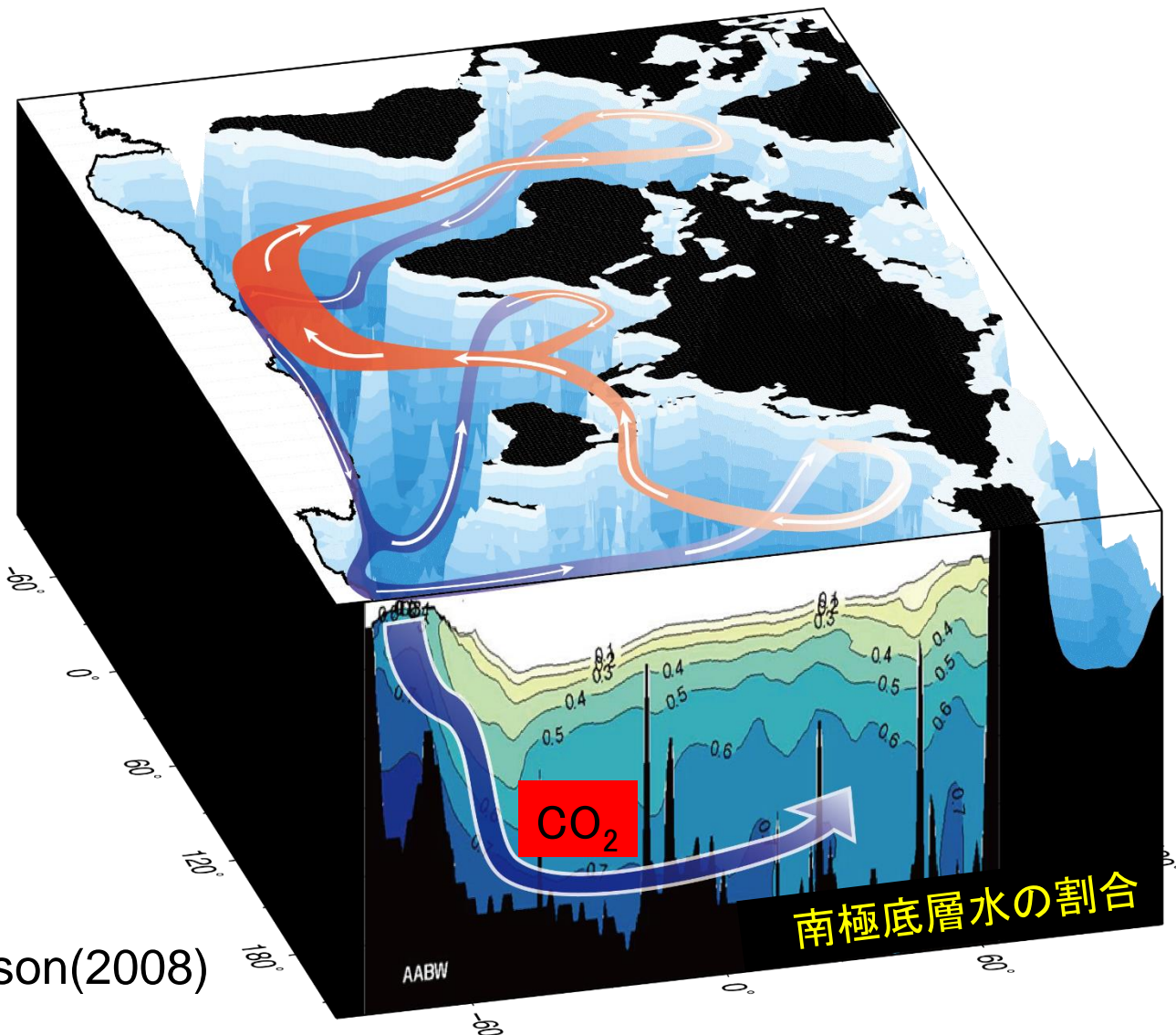


3. 海水生成と南極底層水

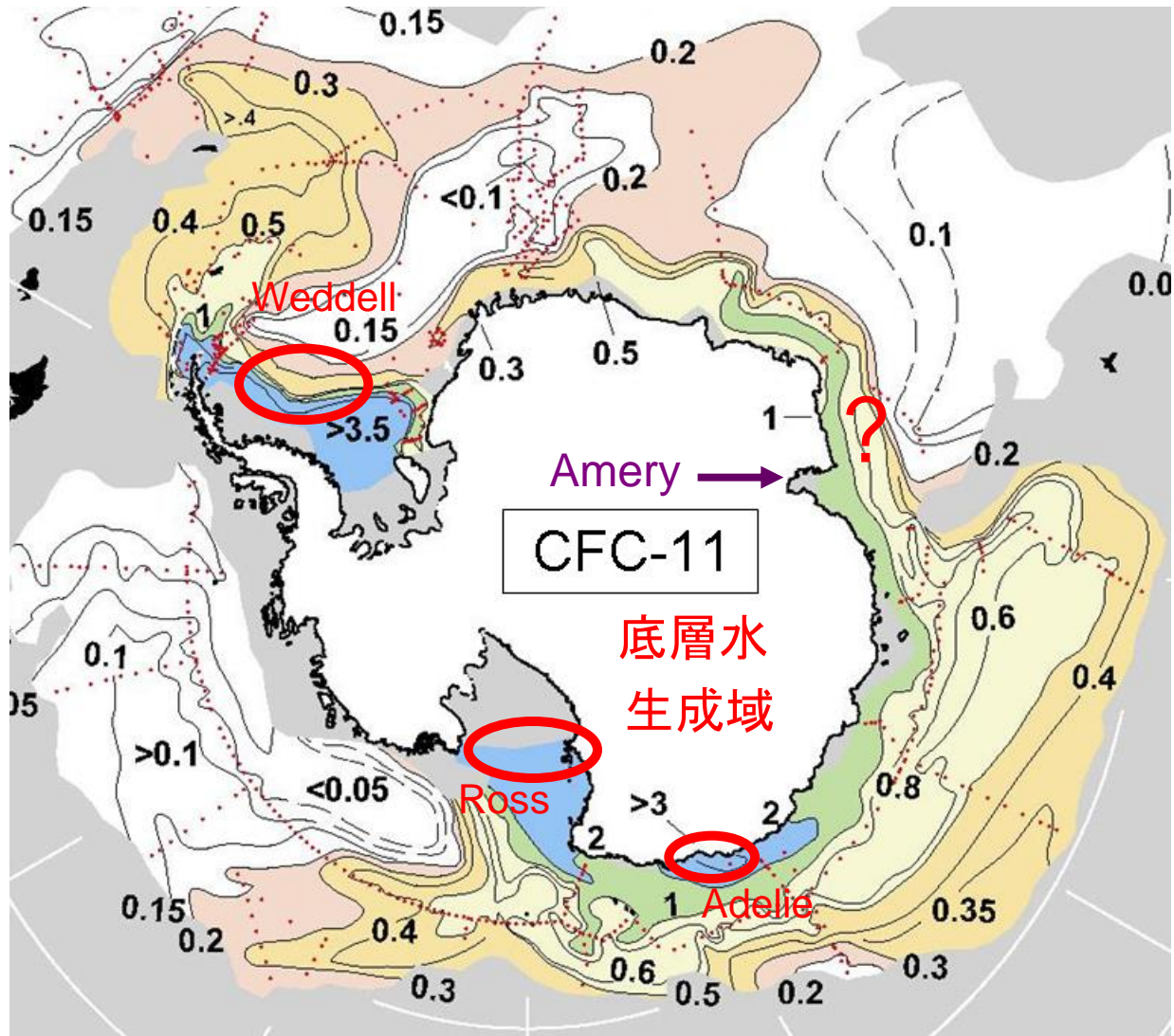
南極底層水は全海水の30-40%を占める

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



Johnson(2008)



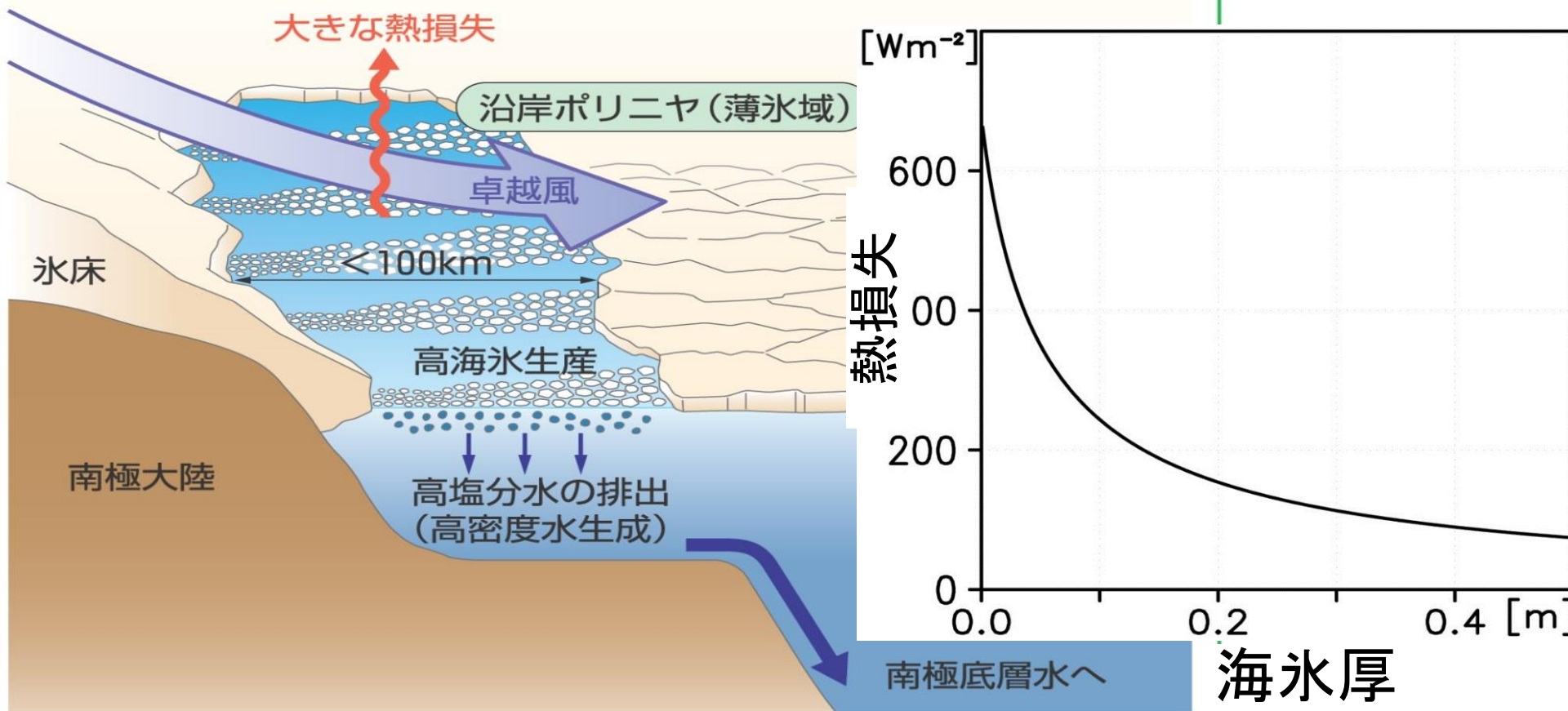
3大底層水生成域に加え
東南極にも底層水の
生成域があるのでは？

- Jacobs and Georgi (1977)
- Middleton and Humphries (1989)
- Mantisi et al. (1991)
- Golovin et al. (2011)

底層のフロン(CFC-11)濃度 (Orsi et al., 1999)

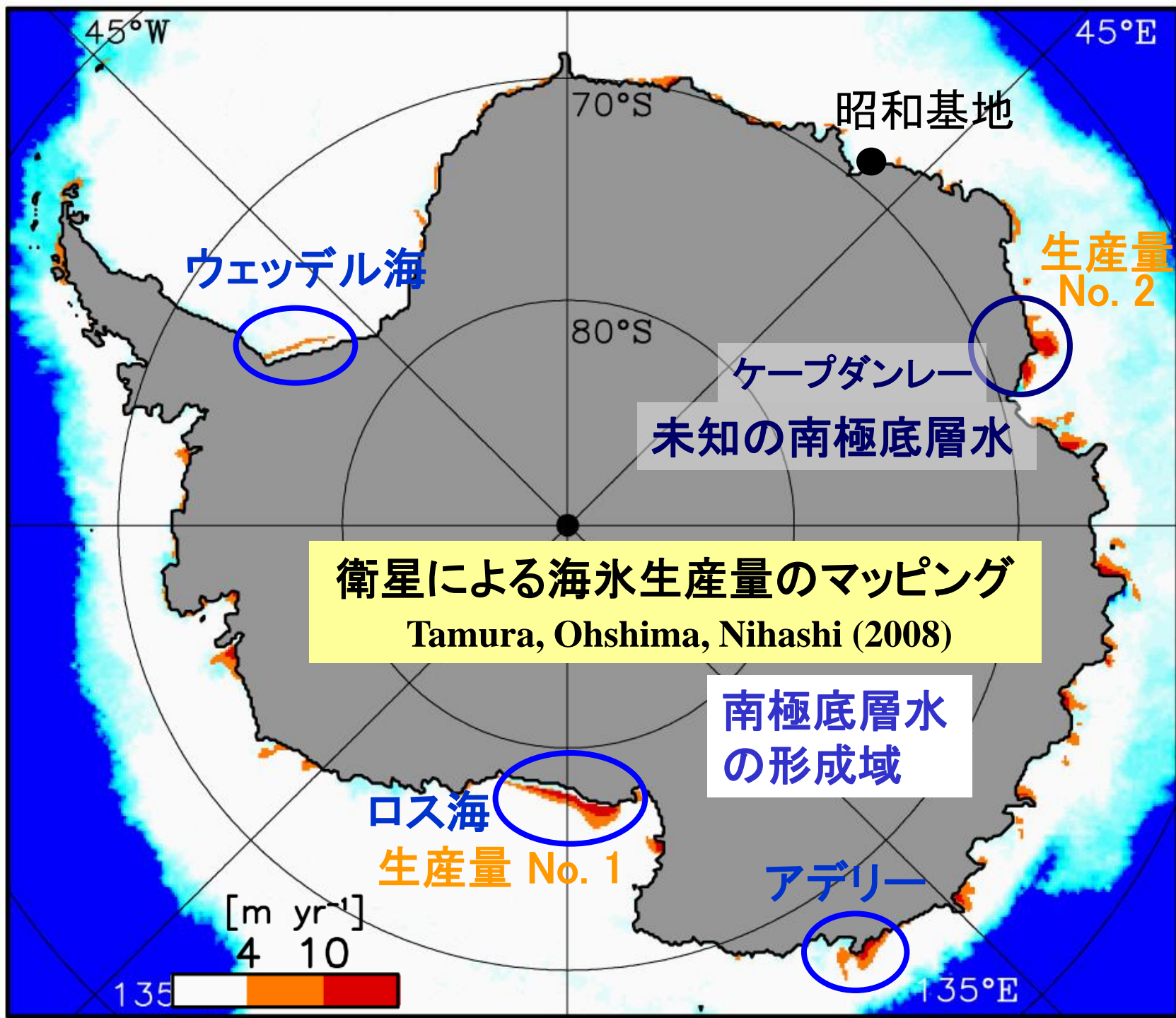
Slide provided by S. Rintoul

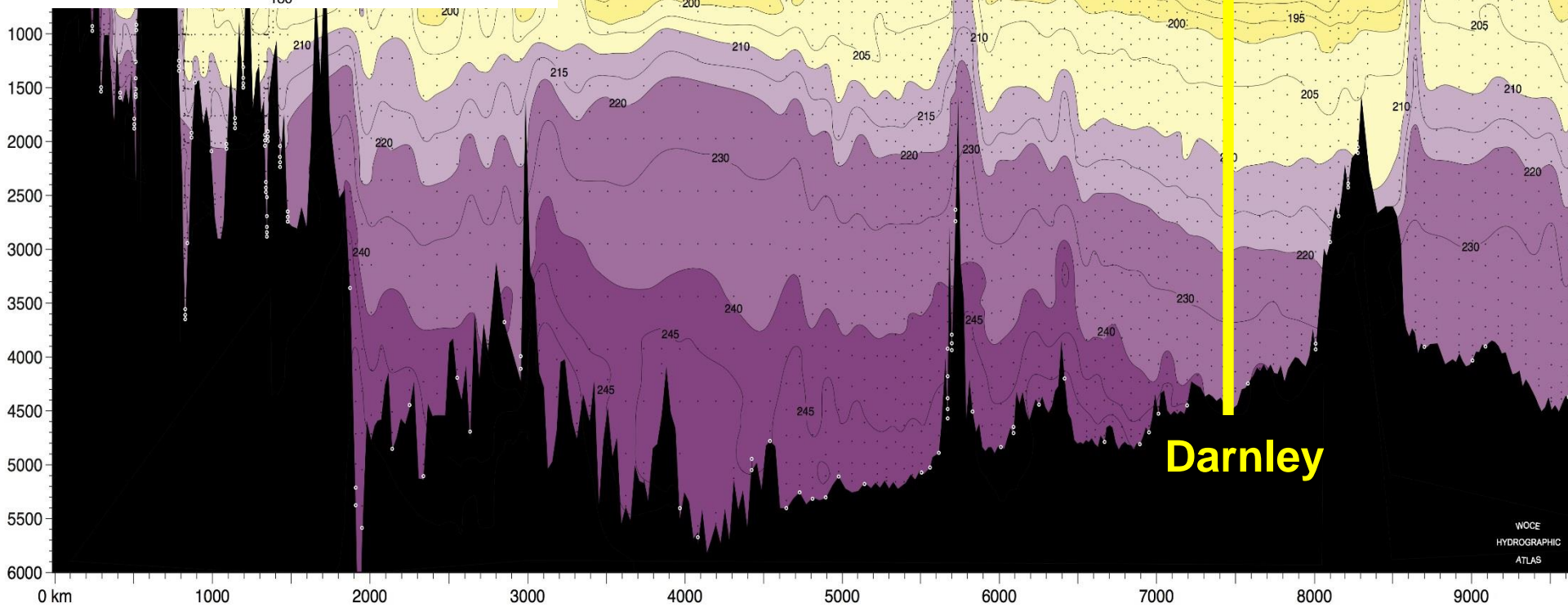
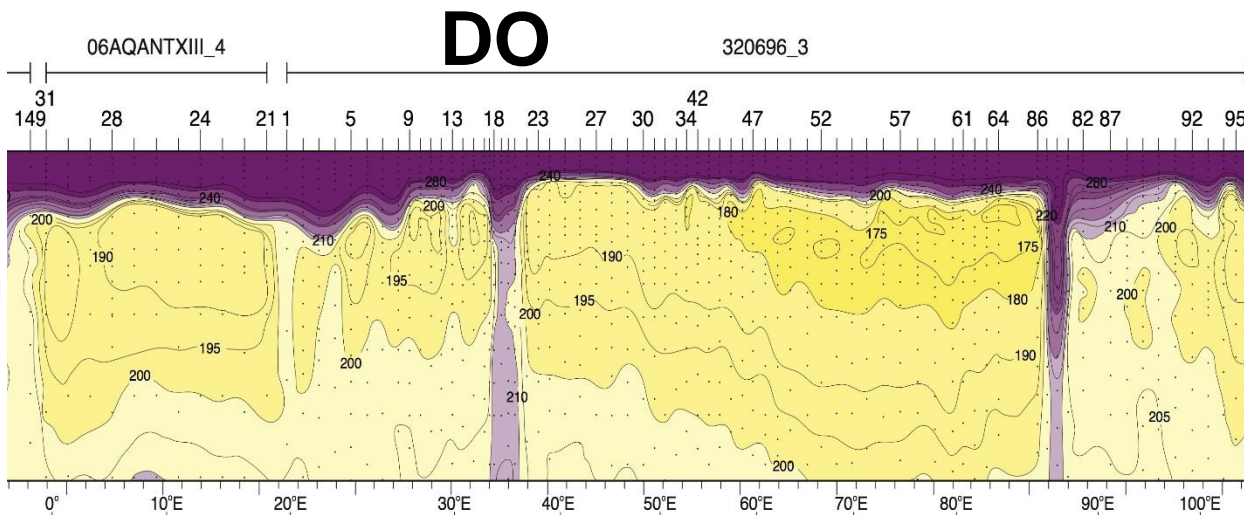
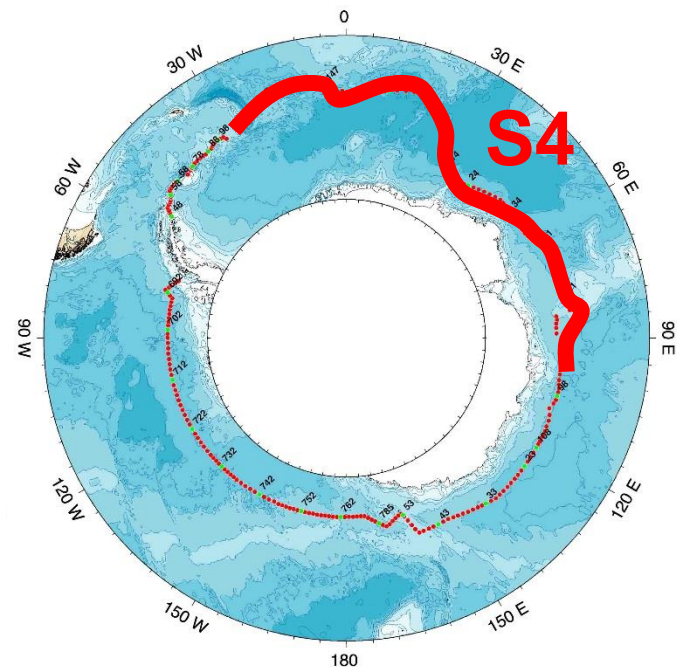
沿岸ポリニヤ → 海氷生産工場

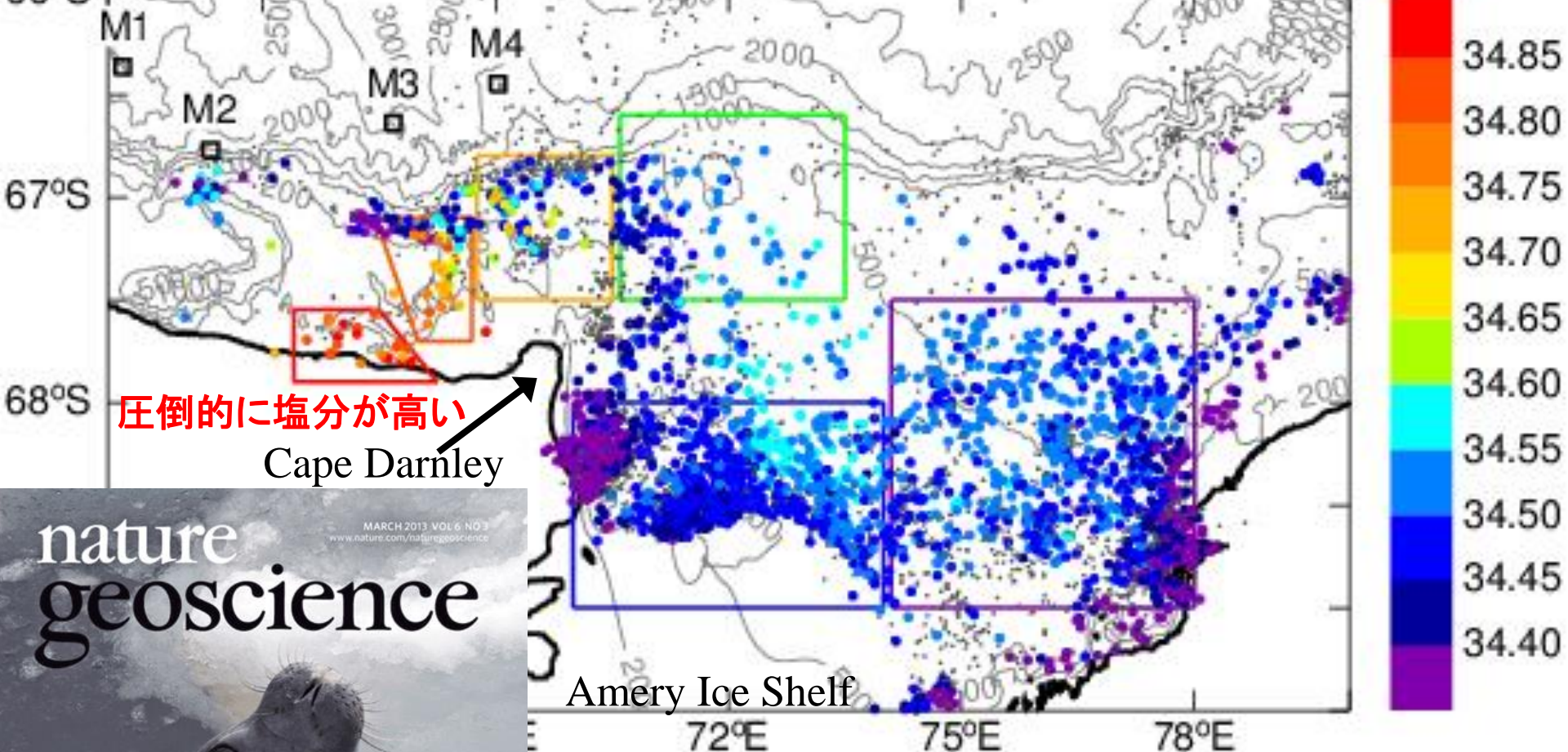


海氷がたくさんできるほど、塩分が排出され、重い水ができる

マイクロ波放射計による薄氷厚アルゴリズム
→ 熱収支計算による熱損失 = 海氷生産量



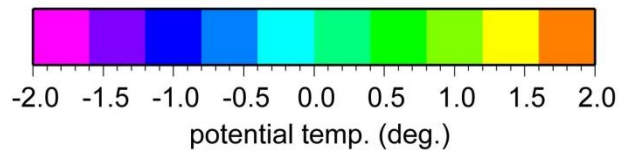
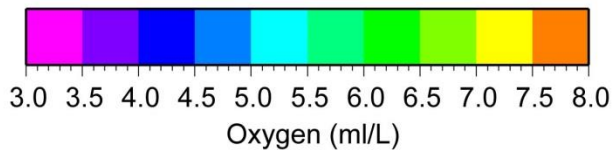
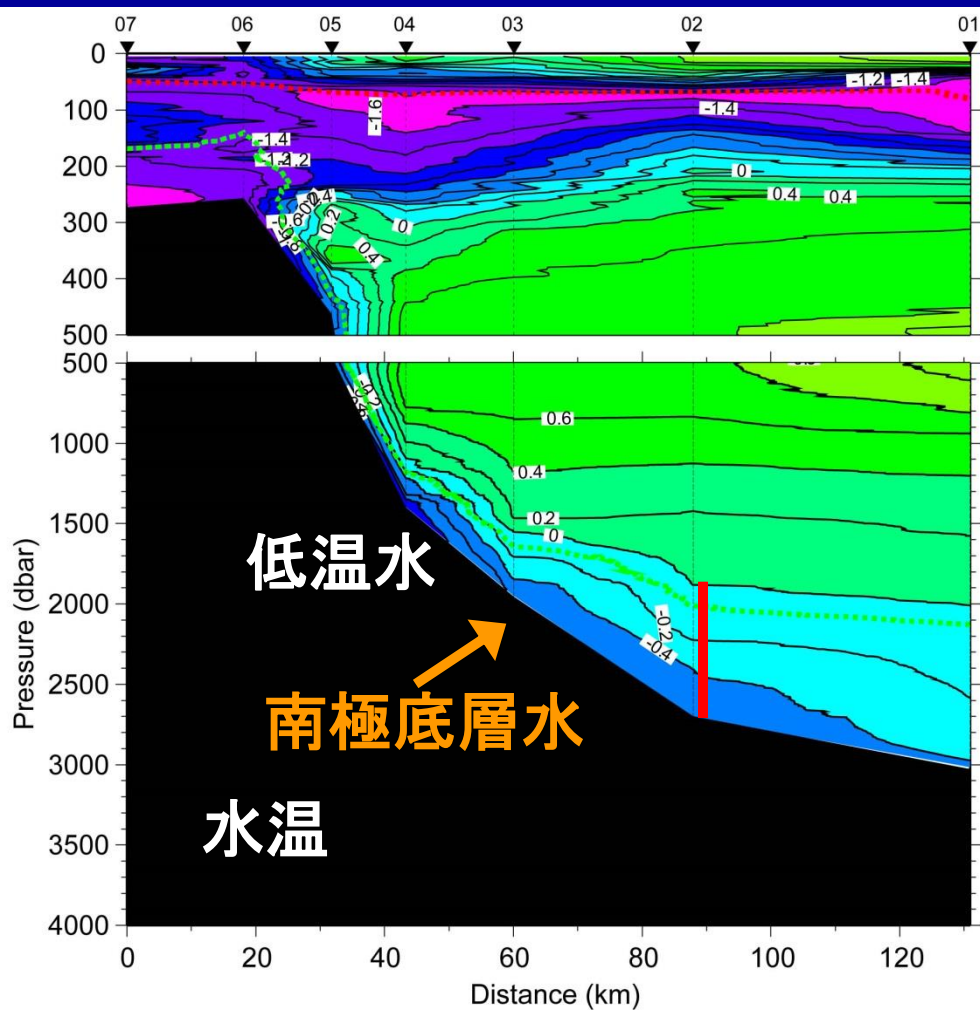
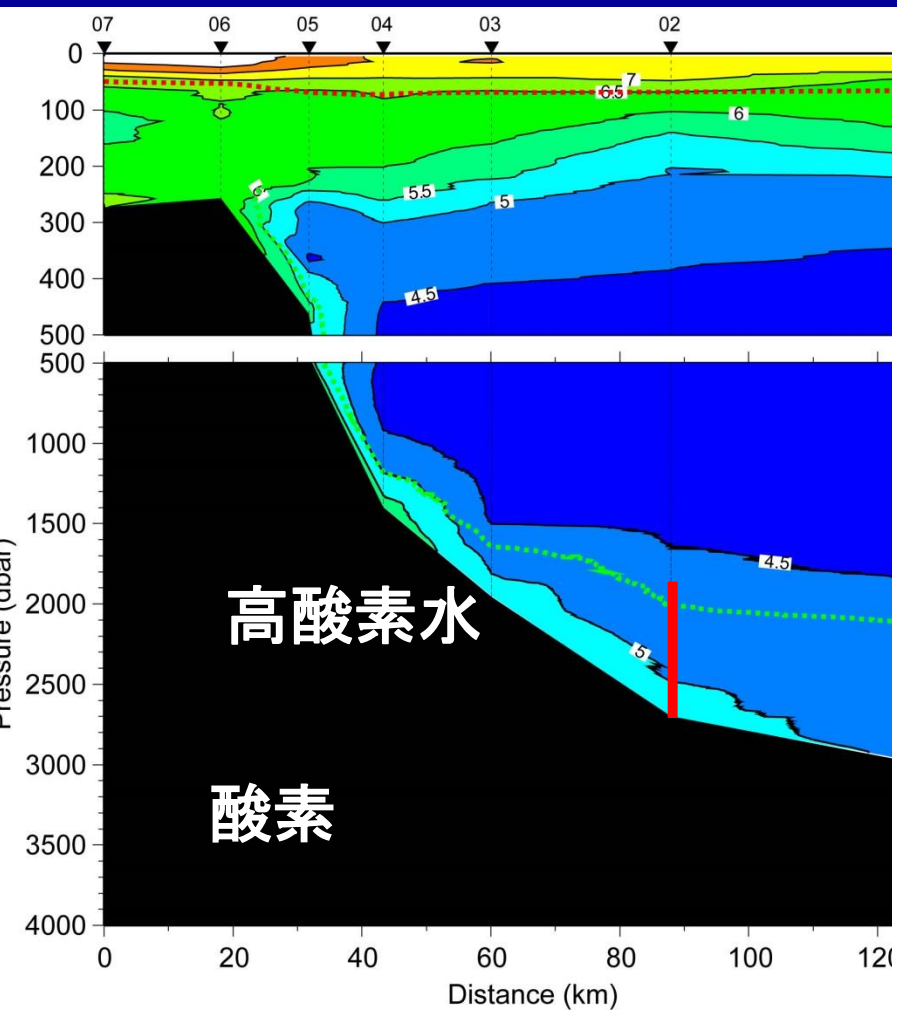




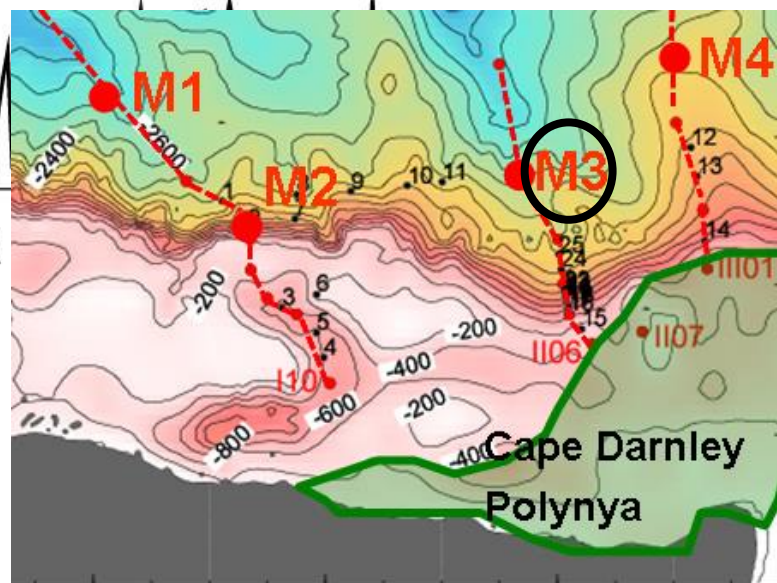
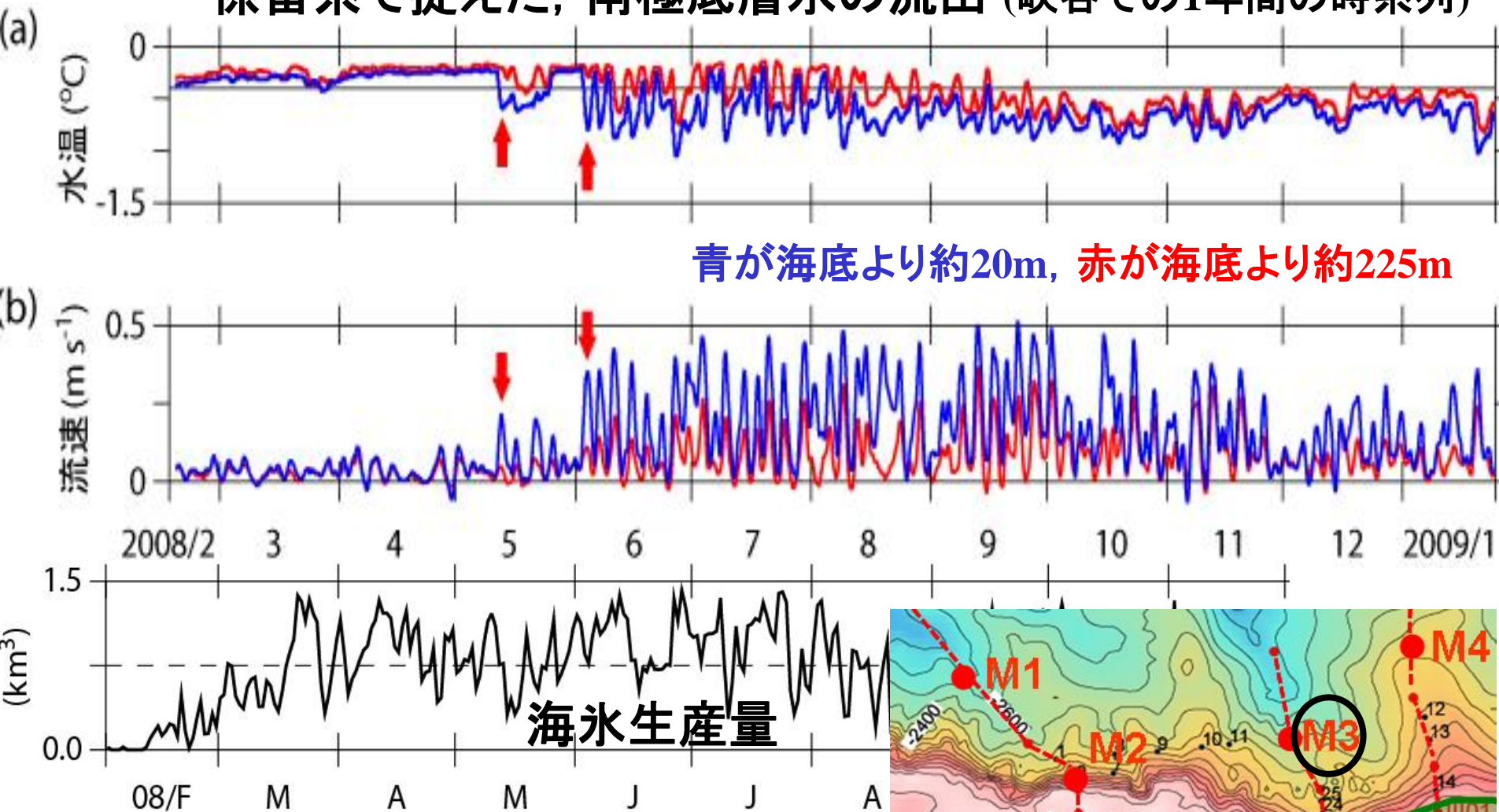
アザラシデータによる海の底層での塩分

Collaborated with Drs. Williams, Roquet, Field, Hindell

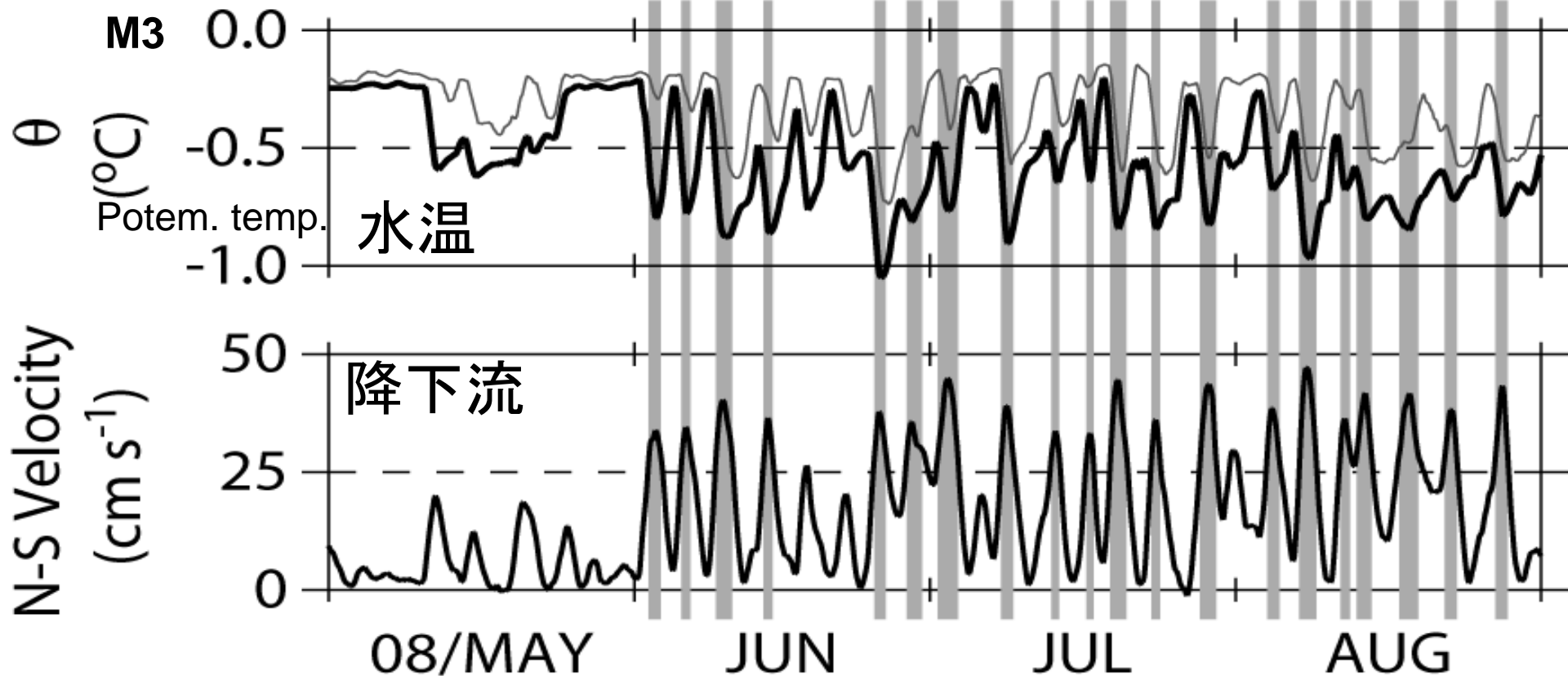
ケーブダンレー沖：日本のIPYの集中観測海域



係留系で捉えた、南極底層水の流出 (峡谷での1年間の時系列)



- ・冷たい重い水の到来に同期して降下流
- ・流れは底近くほど強い
- ・全底層水の約10%がここから潜り込む

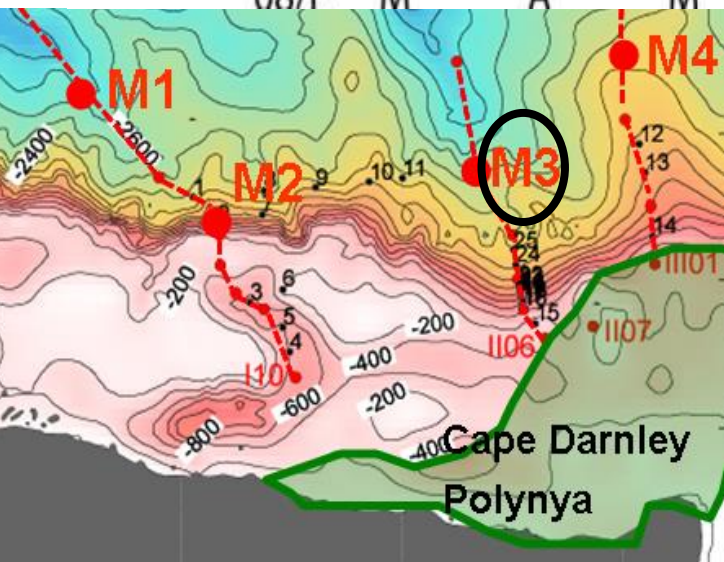
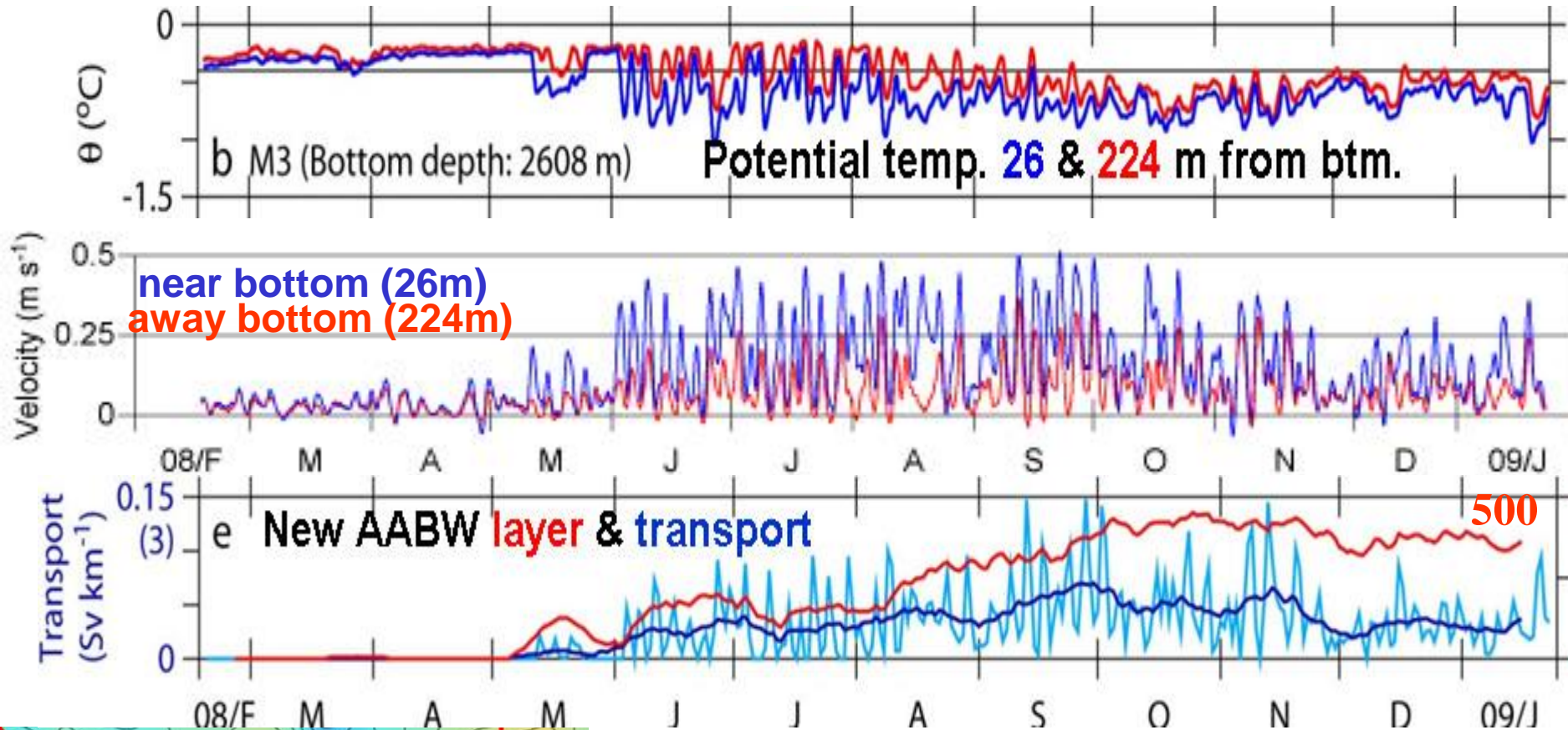


太線: 海底から20m, 細線: 海底から224m

シェード線: 降下流が0.3 m/s 以上

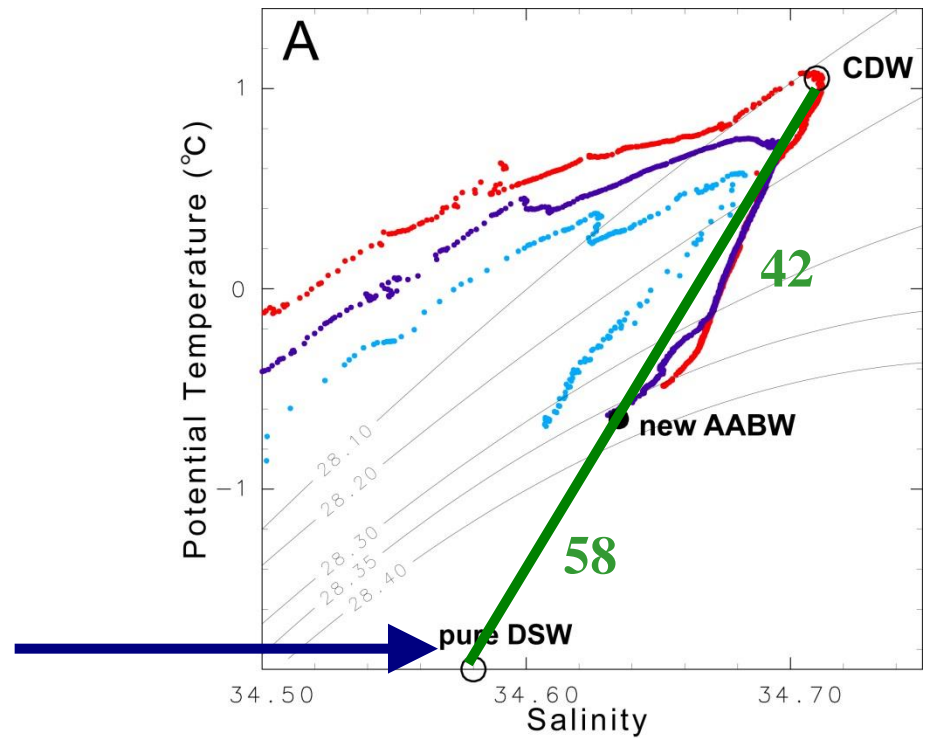
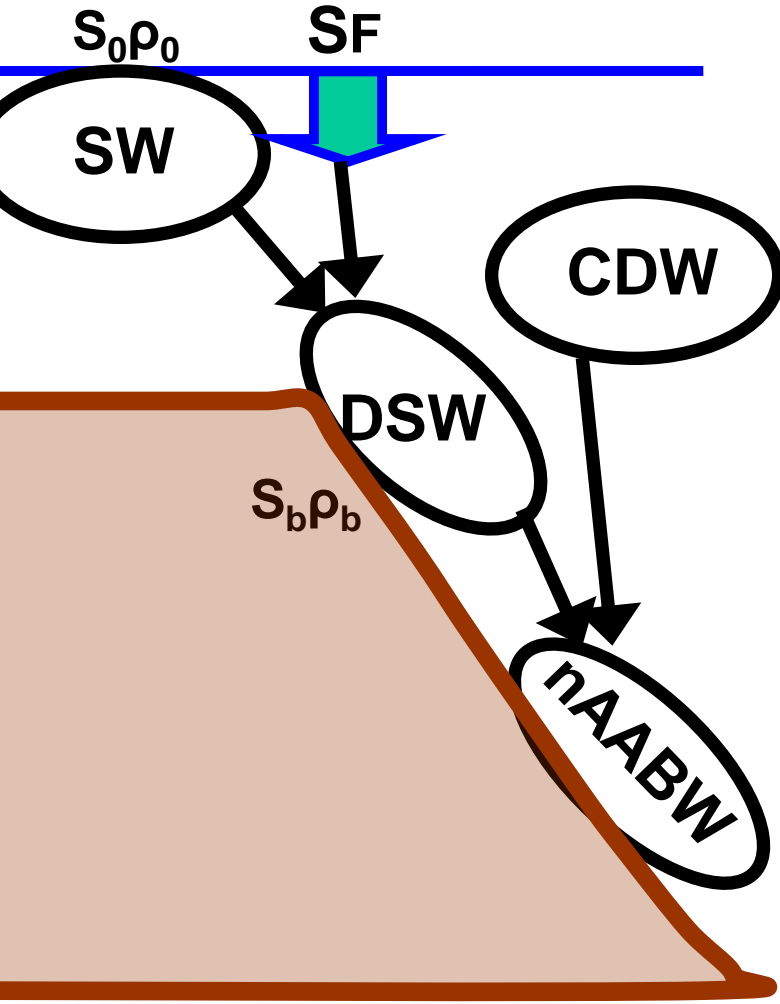
約4日周期で0.4m/s程度の降下流: 冷たい重い水と同期
→ 傾圧不安定? 地形性ロスビー波?

底層水生成の際の特徴: 地球流体力学の興味深いテーマ



- AABW layer thickness
170m (June) → 420m(Oct) : average 300m
- Downslope Current width: 20km
- Newly formed AABW transport: 0.52(Sv)

Salt flux from the polynya

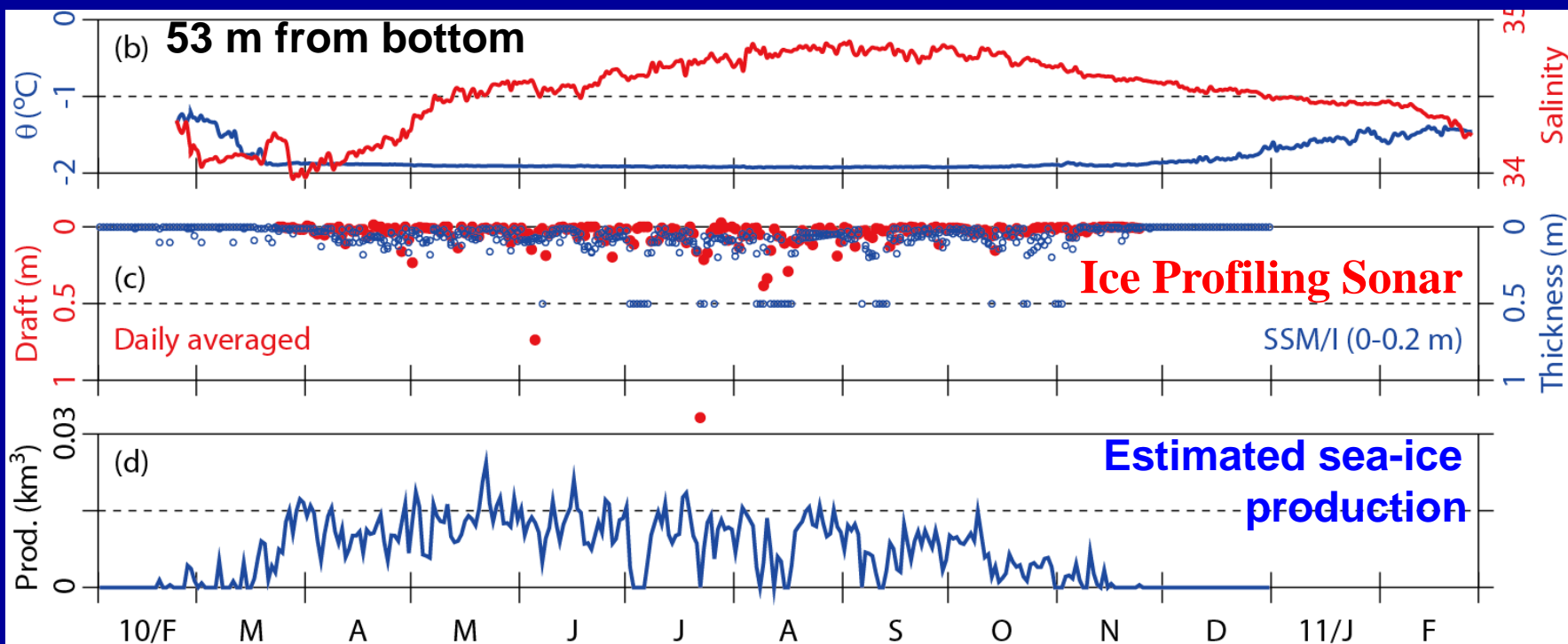


$$\text{DSW}(58) + \text{CDW}(42) = \text{AABW}$$

From the mooring and salt budget

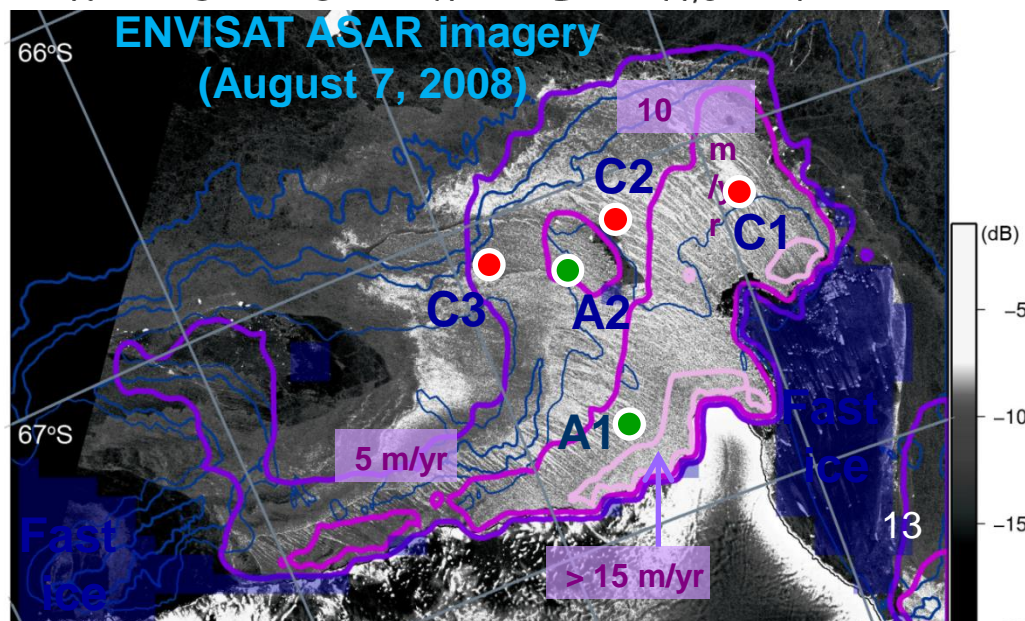
- **DSW ventilation; 0.3 – 0.7 Sv:**
6-13% of circumpolar total
- **AABW production: 0.7-1.5 Sv:**
13-30% of AABW in Weddell Sea

Mooring data inside the Cape Darnley Polynya

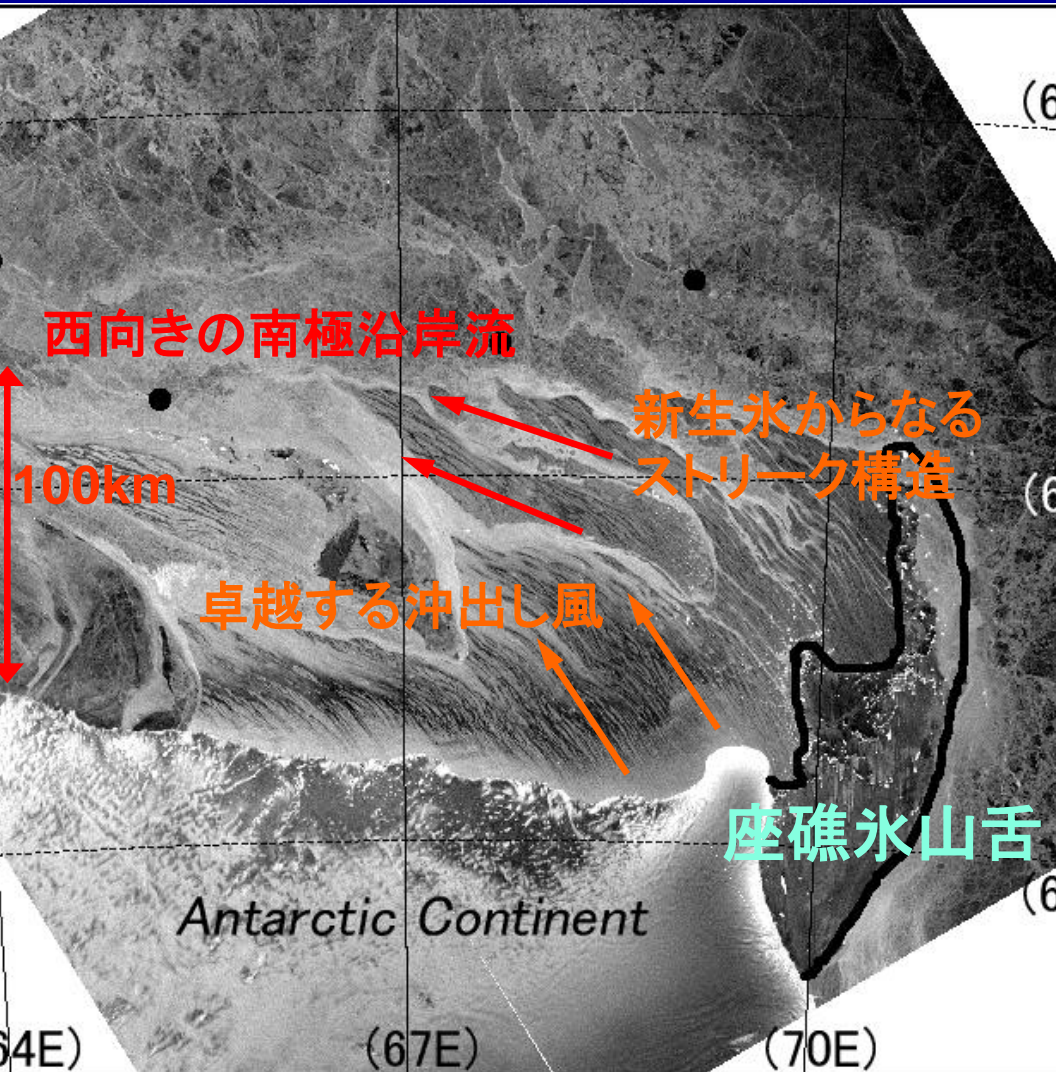


深町さん作成

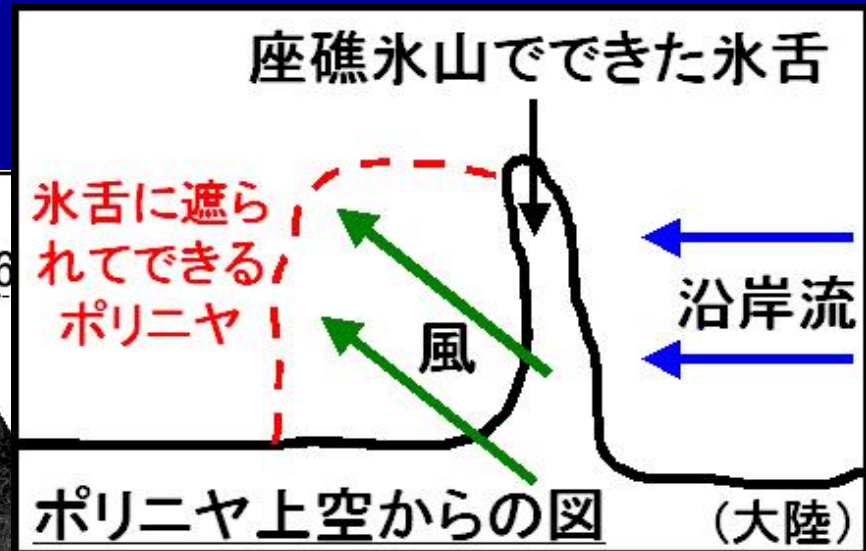
- Steady salinity increase during fall and winter
- ← Brine rejection associated with sea-ice production



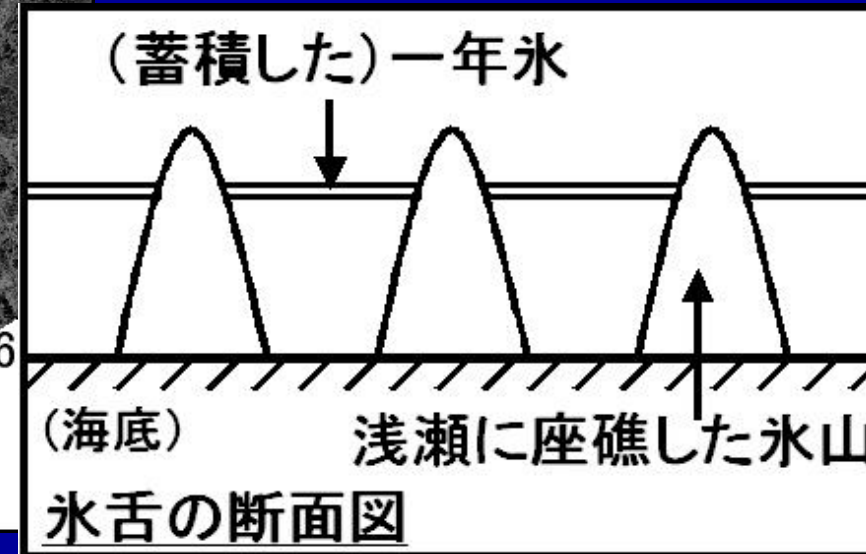
大きな海氷生産量はなぜ？ なぜ巨大なポリニヤができるか？



合成開口レーダ

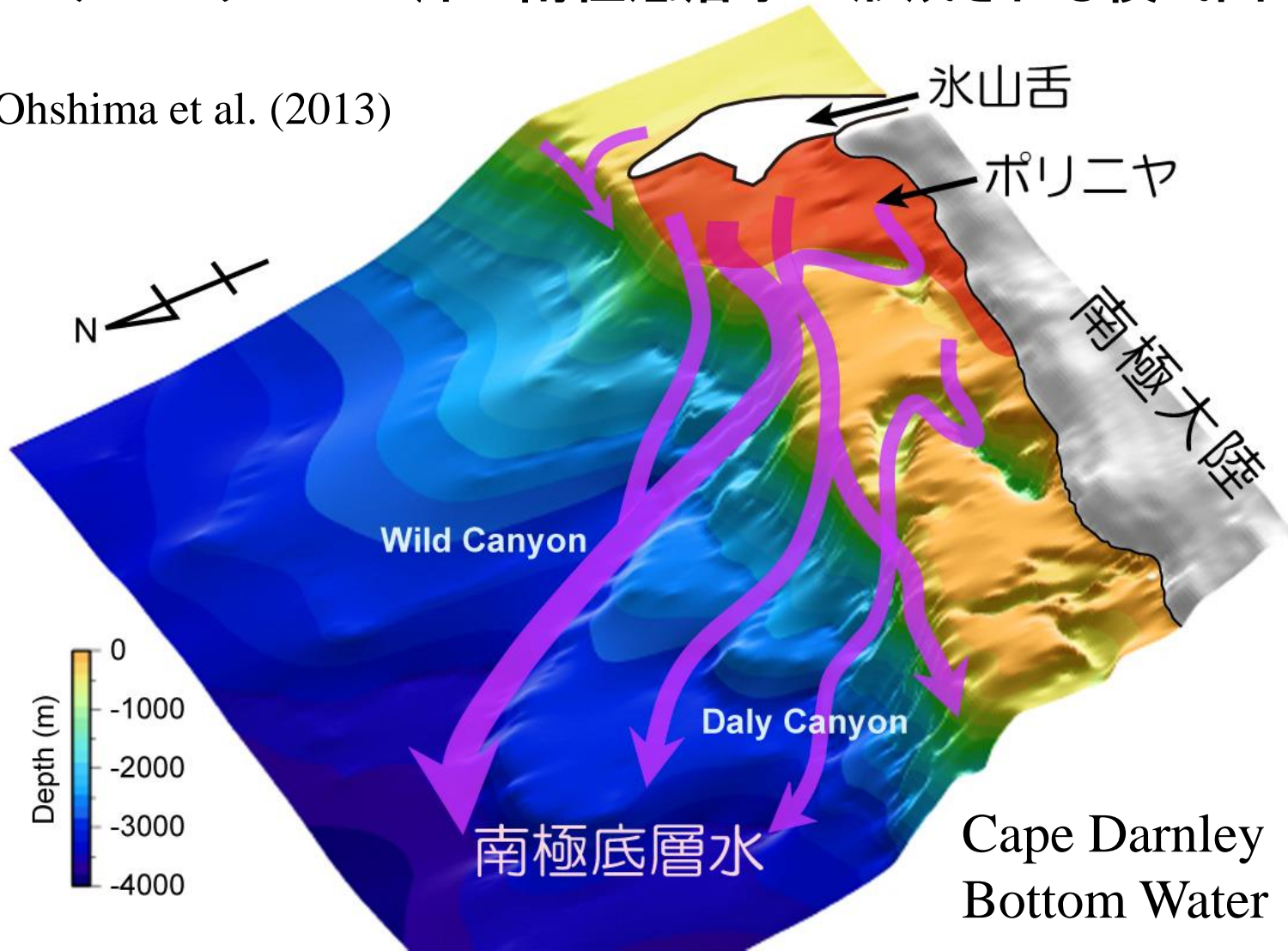


冰山舌によるフィルター効果

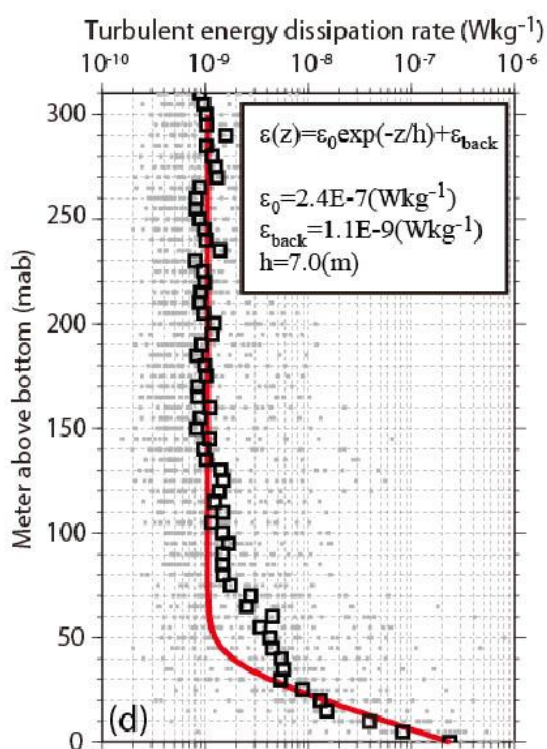


ケープダンレー沖で南極底層水が形成される模式図

Ohshima et al. (2013)



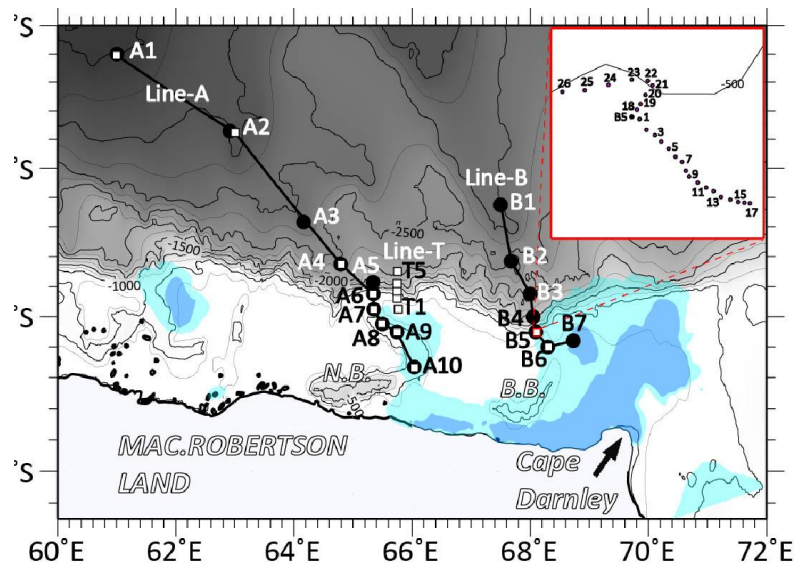
南極大陸から張り出す氷山舌の下流に、多量に海氷が生産される海域(沿岸ポリニヤ)が作られる。この高海氷生産によって重い水が作られ、その重い水が海の峡谷に沿って沈み込み、周りの水と混合しながら南極底層水となって、南極海さらには全世界の海洋深層に拡がっていく。



Turbulent energy
dissipation rate ε

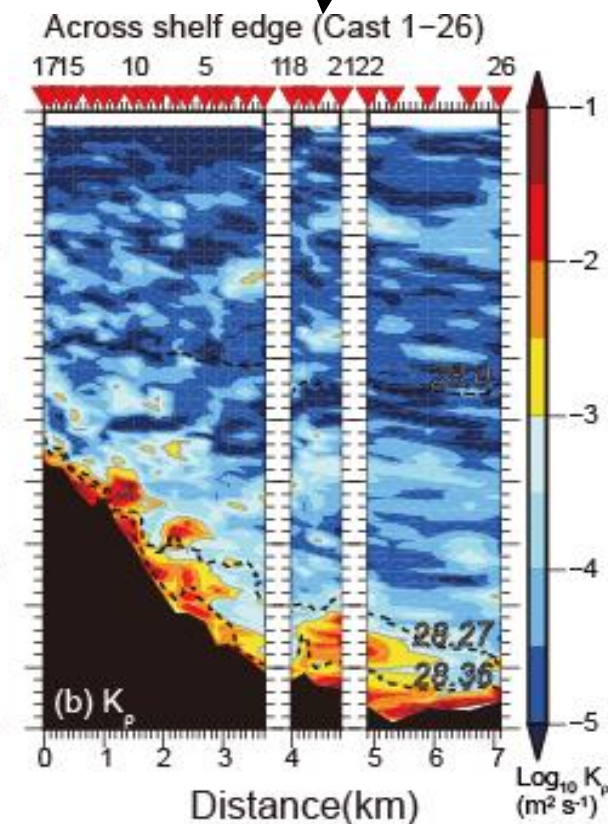
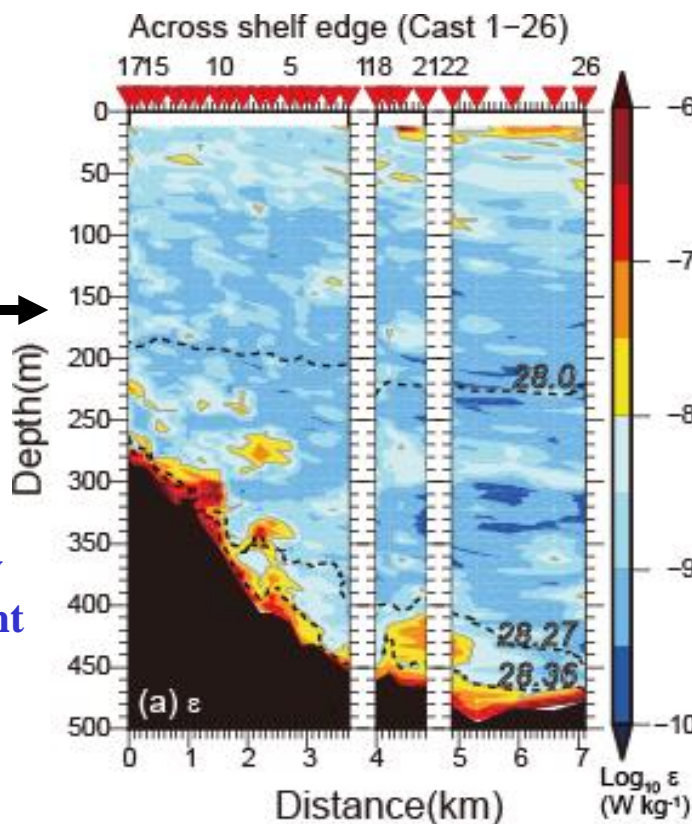
A geostrophically balanced
density current is the primary
energy source for the turbulent
mixing in the BBL

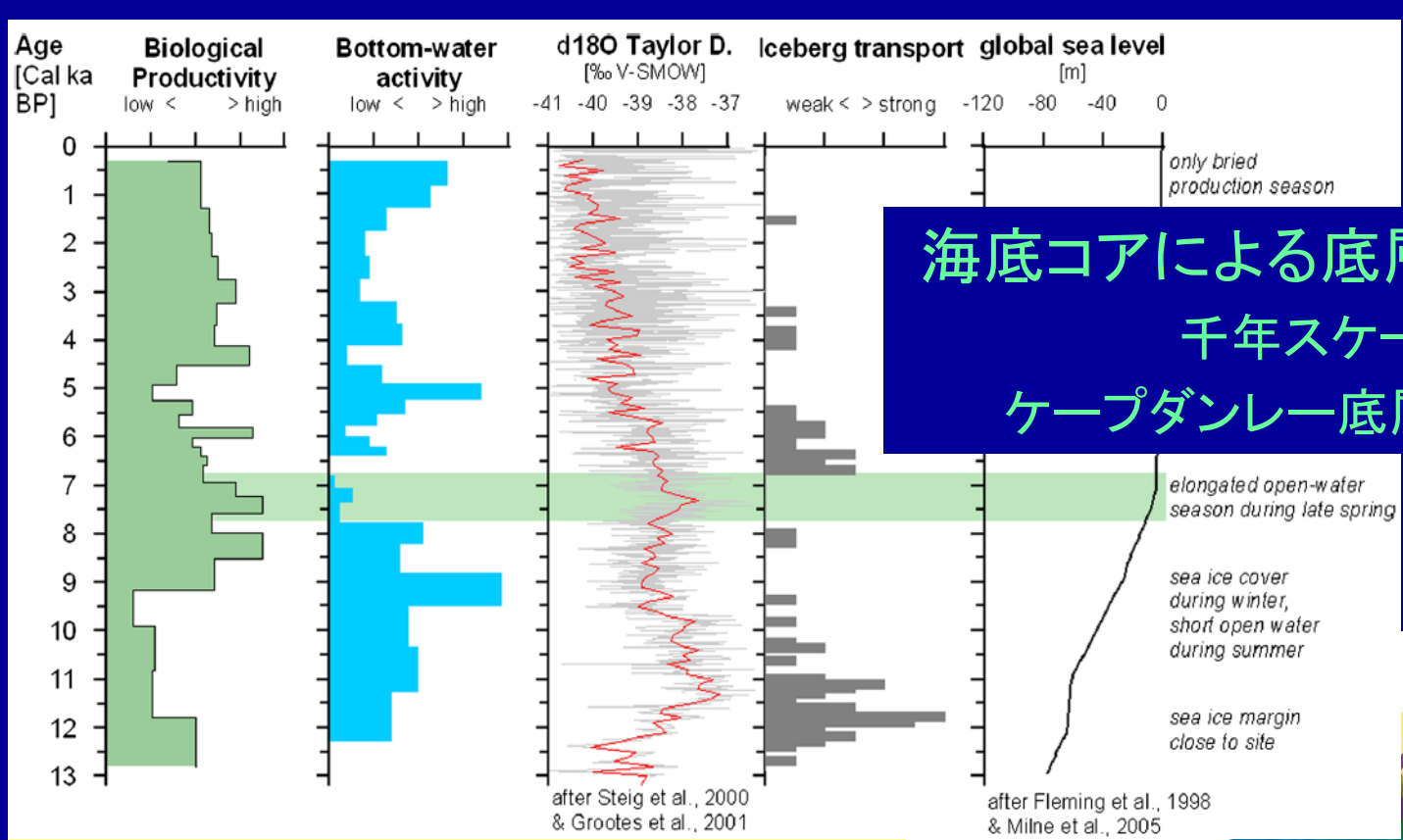
Hirano et al. (2015)



Microstructure
observations

Vertical eddy
diffusivity K_ρ



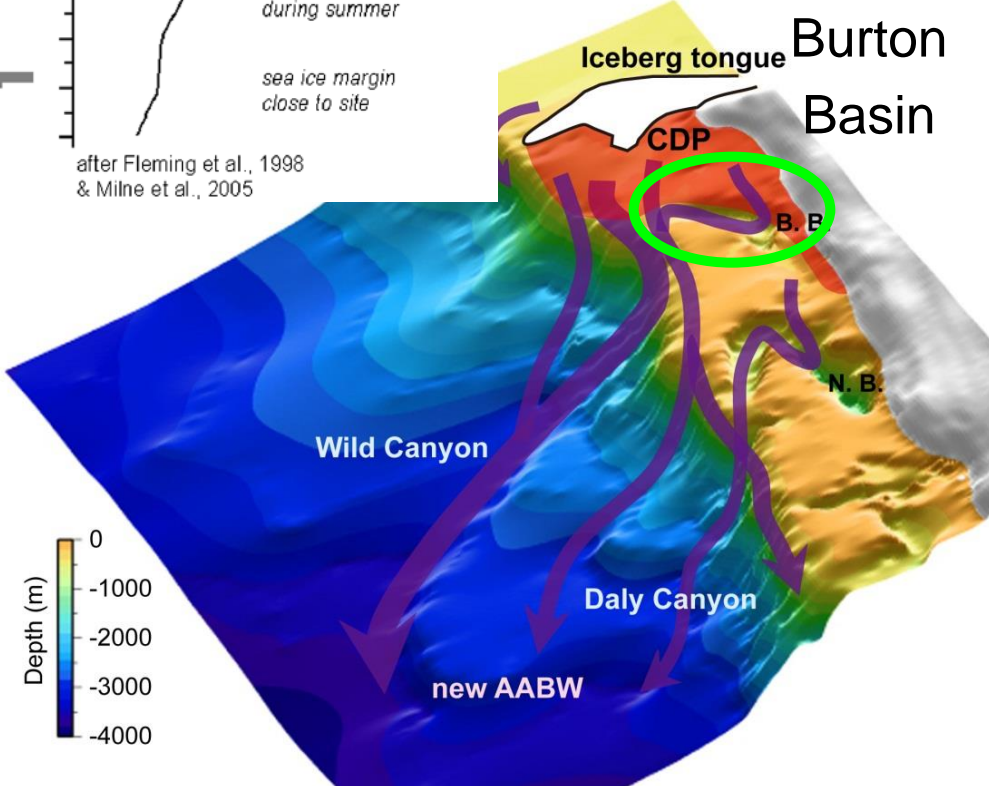


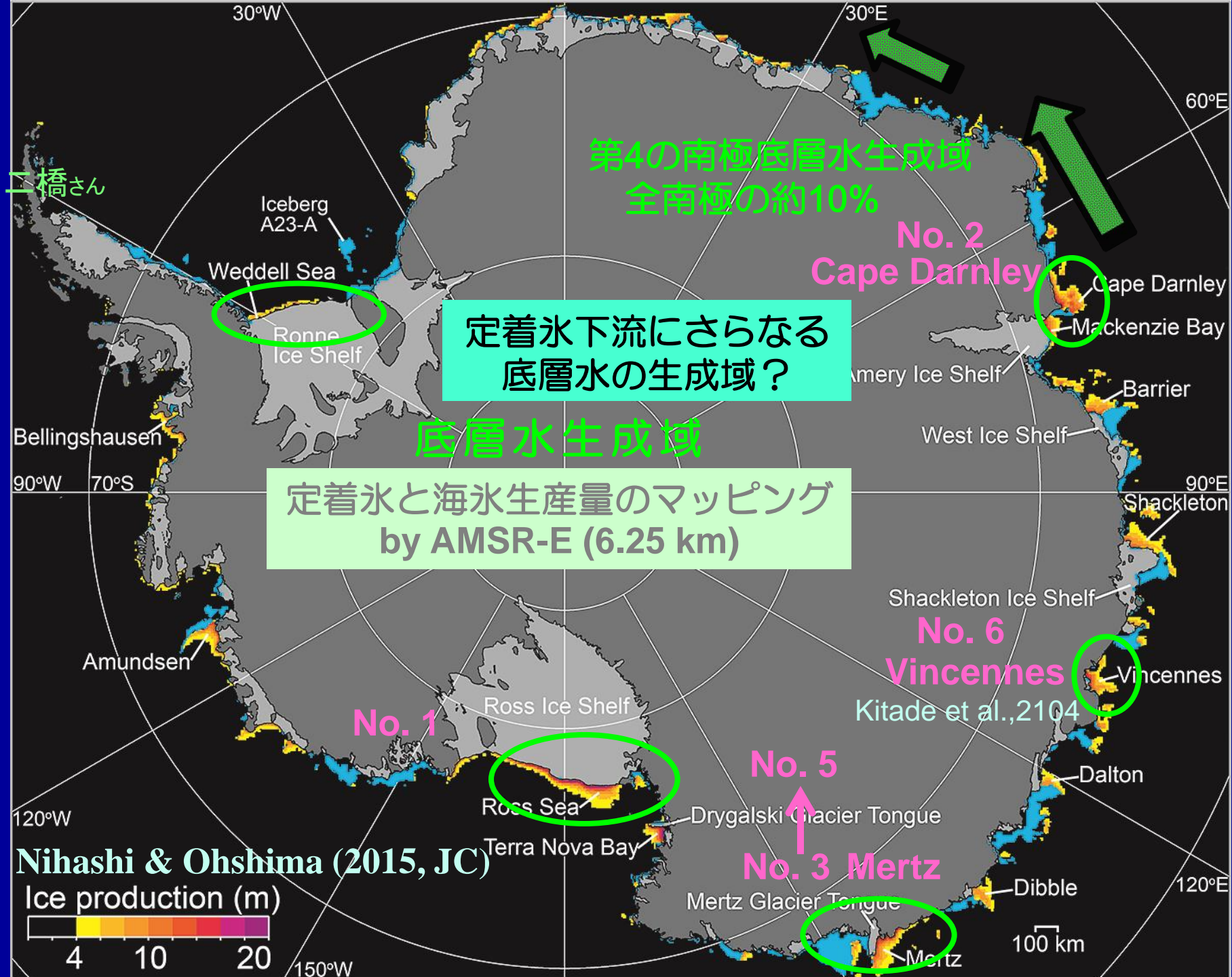
海底コアによる底層水形成の 遍歴
 千年スケールでの
 ケープダンレー底層水形成の変動

after Steig et al., 2000 & Grootes et al., 2001

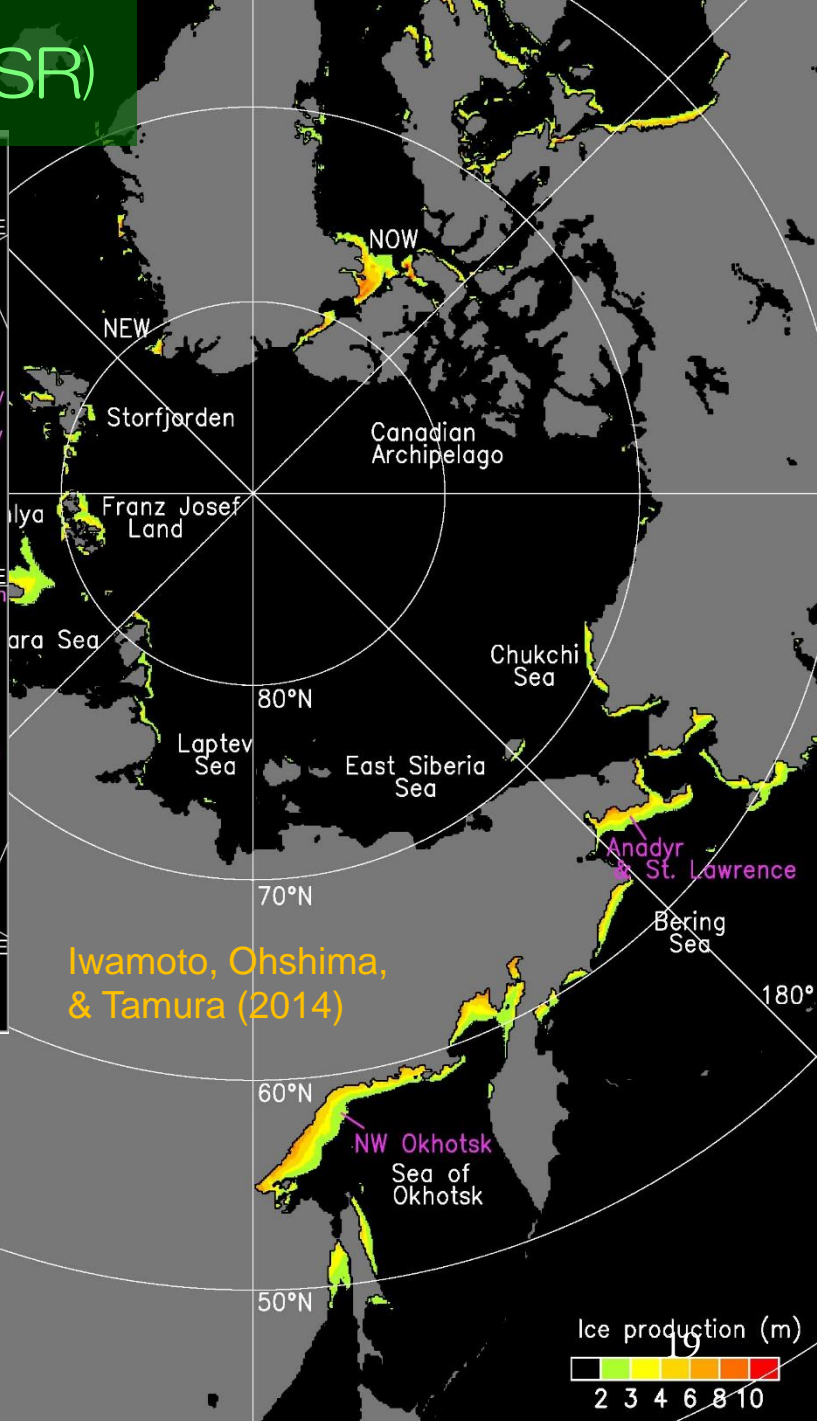
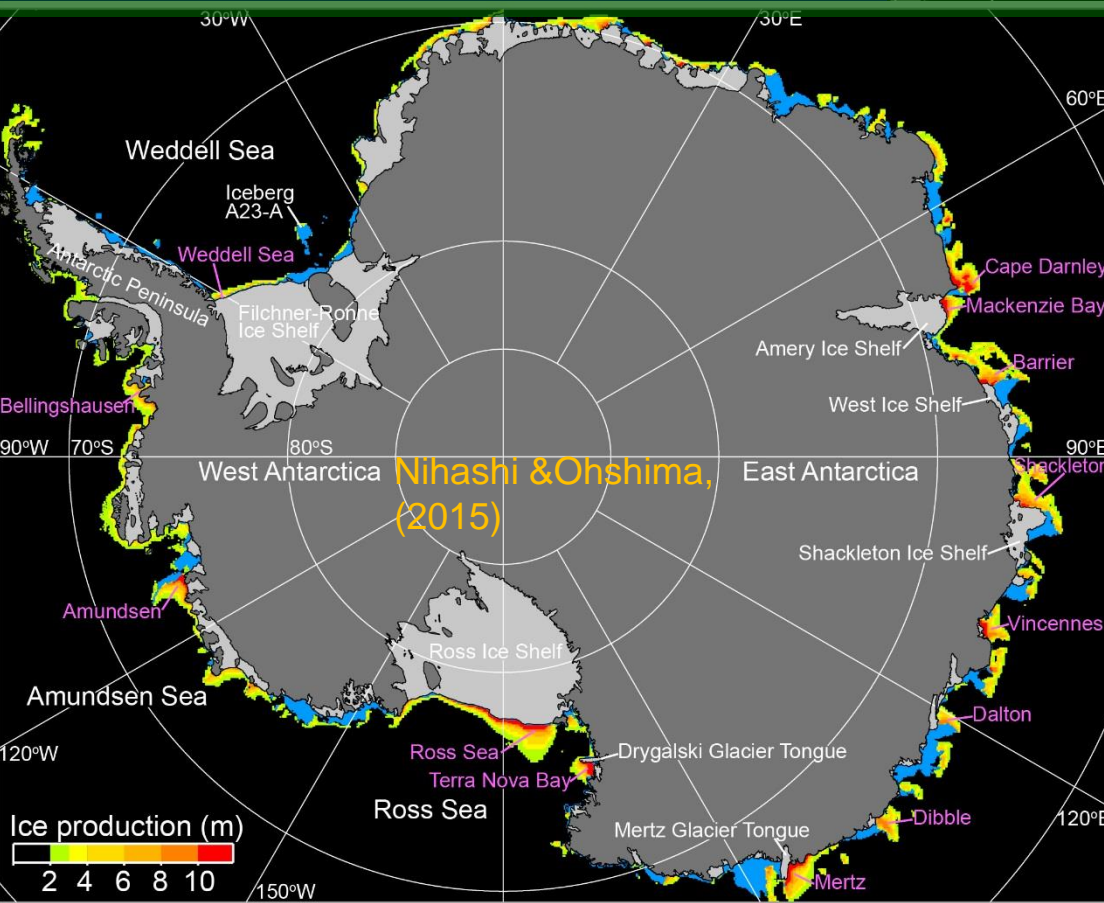
after Fleming et al., 1998 & Milne et al., 2005

Holocene ice dynamics & bottom water formation associated with Cape Darnley polynya activity recorded in Burton Basin, East Antarctica.
 by Borchers et al. 2015 Marine Geophys.Res.



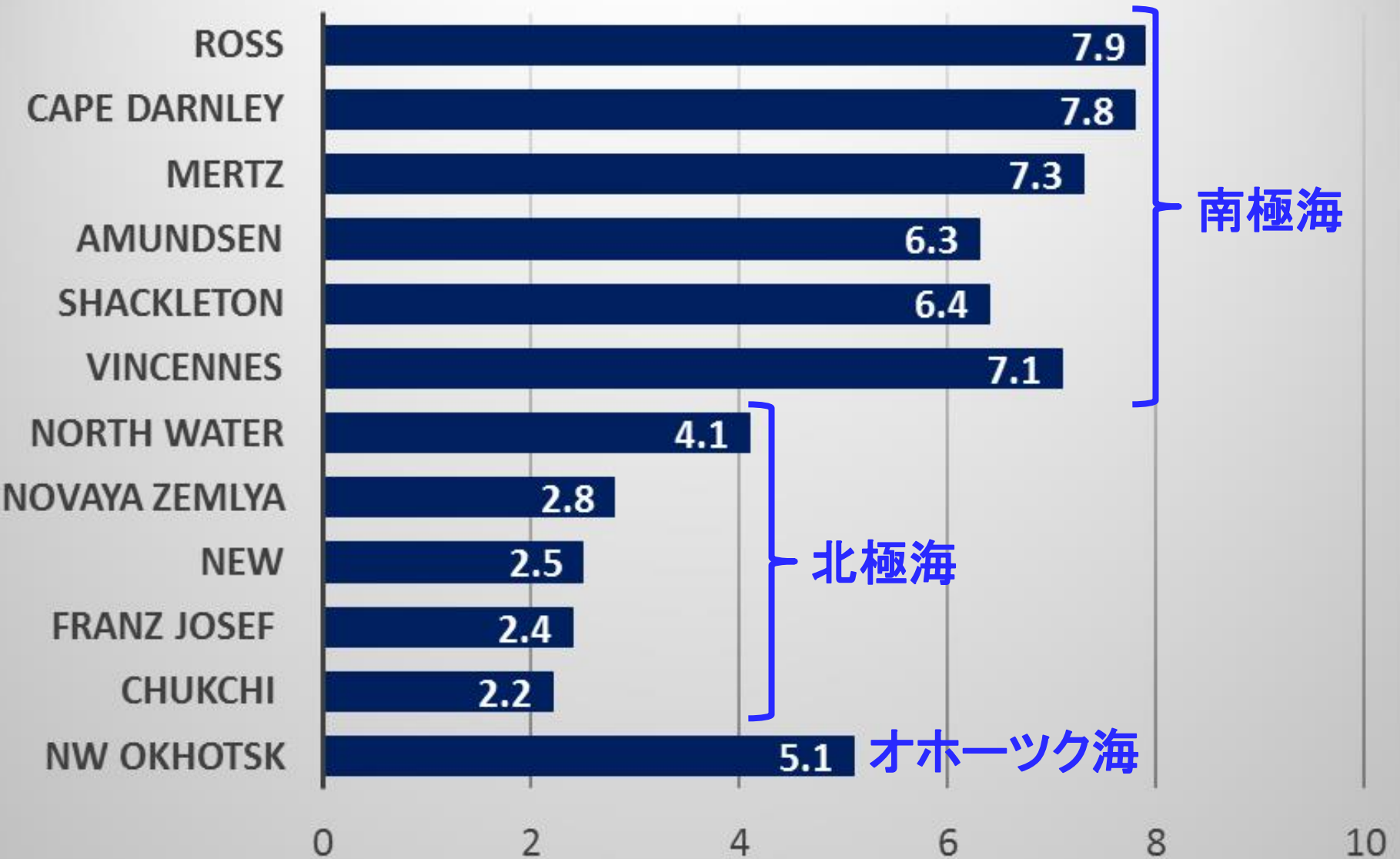


海水生産量のグローバルマッピング (by AMSR)

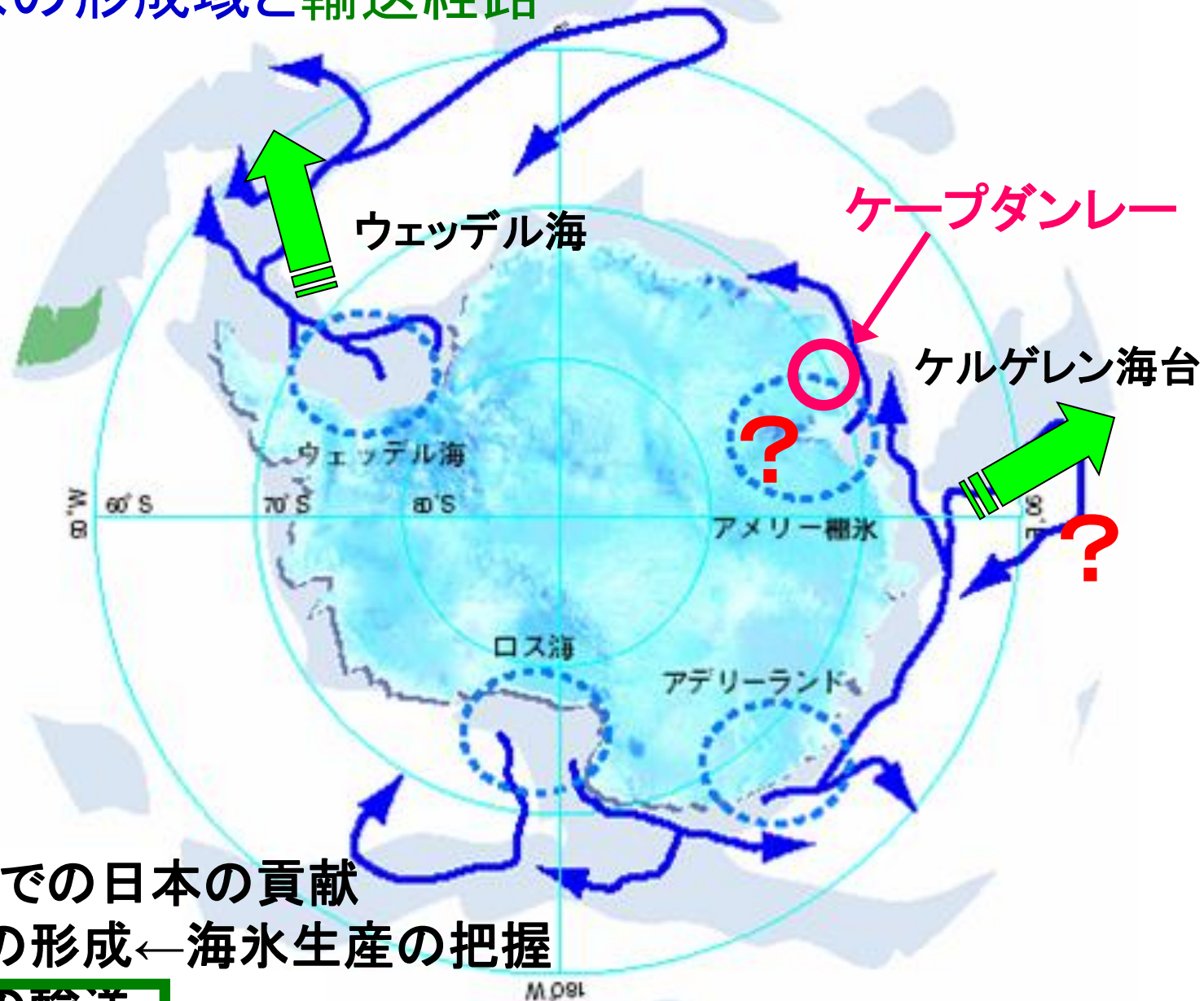


南極海
海水の動き発散(外向)
ポリニヤ活動大
高海水生産→底層水生成

ポリニヤでの年間海氷生産量（海氷厚さに換算 m/年）

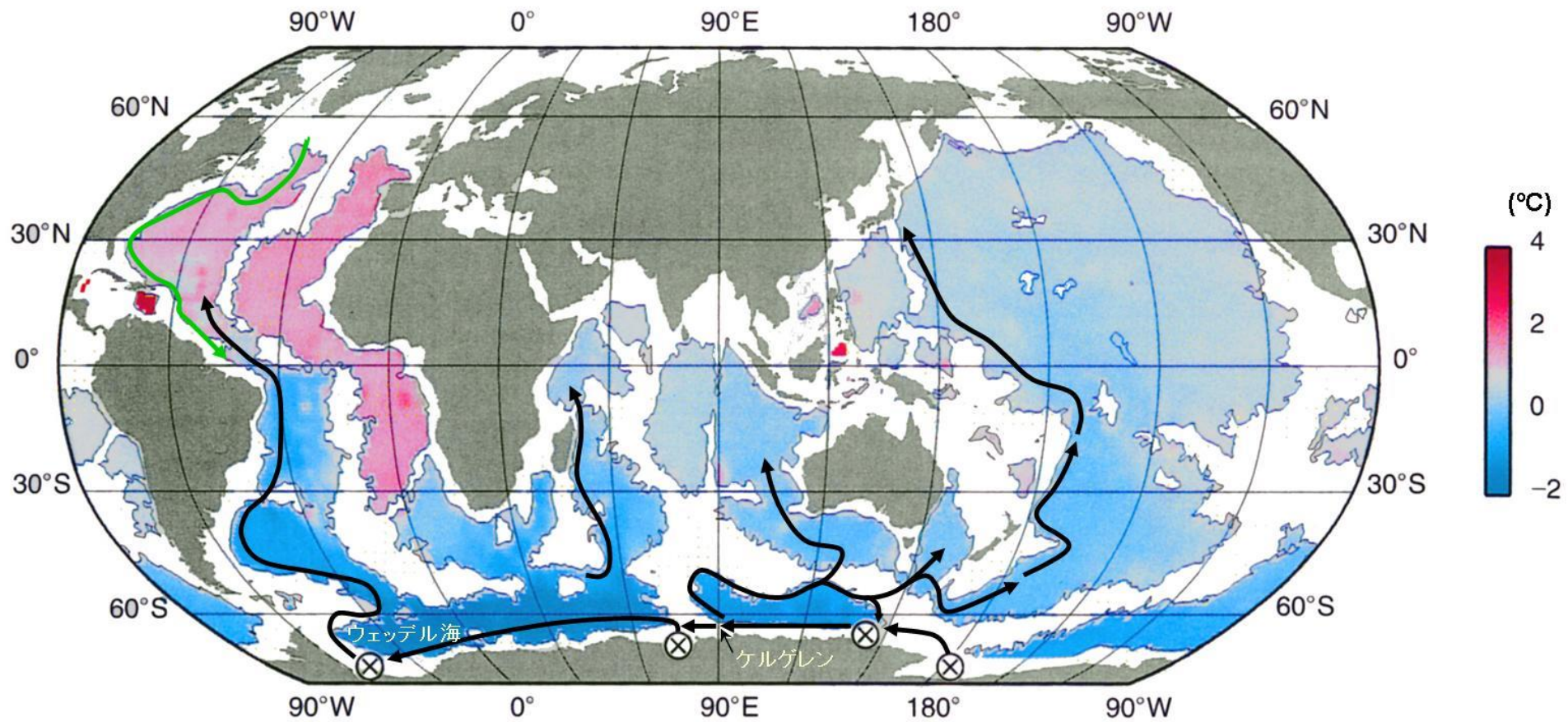


南極底層水の形成域と輸送経路

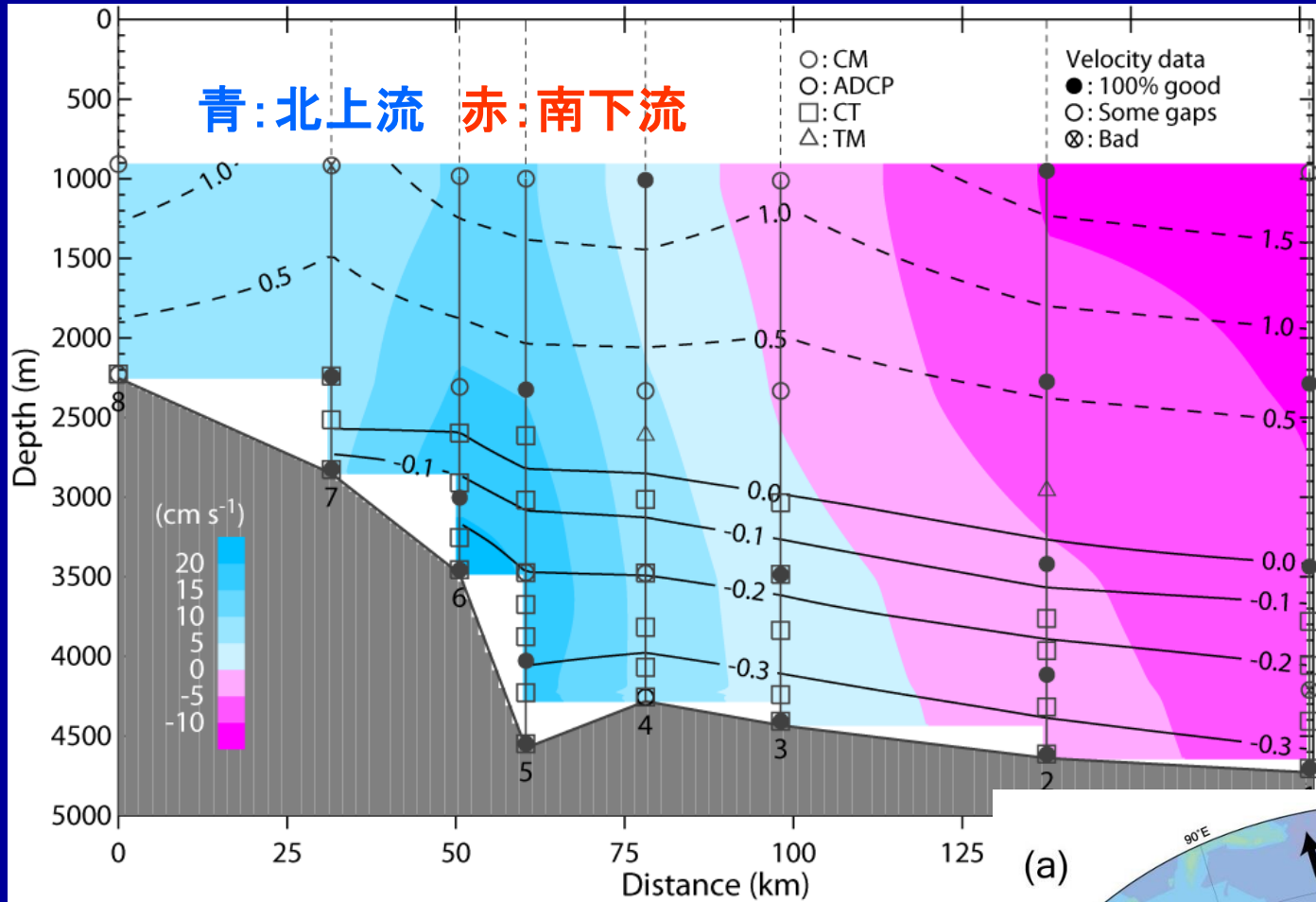


プレIPYとIPYでの日本の貢献

- ・南極底層水の形成 ← 海氷生産の把握
- ・南極底層水の輸送
- ・南極底層水の変質と原因



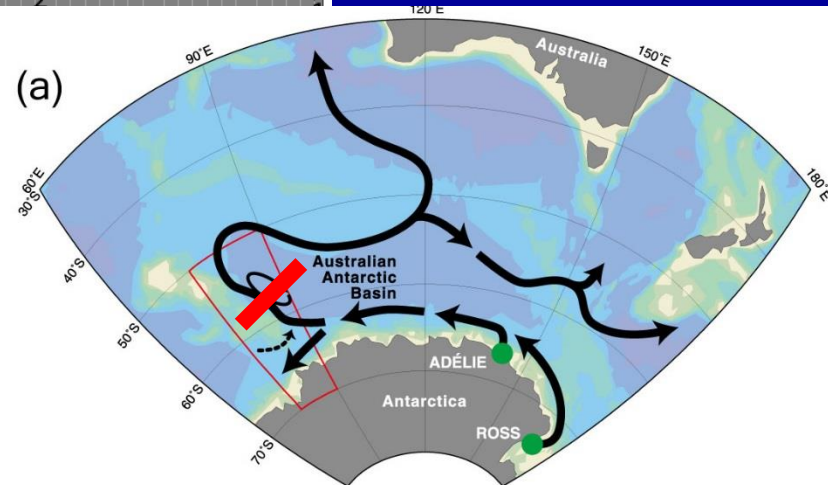
プレIPY観測(2003-2005): ケルゲレン海台東斜面での北上流と水温



●日豪の測器を結集した係留系アレイ

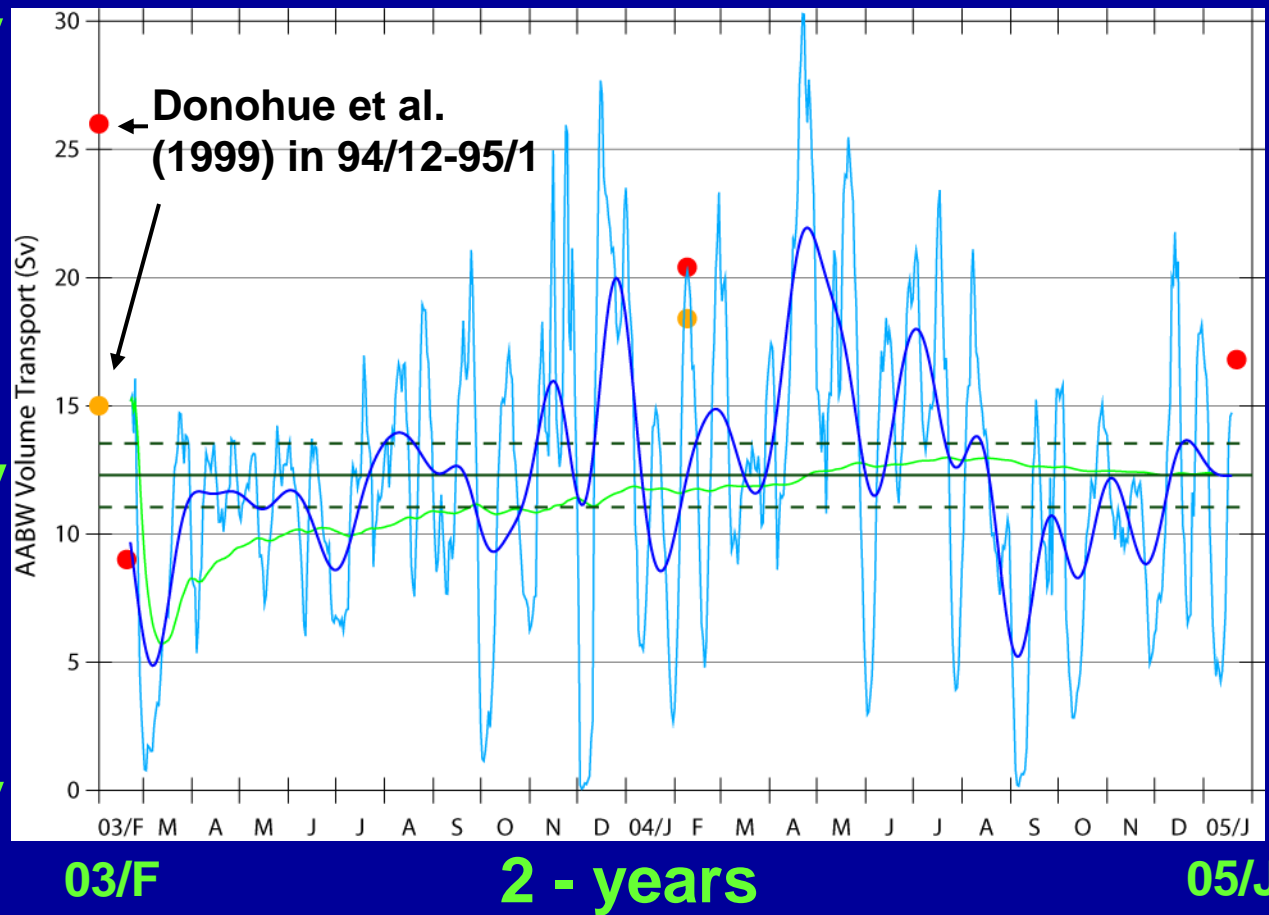
Fukamachi et al.,
2010

- 底層強化: 世界最強の深層流
- 南極底層水の厚さは1500 m



ケルゲレン海台での南極底層水の北上流量

30 Sv
12 Sv
0 Sv



● LADCP
● SADCP
とCTD観測を
合わせた流量
の見積り

Fukamachi et al.,
2010

- 2年間の平均流量は12.3 Sv → ウェッデルより大、大西洋の循環量に匹敵
- 但し、再循環の部分の評価は今後の課題
- 変動が極めて大 → スナップショット(過去研究)の見積もりではダメ
- 季節変動は不明瞭、季節内変動が顕著