

3) 熱と塩の再分配・輸送（中深層水の生成）

海氷生成の際に高塩分（従って高密度）の水（ブライン）が排出され、重い水ができるため、それが海洋の底層や中深層に潜り込む。地球上の海の中深層に占める水のほとんどが、海氷ができるような極域で作られたものである。この水の出来具合が変わると地球規模の海洋循環も変わって気候が大きくシフトすると考えられる。

海洋の大循環（中深層循環）

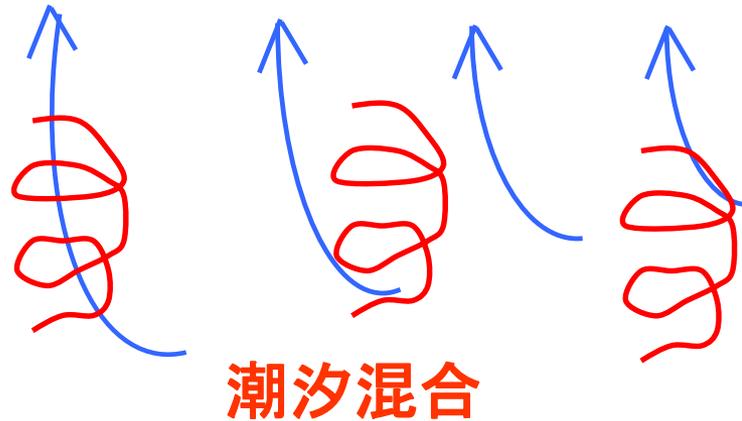
赤道

極

密度差による循環

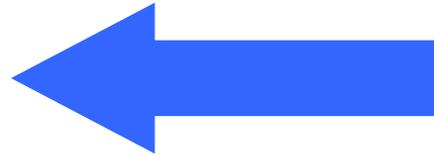


海洋の場合



潮汐混合

高密度水の沈み込み



鉛直拡散により下方が暖まる(軽くなる)

→ 浮力を得る → 上昇

鉛直拡散係数が循環の速さを決める

海洋子午面循環：熱塩循環（百-千年スケール）

深層水・中層水形成

海水生成（塩分排出）
蒸発－降水

北大西洋深層水

高塩分水が
移流し冷却

海水生成

IW
蒸発大

海洋の
コンベアベルト

IW

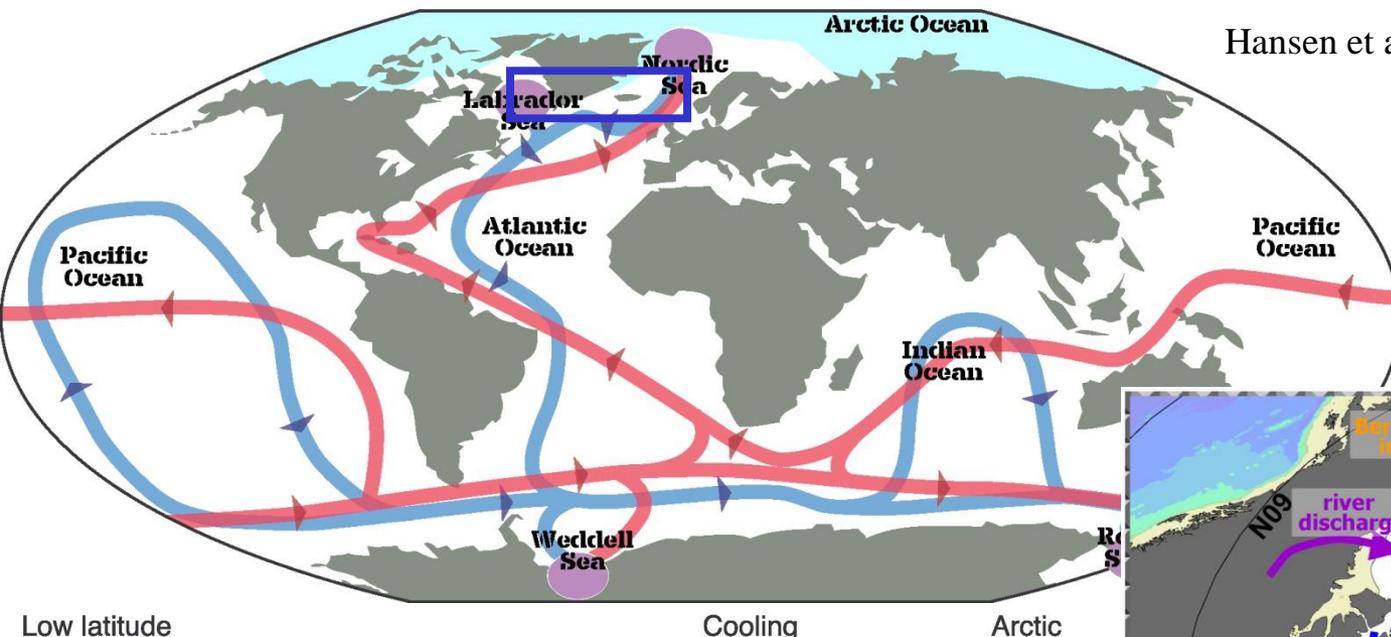
南極底層水

海水生成 → 塩分排出

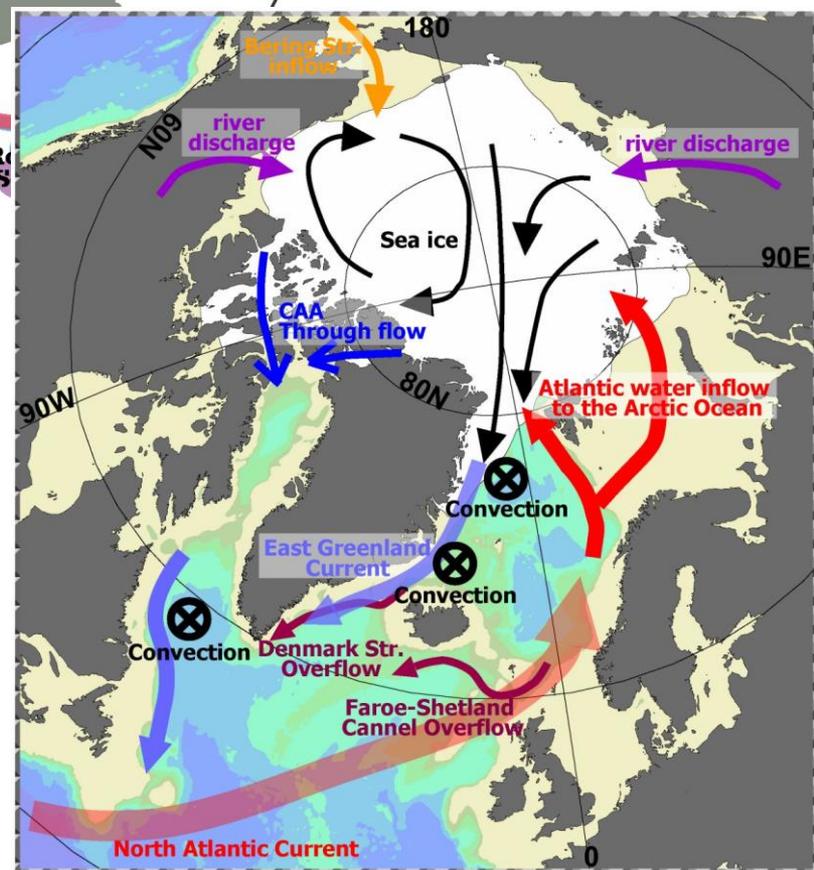
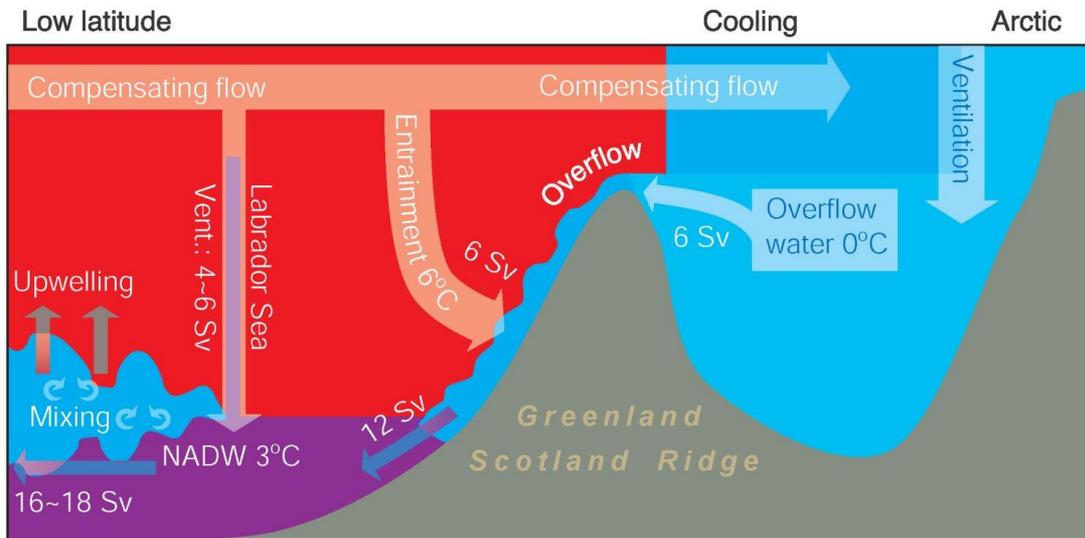
Modified from NOAA
and NASA website



北大西洋深層水(North Atlantic Deep Water)



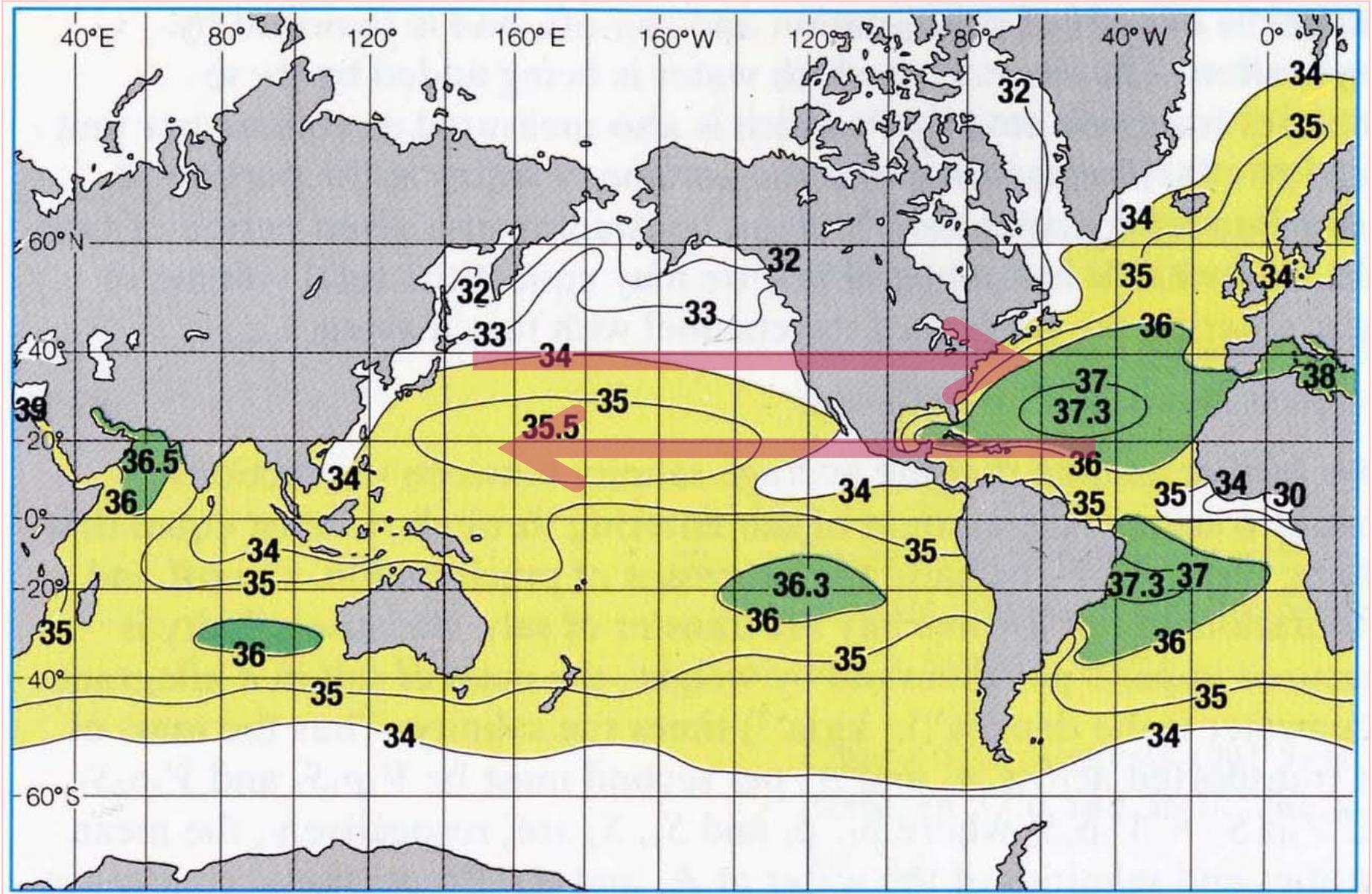
Hansen et al. (2004, Science)に加筆



Hansen et al. (2004, Science)

Dye et al. (2007, CLIVAR Exchanges)より

表層塩分(‰)



深層水 ⇒ 重たい水
(高密度)

海水密度 = f (水温、塩分、圧力)

||
0

重たい水 (深層水) を作るには？

「 低温 ・ 高塩分水 」を作る

↑

大気冷却

(極域ほど大)

↑

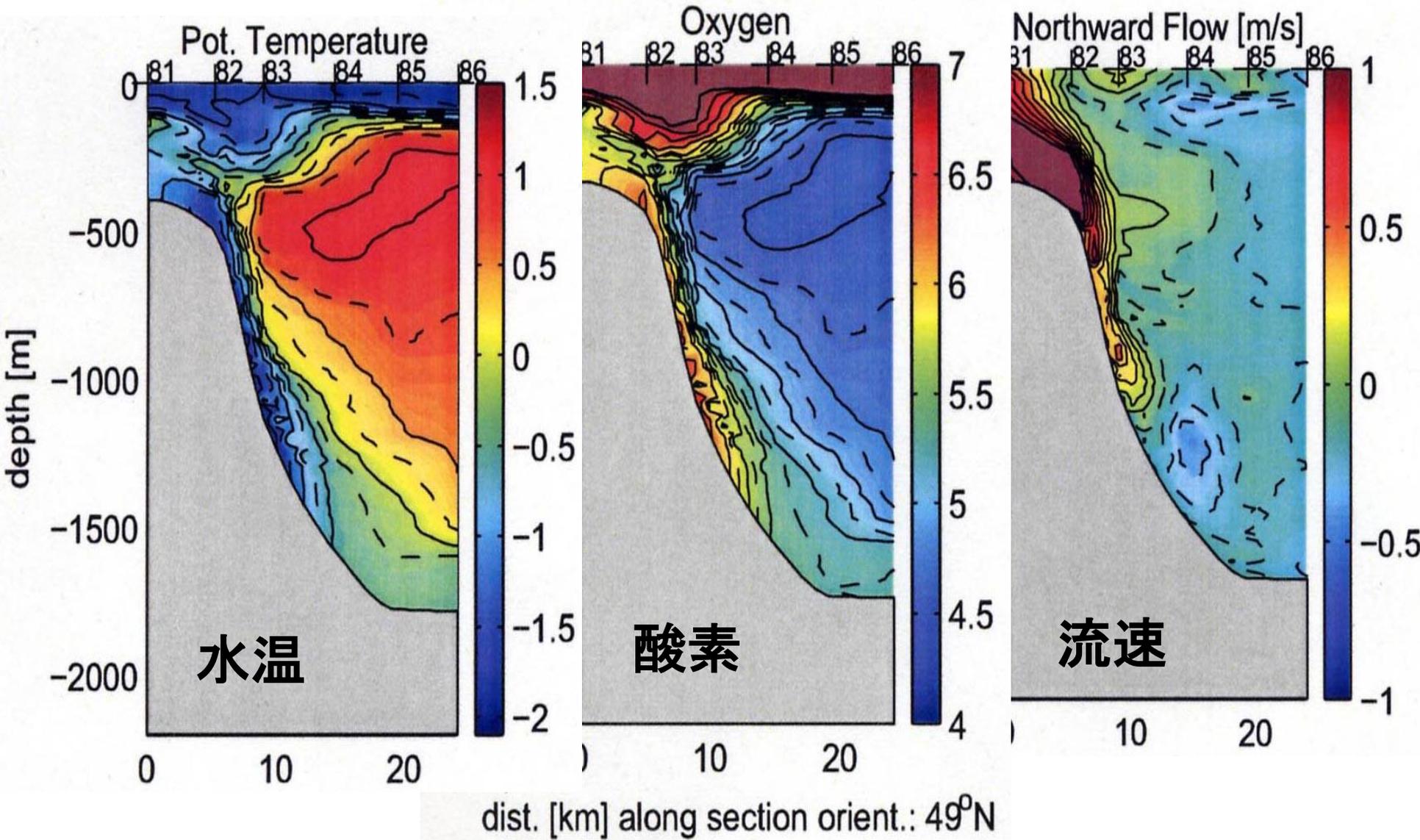
蒸発 (中・低緯度域で活発)

海水形成 (極域)

世界の海洋深層水の起源

- ・ 北大西洋深層水 (グリーンランド海周辺)
- ・ 南極底層水 (南極大陸周辺)

ロス海ポリニヤ 南極底層水の生成域



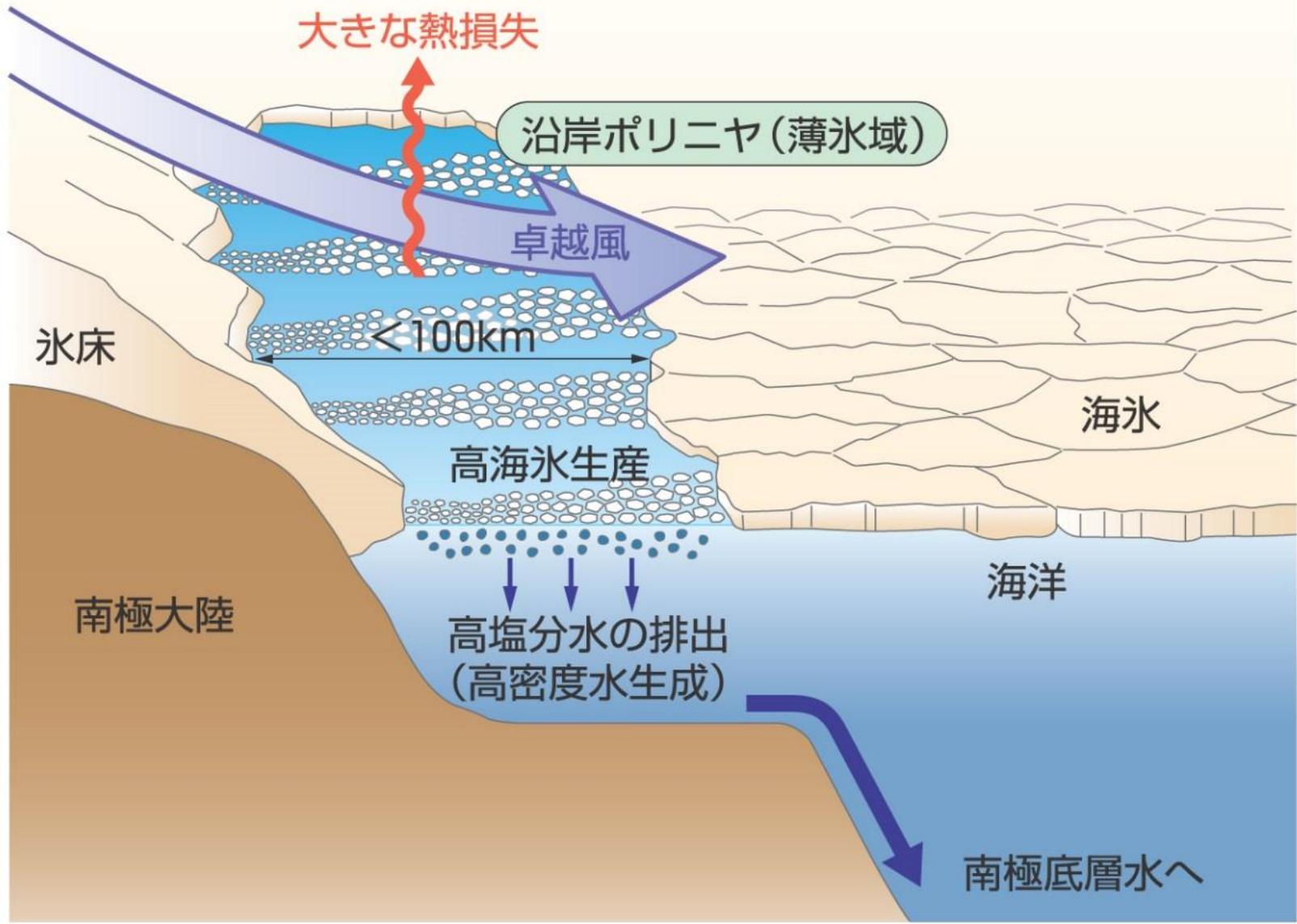
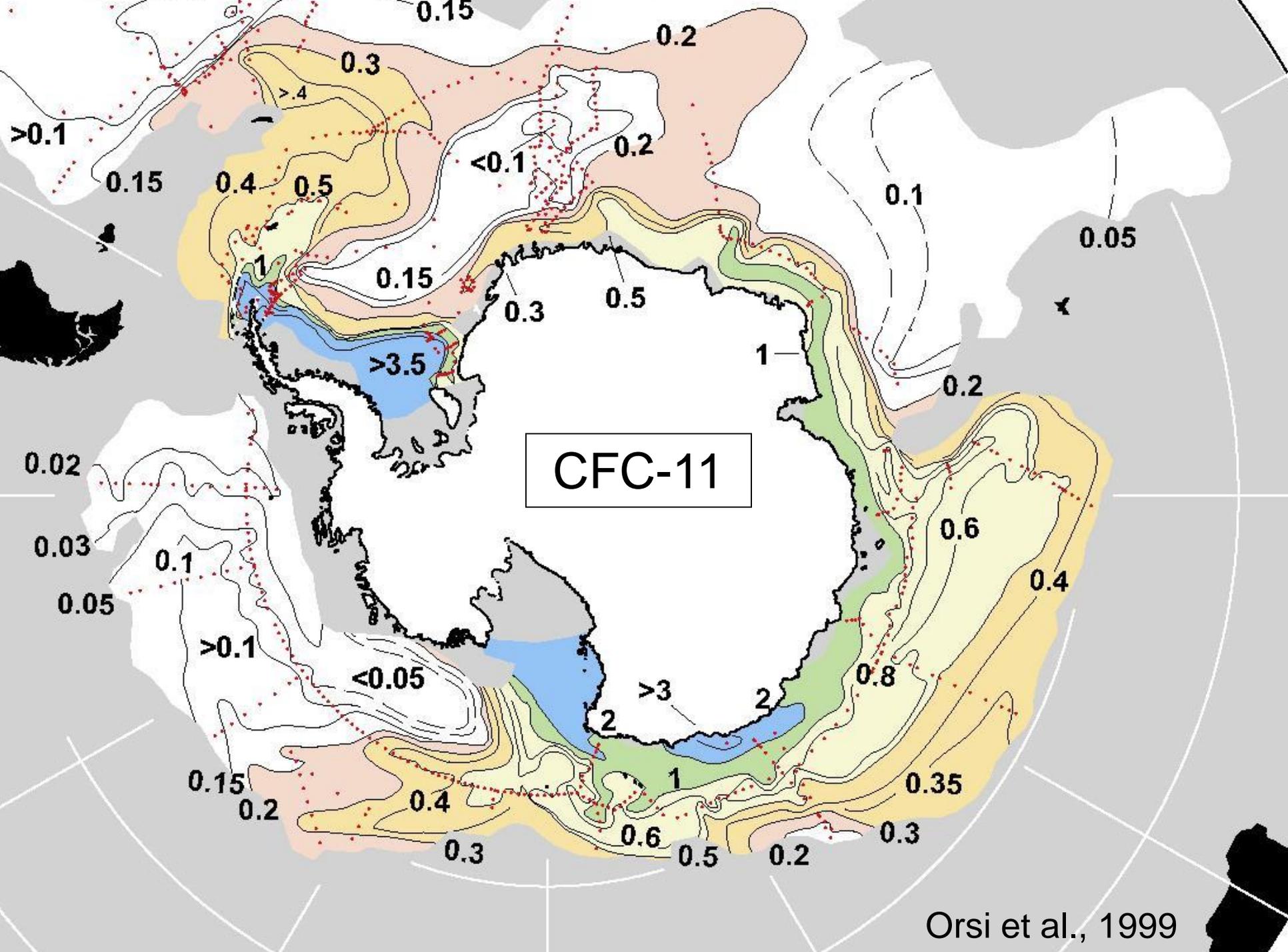
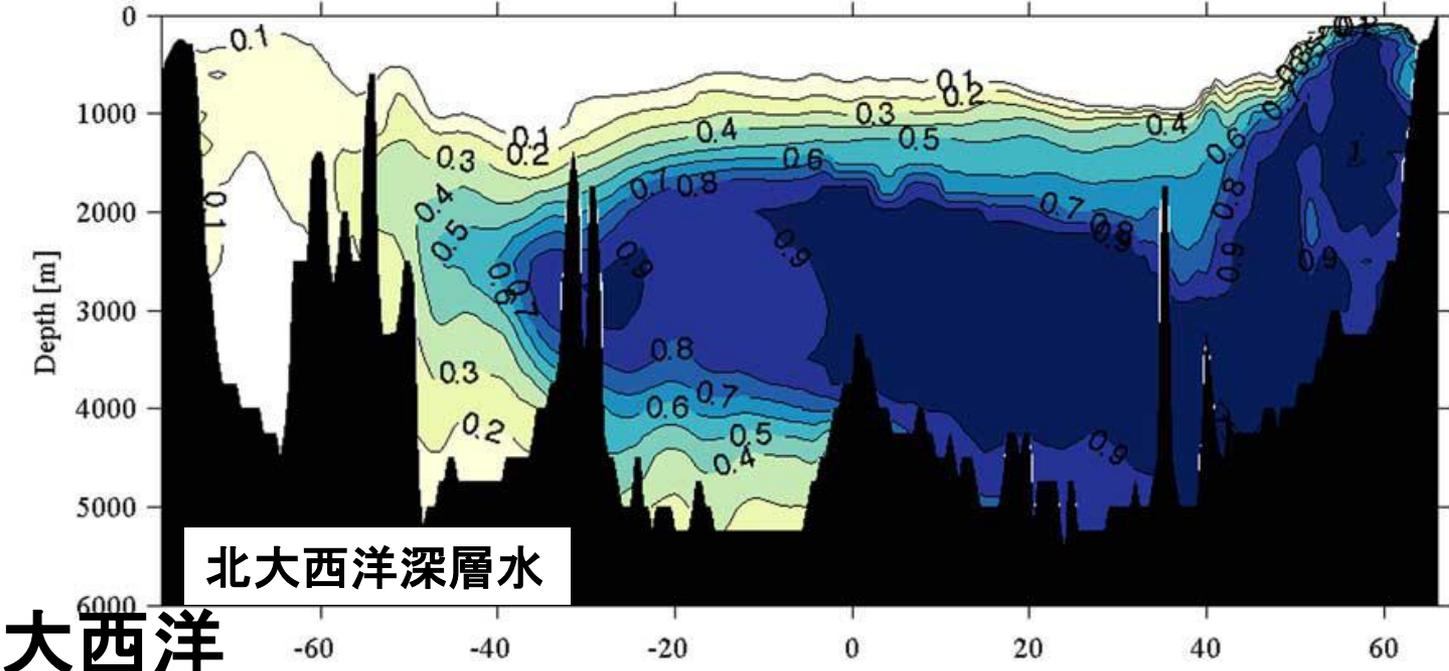


図3 南極海での沿岸ポリニヤの模式図

(Morales Maqueda et al . (2004) ⁴を参考に描画)

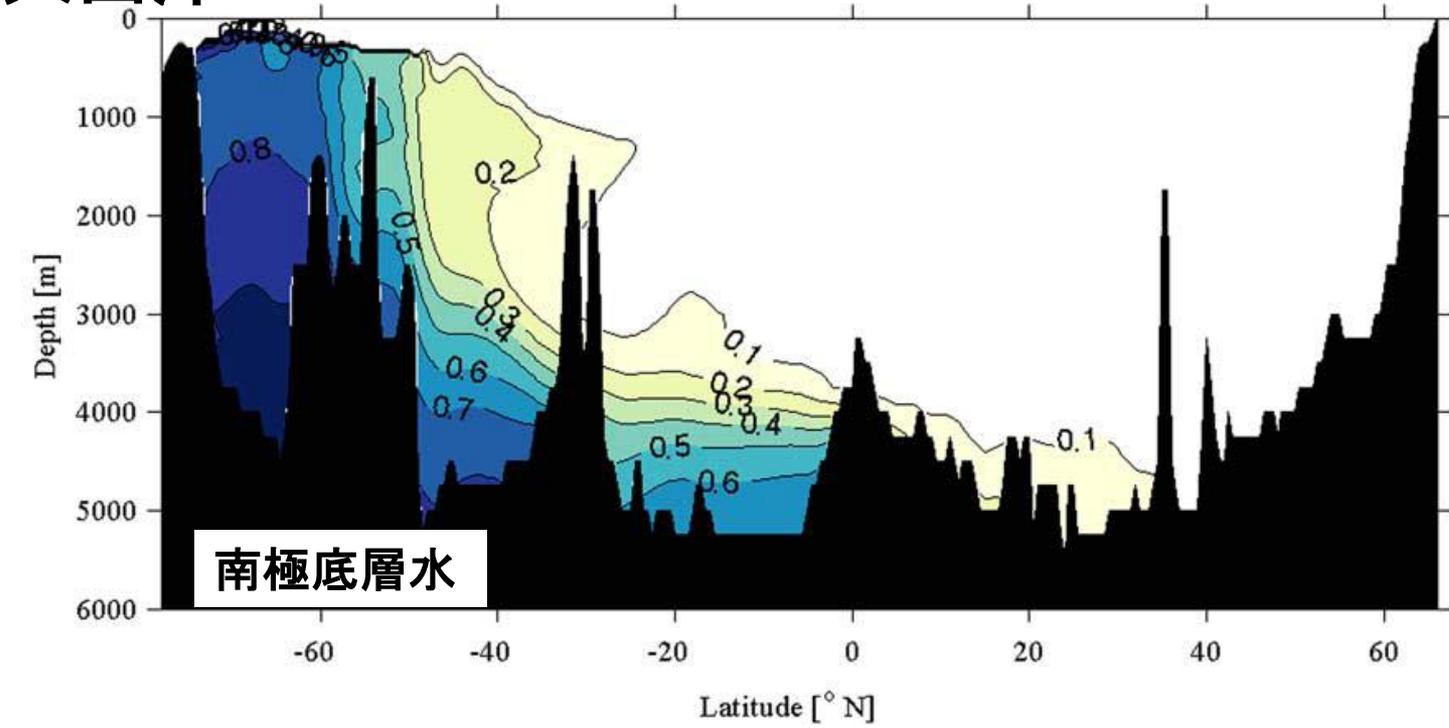




Johnson (2008)

海水の性質から
2つの深層水の
割合を同定

大西洋



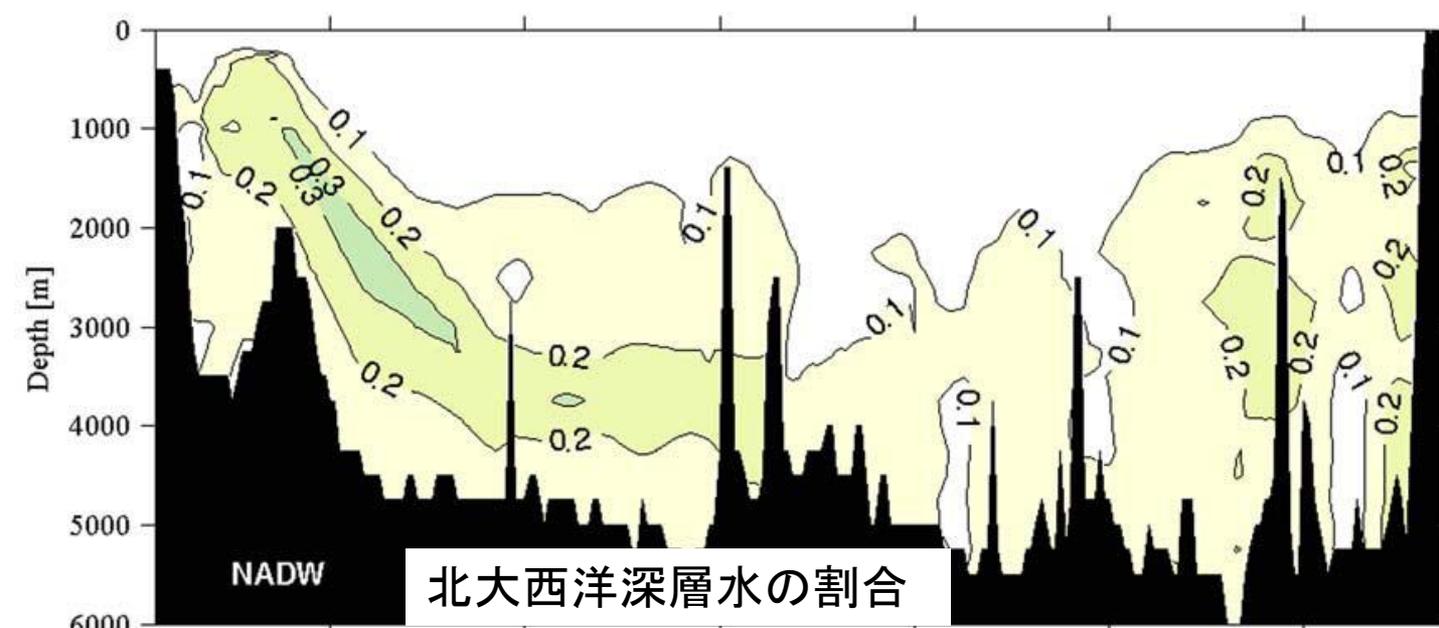
- ポテンシャル水温
- 塩分
- 渦位
- 溶存酸素
- 硝酸
- リン
- シリカ

Johnson(2008)

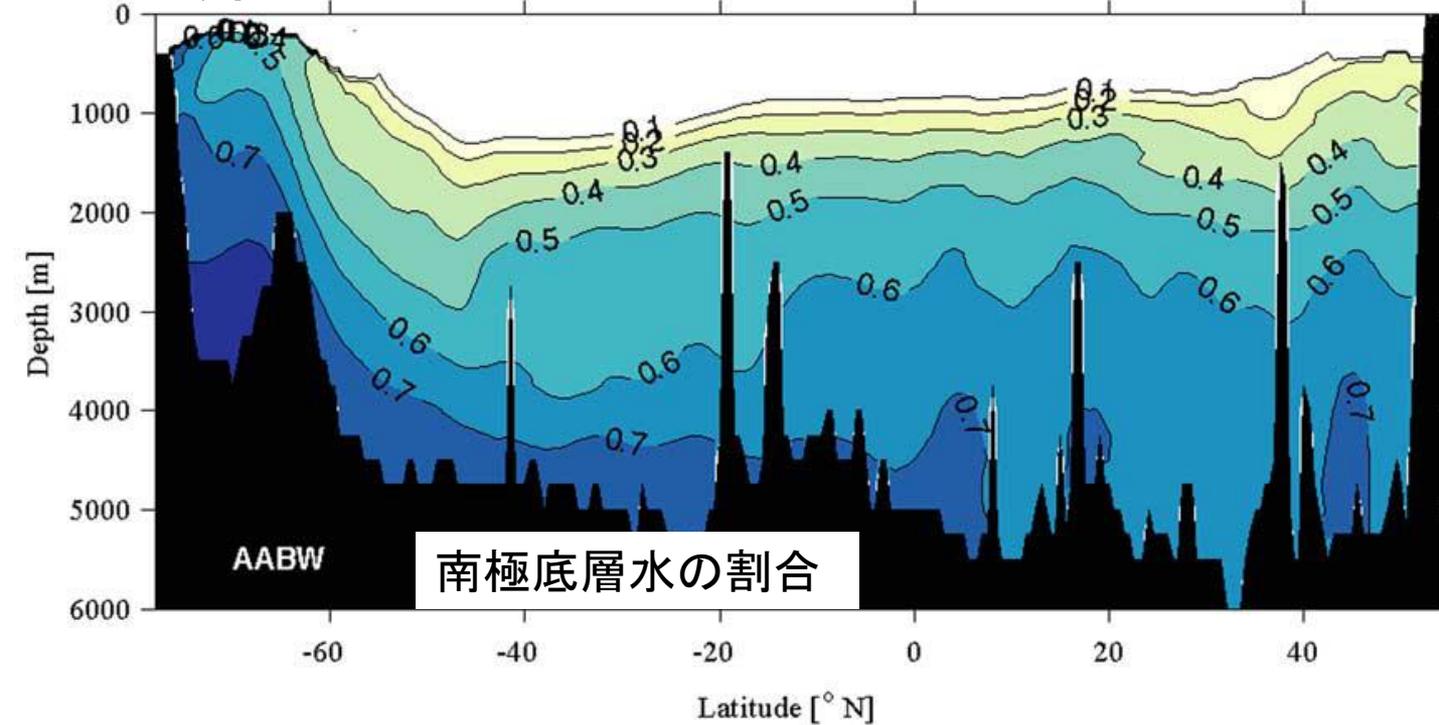
海水の性質から
2つの深層水の
割合を同定

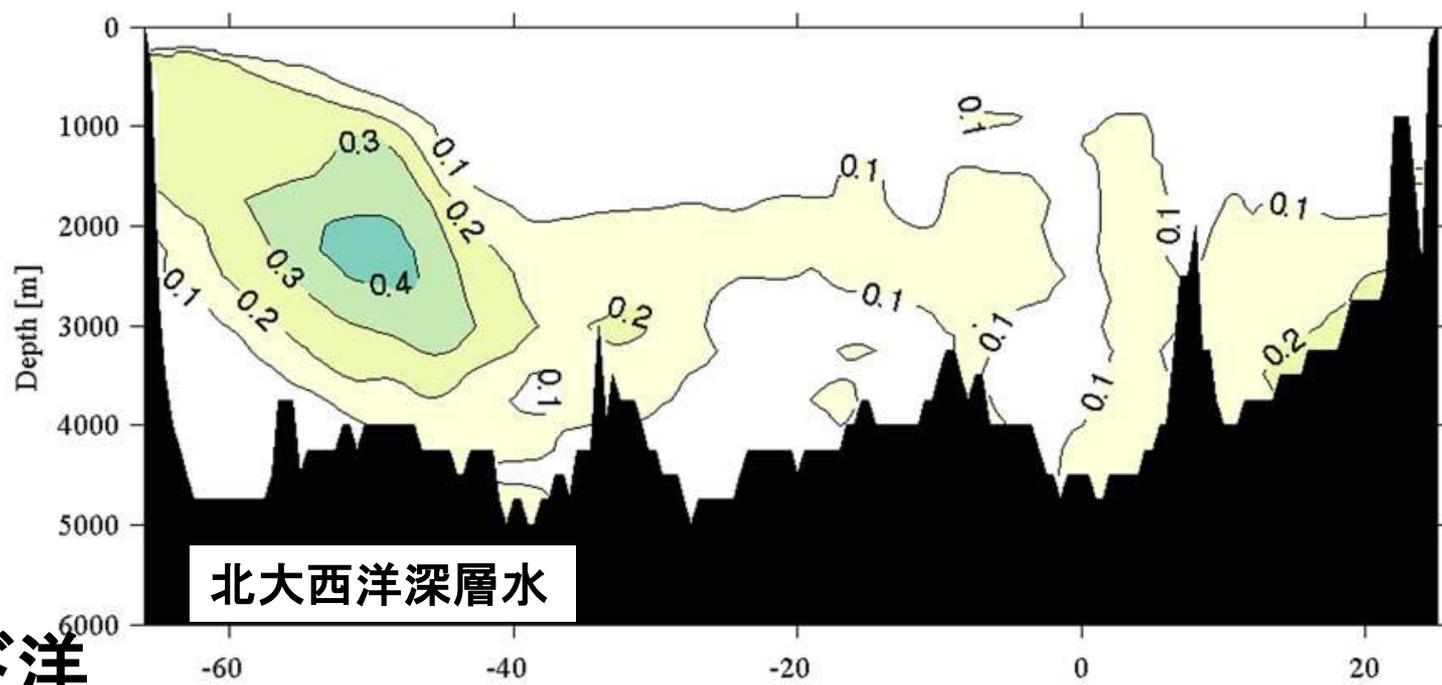
ポテンシャル水温
塩分
渦位
溶存酸素
硝酸
リン
シリカ

南極底層水は
全海水の30-40%
を占める

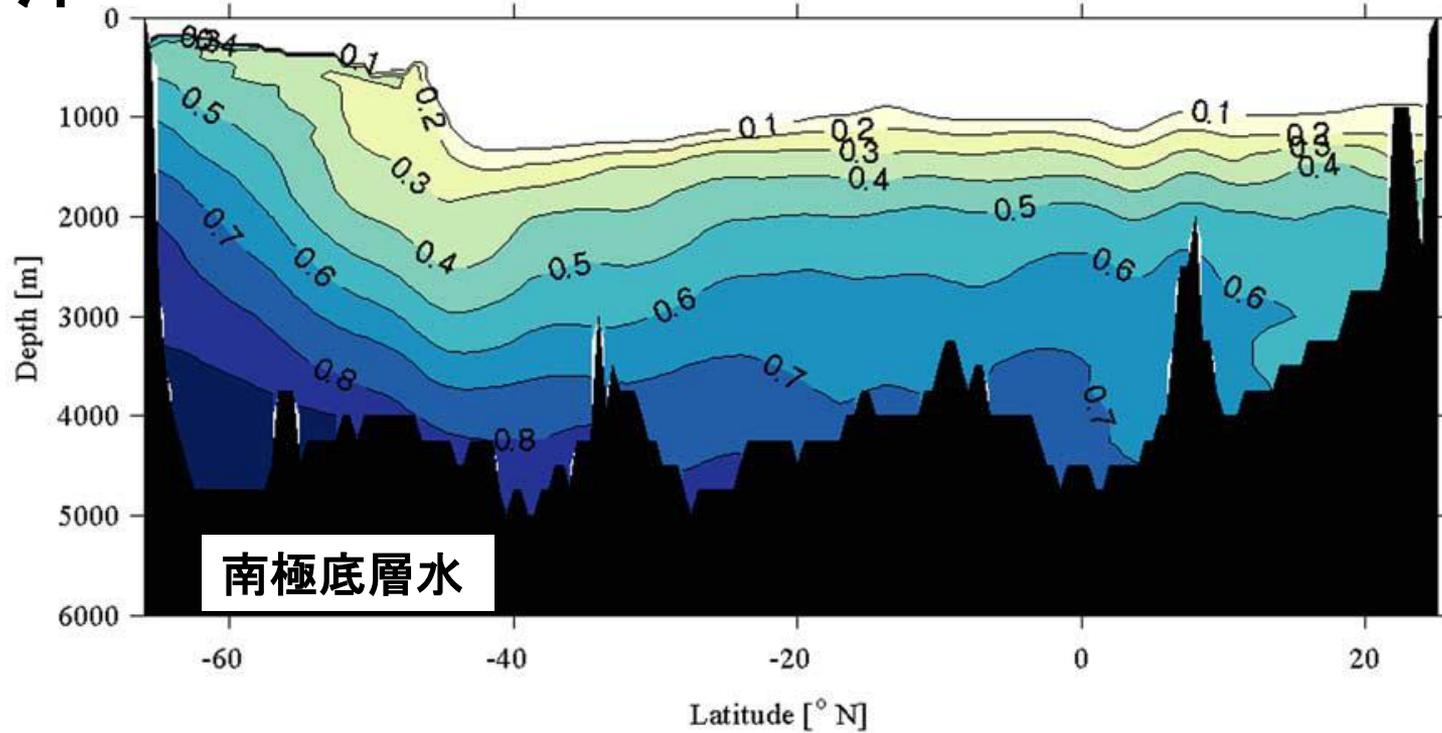


太平洋

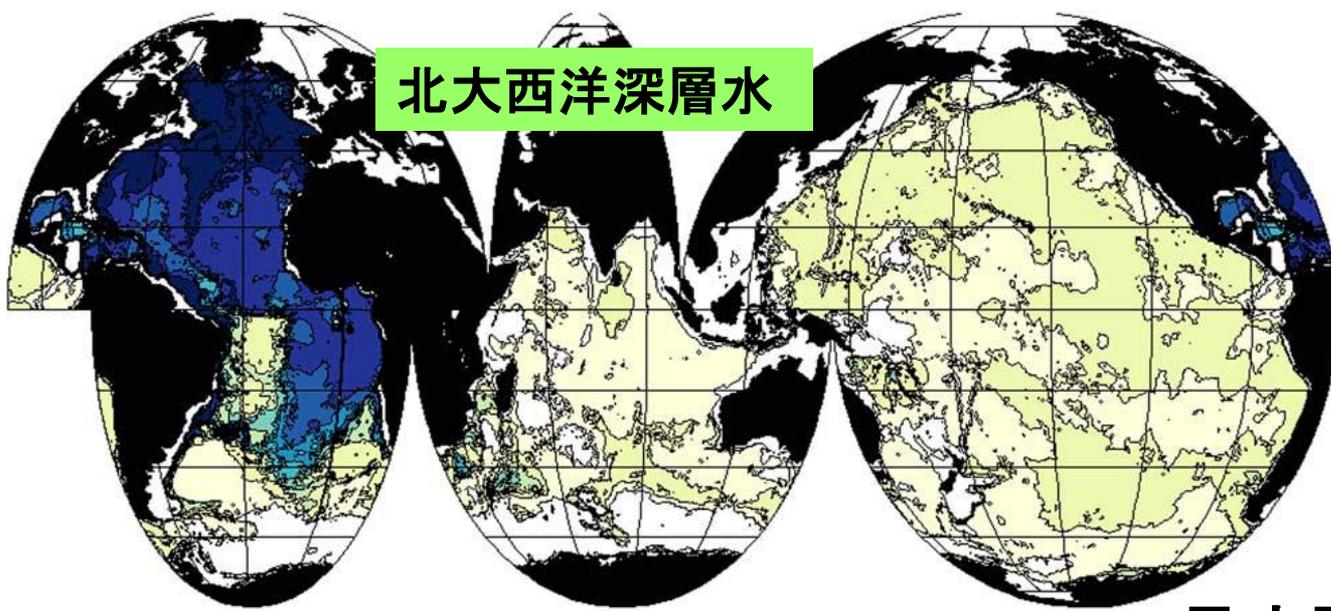




インド洋

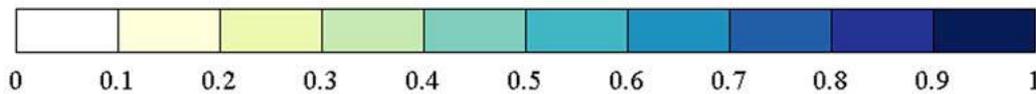


北大西洋深層水



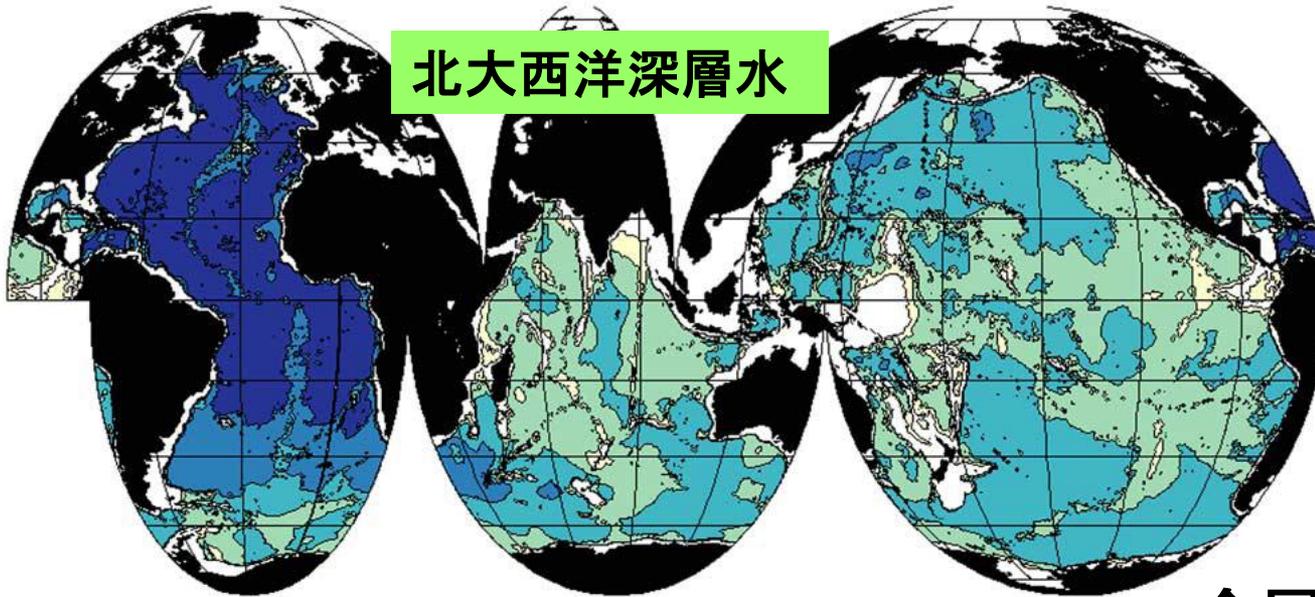
最底層での割合

南極底層水



Bottom Fraction

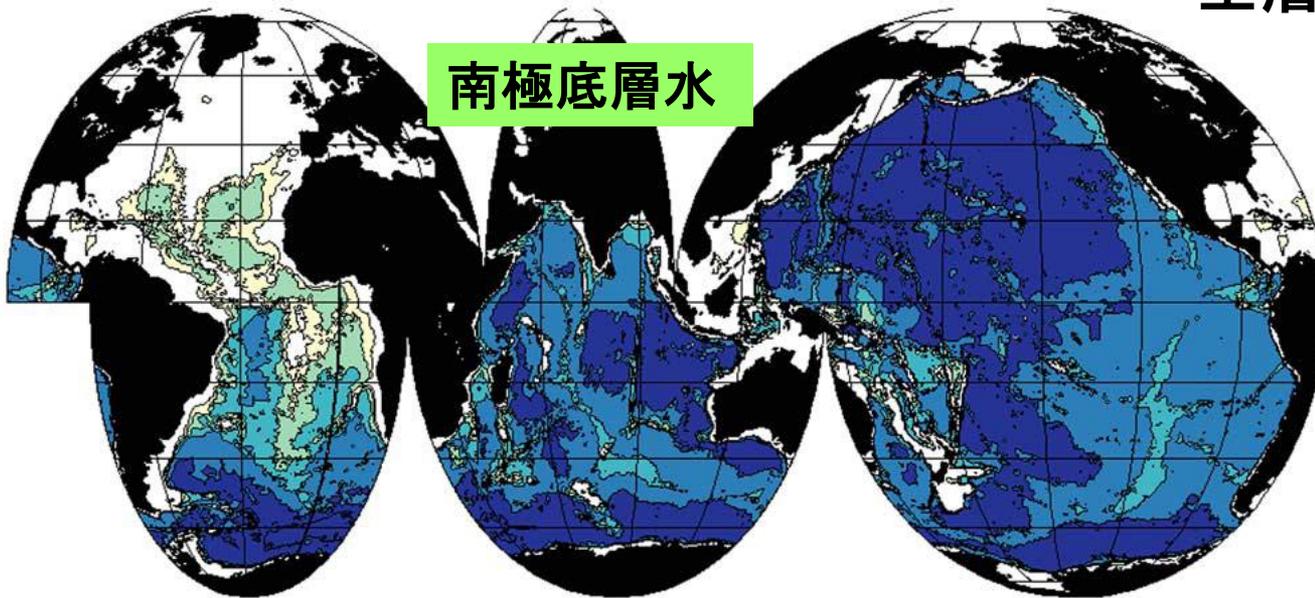
北大西洋深層水



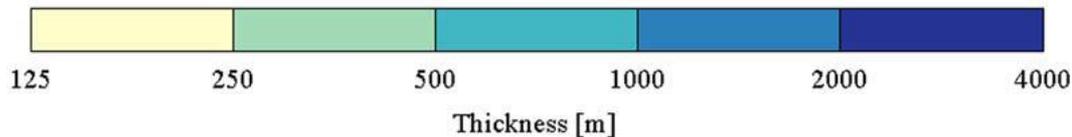
全層での積算厚さ

南極底層水は
北大西洋深層水
の約2倍存在

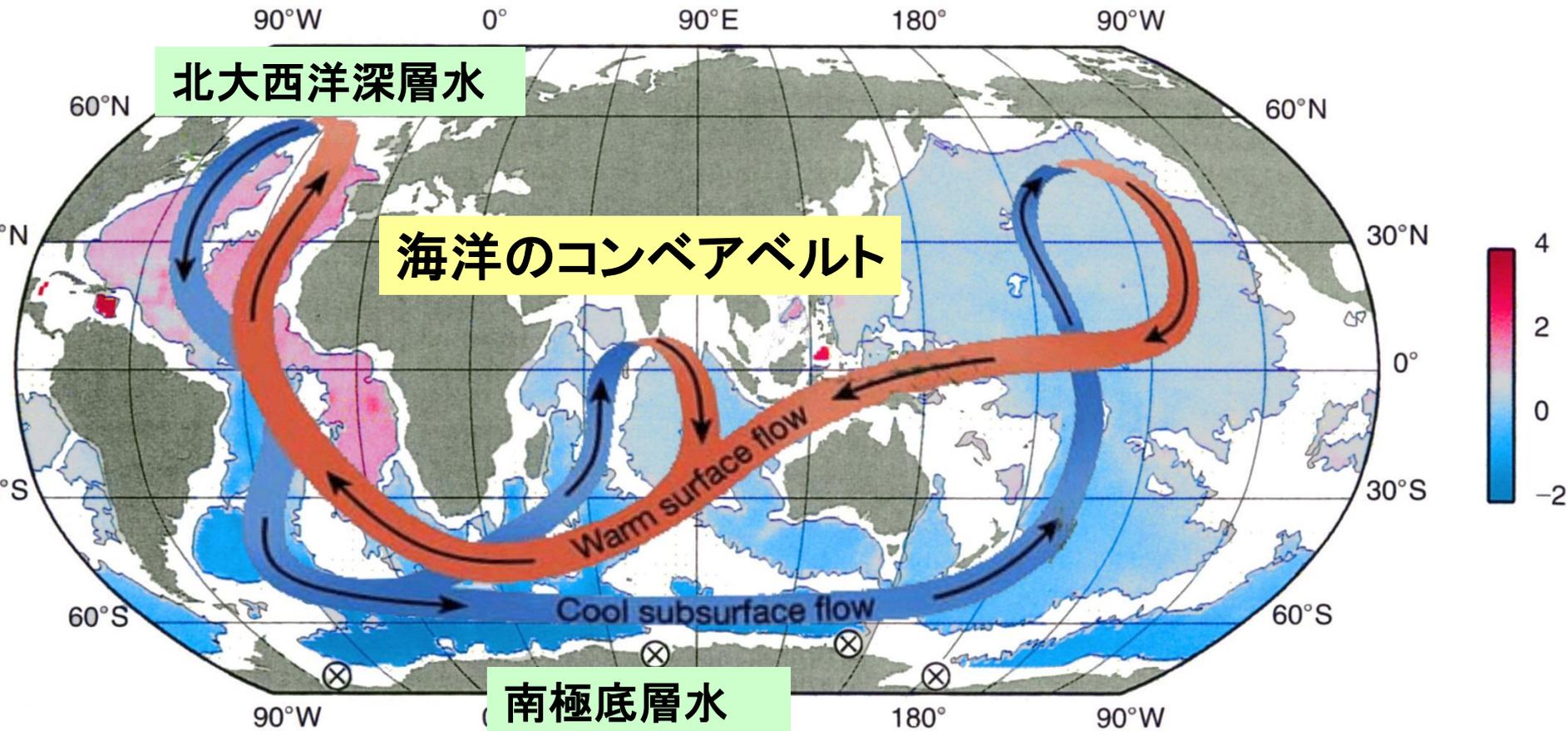
南極底層水



南極底層水は
全球の海水の
30-40%を占める



世界の海洋の海底近くの水温分布



全海水の約75%は4°C以下。世界で一番**重い冷たい水**は南極海で作られ(南極底層水)、全世界の底層に広がっていく。深層循環(2000年の時間スケール)の源

海洋の子午面循環 (MOC: Meridional Overturning Circulation)
北大西洋深層水の南下; 南極底層水の北上