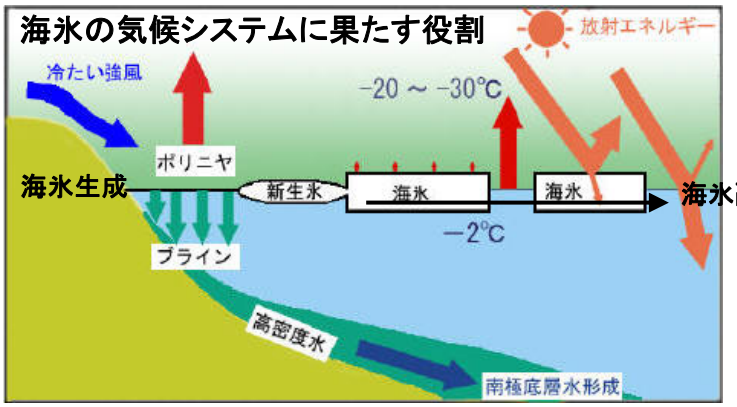
海氷の気候システムに果たす役割



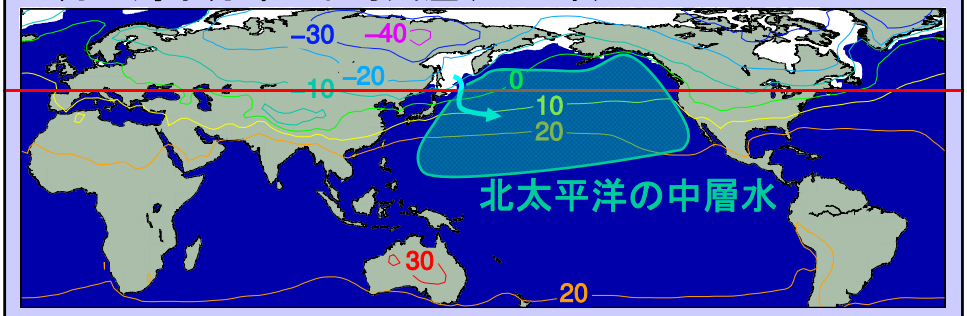
熱と塩の再分配・輸送：中深層水の生成

- 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

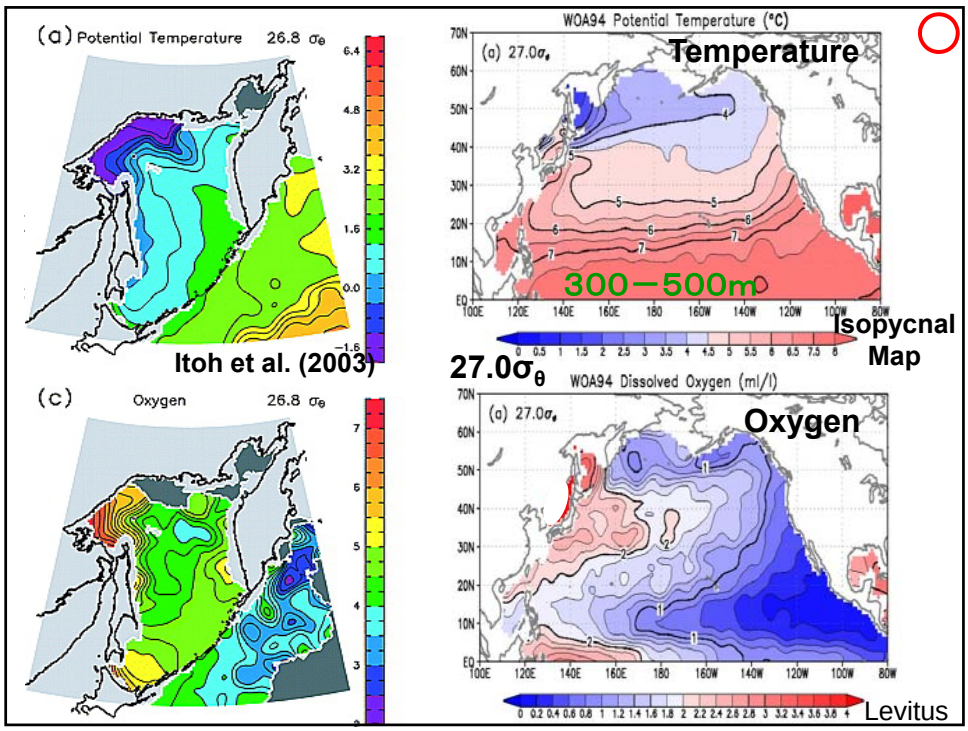
2月の海氷分布と平均気温（2001年）

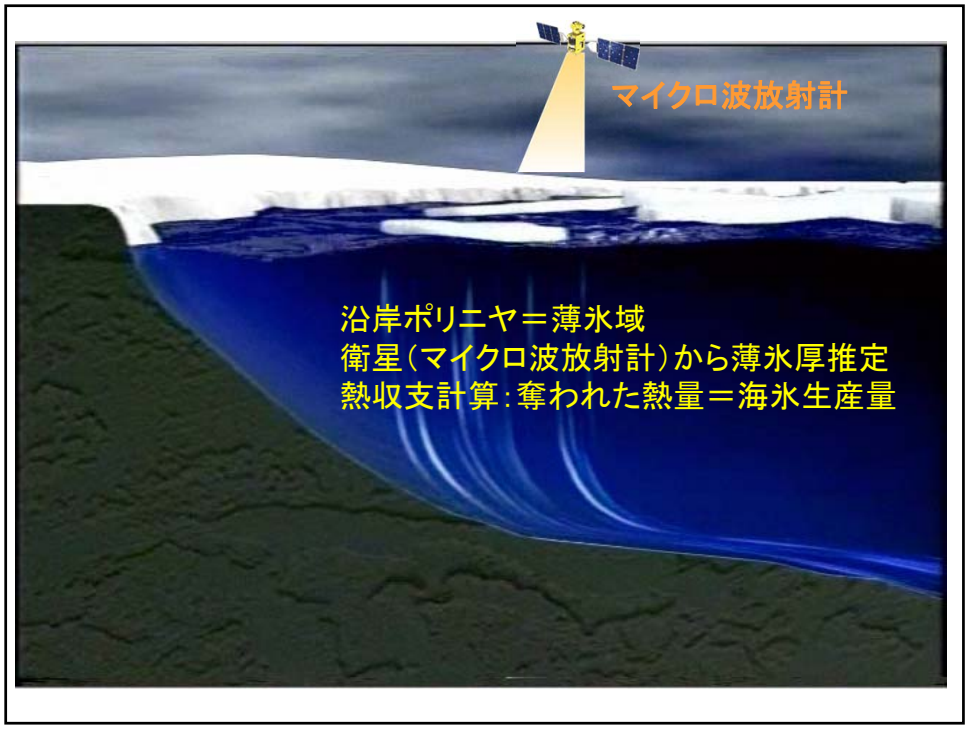


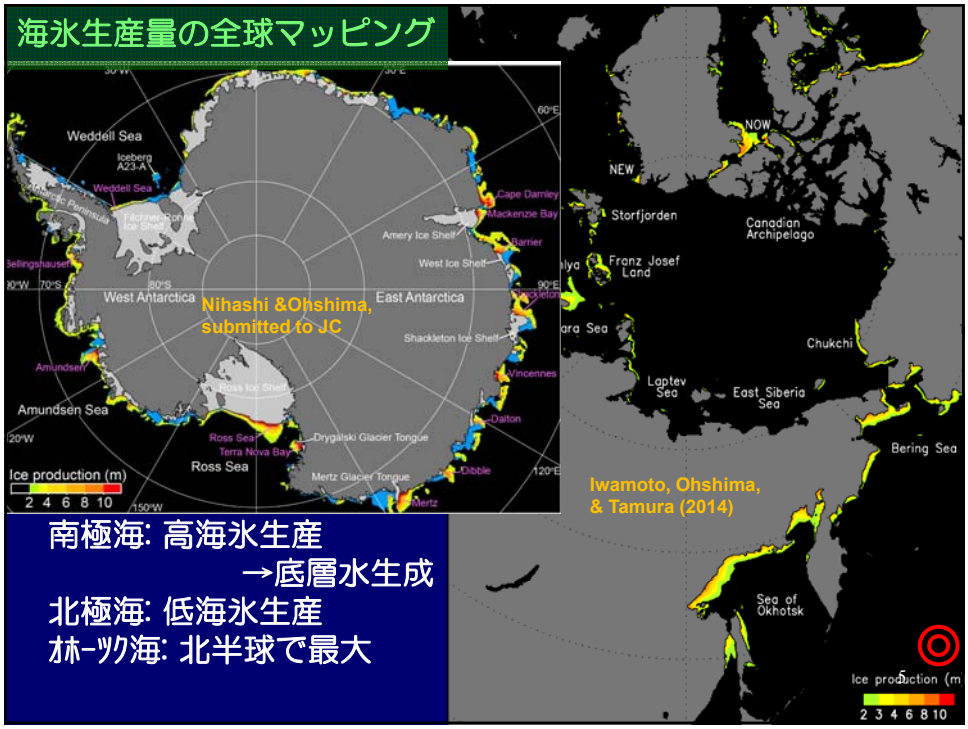
Nihashi et al.,2009

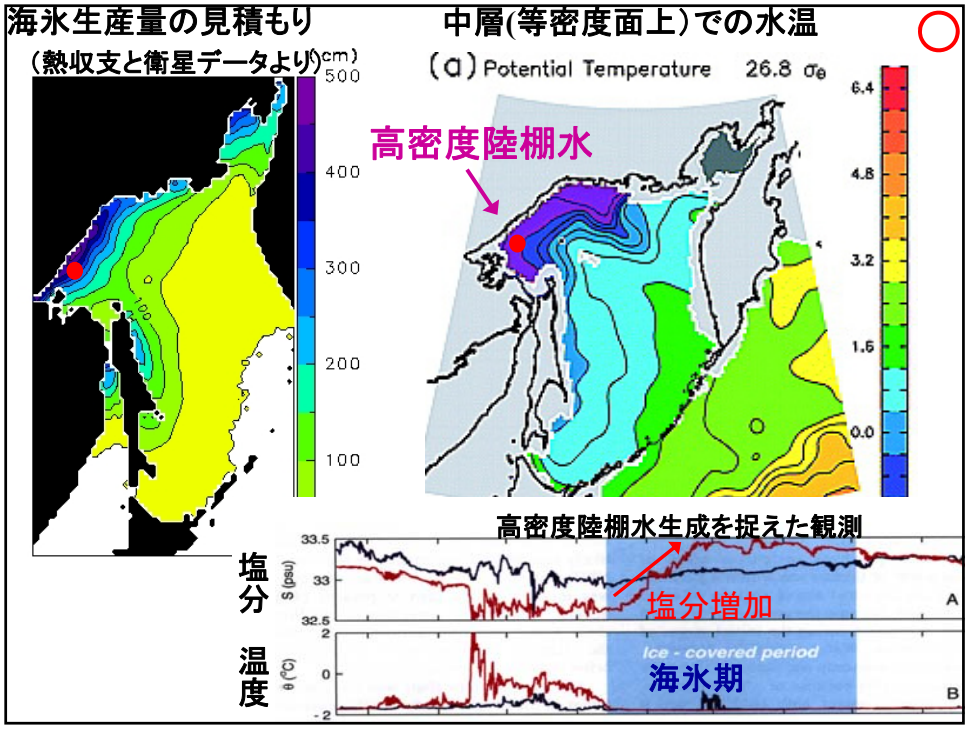
- 風上が北半球の寒極 → 北半球における海氷域の南限

- 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 σθ
Itoh et al. (2003)
(c) Oxygen 26.8 σθ
WOA94 Potential Temperature (°C)
(a) 27.0σθ
Temperature
300－500m
Isopycnal Map
27.0σθ
WOA94 Dissolved Oxygen (ml/l)
Oxygen
Levitus

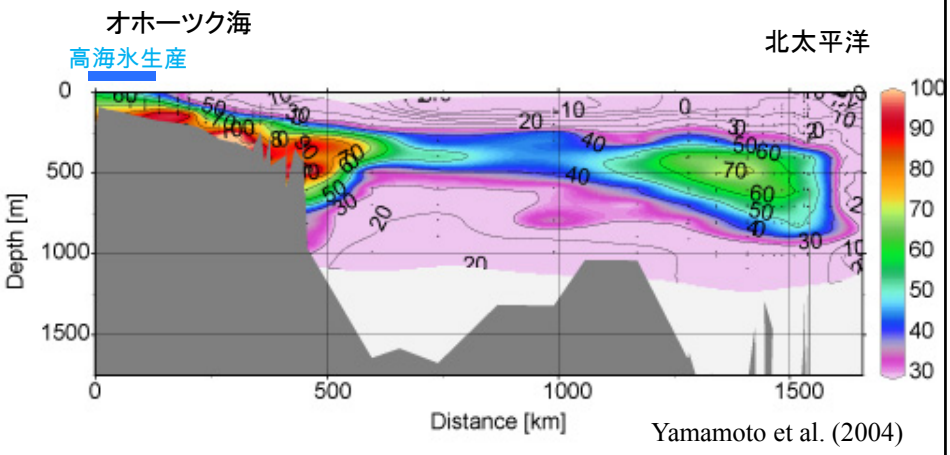

マイクロ波放射計
沿岸ポリニヤ＝薄氷域
衛星（マイクロ波放射計）から薄氷厚推定
熱収支計算：奪われた熱量＝海氷生産量


海氷生産量の全球マッピング
Weddell Sea
Iceberg A23-A
Cape Darnley
Mackenzie Bay
Amery Ice Shelf
West Ice Shelf
West Antarctica
East Antarctica
Nihashi &Ohshima, submitted to JC
Shackleton Ice Shelf
Amundsen Sea
Ross Sea
Terra Nova Bay
Drygalski Glacier Tongue
Mertz Glacier Tongue
Dibble
Mertz
Dalton
Vincennes
Ice production (m)
2 4 6 8 10
南極海: 高海氷生産
→底層水生成
北極海: 低海氷生産
ｵﾎｰﾂｸ海: 北半球で最大
NOW
NEW
Storfjorden
Canadian Archipelago
Franz Josef Land
Chukchi
Laptev Sea
East Siberia Sea
Bering Sea
Sea of Okhotsk
Iwamoto, Ohshima, & Tamura (2014)
2 3 4 6 8 10


海氷生産量の見積もり
（熱収支と衛星データより）
(cm)
500
400
300
200
100
中層(等密度面上)での水温
(a) Potential Temperature 26.8 σθ
高密度陸棚水
6.4
4.8
3.2
1.6
0.0
高密度陸棚水生成を捉えた観測
塩分
S (psu)
33.5
33
32.5
塩分増加
A
温度
θ (°C)
2
0
-2
Ice - covered period
海氷期
B

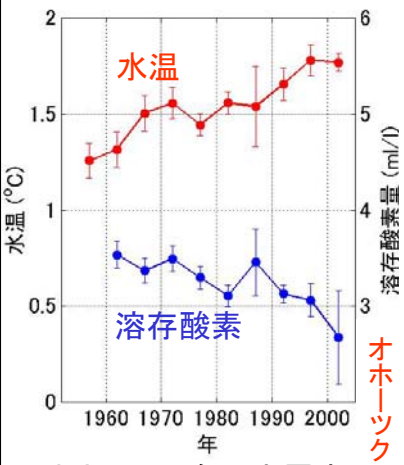
フロンの断面図

高密度陸棚水の形成→中層水へ



Yamamoto et al. (2004)

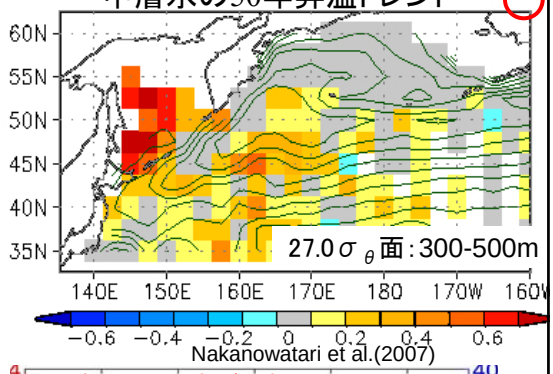
オホーツク海は北太平洋の心臓である！



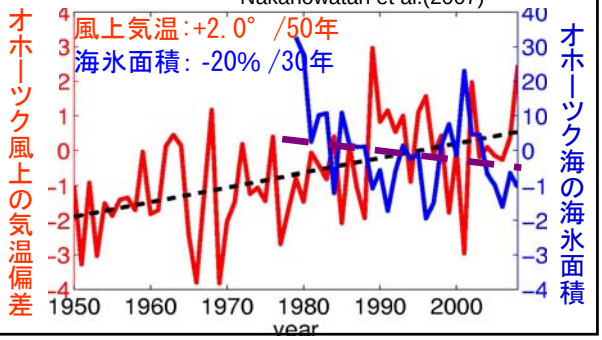
オホーツク海の中層水の50年間の変化

重い水の潜り込みは減っている！

中層水の50年昇温トレンド

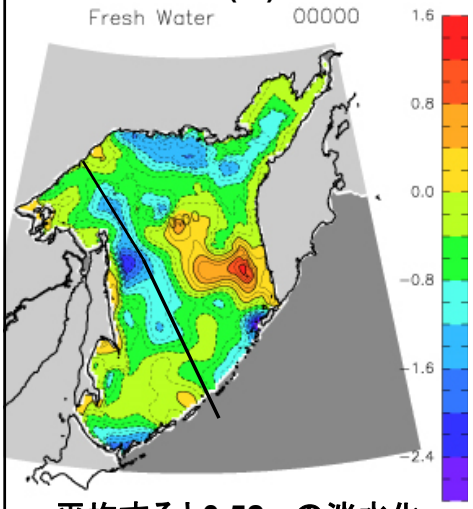


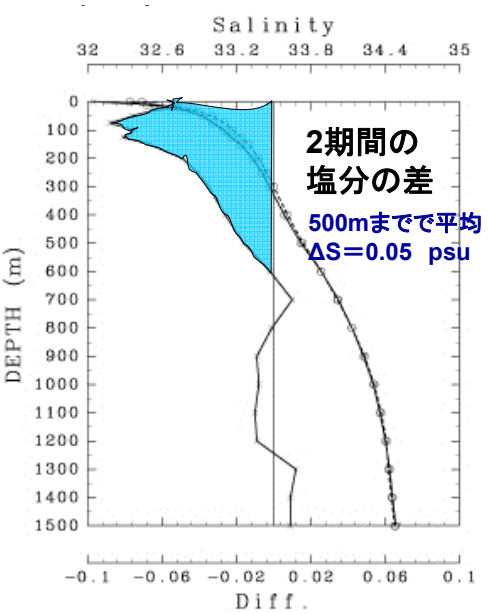
Nakanowatari et al.(2007)



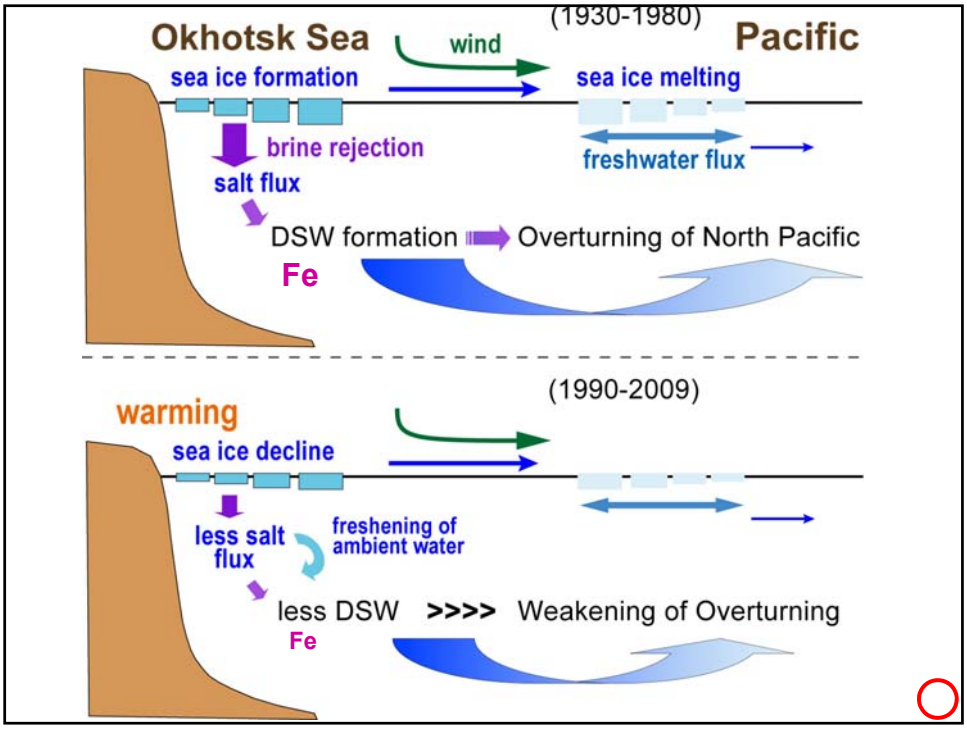
[(1990-2009) - (1930-1980)]

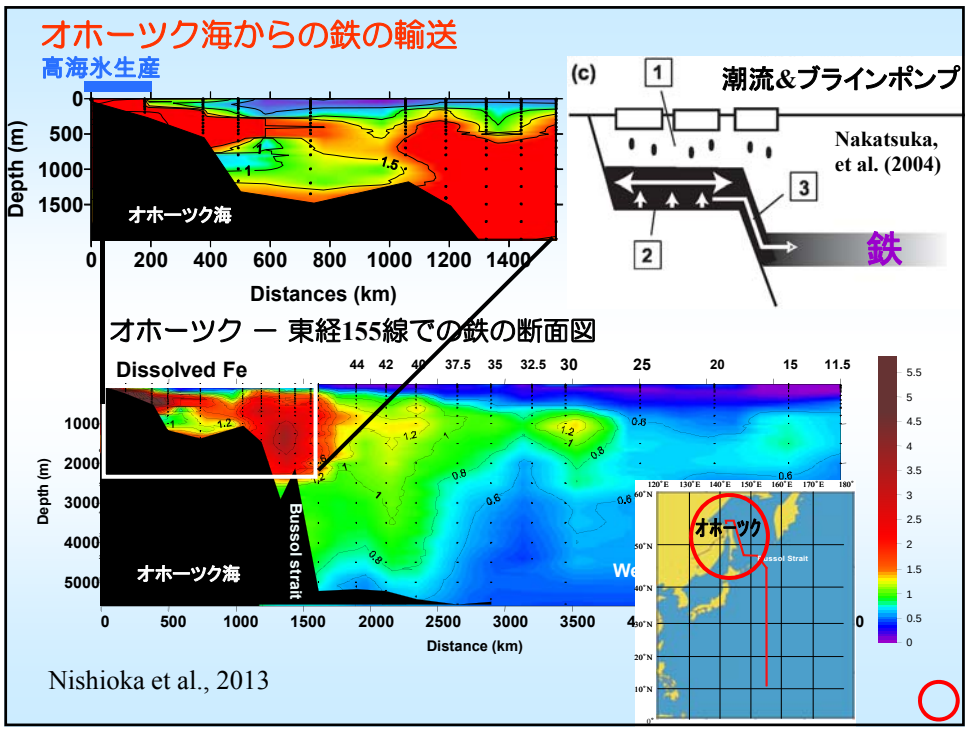
水柱全体の塩分変化を
淡水フラックス(m)に換算

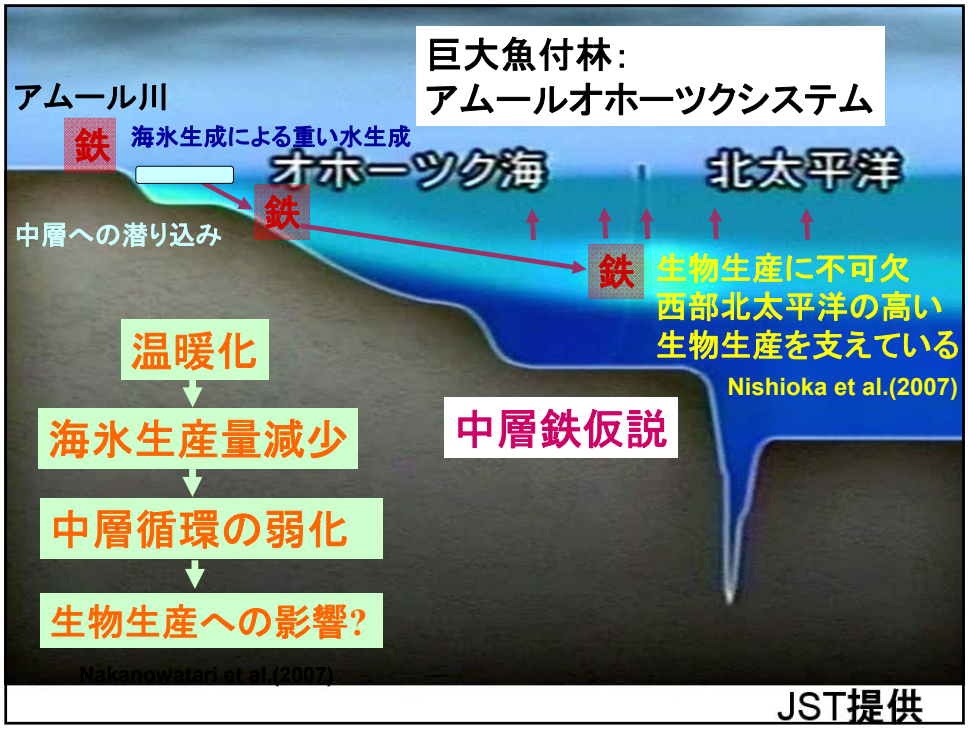




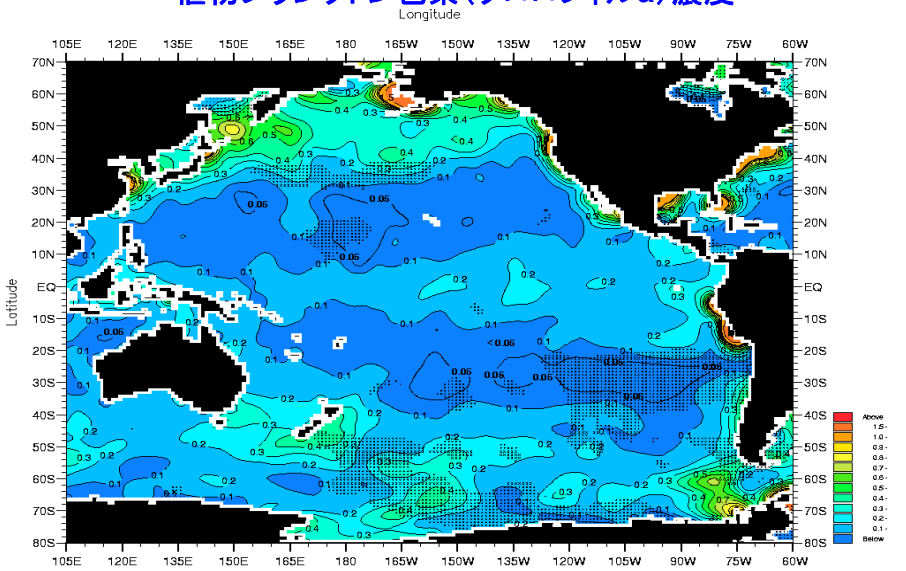
平均すると0.52mの淡水化




オホーツク海からの鉄の輸送
高海氷生産
Depth (m)
オホーツク海
Distances (km)
(c)
潮流&ブラインポンプ
Nakatsuka, et al. (2004)
鉄
オホーツク ー 東経155線での鉄の断面図
Dissolved Fe
Bussol strait
Distance (km)
Nishioka et al., 2013

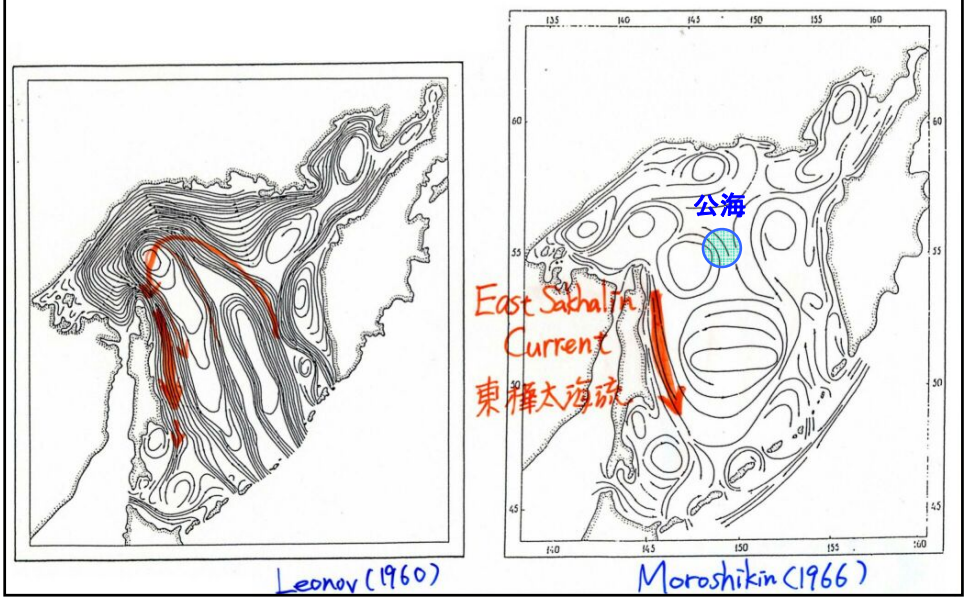

巨大魚付林:
アムールオホーツクシステム
アムール川
鉄
海氷生成による重い水生成
オホーツク海
北太平洋
中層への潜り込み
生物生産に不可欠
西部北太平洋の高い
生物生産を支えている
Nishioka et al.(2007)
温暖化
海氷生産量減少
中層循環の弱化
生物生産への影響?
中層鉄仮説
Nakanowatari et al (2007)
JST提供

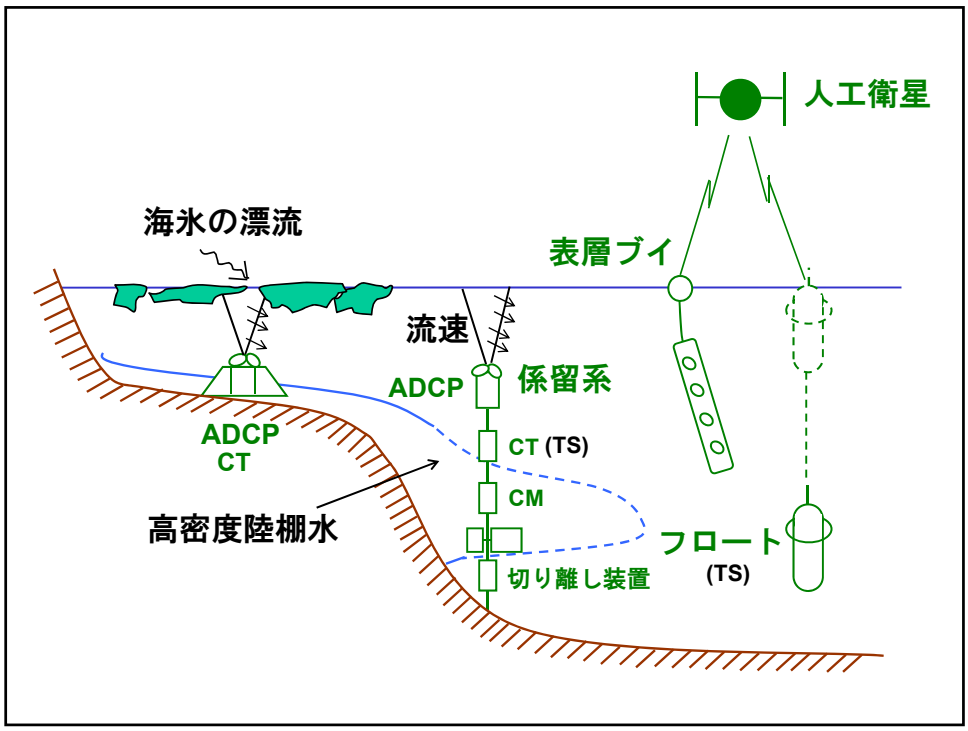
植物プランクトン色素（クロロフィルa）濃度

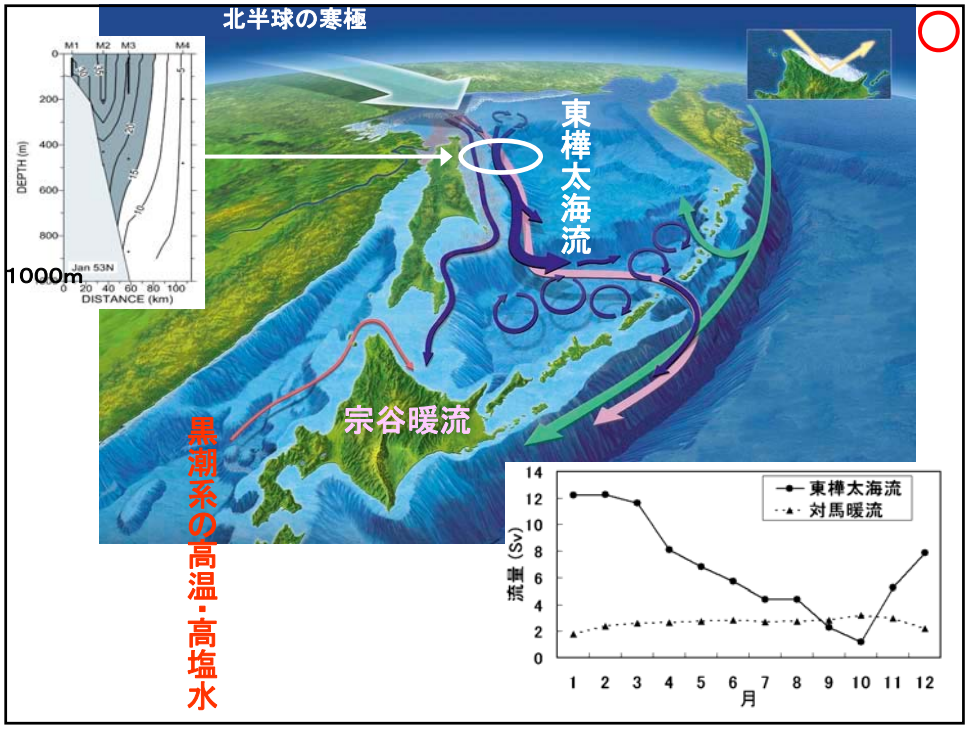


オホーツク海・西部北太平洋は生物生産が大きい

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。




人工衛星
海氷の漂流
表層ブイ
流速
ADCP
係留系
ADCP
CT
CT (TS)
CM
高密度陸棚水
フロート
(TS)
切り離し装置


北半球の寒極
東樺太海流
宗谷暖流
黒潮系の高温・高塩水
1000m
DEPTH (m)
DISTANCE (km)
Jan 53N
東樺太海流
対馬暖流
流量 (Sv)
月