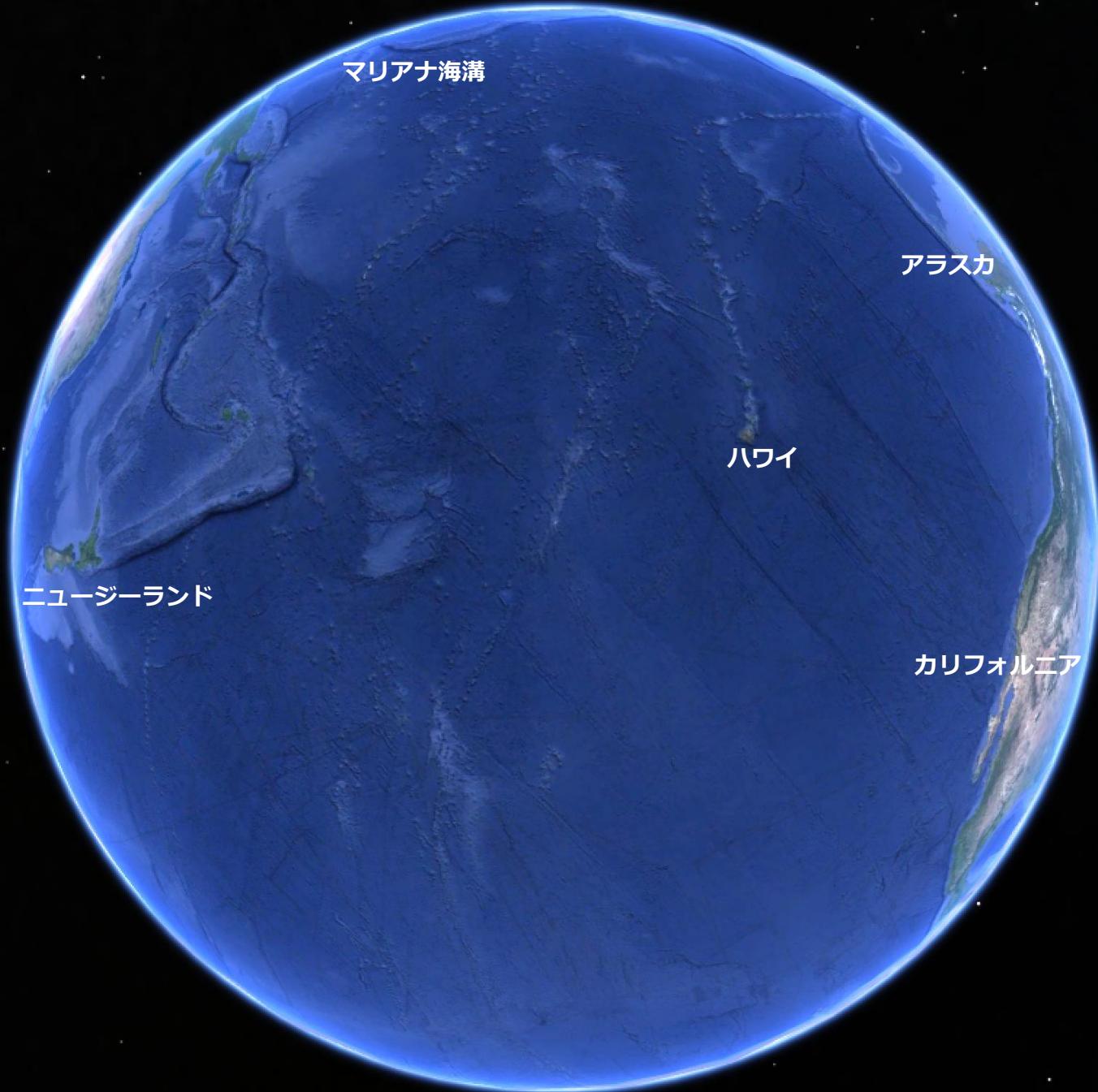


# 広い海



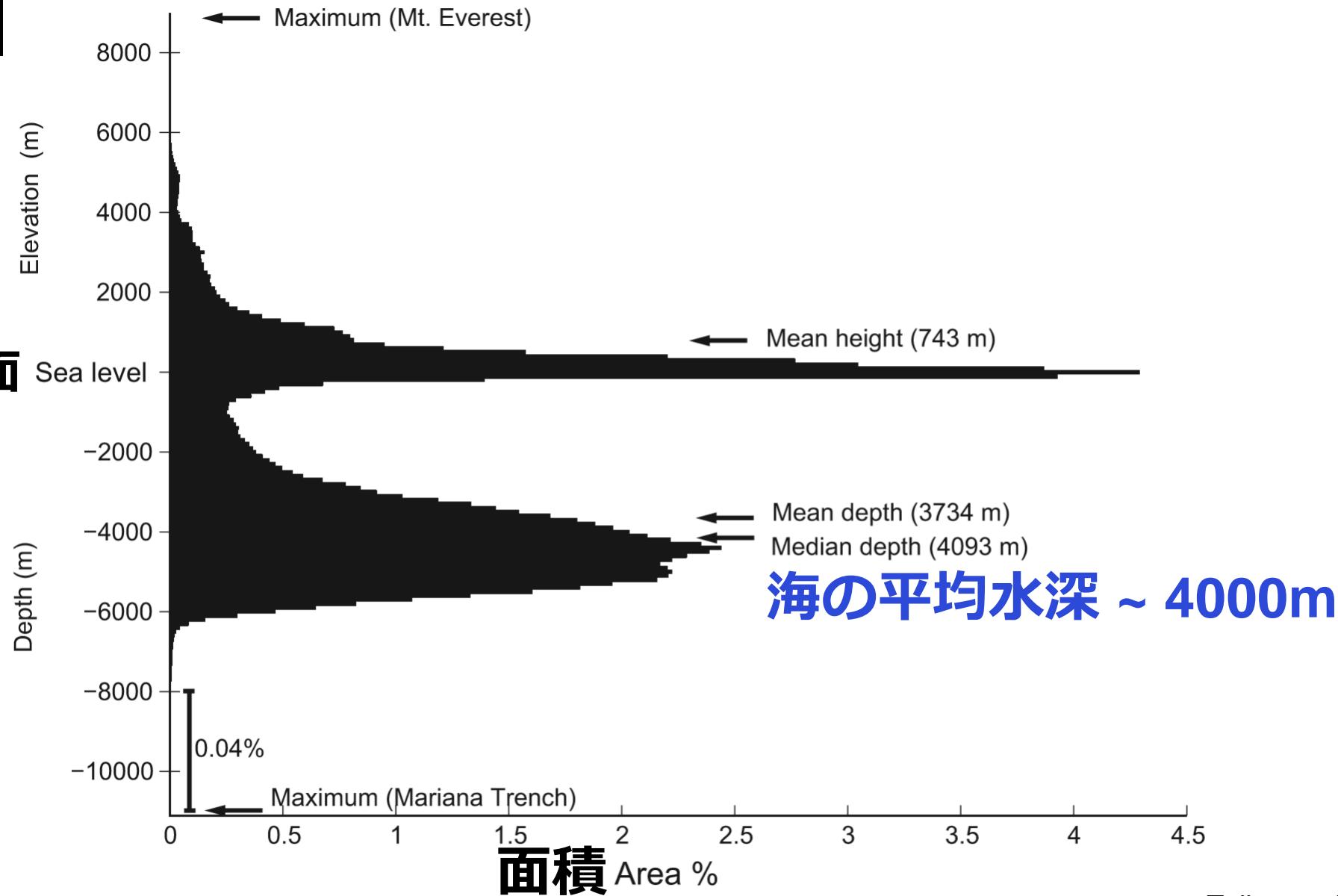
地表の7割

# 深い海

標高

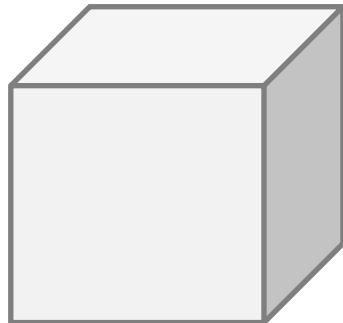
海面

深さ

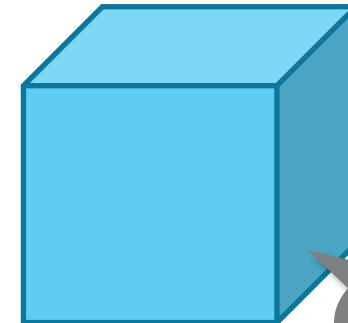


# 海は熱を貯める

空気 1 ℥



水 1 ℥



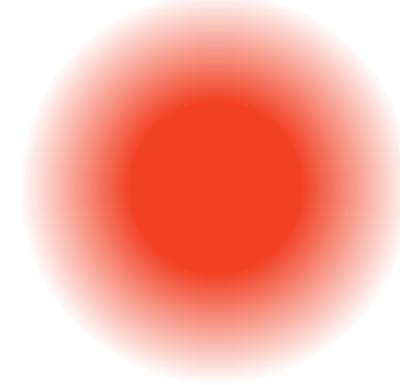
97%  
は海

熱容量

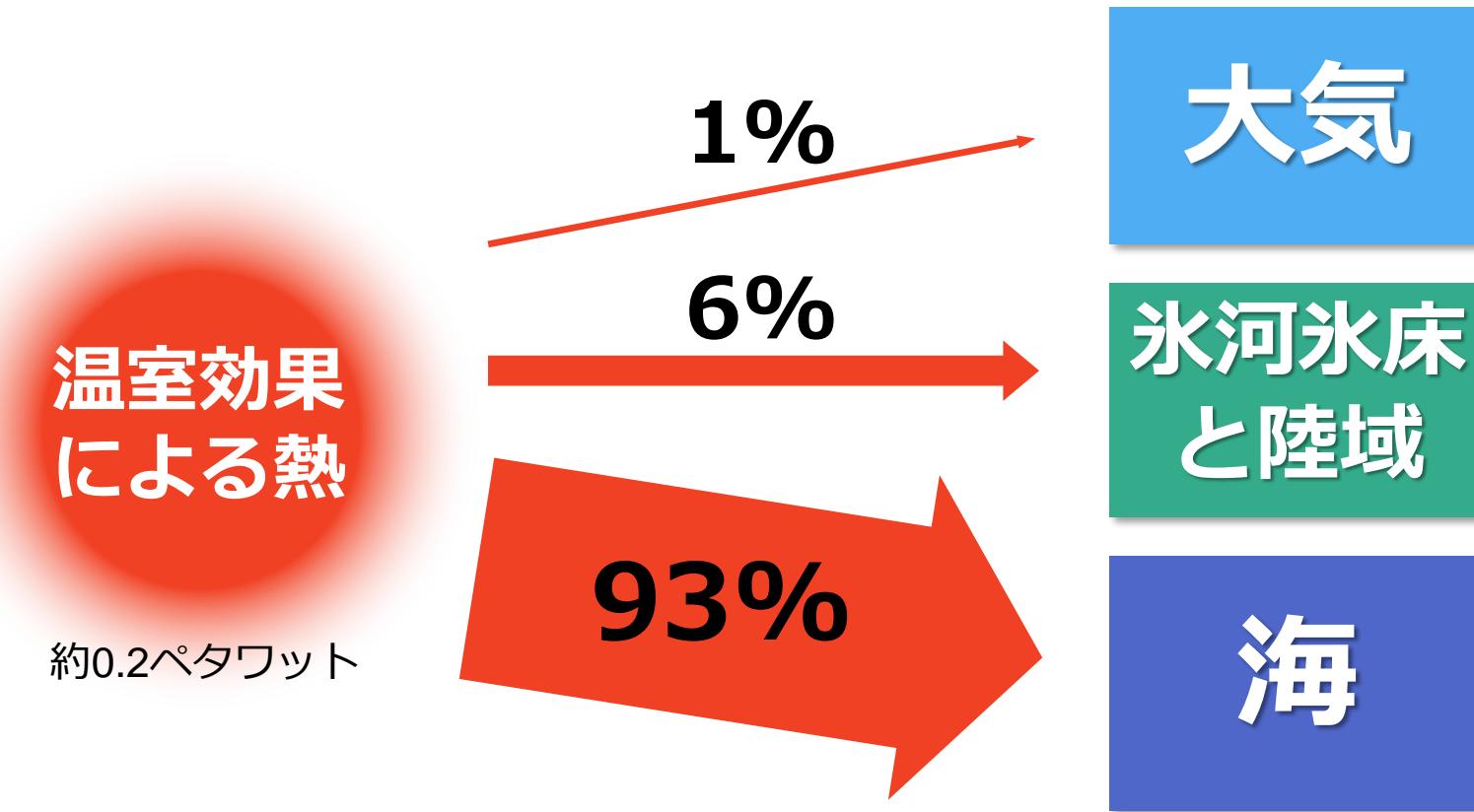
1.3 [J/°C]



4200 [J/°C]



# 地球温暖化＝海の温暖化



# 海洋観測は「地球の血液検査」



## 人の血液検査

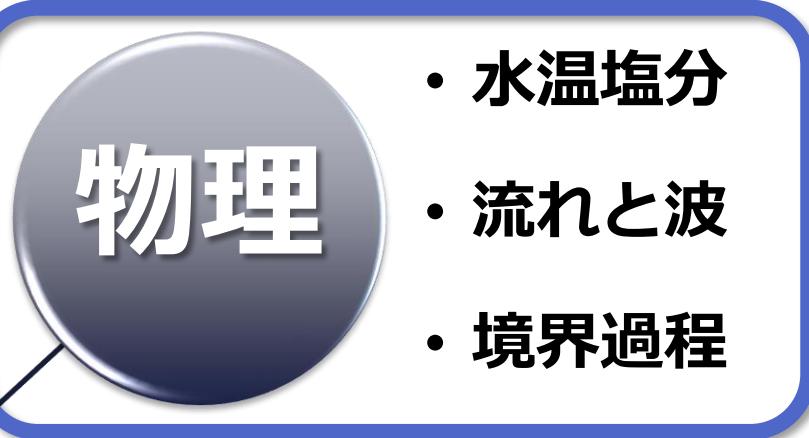
生活習慣病、ガン、白血病などの病気  
の状態が分かる。



## 海洋観測

気候変動と生態系の変化が分かる。

# 海を知る



私の専門



# 海の物理法則

流速  $v$   
密度  $\rho$   
圧力  $p$   
を診断する

## ★質量保存則

=物の重さは変わらない

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \rho + \rho (\nabla \cdot \mathbf{v}) = 0$$

密度の時間変化

体積変化率

## ★運動方程式

=力を加えると物が動く

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} + \mathbf{f} \times \mathbf{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p - \mathbf{g} + \mathbf{F}$$

運動量の時間変化

コリオリカ

圧力傾度力 重力 摩擦力

## ★状態方程式

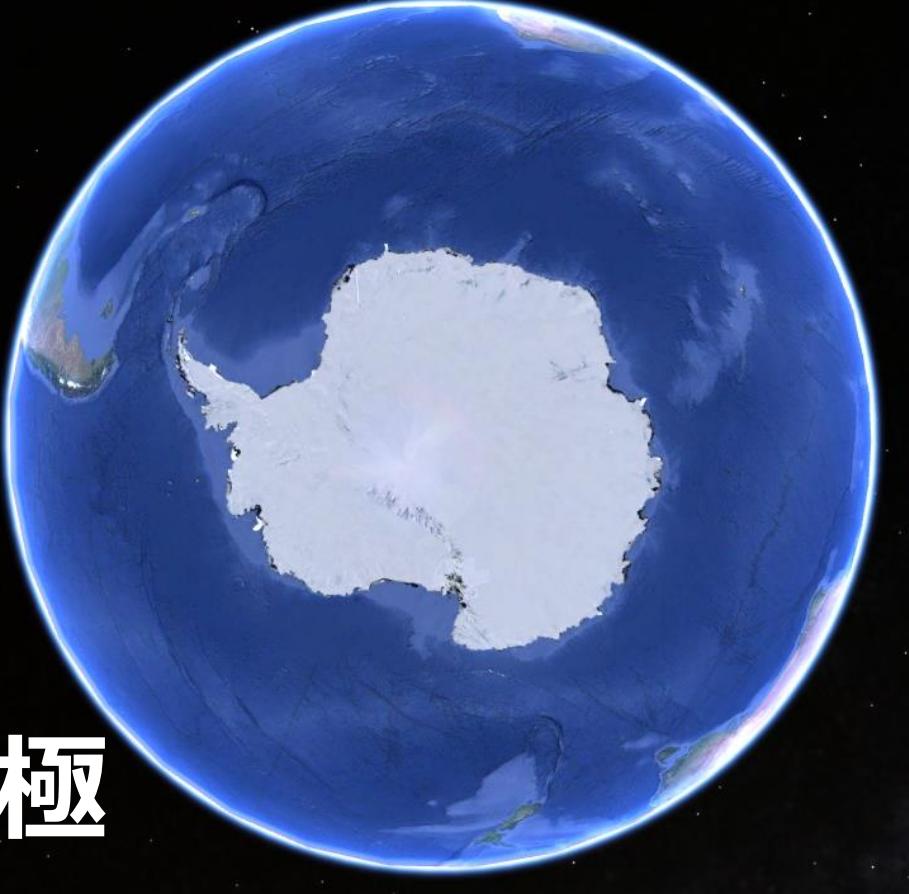
=暖めると膨らみ  
冷やすと縮む

$$\rho = \rho(p, \theta, S) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{一般的には、水温}\theta\text{と塩分}S\text{が未知なので、} \\ \text{それら2つの保存則が加わる。} \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{F}_\theta = Q_\theta \quad \frac{\partial S}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{F}_S = Q_S \end{array} \right.$$



北極

南極



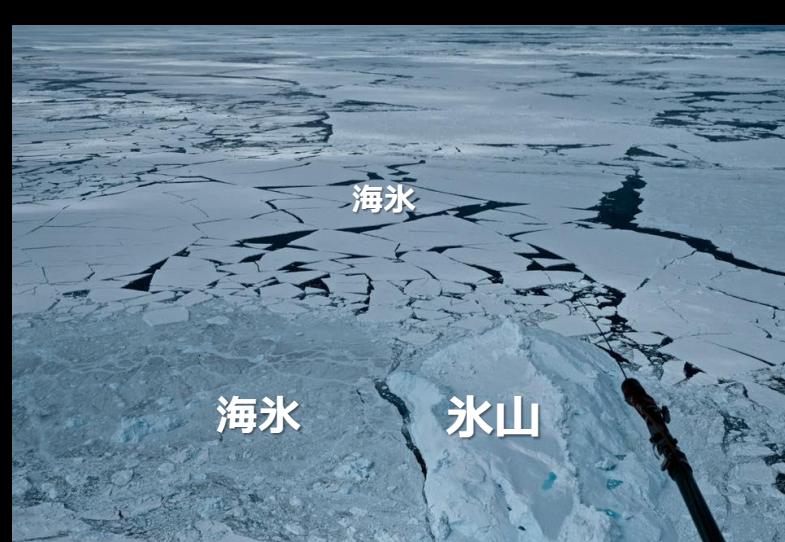
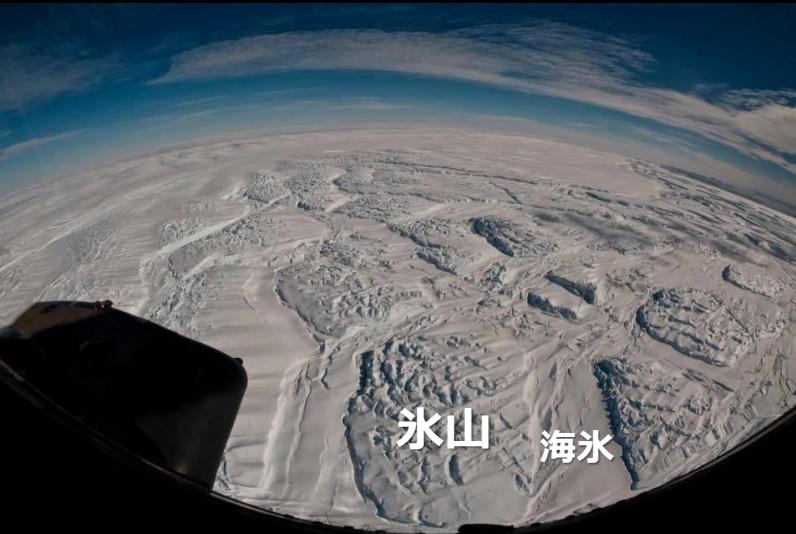
# 南極海 = 氷の海

Aug 31, 2016



# 空からみた南極海

分厚い氷山、薄い海氷

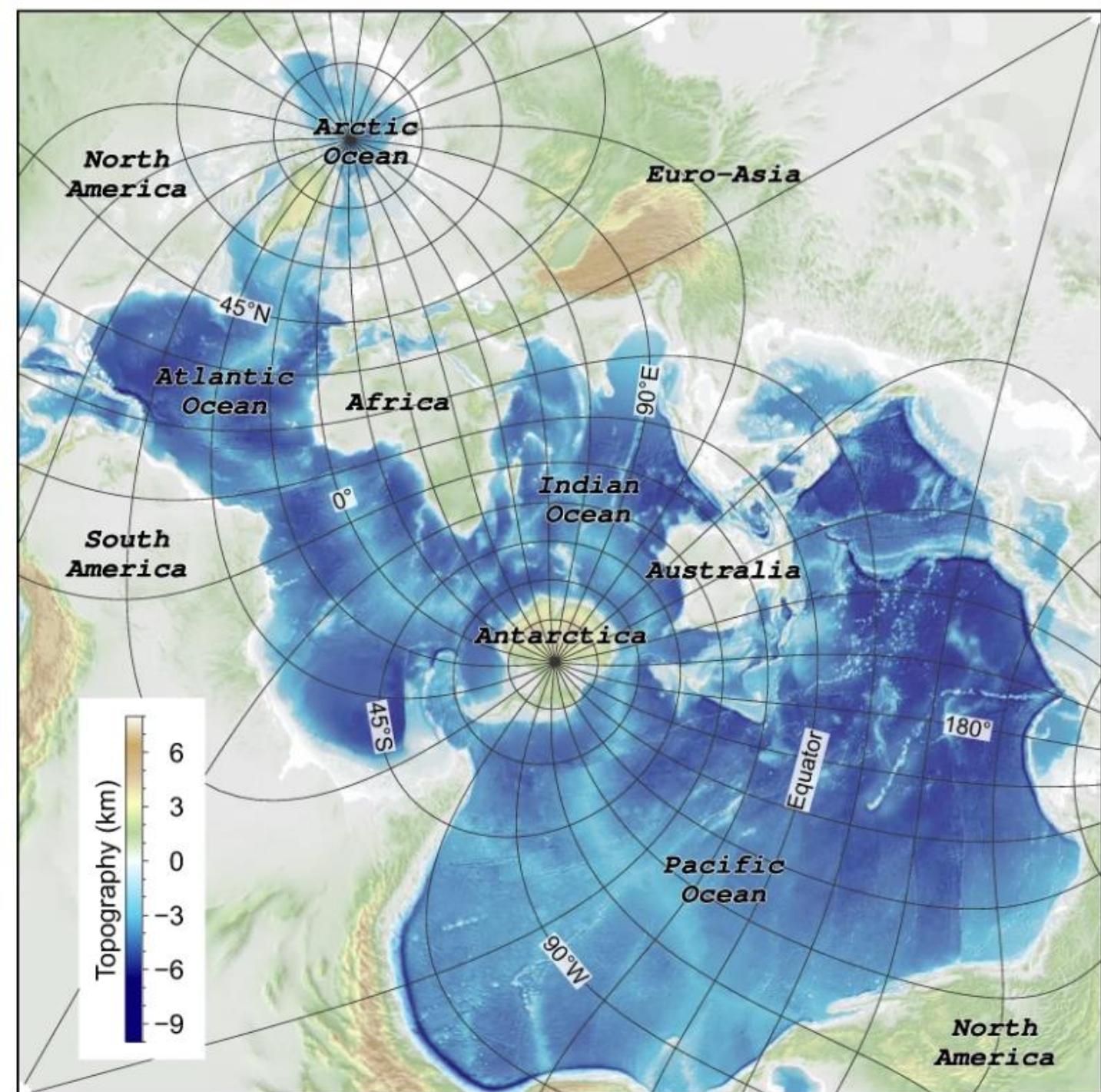


# 2種類の氷

「**氷山**」は陸からきた氷  
；南極氷床が切離してできる  
；厚さ100m～1000m

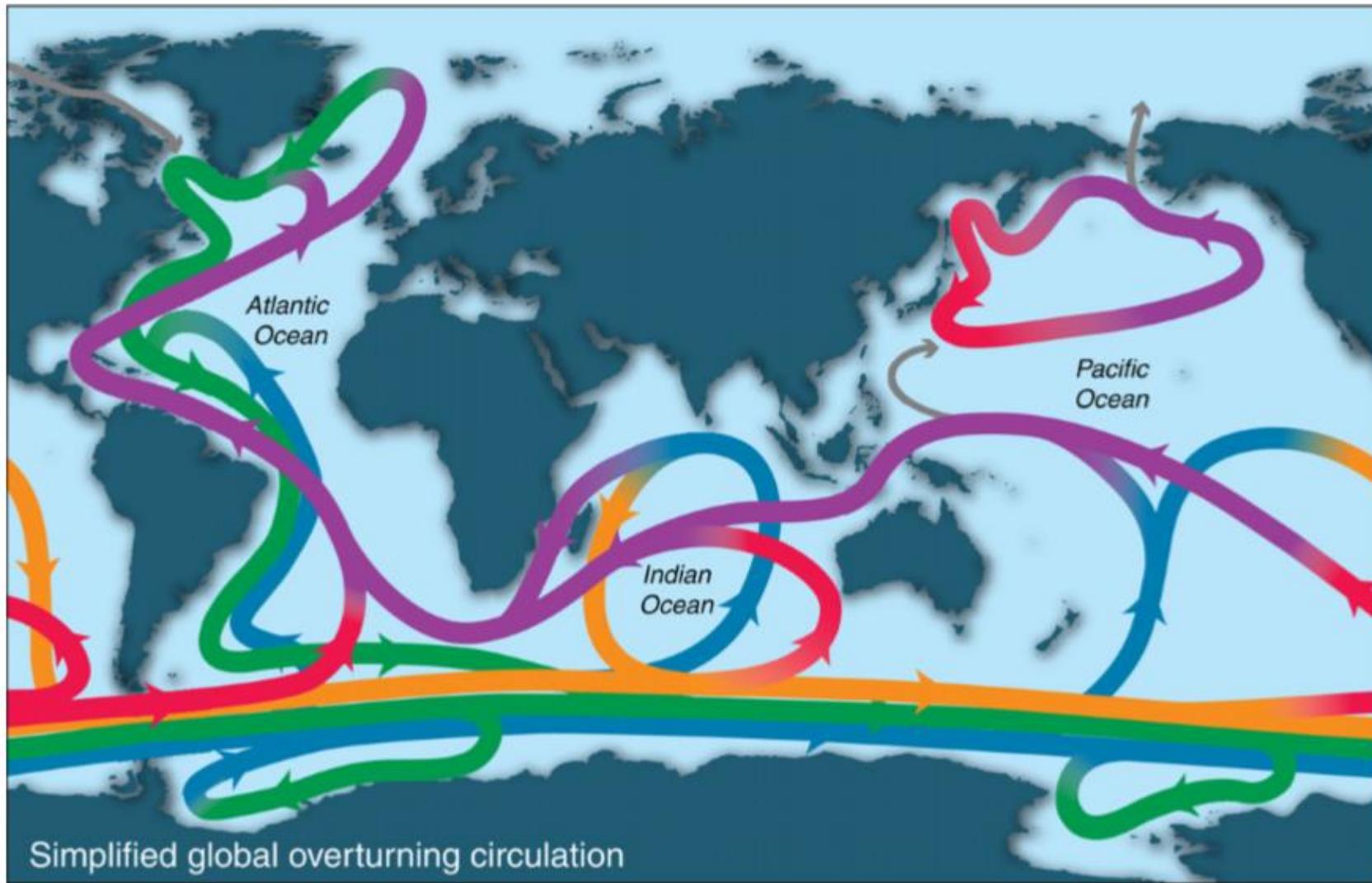


「**海氷(流氷)**」は凍った海水  
；塩分を含む  
；厚さ数cm～10m



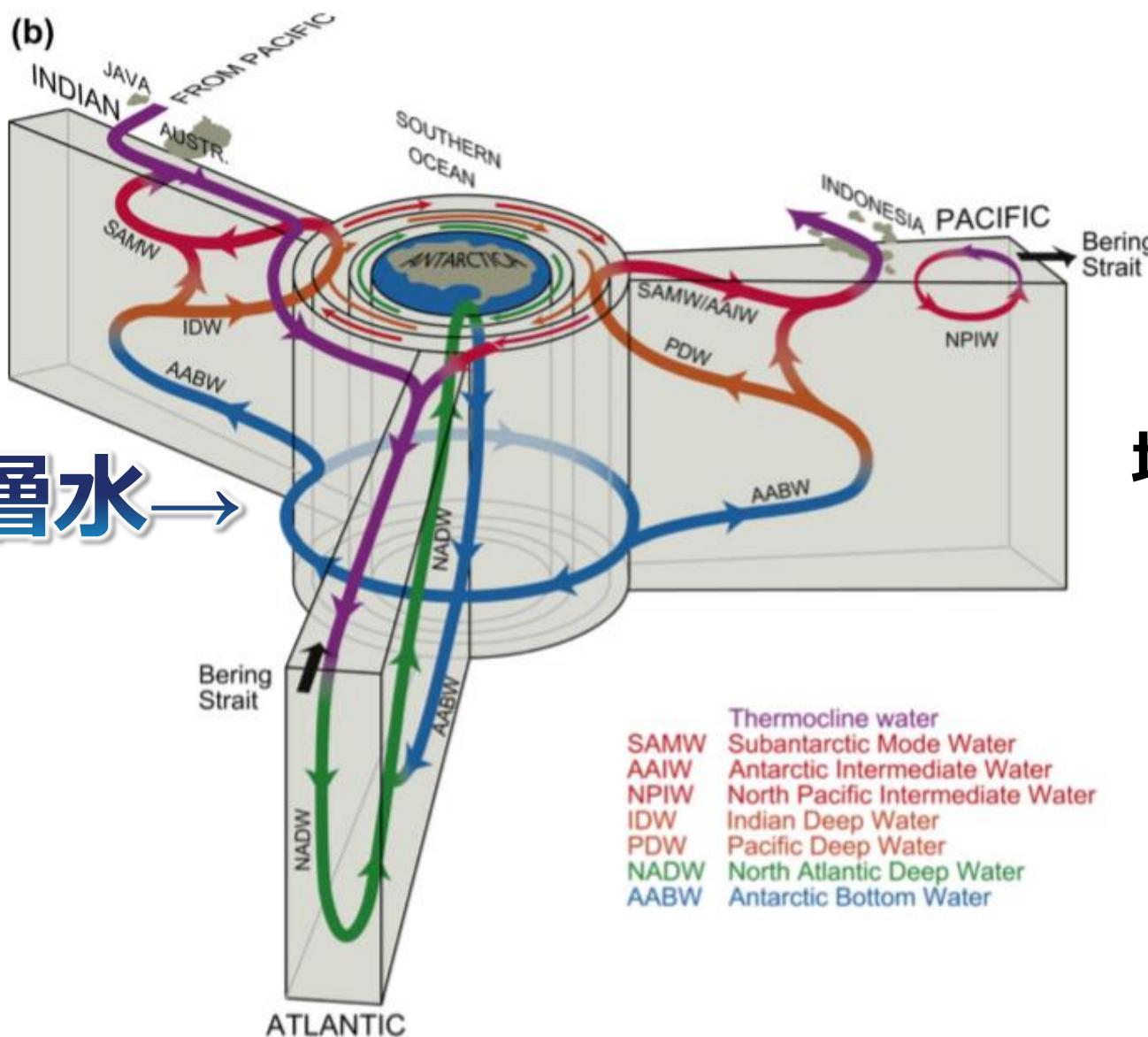
南極海は  
世界の海の中心

# 海洋大循環



# 南極沿岸で冷やされた海水は沈み込む

南極底層水→



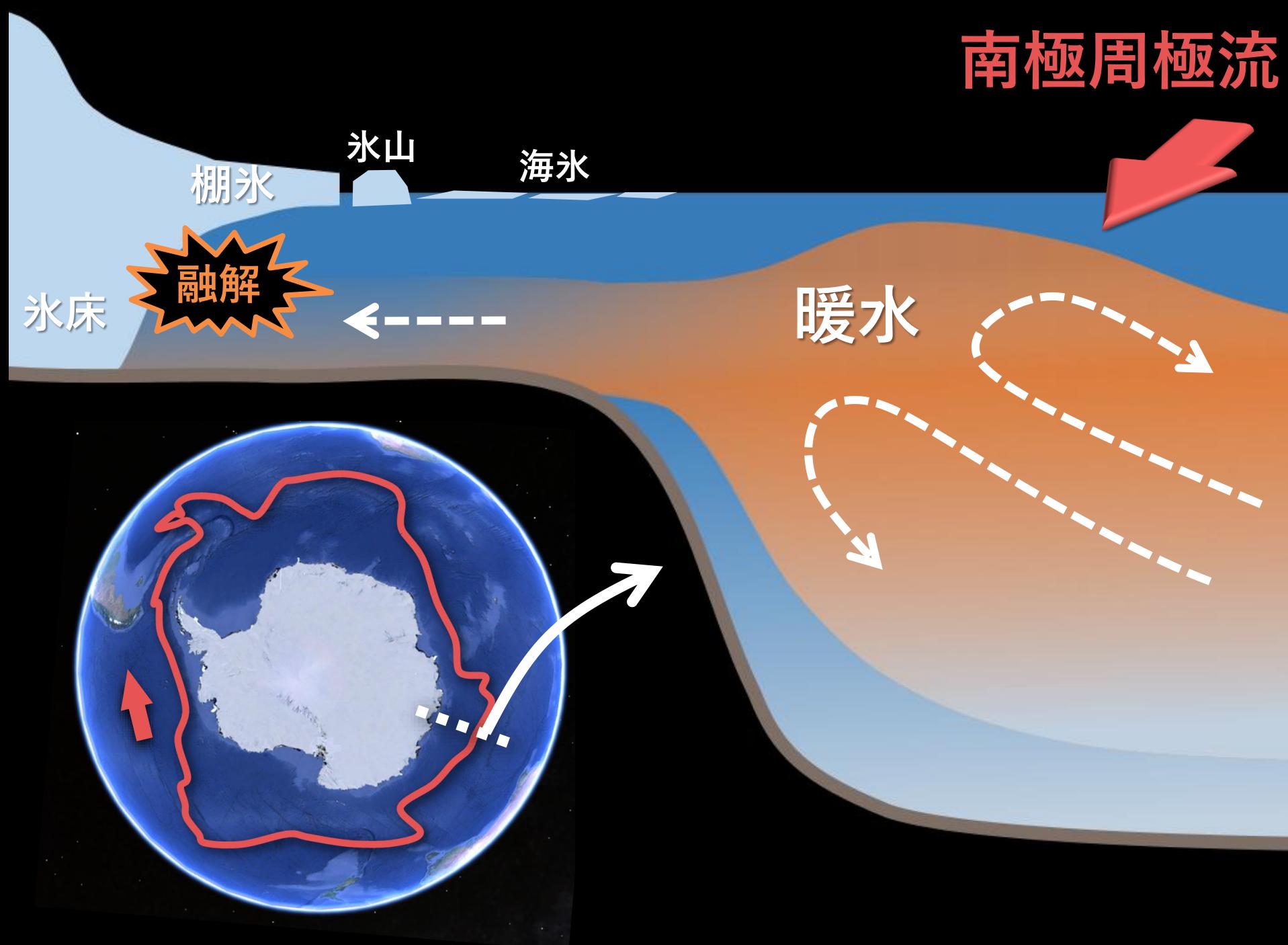
地球温暖化に伴う熱の  
75%を南極海が吸収

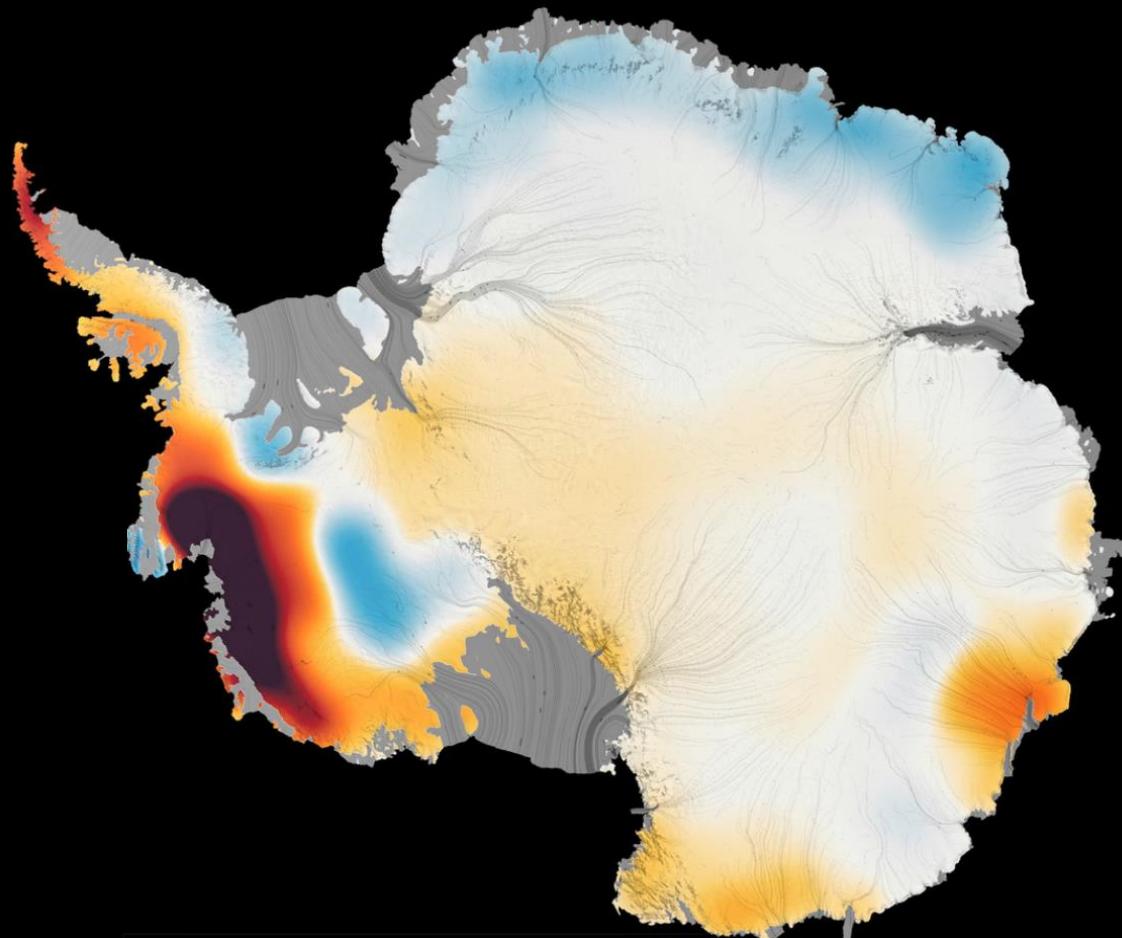
# 海流...

## 南極周極流



# 南極周極流





冰床量の変化

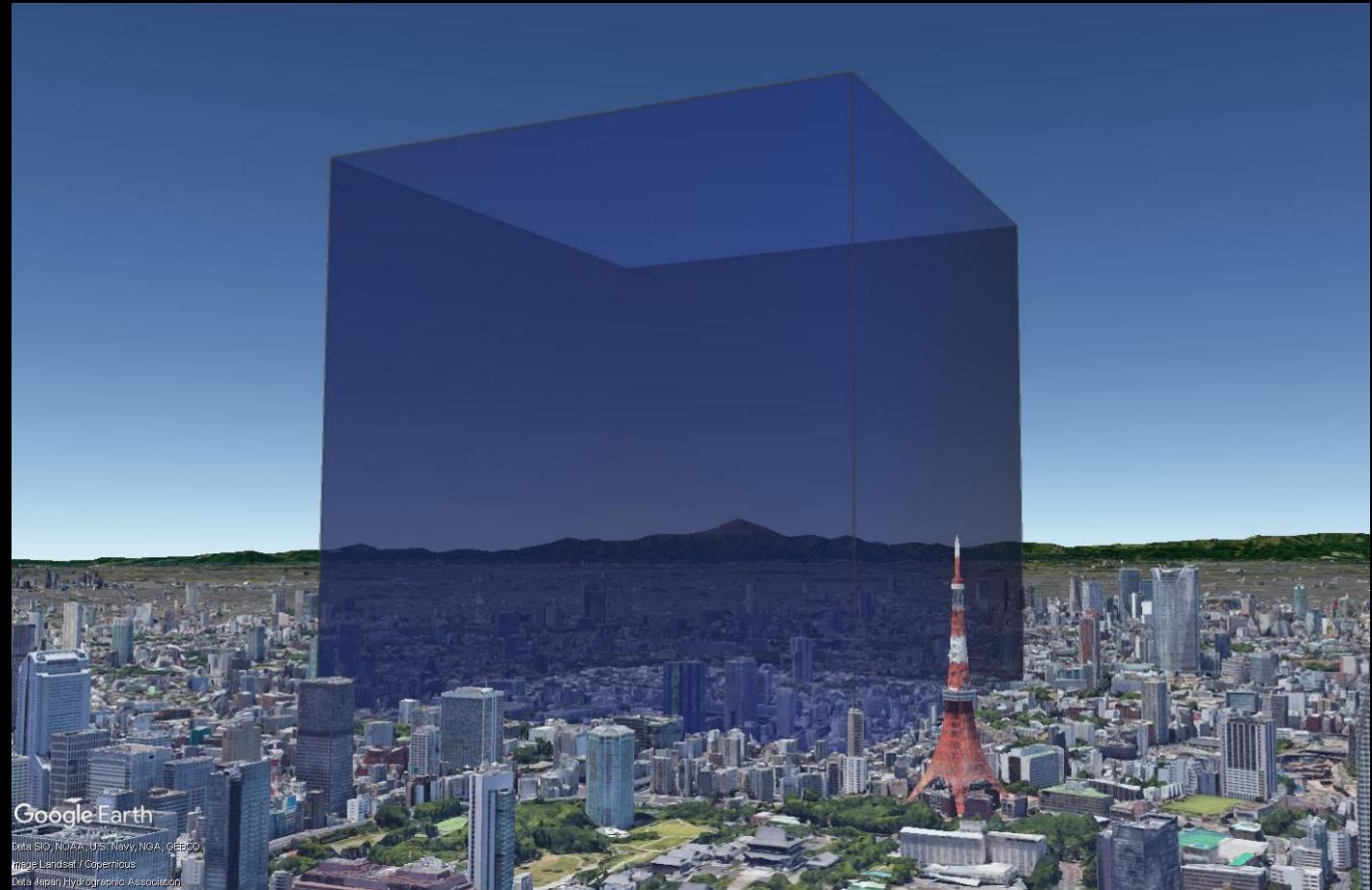
# 「海が融かす」氷床



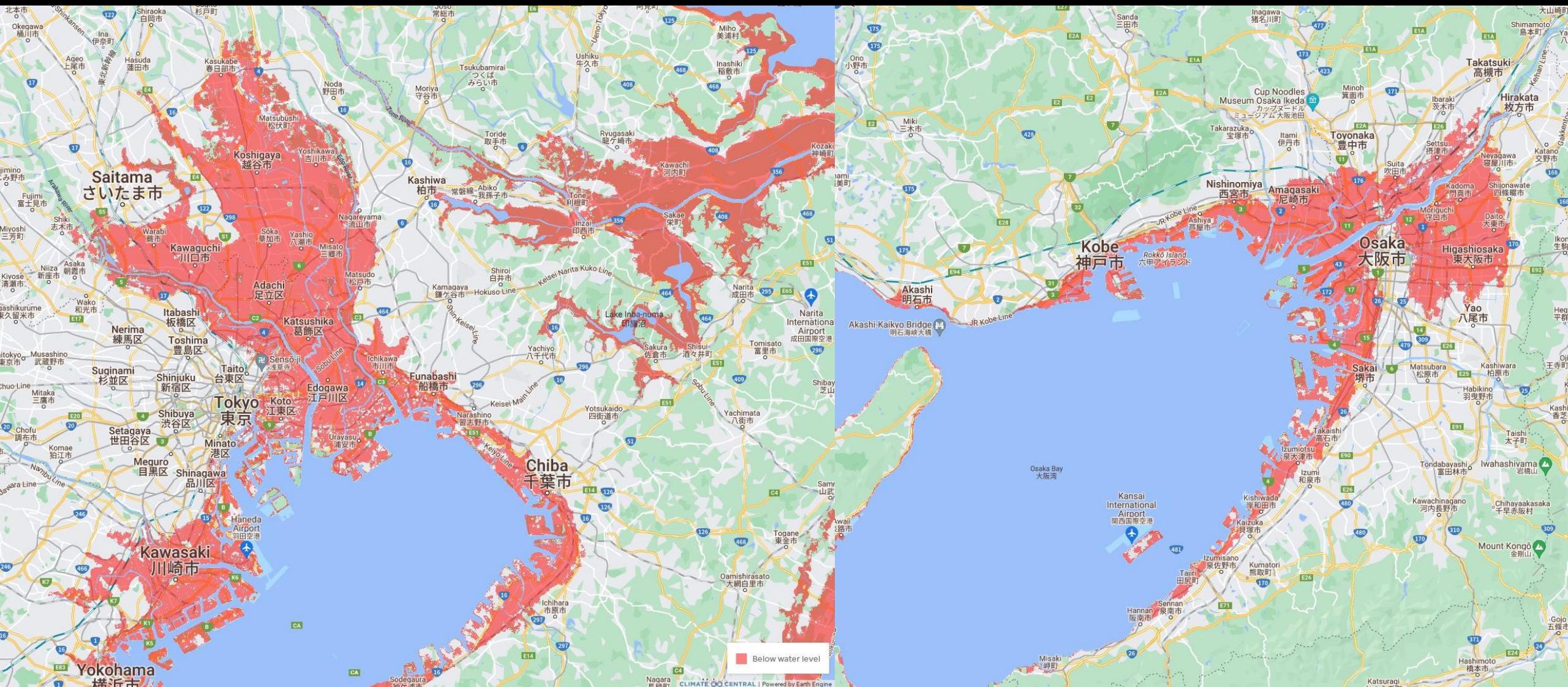
# 南極氷床の質量損失 ➡ 「年間150ギガトン」

=融解量-増加量

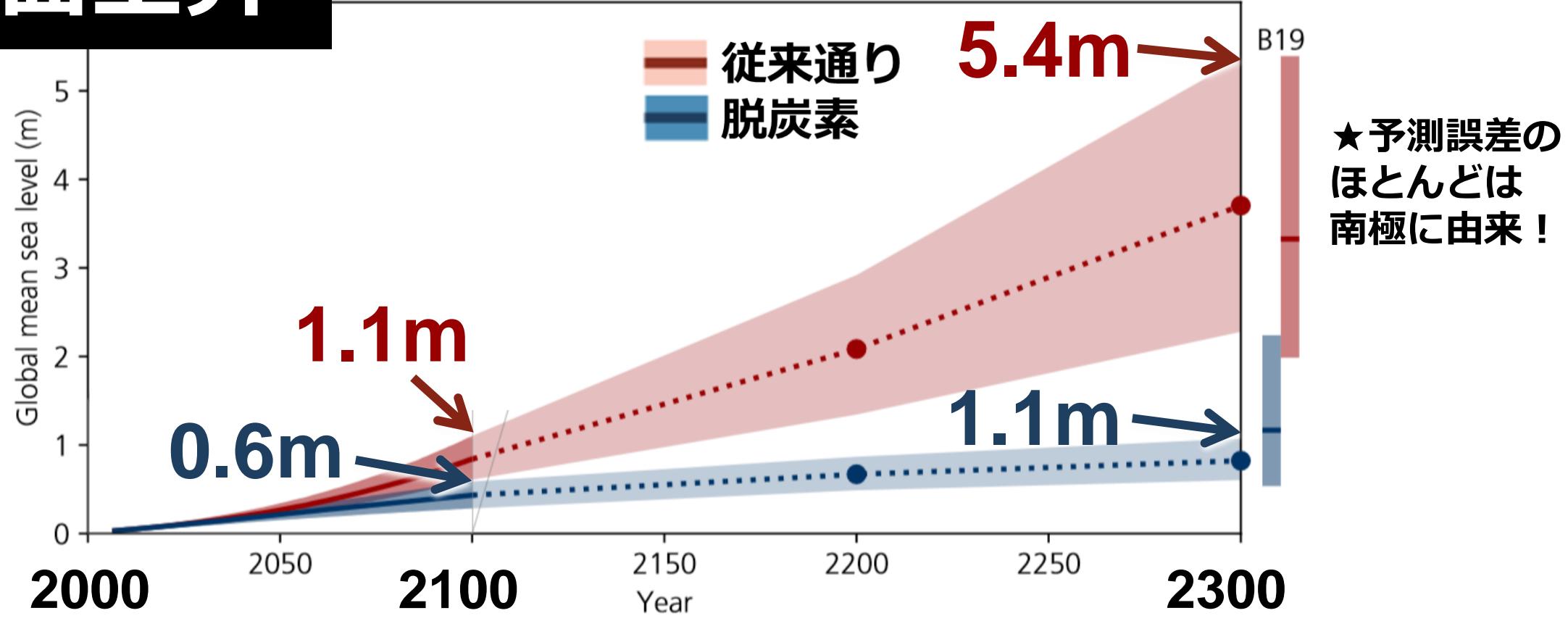
1ギガトン =



# 2 mの海面上昇が起きると…



# 海面上昇



★予測誤差の  
ほとんどは  
南極に由来！

# 「**脱炭素**」によって、今世紀後半以降の  
海面上昇を大幅に抑制できる

Fig 4.2

# ナンキヨクオキアミ：南極海の食糧庫

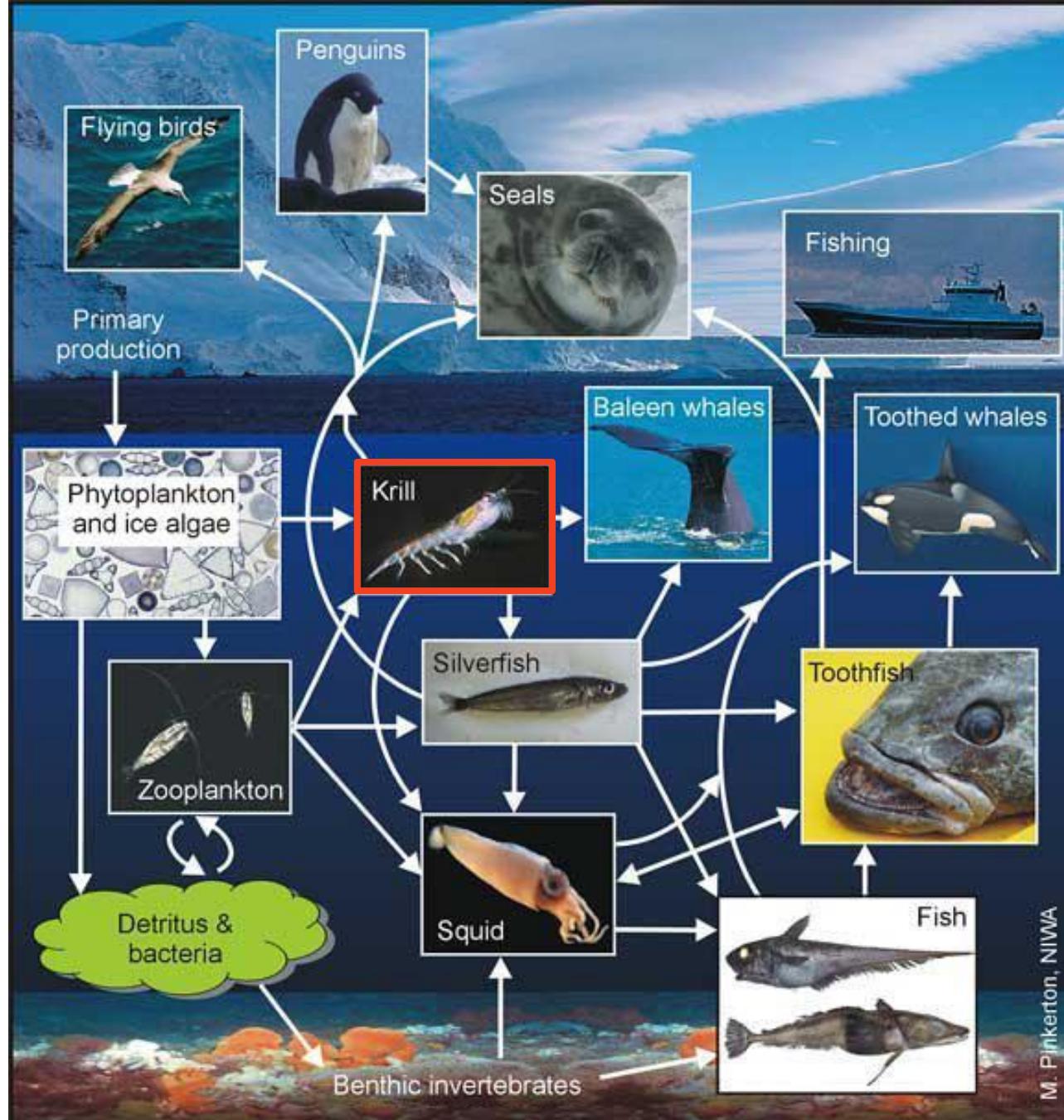


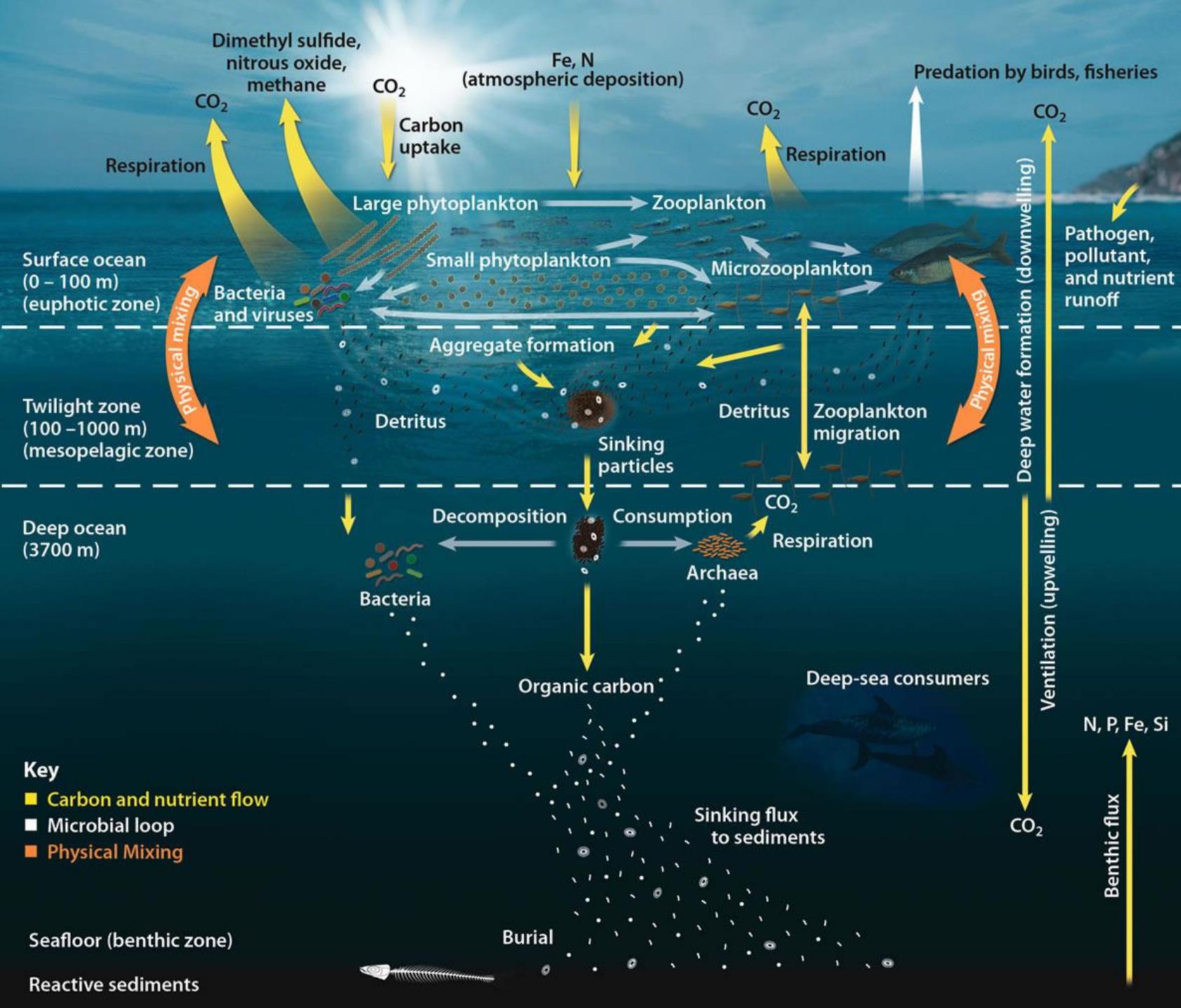
**存在量：3.8億トン**  
自然に存在する生物種では最大

ちなみに...  
人間（79億人）：4.0億トン  
家畜用牛：6.5億トン

# 南極海の生態系

- ・ 動物はオキアミを食べる
- ・ オキアミは珪藻を食べる

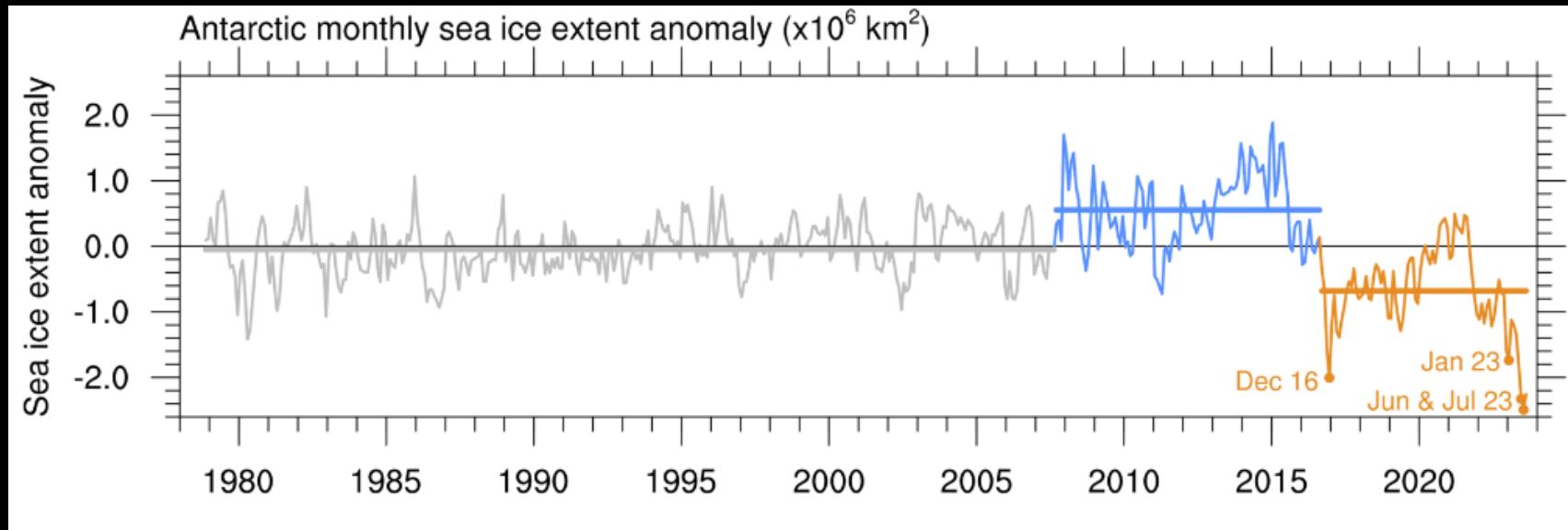




# 生態系による カーボンポンプ<sup>®</sup>

南極海は人為起源  
CO<sub>2</sub>の40%を吸収

# 最近のトピック：海氷の激減の謎



CNN Topics | World | USA | Business | Tech | Entertainment | Travel | Photo | Video | Odd News | Style | .co.jp

Odd News

南極の海氷面積、2年連続で過去最小を更新  
科学者ら「終わりの始まりか」

© 2023.02.22 Wed posted at 13:34 JST



REUTERS®

ワールド マ

ライフ

南極の冬の海氷面積、過去最小を大幅更新 気候  
変動に懸念

By Jake Spring

2023年9月26日 午前 10:14 GMT+8 · 7ヶ月前更新

Aa



朝日新聞デジタル > 記事

南極の冬の海氷面積、観測史上最小に 北極の夏も過去6  
番目の小ささ

中山由美 2023年9月28日 14時00分

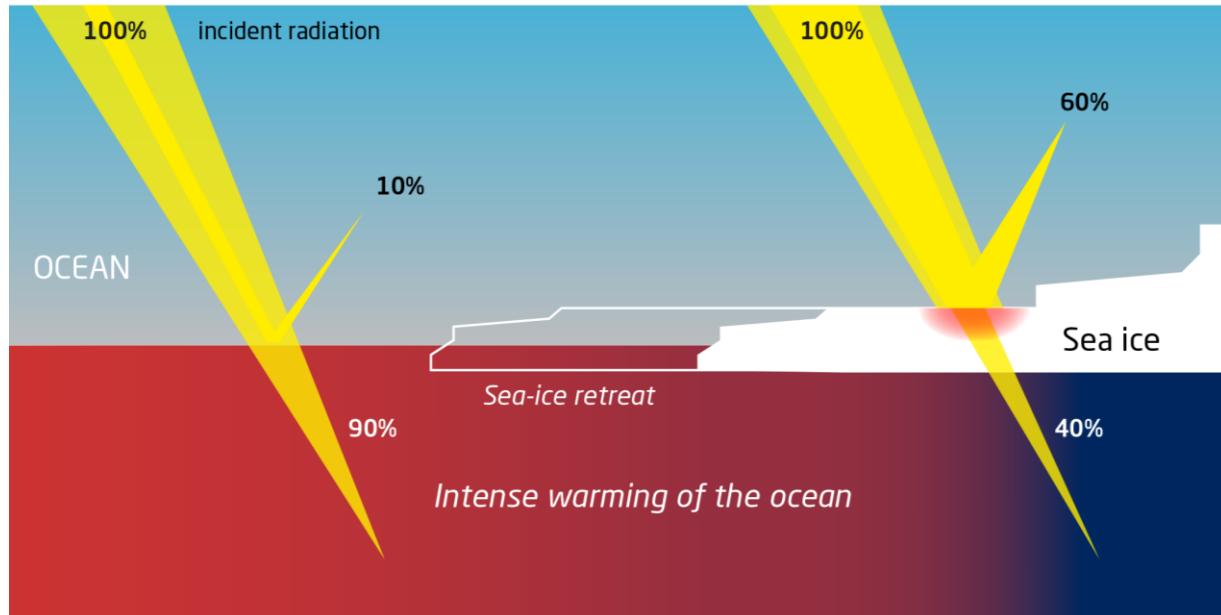
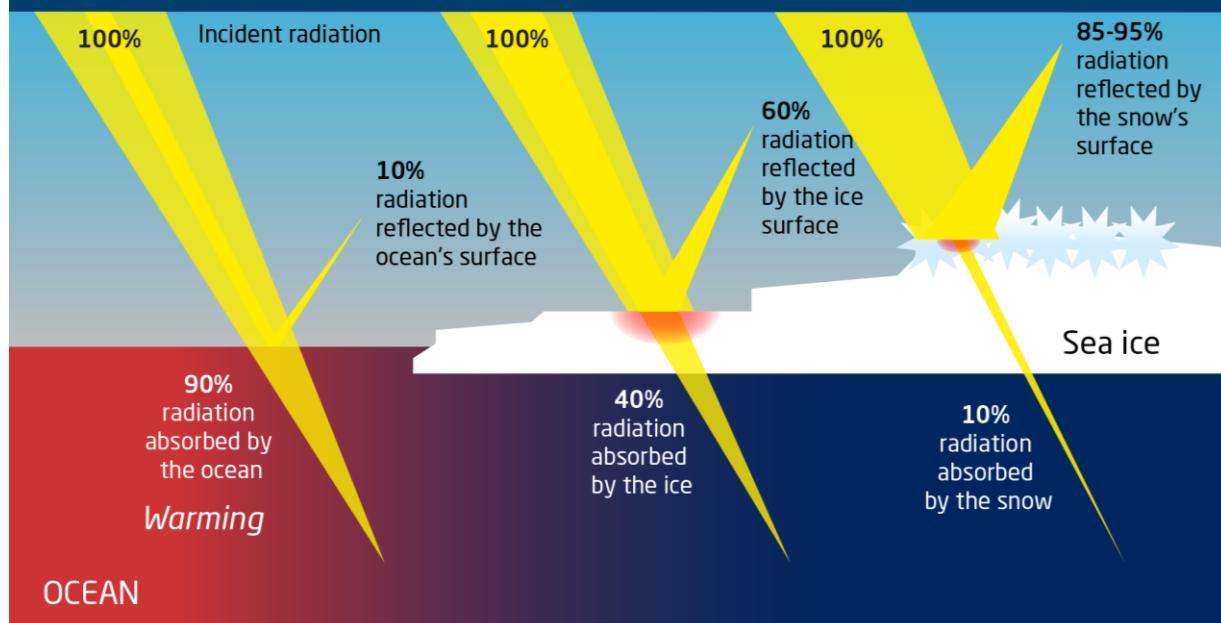
✉ f X B! ...

list

# 海氷が溶けると もっと海氷が溶ける

「アイス・アルベド・フィードバック」

Ice and snow albedo feedback



# まとめ

- **南極海は世界の海の中心、海洋大循環の心臓部**
- **南極海の「サービス」：**  
**人間活動に伴う熱の75%、CO<sub>2</sub>の40%を吸収**  
経済的価値に換算すると1800億ドル（～28兆円）  
ナンキョクオキアミは地球上の生物で最大の存在量（だった）
- **今世紀中の地球温暖化で、世界の海面が～1m上昇**  
南極の融解過程は海面上昇予測における最大の誤差要因
- **何が知りたい？**
  - ①将来の気候・海面上昇・生態系（人類の生存戦略）
  - ②普遍的な海洋力学・気候システムの理解