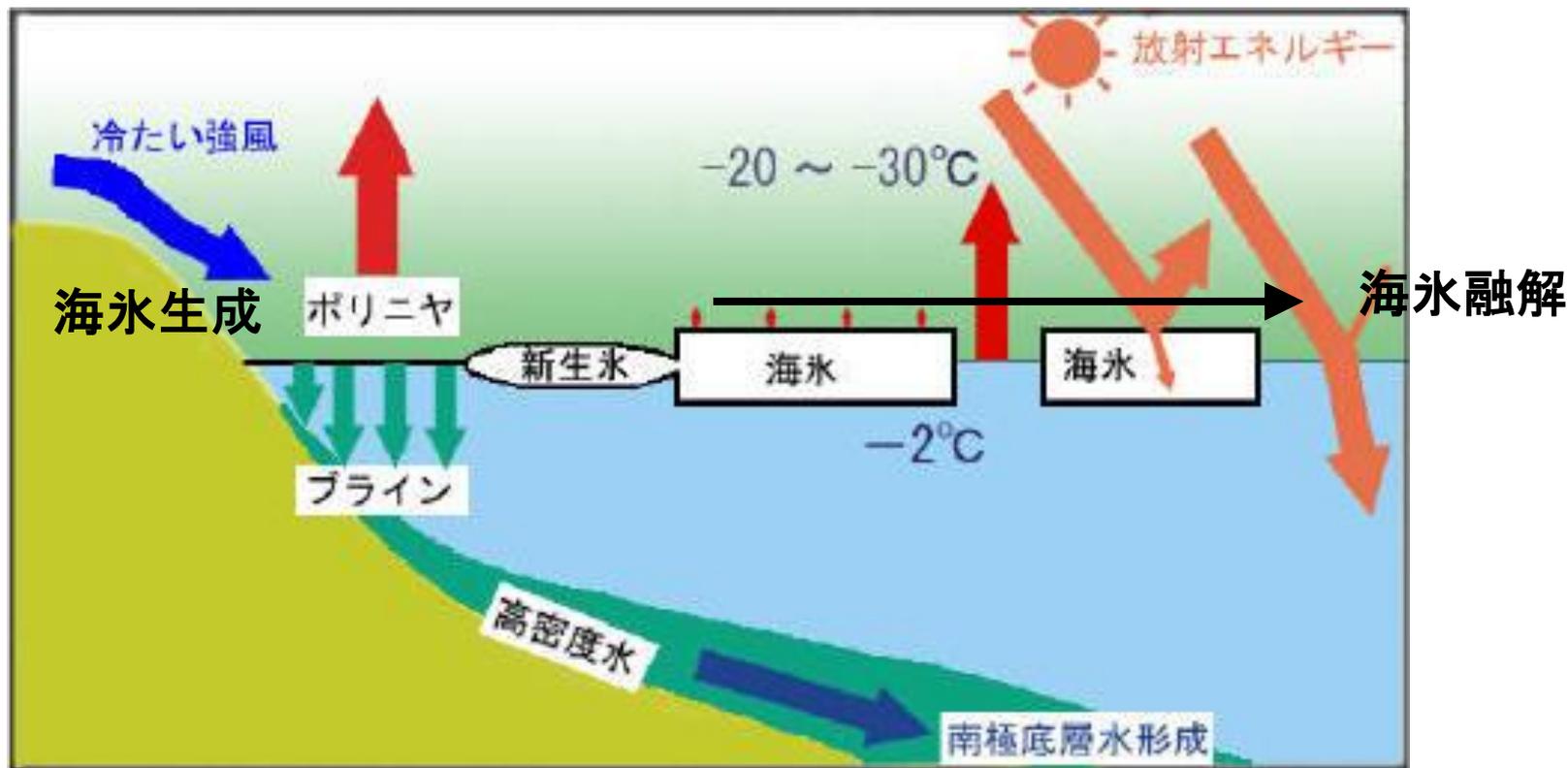


5. オホーツク海での海氷生成: 北太平洋中層・物質循環の起点

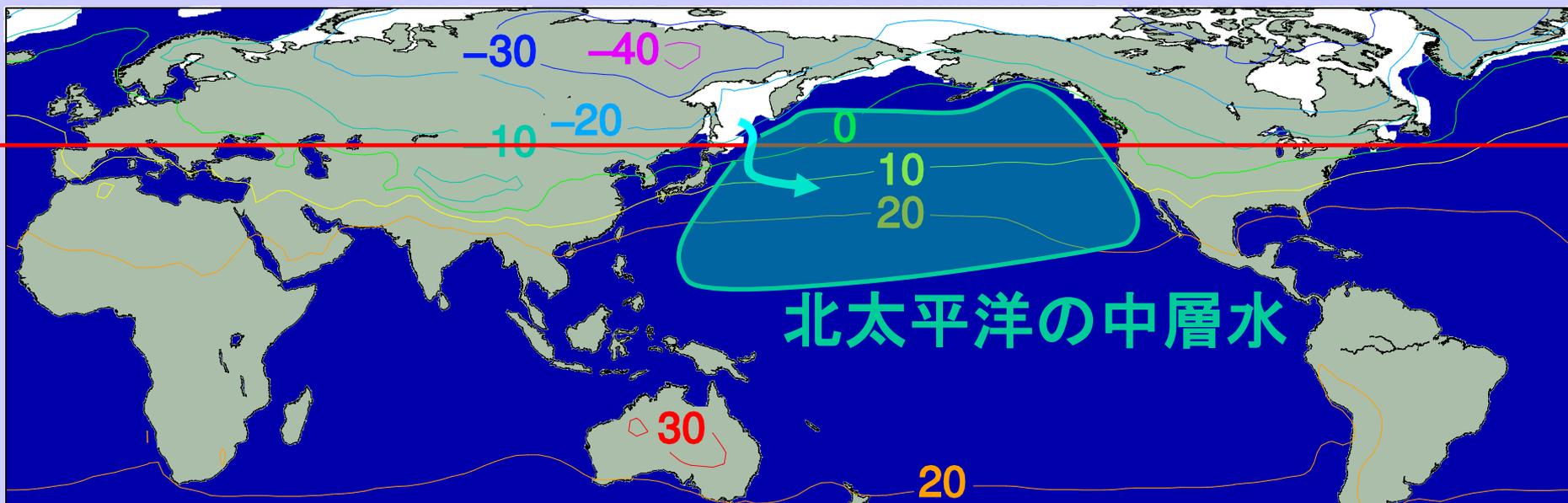


熱と塩の再分配・輸送：中深層水の生成

- ・北太平洋の中層水の起源
- ・海氷の南方輸送(負の熱と淡水の輸送)
- ・温暖化に対する応答(海氷域は影響大)
- ・物質循環・生態系との関係

グローバルな目でみたオホーツク海

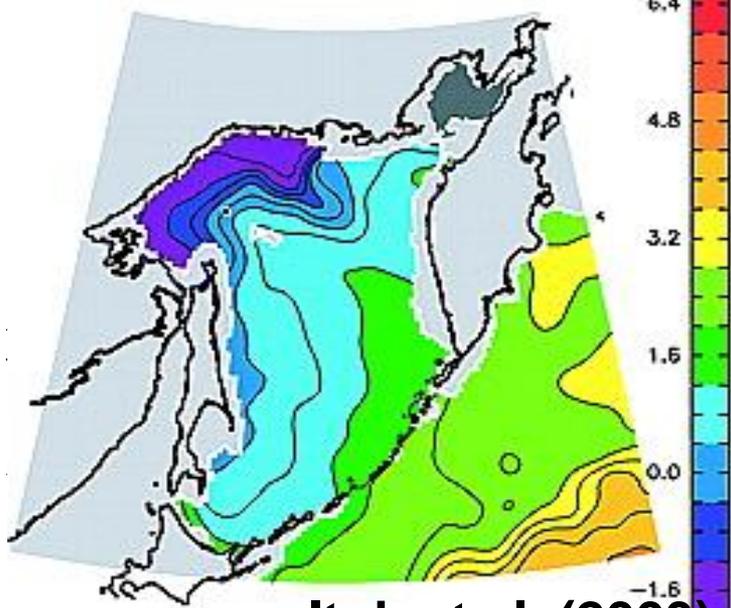
2月の海氷分布と平均気温(2001年)



Nihashi et al., 2009

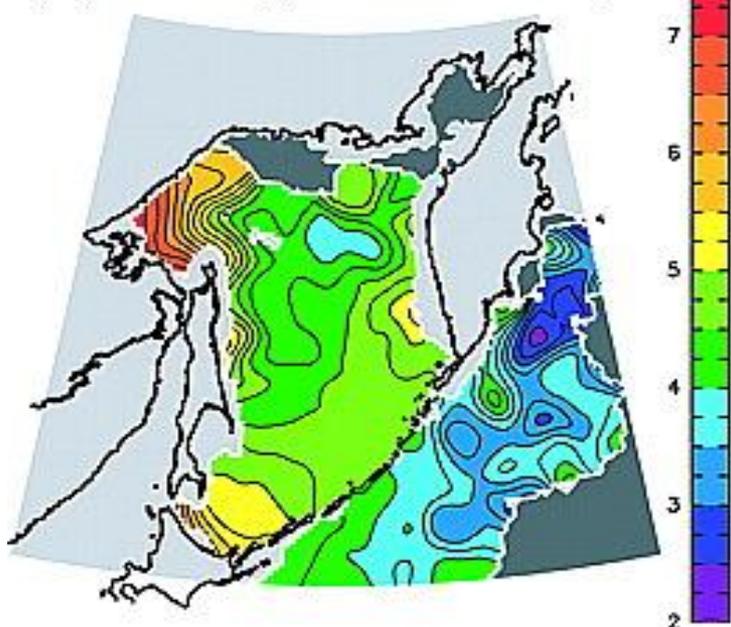
- ・風上が北半球の寒極 → 北半球における海氷域の南限
- ・多量の海氷生産 → 北太平洋で一番重い水ができる場所
→ 大気・陸からの熱・物質を北太平洋中層水(200-800m)へ

(a) Potential Temperature 26.8 σ_θ

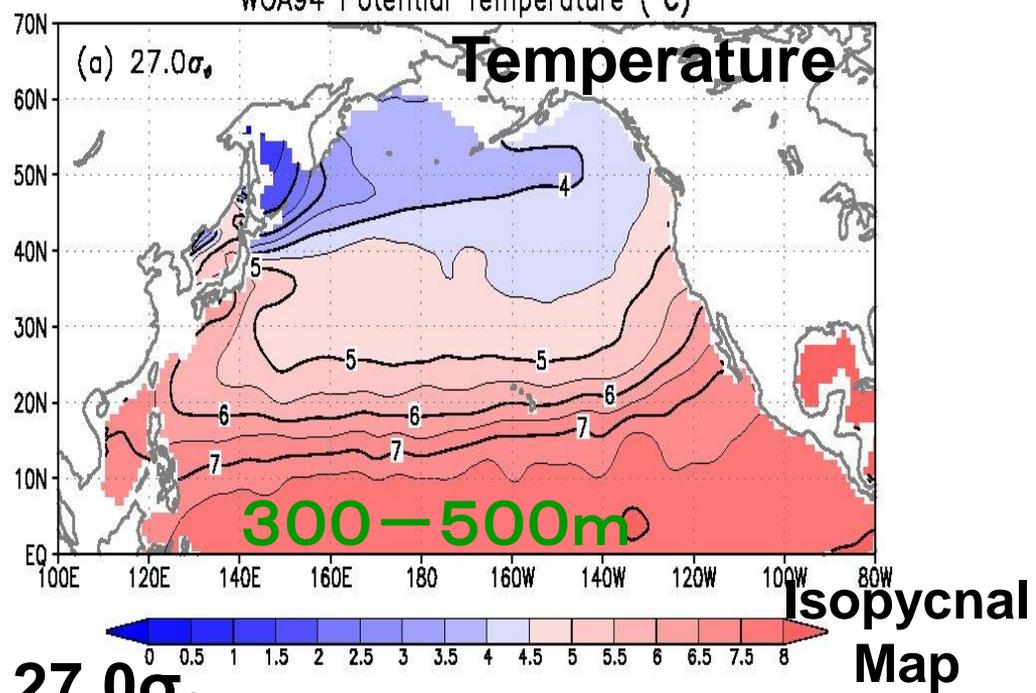


Itoh et al. (2003)

(c) Oxygen 26.8 σ_θ

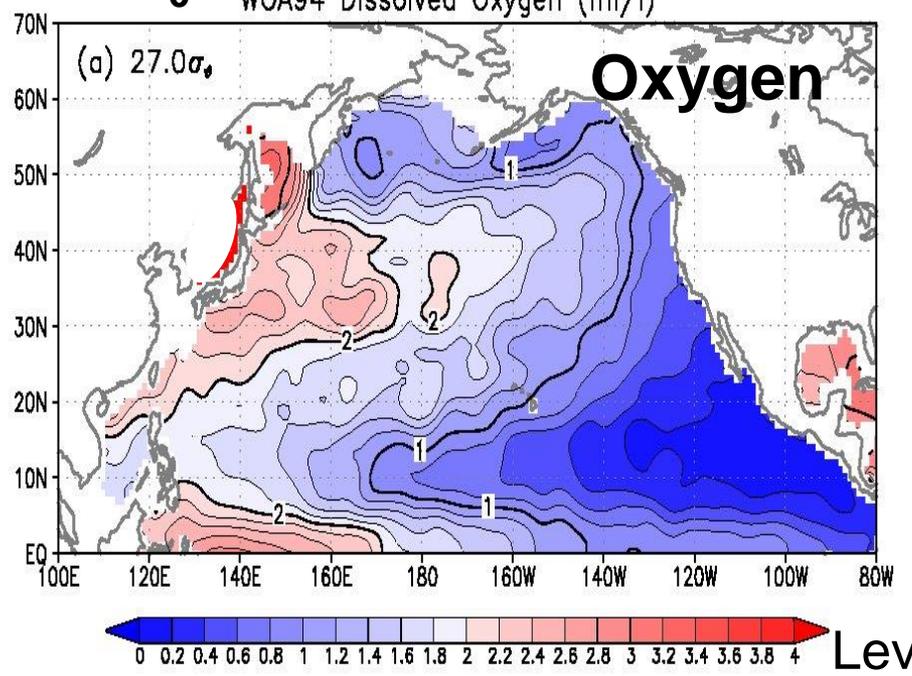


WOA94 Potential Temperature ($^{\circ}\text{C}$)



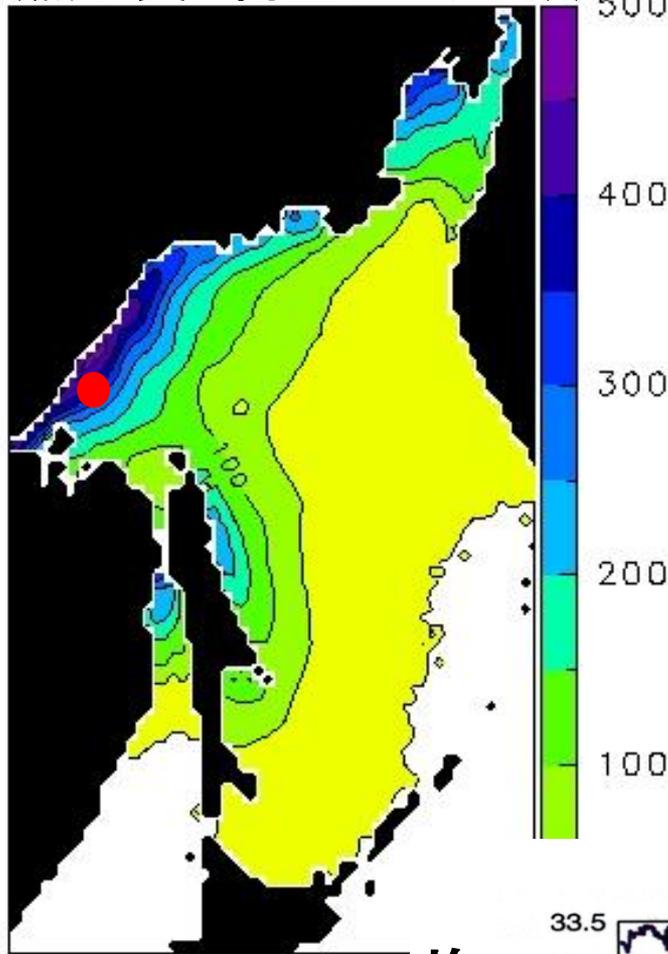
27.0 σ_θ

WOA94 Dissolved Oxygen (ml/l)



海水生産量の見積もり

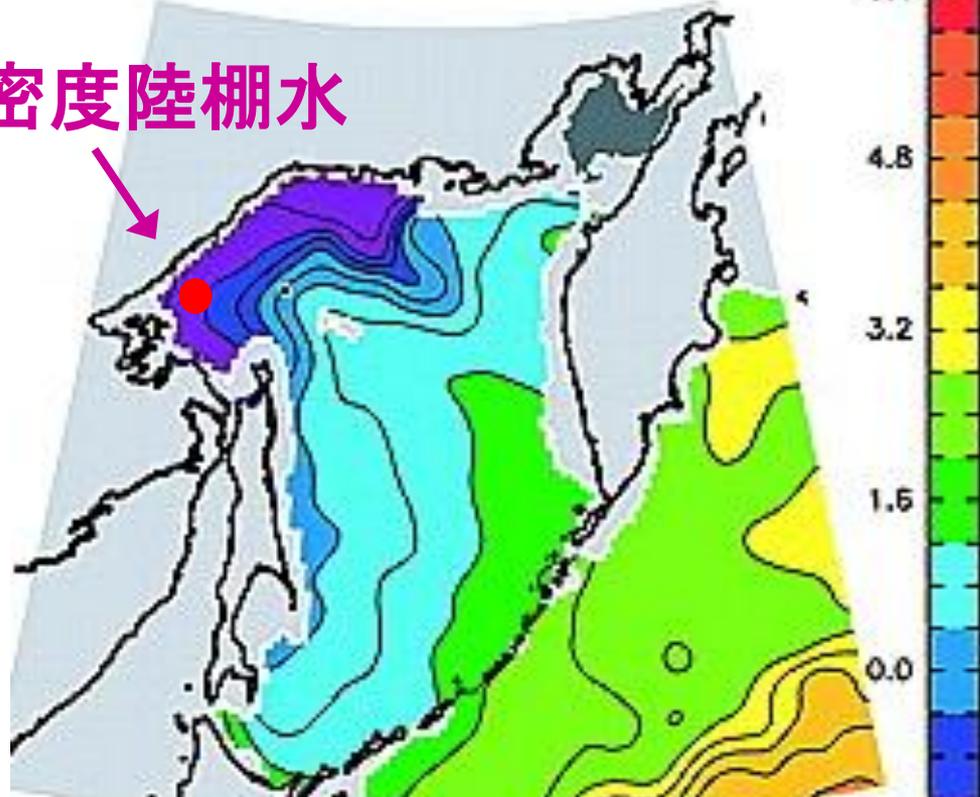
(熱収支と衛星データより) cm



中層(等密度面上)での水温

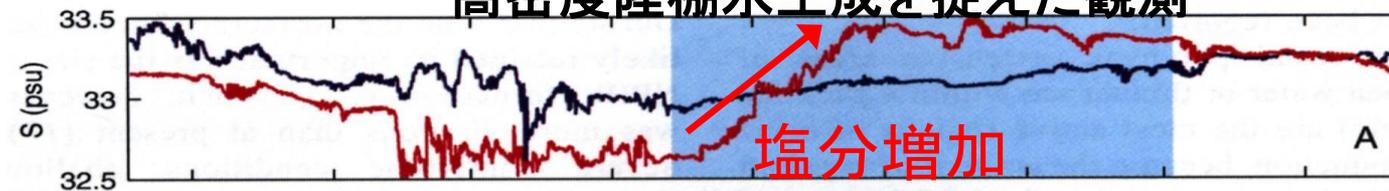
(a) Potential Temperature $26.8 \sigma_\theta$

高密度陸棚水

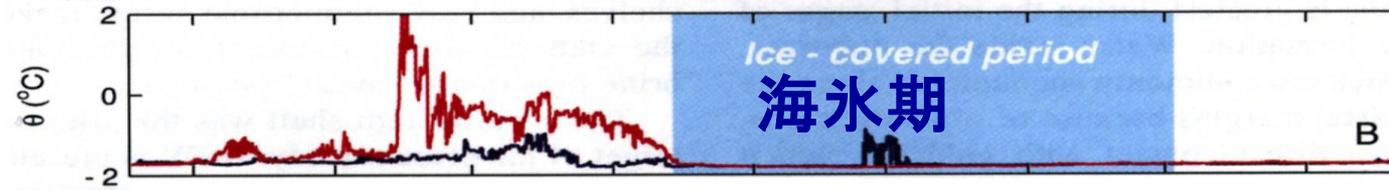


高密度陸棚水生成を捉えた観測

塩分



温度



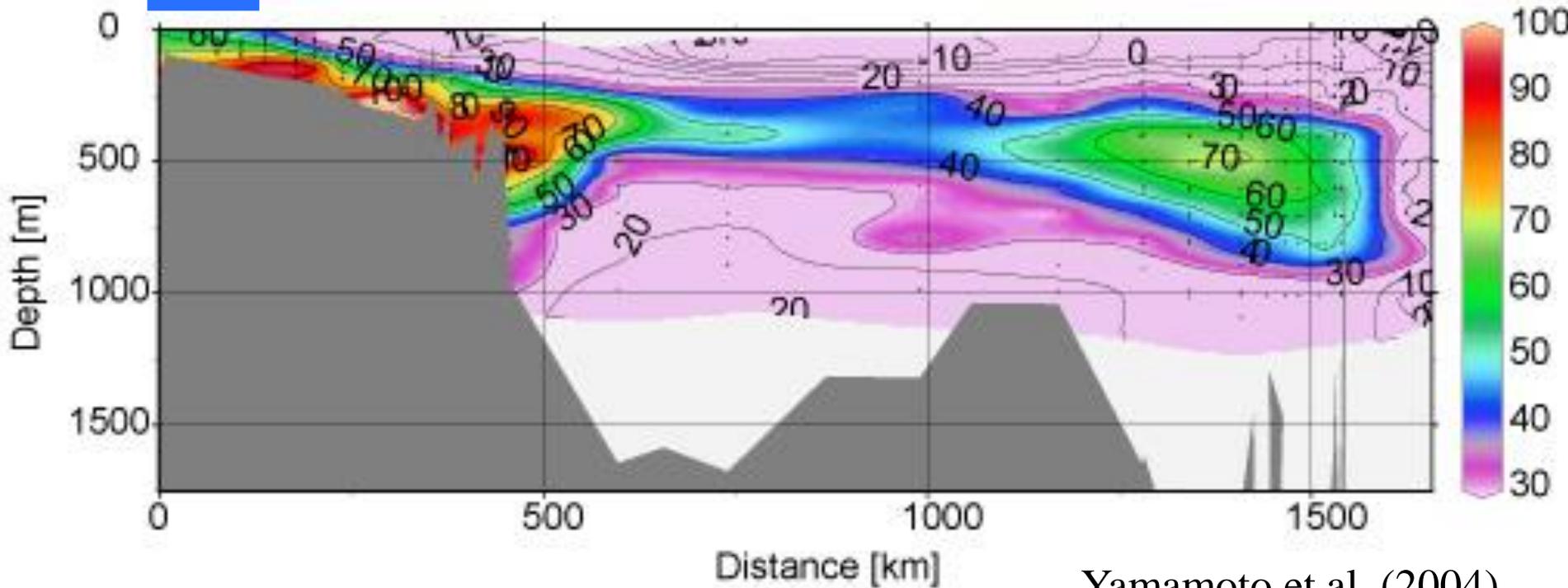
フロンの断面図

高密度陸棚水の形成→中層水へ

オホーツク海

北太平洋

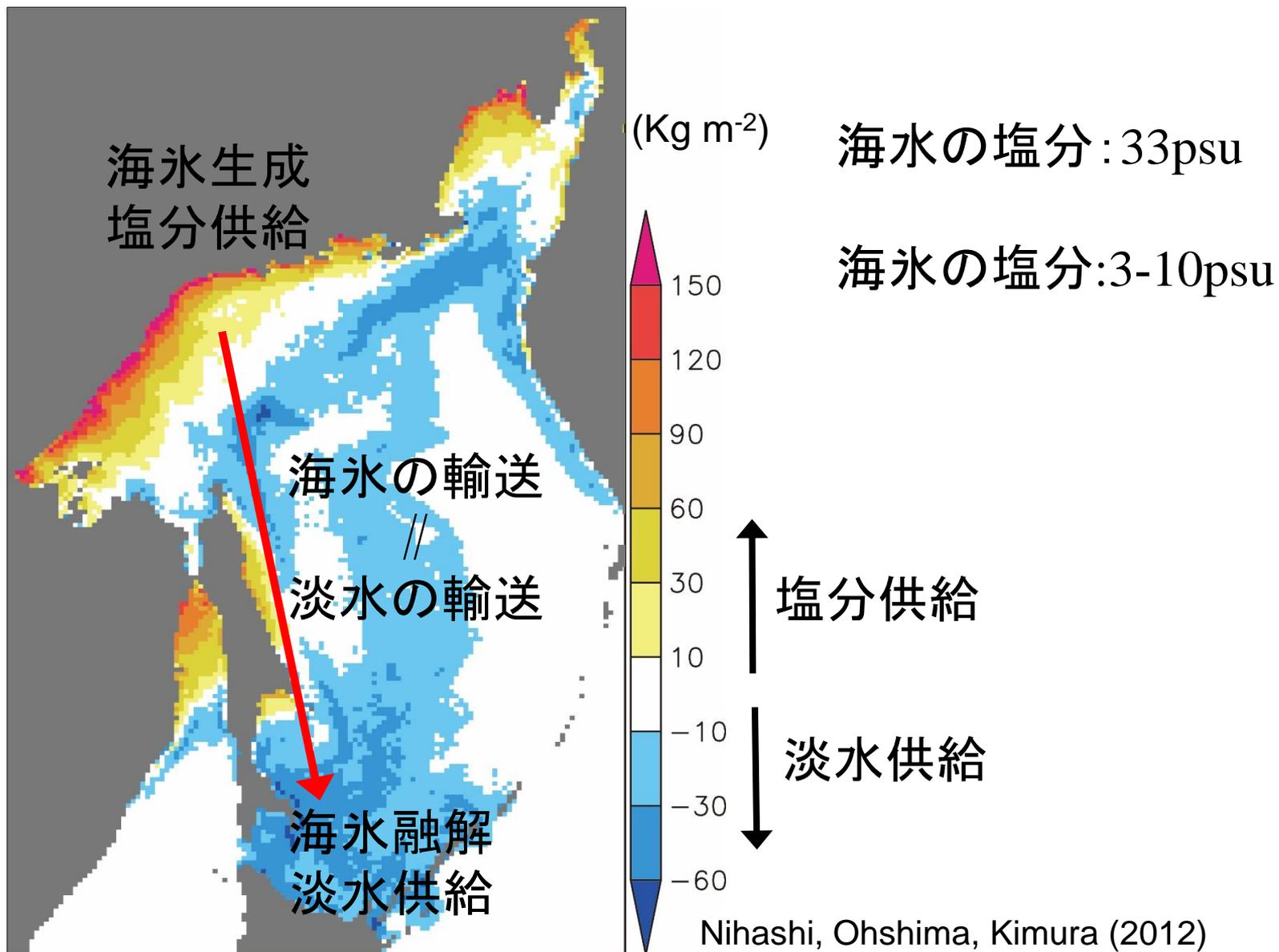
高海水生産



Yamamoto et al. (2004)

オホーツク海は北太平洋の心臓である！

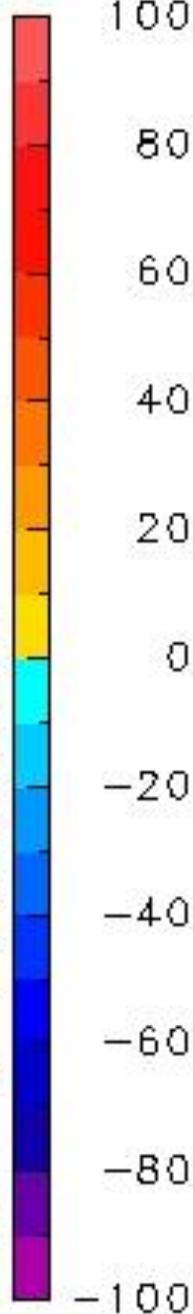
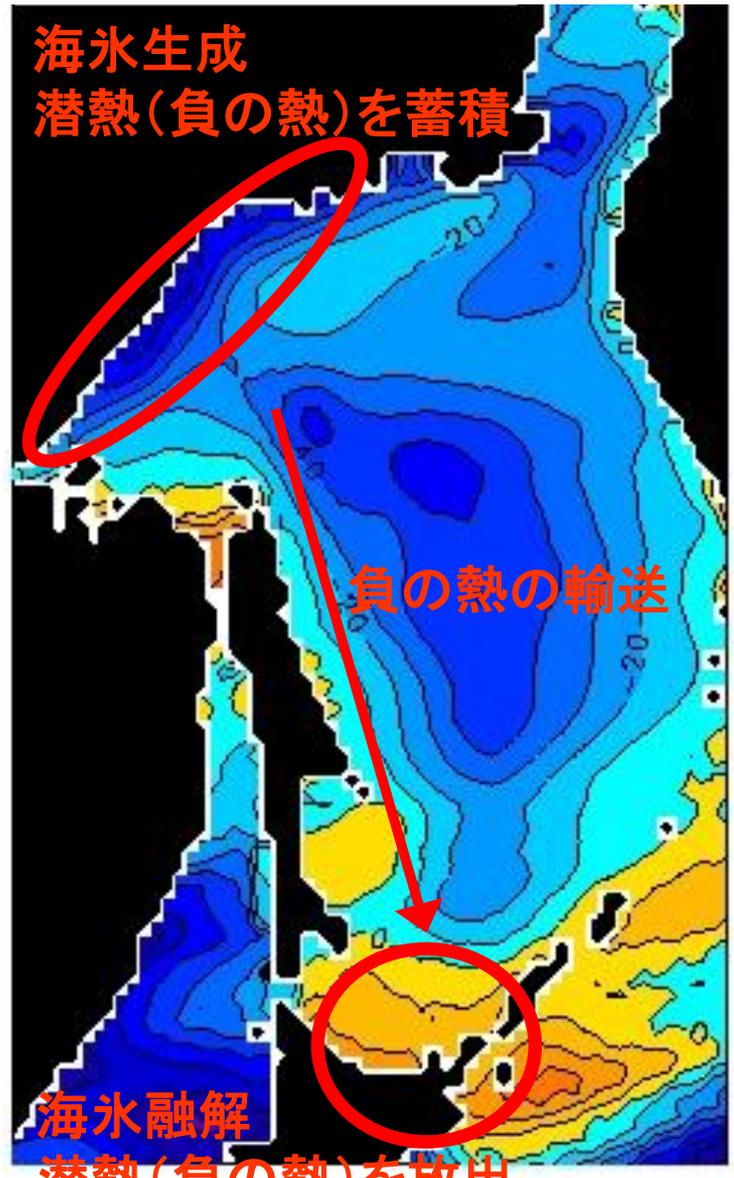
海水生成・融解に伴う年間の正味の塩分収支



年間の正味海面熱収支

大気から海洋が熱をもらう場合を正

(W/m²)



海氷による気候形成

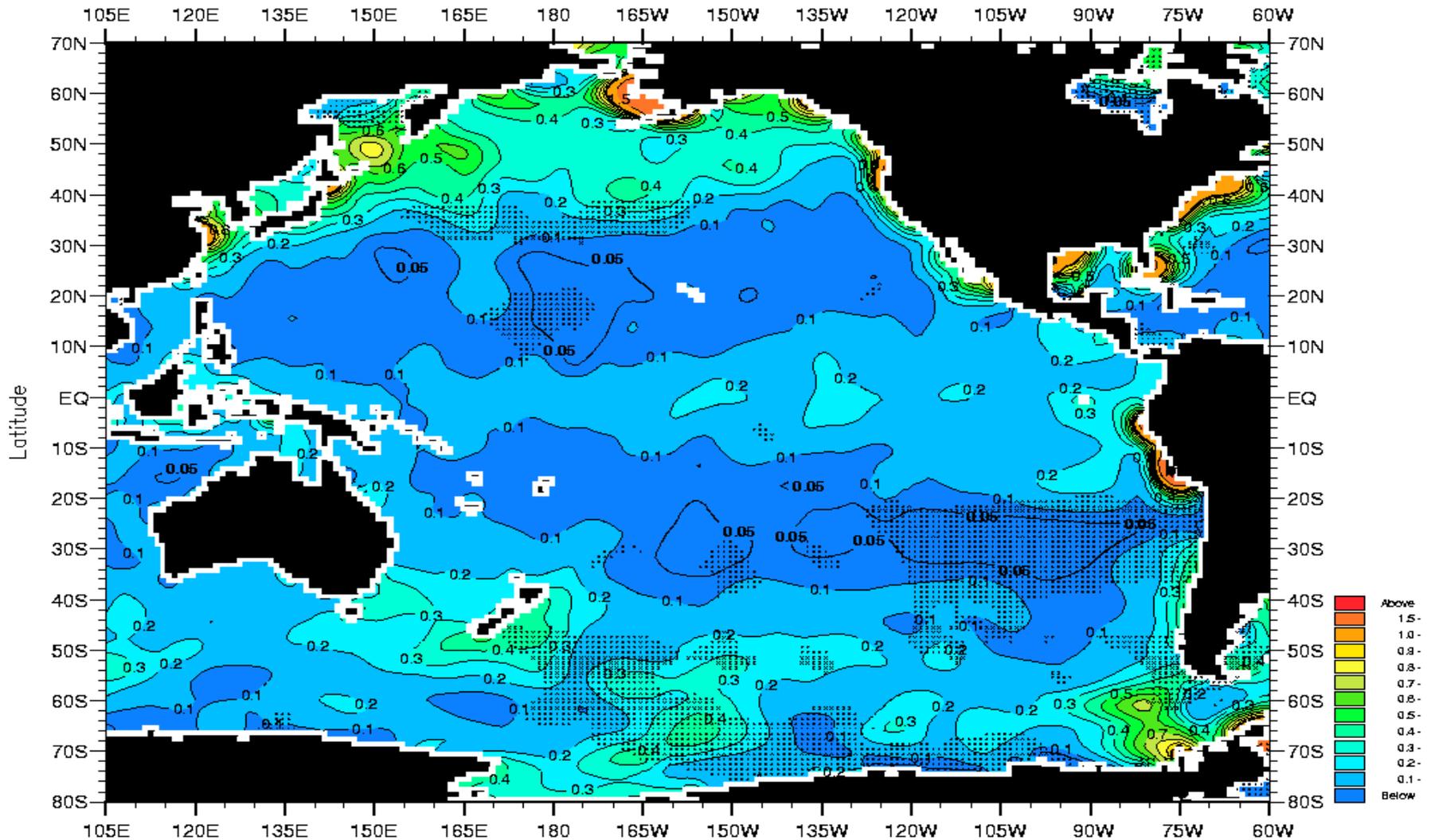
1mの海氷の融解(潜)熱
= 全大気柱25-30度を昇温

北海道北部・東部域の
寒冷な気候(特に夏季)は、
海氷(+東樺太海流)が
運ぶ負の熱によって形成

(Ohshima et al.,2003)

植物プランクトン色素(クロロフィルa)濃度

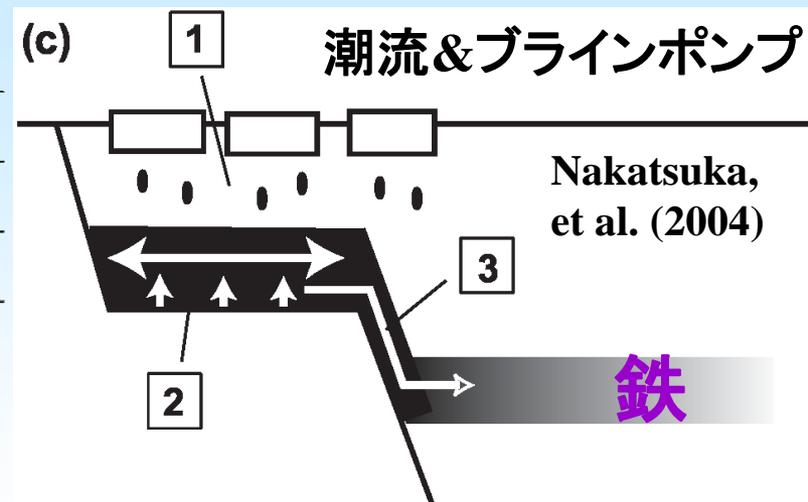
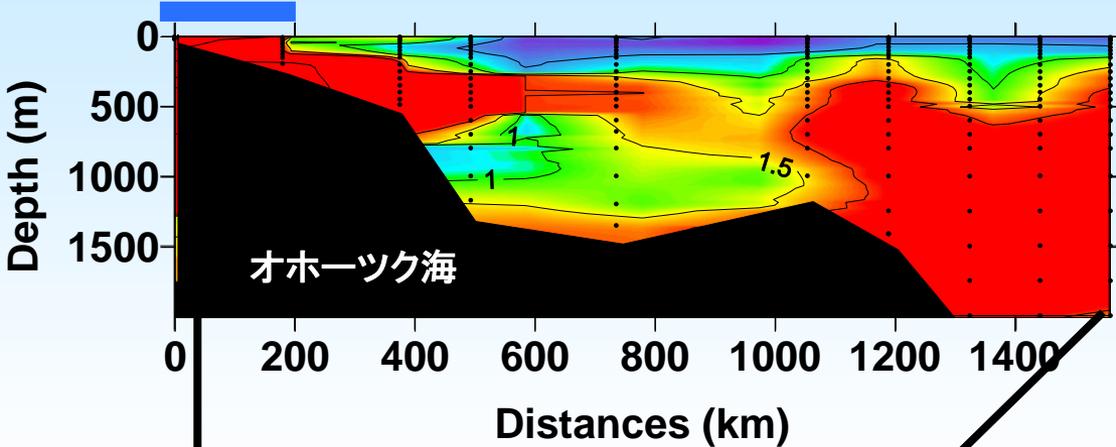
Longitude



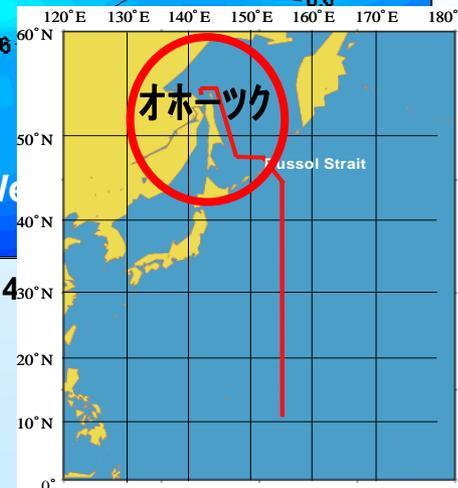
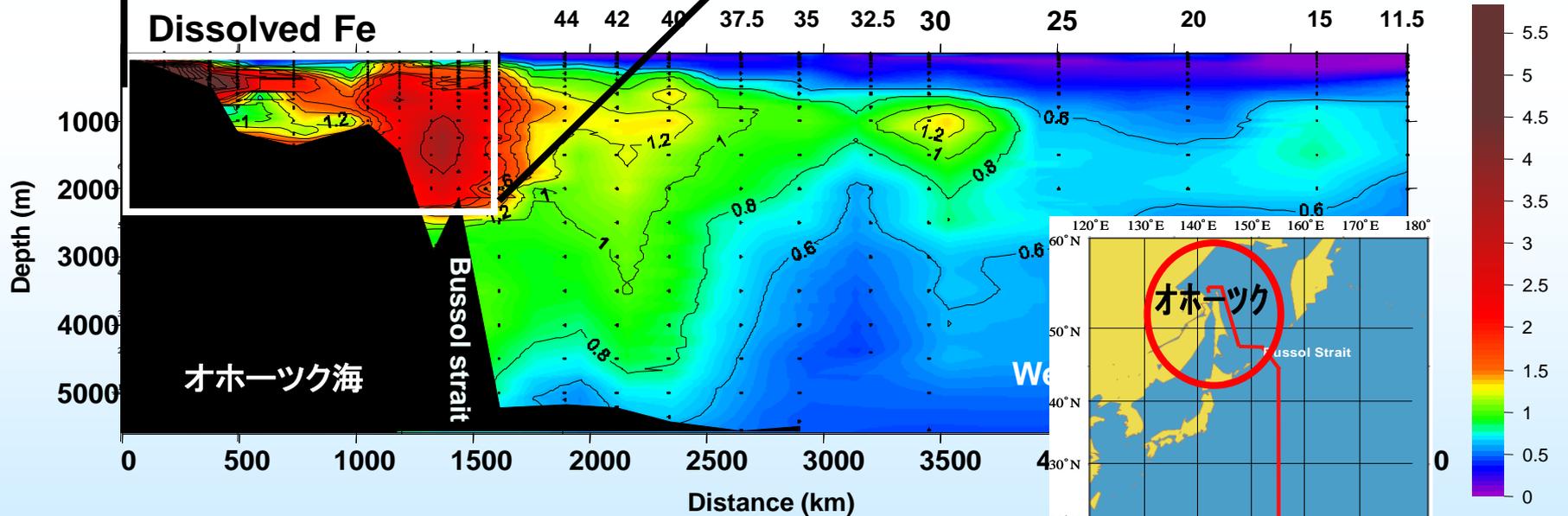
オホーツク海・西部北太平洋は生物生産が大きい

オホーツク海からの鉄の輸送

高海水生産



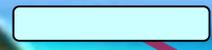
オホーツク - 東経155線での鉄の断面図



Nishioka et al., 2013

アムール川

鉄 海水生成による重い水生成



オホーツク海

北太平洋

中層への潜り込み

鉄

鉄

生物生産に不可欠
西部北太平洋の高い
生物生産を支えている

Nishioka et al.(2007)

中層鉄仮説

巨大魚付林：
アムールオホーツクシステム

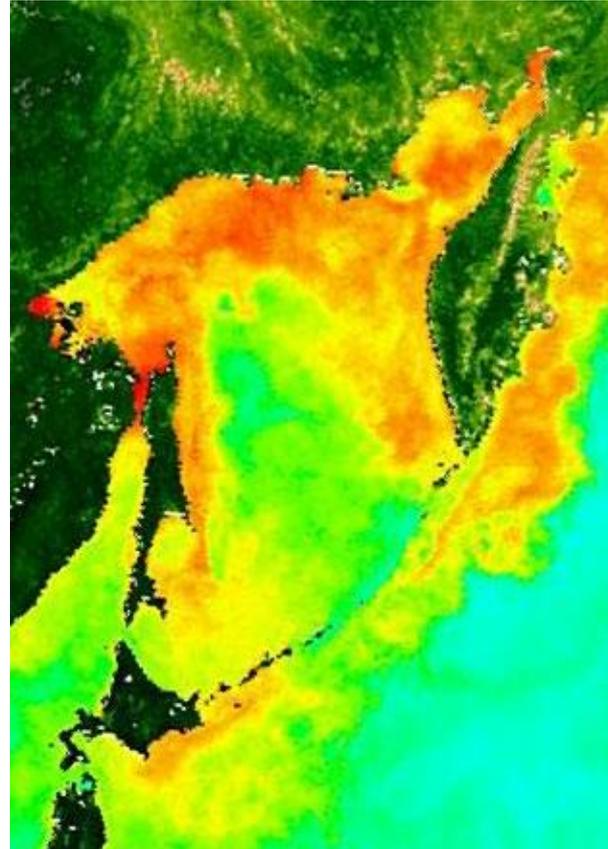
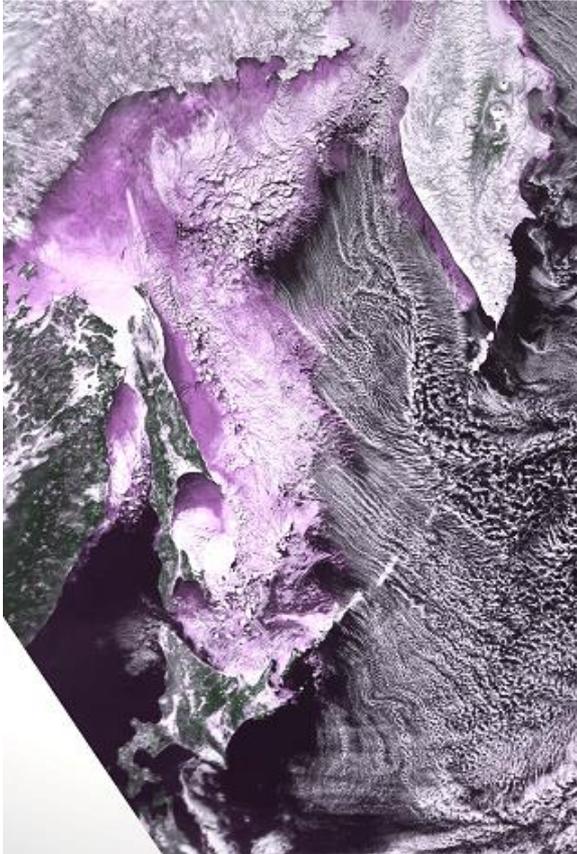
Nakanowatari et al.(2007)

JST提供

オホーツク海における海水発達と春季植物プランクトン増殖

海水衛星画像 (24 Feb. 1998)

春季植物プランクトンブルーム



高生物生産が豊かな
水産資源を支える

Kitami Institute of Technology
Snow and Ice Research Laboratory
<http://snow.civil.kitami-it.ac.jp/>

SeaWiFS satellite image of Ocean
color, <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>

高い生物生産を生み出す為には？

- 河川、●大陸棚、●海水??

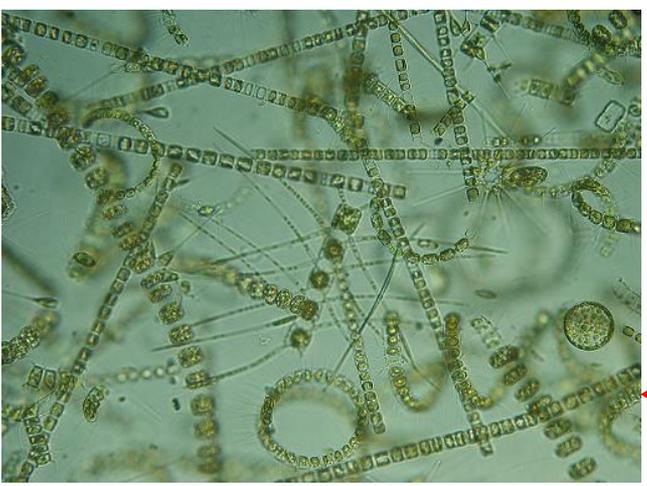
海水が春季植物プランクトン大増殖にどのような役割を果たしているのだろうか？



海水の融解



増殖環境の変化



植物プランクトン大増殖

- 良好な光環境
低塩分水による成層化
- 栄養塩
(窒素、リン、ケイ素)
- 微量栄養物質
(鉄分)

?



2003

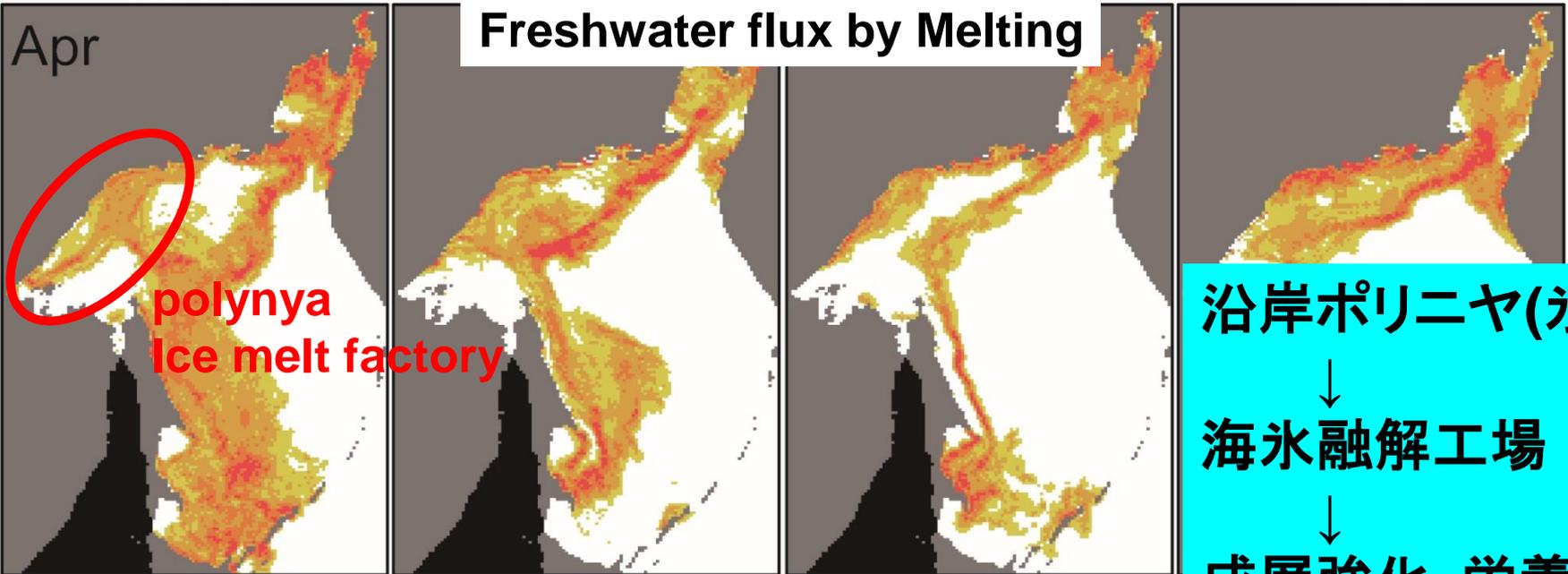
2004

2005

2006

Apr

Freshwater flux by Melting



polynya
Ice melt factory

沿岸ポリニヤ(氷縁)

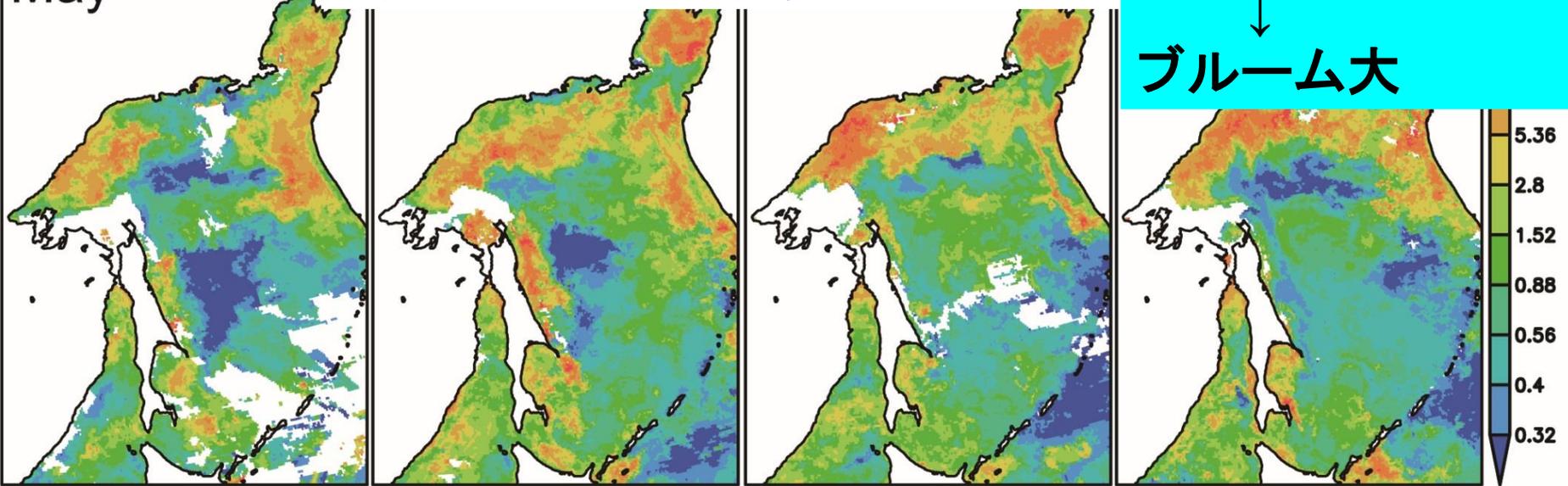
海水融解工場

成層強化・栄養供給

ブルーム大

May

Aqua MODIS chlorophyll concentration



5.36

2.8

1.52

0.88

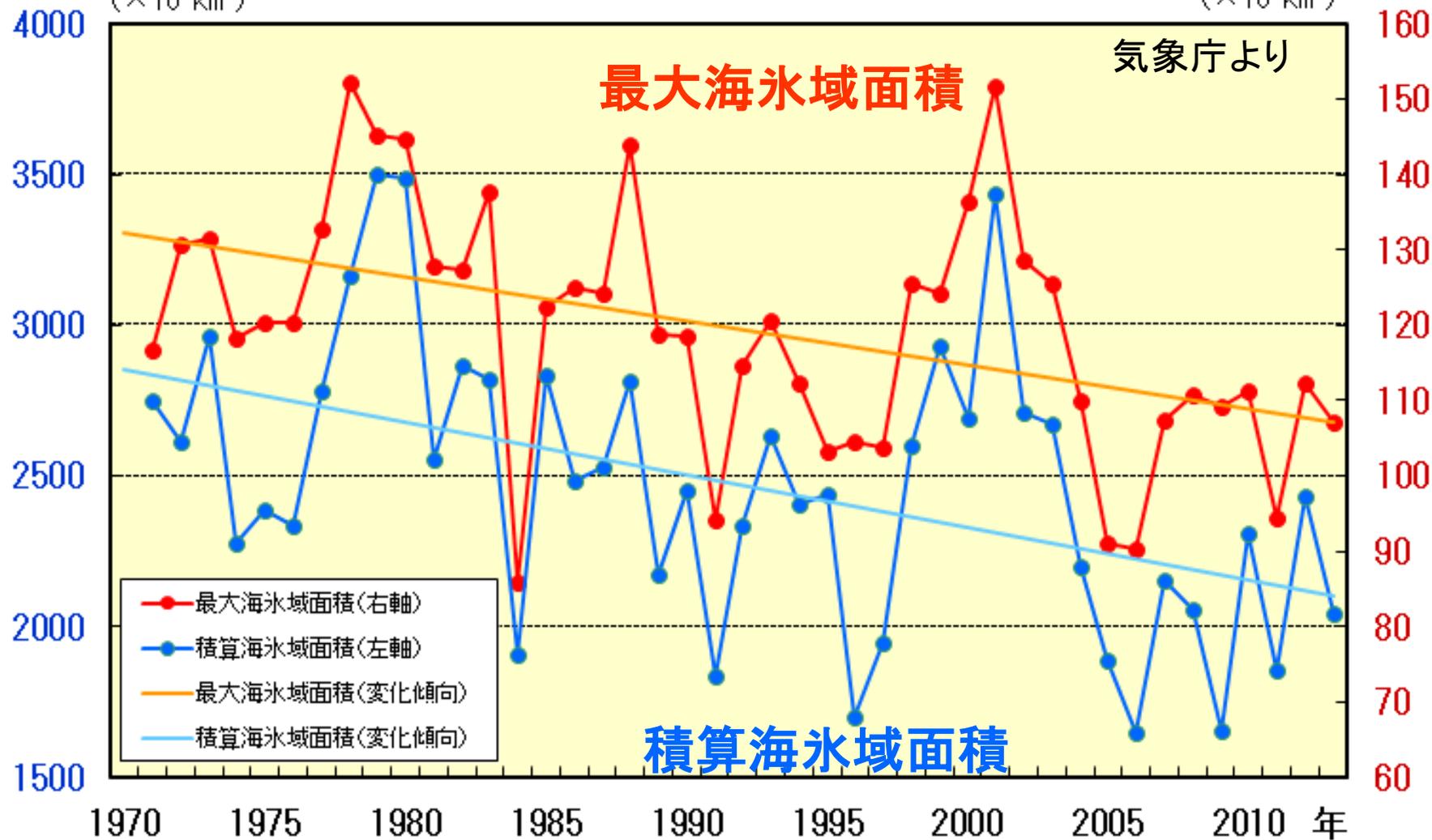
0.56

0.4

0.32

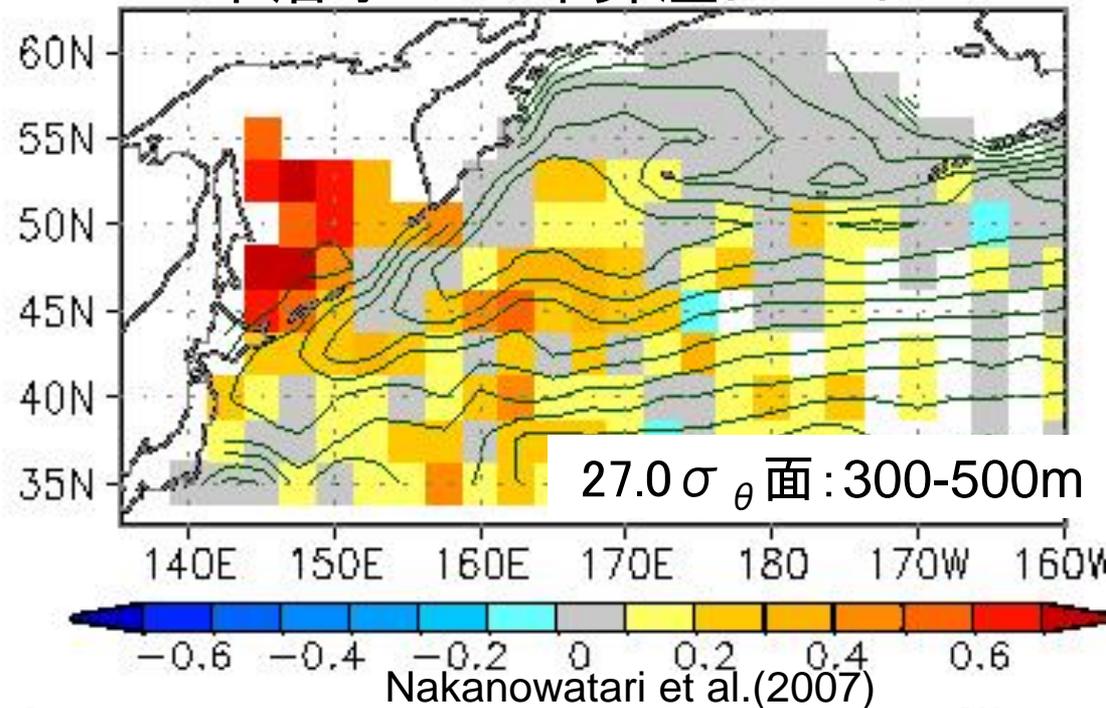
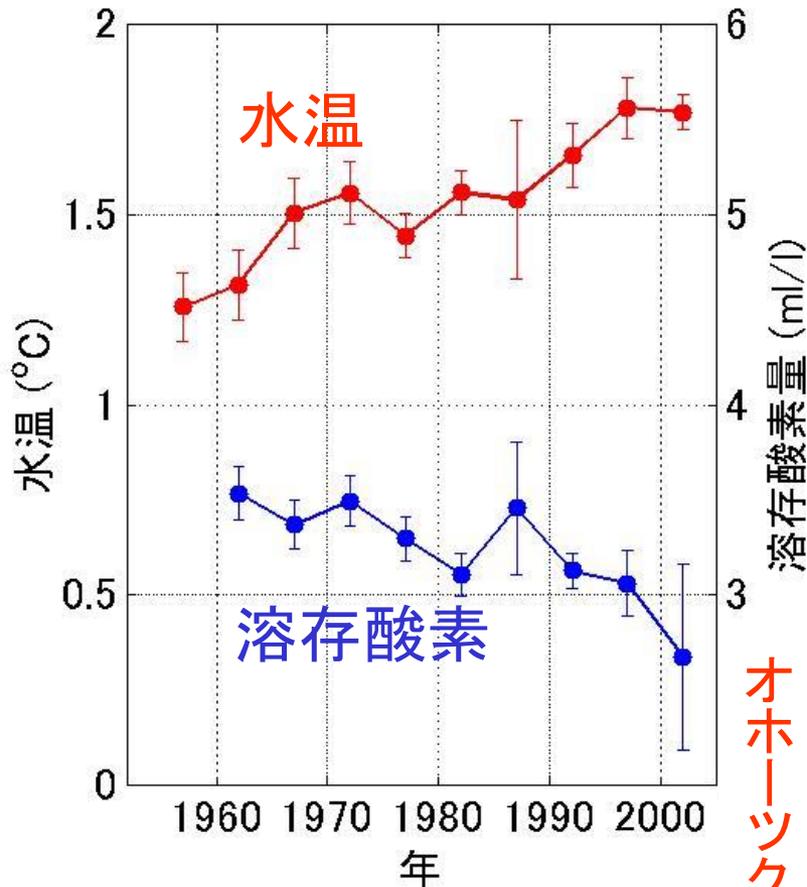
積算海氷域面積
($\times 10^4 \text{km}^2$)

最大海氷域面積
($\times 10^4 \text{km}^2$)

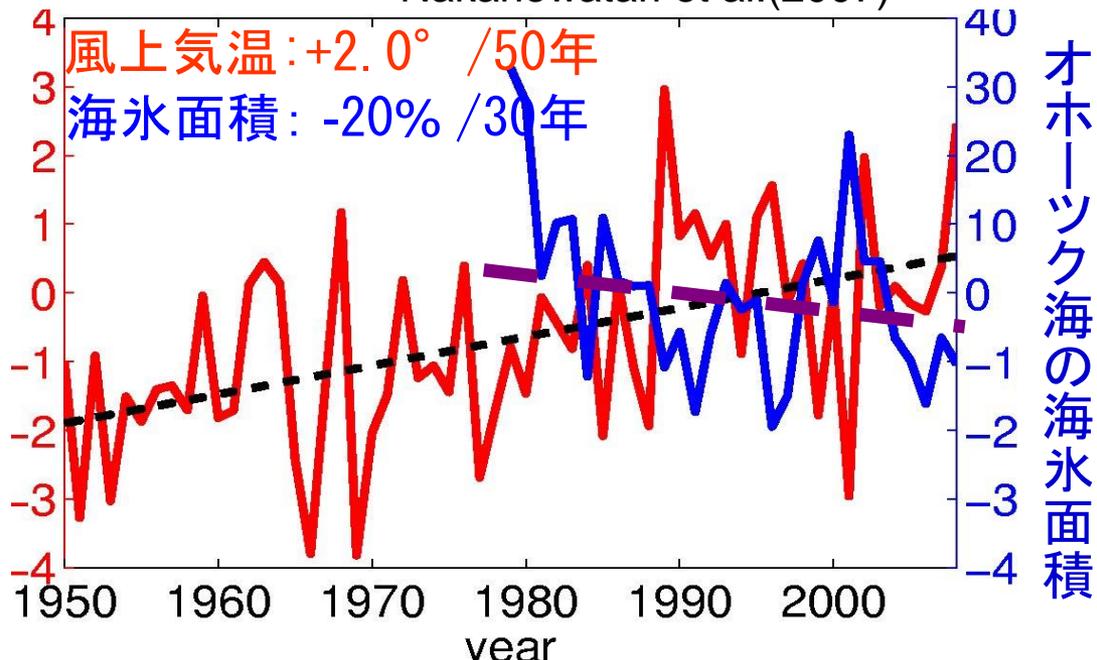


オホーク海の海氷面積は40年で約25%減少している

中層水の50年昇温トレンド



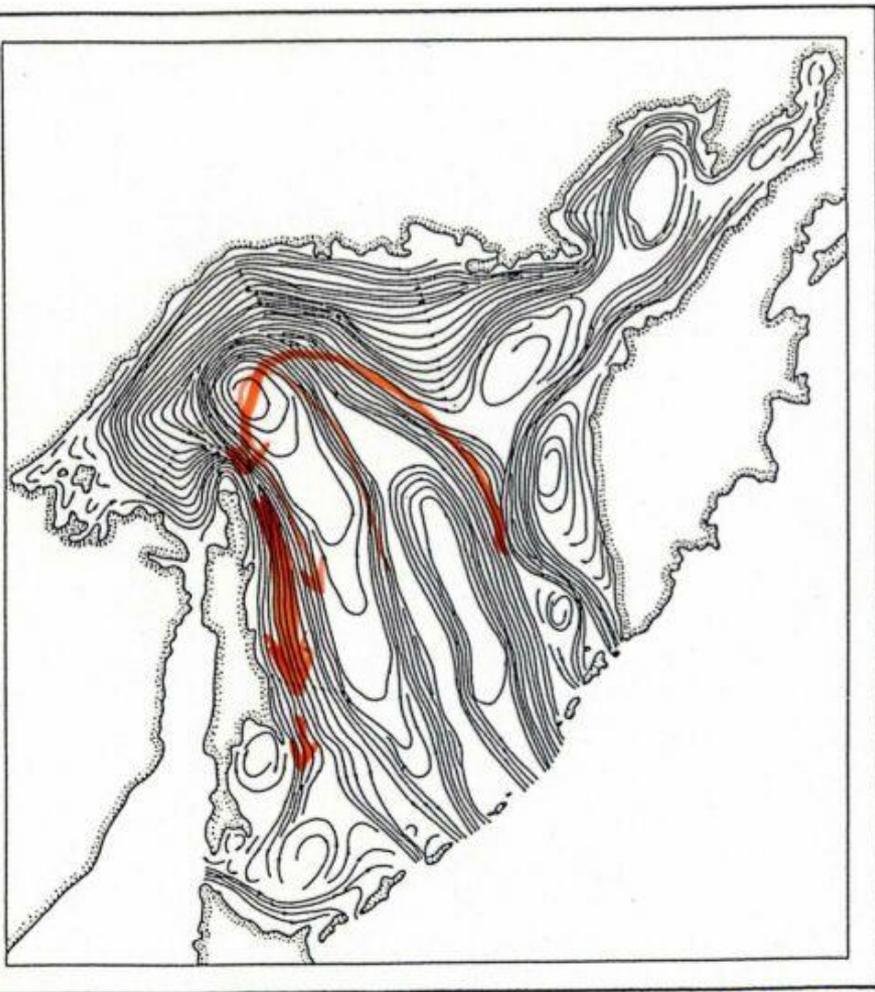
オホーツク海上の気温偏差



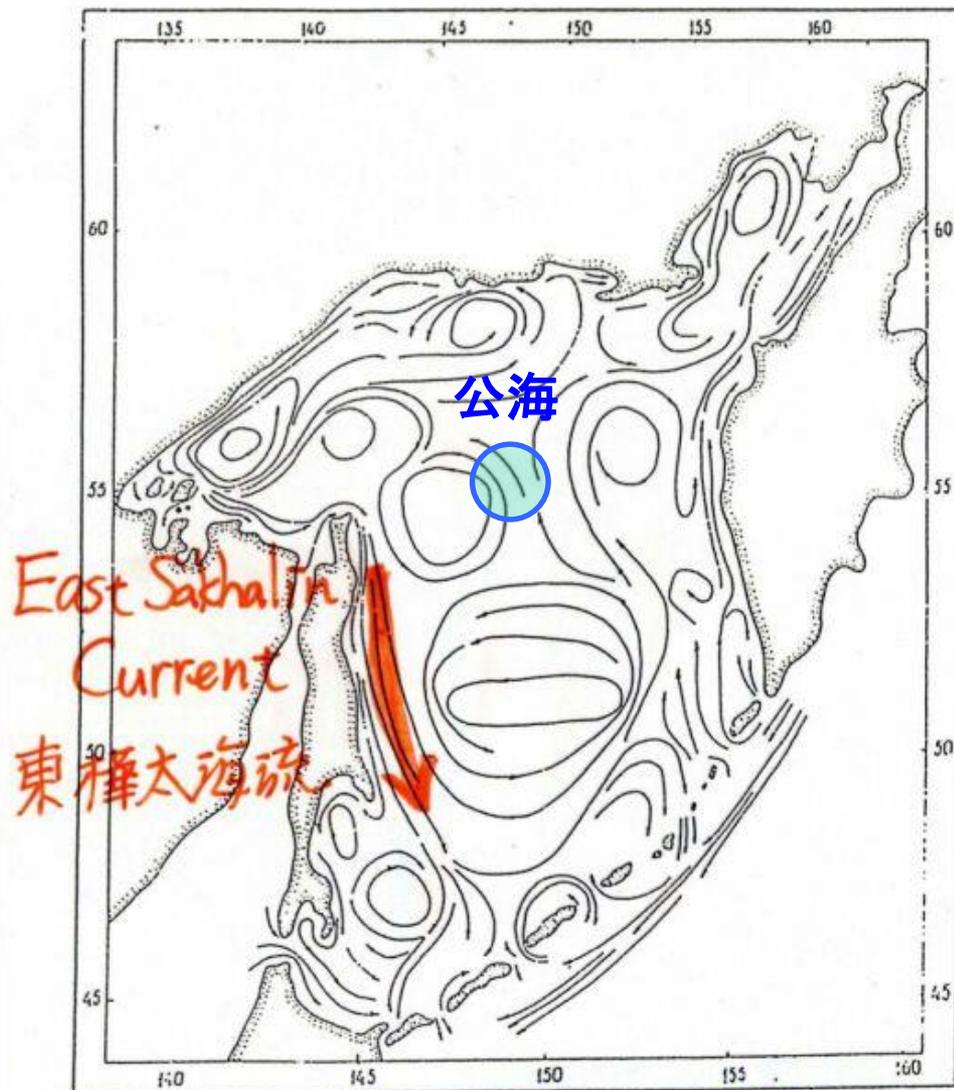
オホーツク海の中層水の50年間の変化

重い水の潜り込みは減っている！

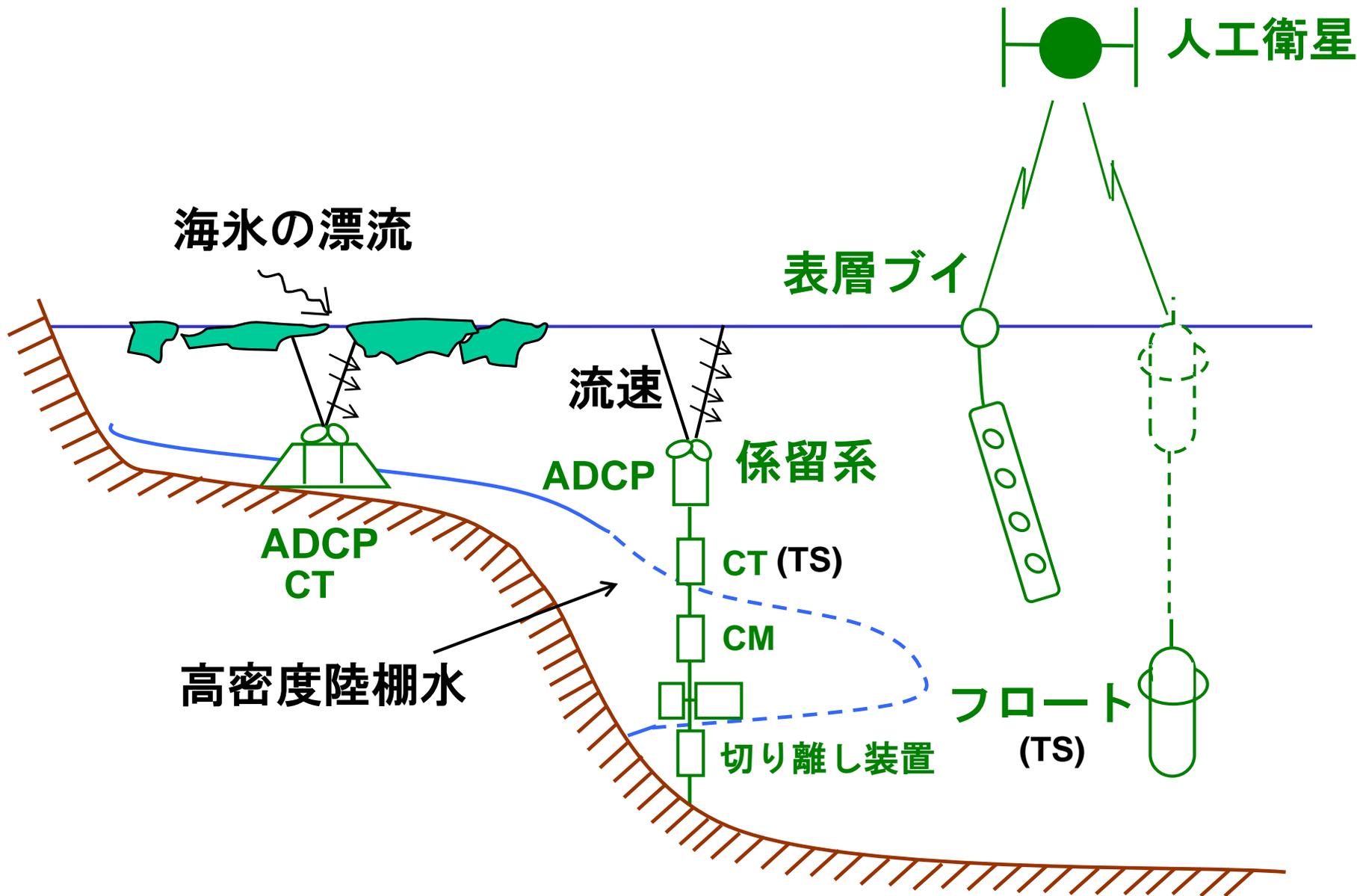
オホーツク海の海流はよくわかっていなかった。
冷戦終結で観測が可能になった。



Leonov (1960)



Moroshikin (1966)



人工衛星

海水の漂流

表層ブイ

流速

ADCP

係留系

ADCP
CT

CT (TS)

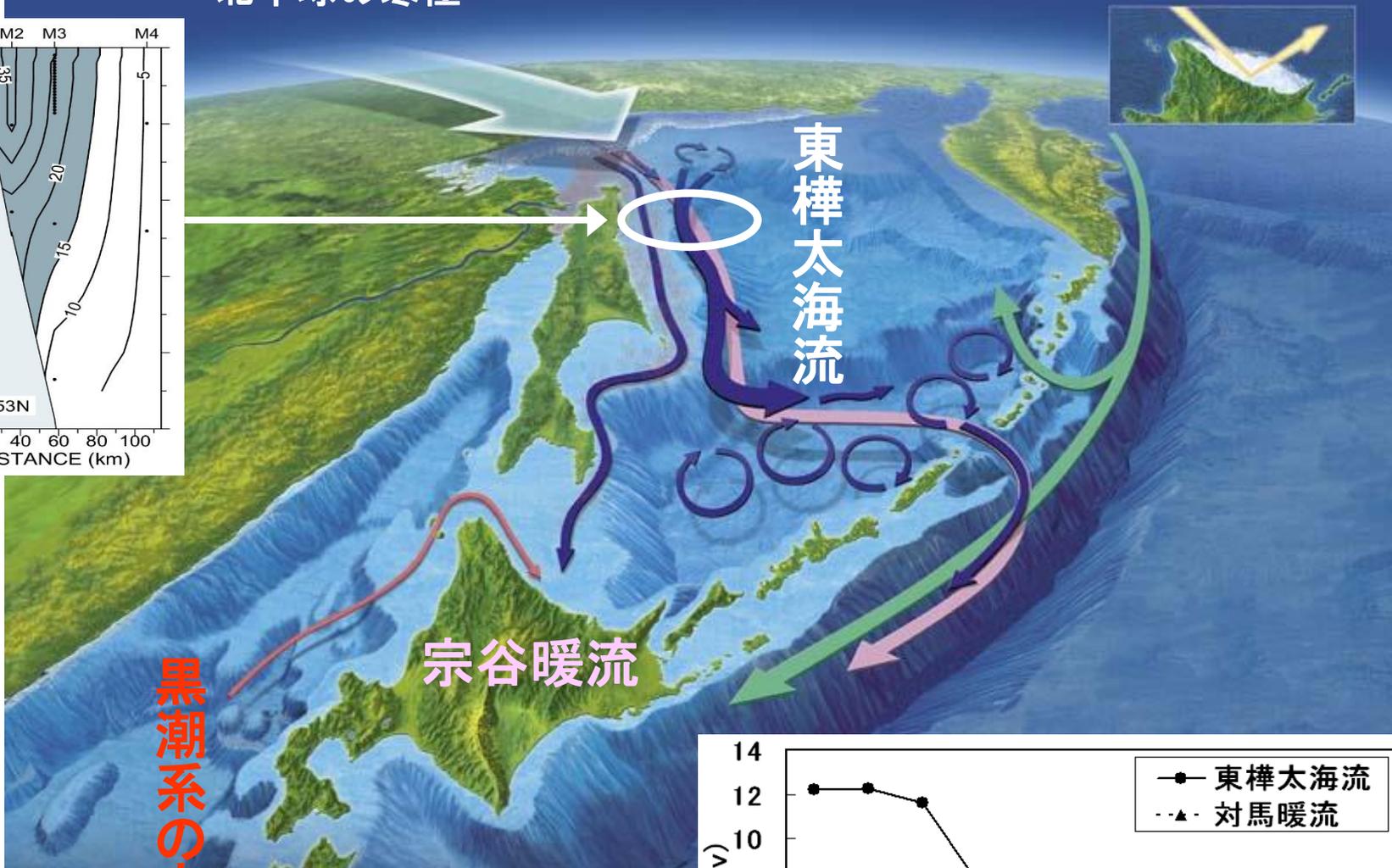
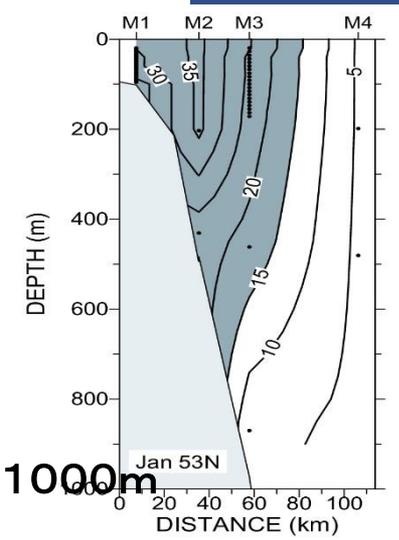
CM

高密度陸棚水

切り離し装置

フロート
(TS)

北半球の寒極



黒潮系
の
高温・高塩水

