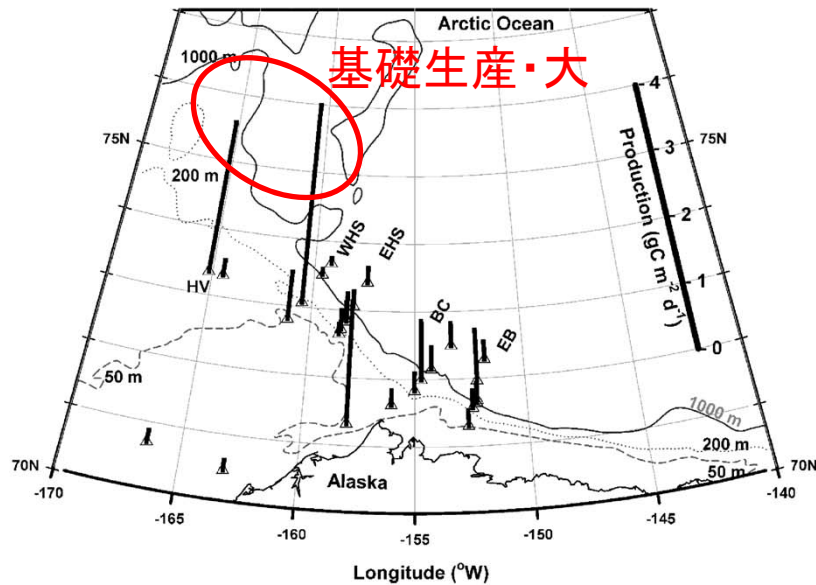


Ammonium [$\mu\text{mol/kg}$]



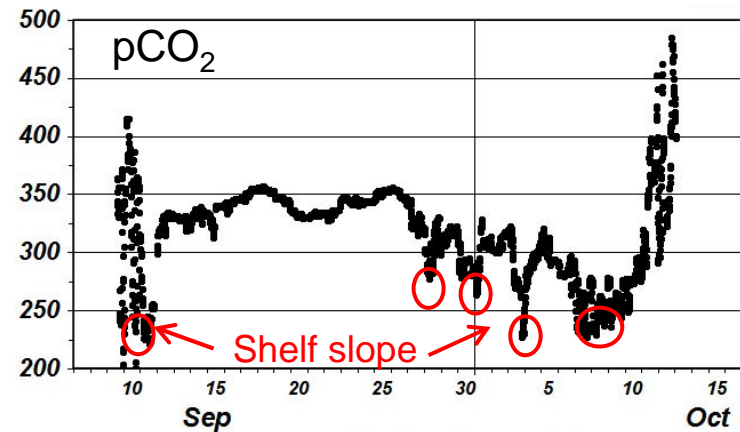
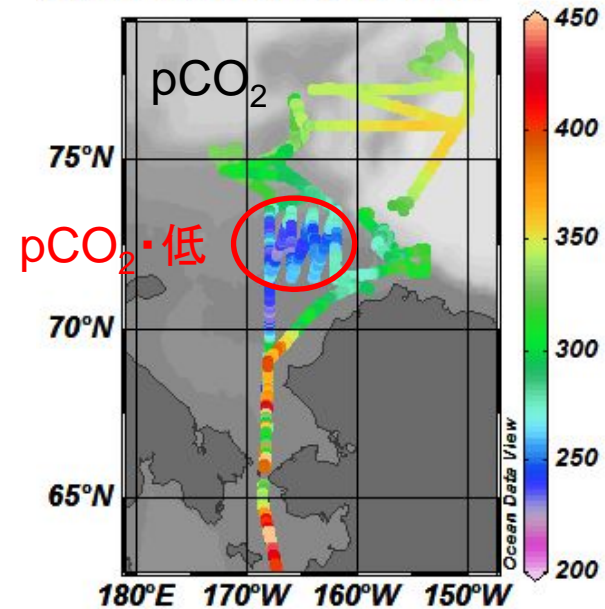
ホットスポットその2: Chukchi shelf slope

生物ポンプの効き所



Euphotic zone integrated net daily production during summer 2002 (07/18/02–08/21/02).

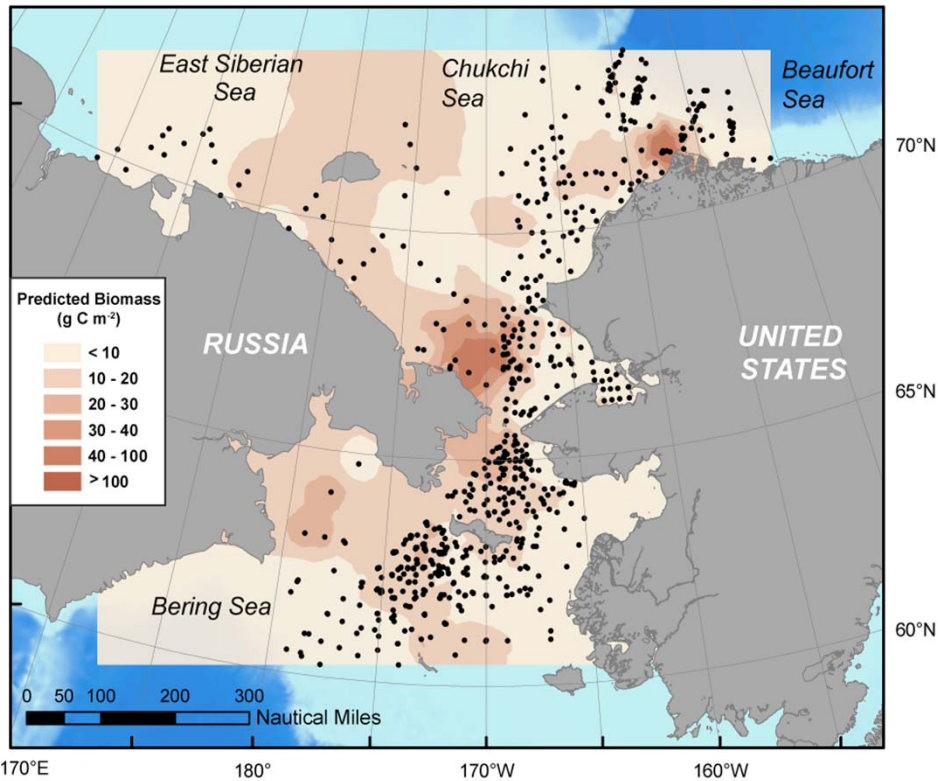
Hill and Cota [2005]



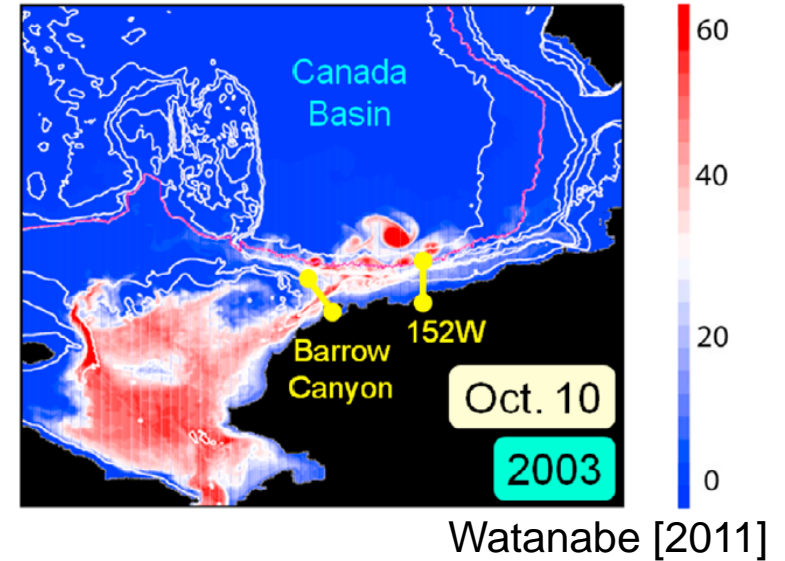
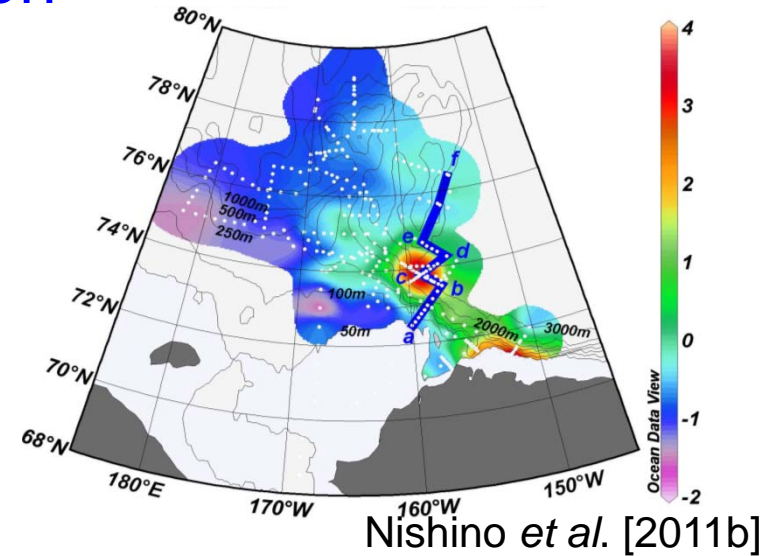
pCO_2 in sea surface water and its time series during summer 2009 (09/07/09–10/15/09) obtained from R/V Mirai.

ホットスポットその3: Barrow Canyon

高栄養塩水の湧昇・渦による栄養塩輸送



Benthic biomass distribution in the Chukchi Sea.
Grebmeier *et al.* [2006]



Warm-core eddy observed from the R/V Mirai in 2010 and numerical simulation of the eddy.

今後の重点観測海域

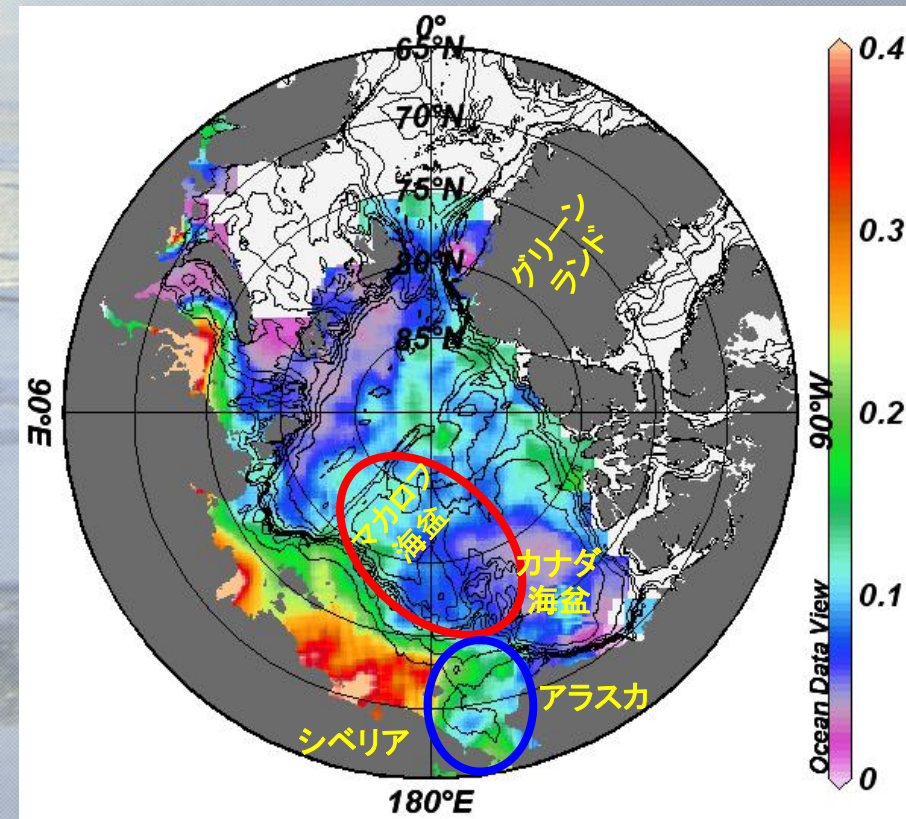
カナダ海盆西部・マカロフ海盆 (「みらい」+砕氷船)

- ・高栄養塩の太平洋起源陸棚水の放出
- ・シベリア河川水による淡水・栄養塩・溶存有機物の供給
- ・海氷融解に伴う生物生産の活発化

チャクチ海(「みらい」+「おしよろ丸」)

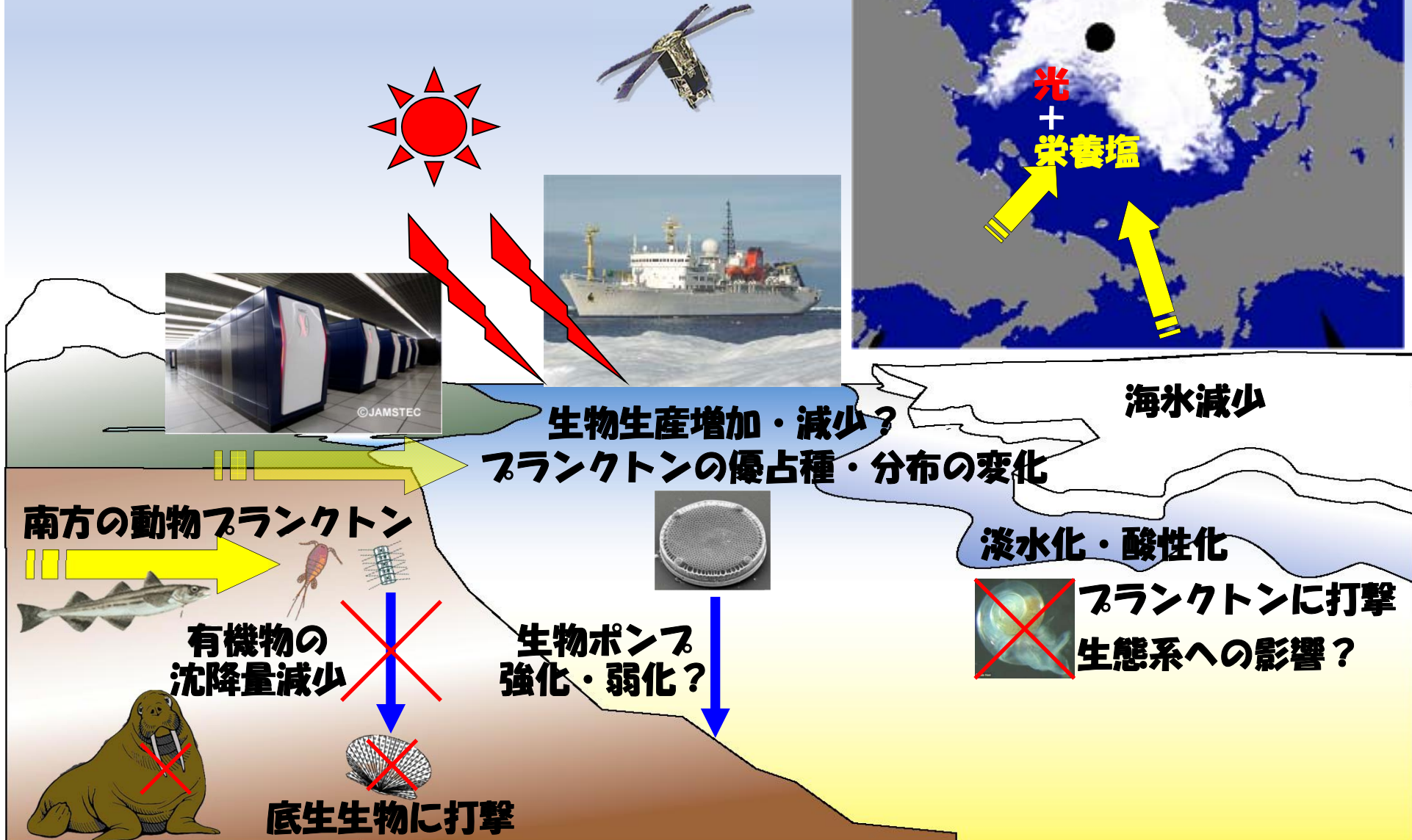
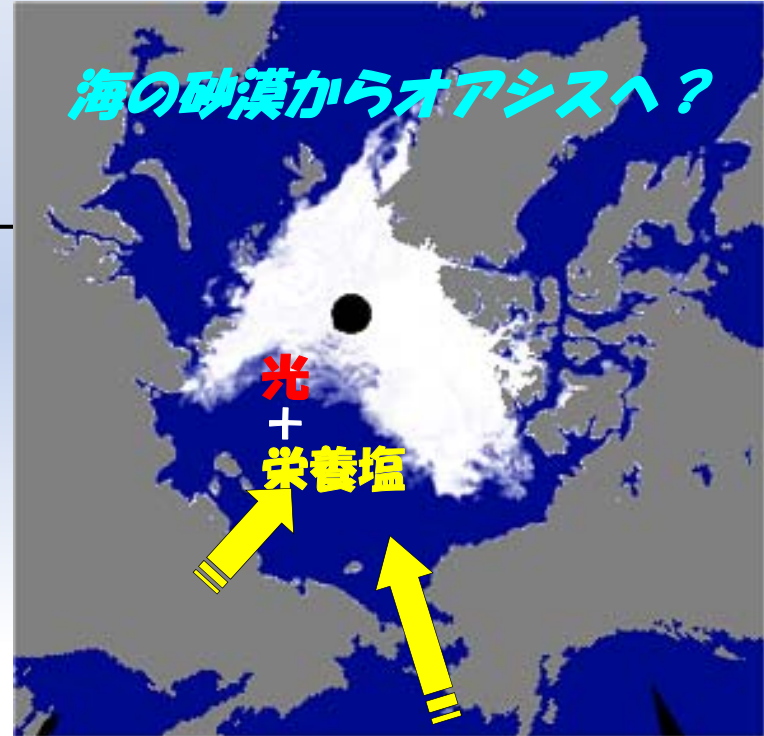
- ・高栄養塩/高生物生産/時空間変動大
- ・PAG/DBOとの連携
- ・日本のオリジナリティー
(多項目分析+係留系+高次生態系)

海洋表面から10m深までの
ケイ酸塩の量 [mol/m²]



Data: Hydro-Chemical Atlas by AARI and IARC.

これまでの成果と今後の展望： 海氷減少に伴う生態系の変化





ご清聴ありがとうございました。