

地球惑星科学 II

第6回

2025年11月13日

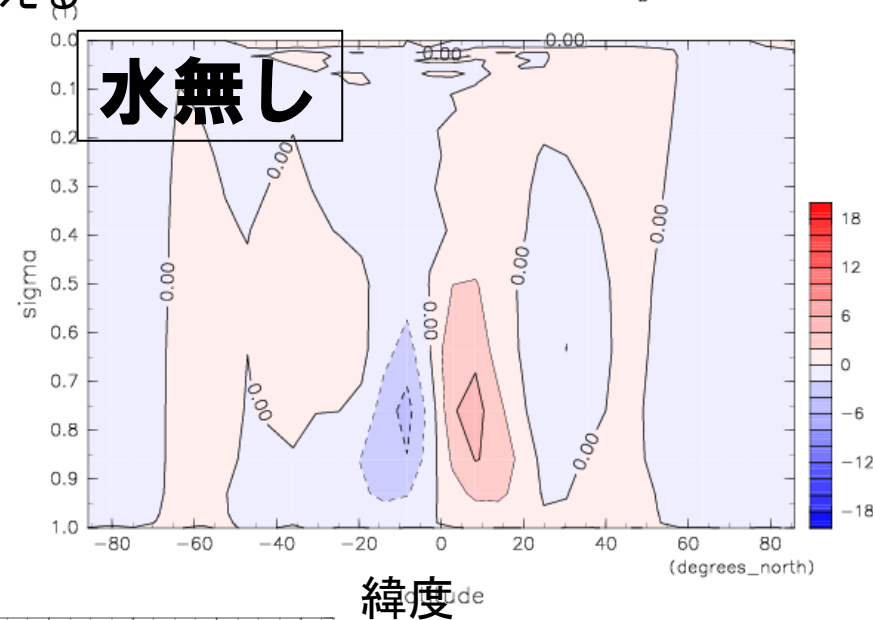
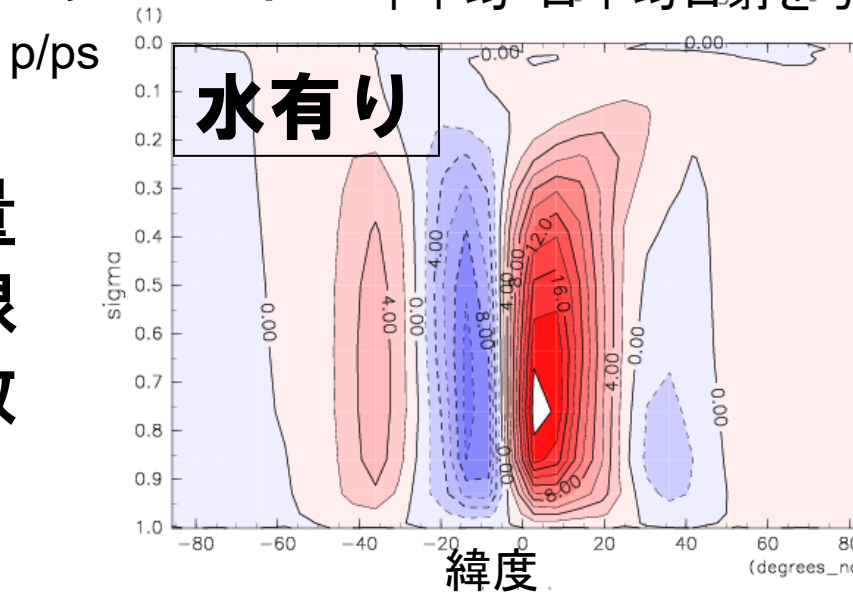
前回のミニレポート

- 地球から水が無くなると大気のエネルギー収支・温度分布・物質分布・循環・その他はどのように変化するか
- 解答例
 - 気温低下(温室効果、アルベド)
 - 気温上昇(地表面の蒸発、雲による反射)
 - 大循環の強化(南北温度差)vs弱化(凝結加熱)
 - 南北温度差増加(循環の弱化)
 - 潮汐摩擦がなくなり月の遠ざかるペースが遅くなる
- お願い(日本語をもうちょっと丁寧に！)
 - 例：潜熱輸送が消滅するため大気循環が単調になりハドレー循環などの大規模な大気運動も小さくなる

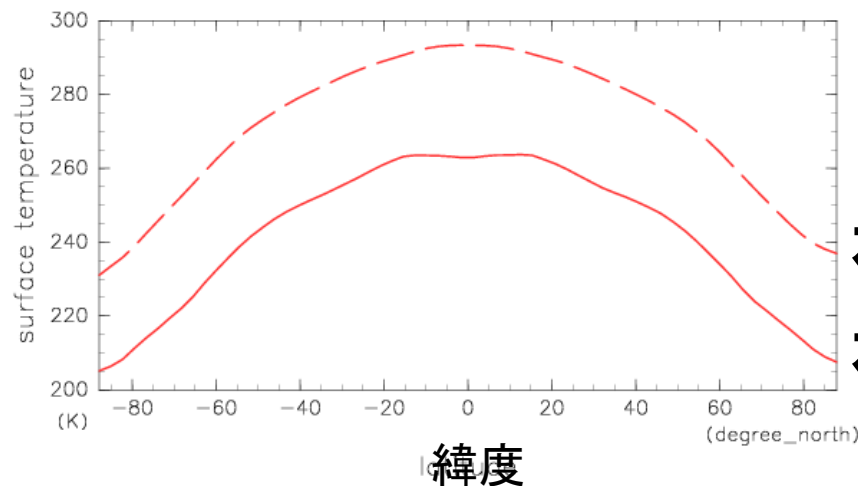
水有り/無しの数値計算

- 計算結果：大気成分は水以外変更無し
年平均・日平均日射を与える

質量
流線
関数



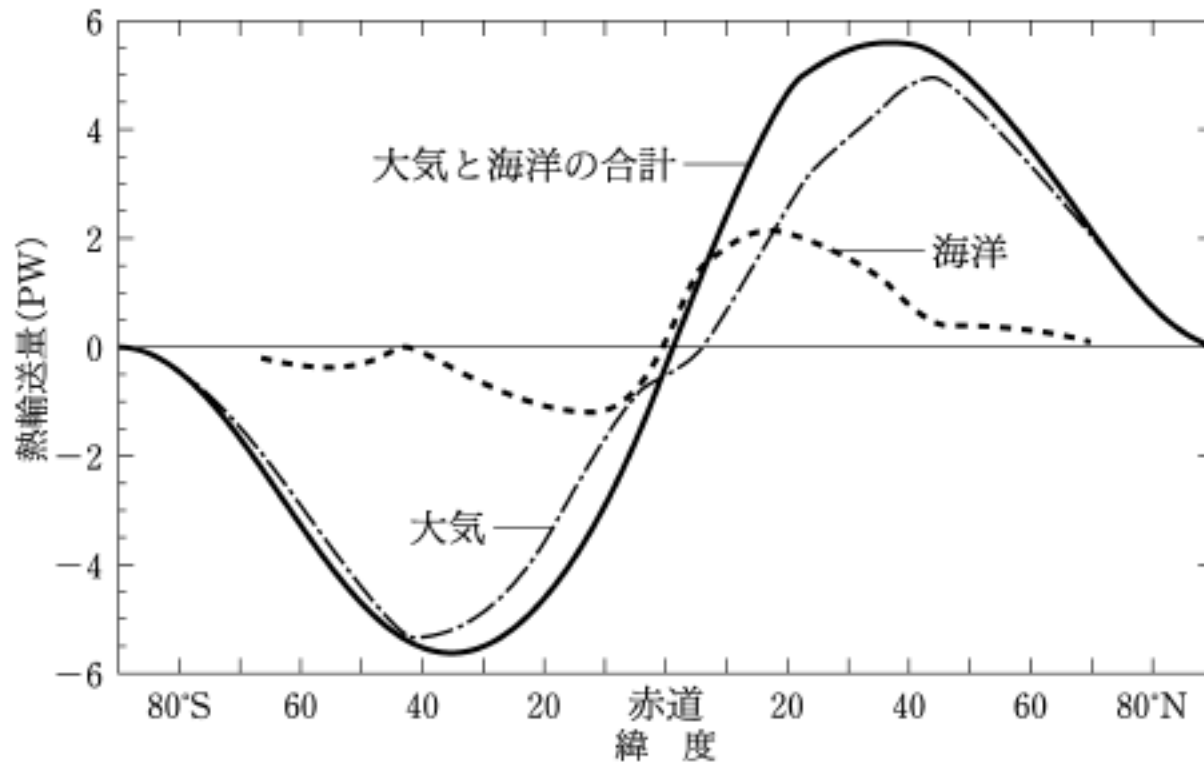
表面温度
(東西平均)



水有りの場合
水無しの場合

今日のテーマ

- 海の流れはどのように生じるか？
- 参照：地球惑星科学入門23章、24章、25章



海水の量・組成

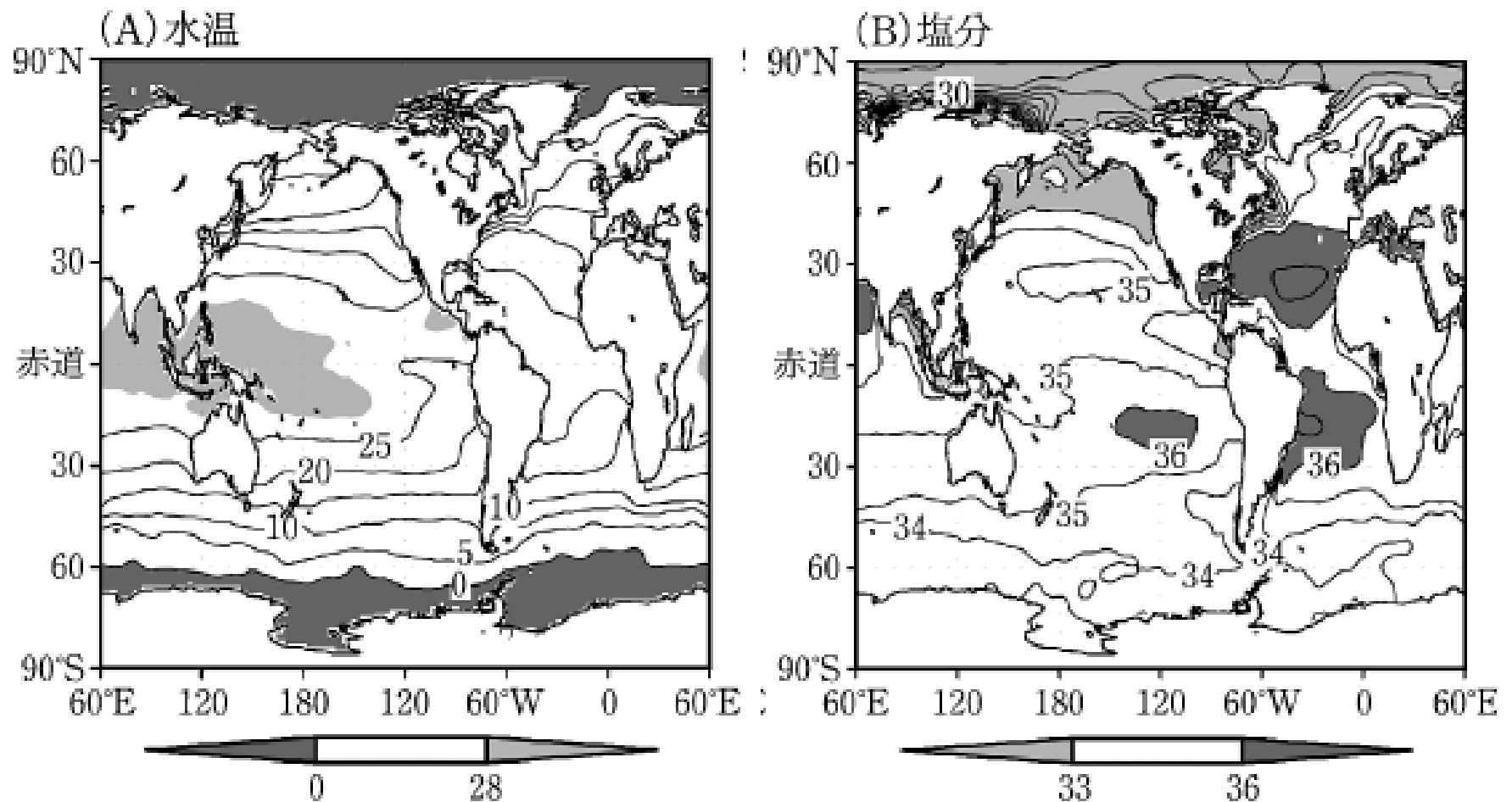
- 海洋の質量
 - 海洋： 10^{21}kg (大気： 10^{18}kg)
- 海洋の組成

表 23.2 海水の平均化学組成。単位は g kg^{-1} である。

陽イオン		陰イオン	
Na^+	10.773	Cl^-	19.344
Mg^{2+}	1.294	SO_4^{2-}	2.712
Ca^{2+}	0.412	HCO_3^-	0.142
K^+	0.399	Br^-	0.0674

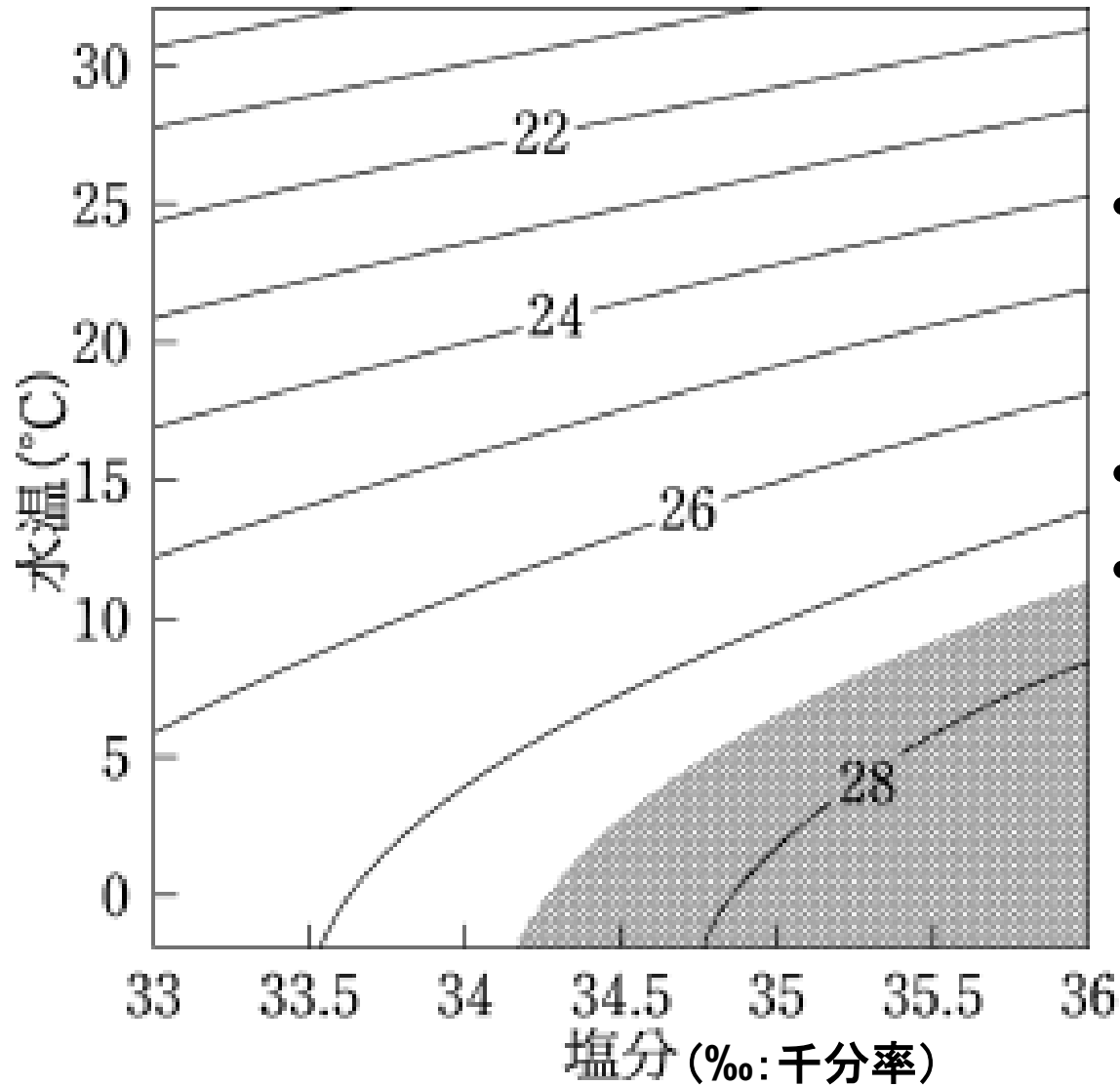
地球惑星科学入門p272

海面水温・海面塩分



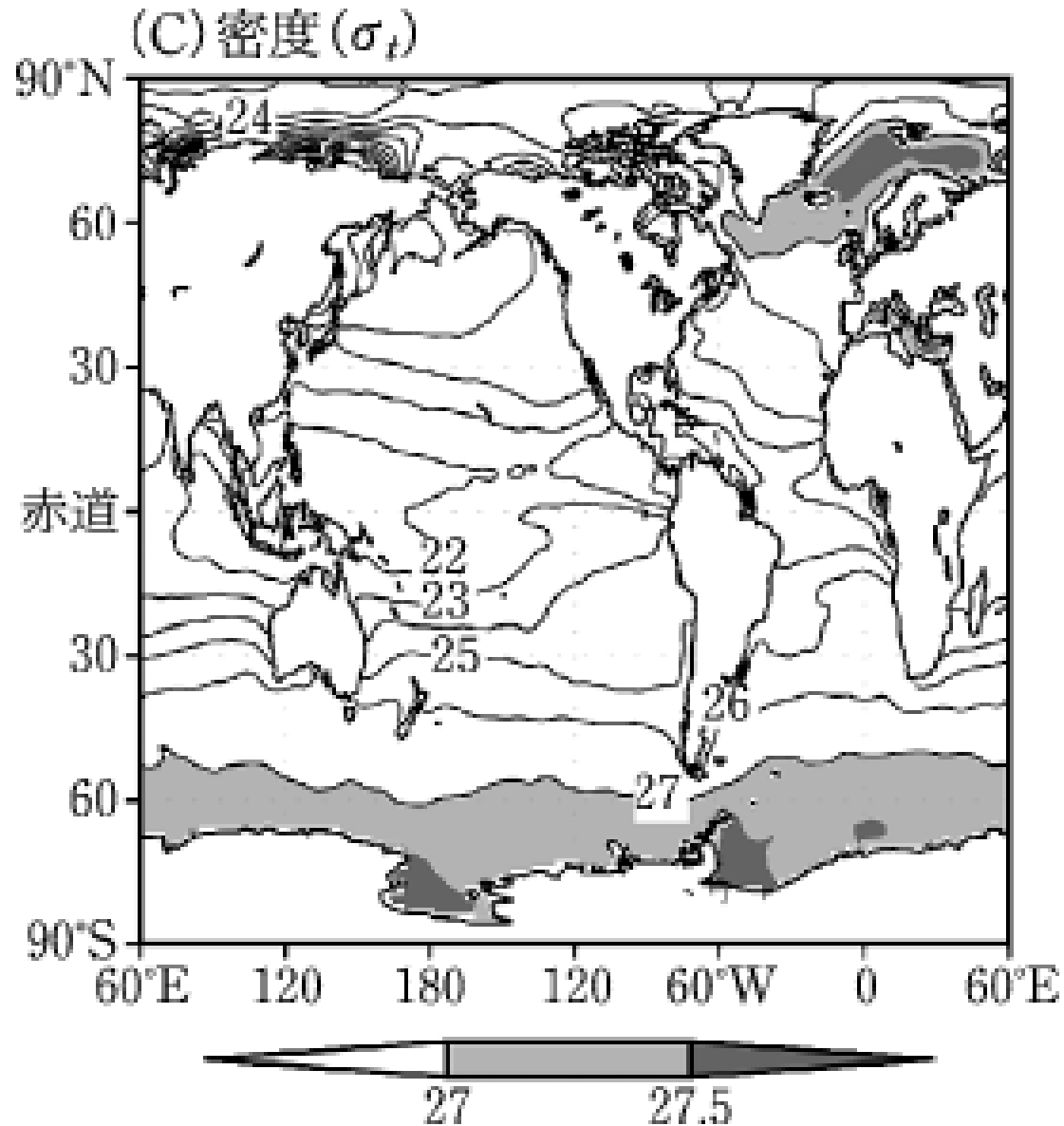
地球惑星科学入門p279

海水の密度



- 図に描かれているのは
(密度-1000)kg/m³
- 高塩分で高密度
- 低水温で高密度
(0°C付近以外)

海面の密度分布



海洋の鉛直構造

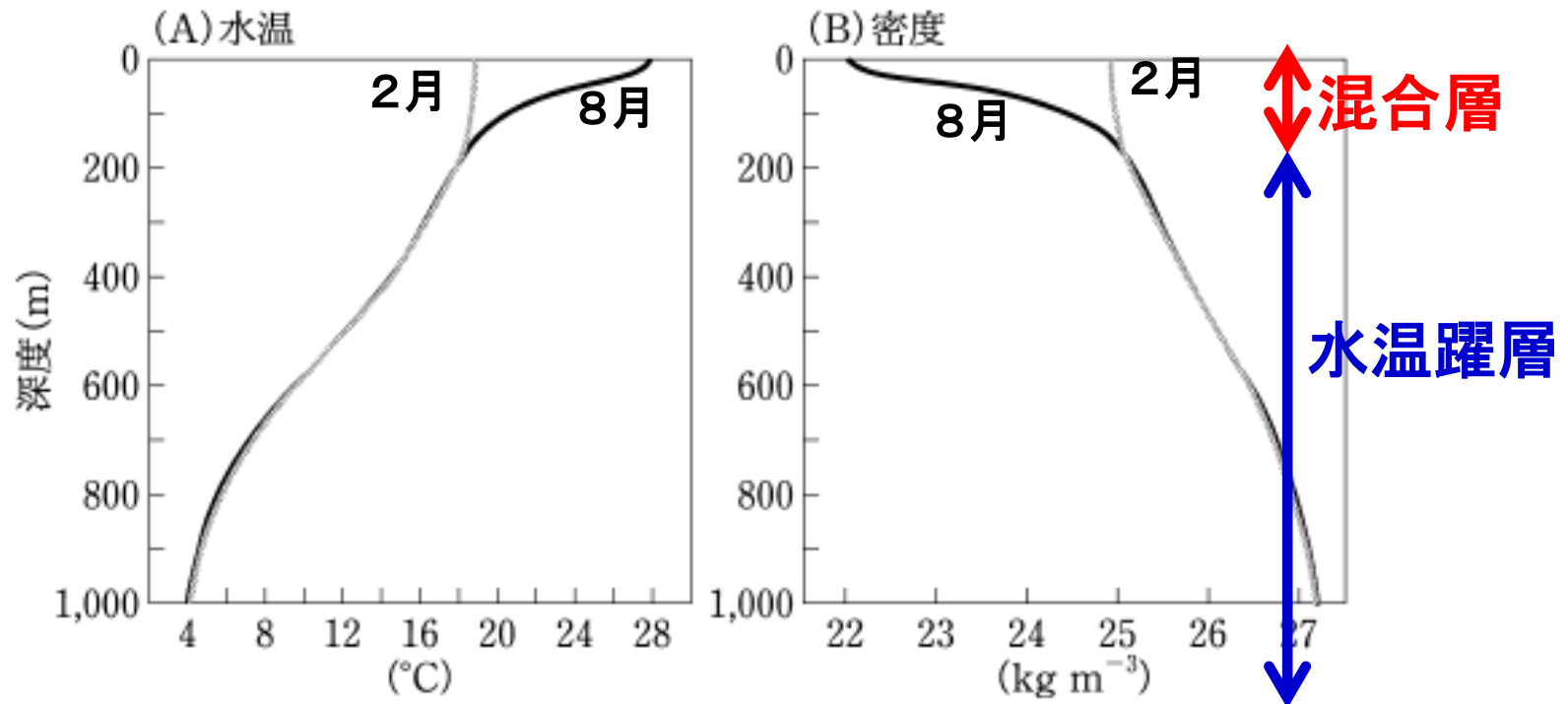
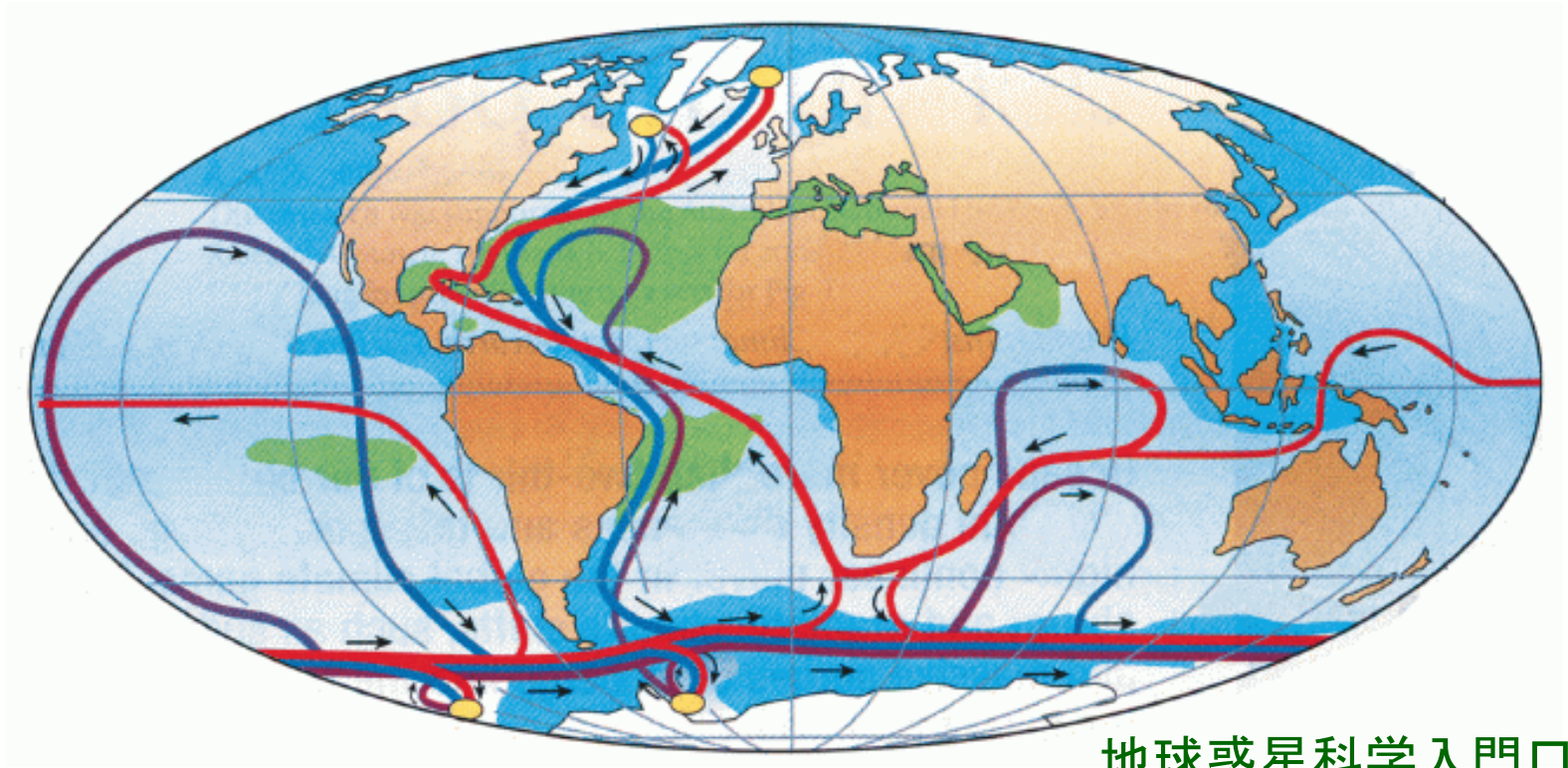


図 23.2 日本南方(30°N, 140°E)での、2月(灰色線)と8月(黒線)における平均的な(A)水温と(B)密度(σ_t)の鉛直分布

地球惑星科学入門p278

海水の大循環

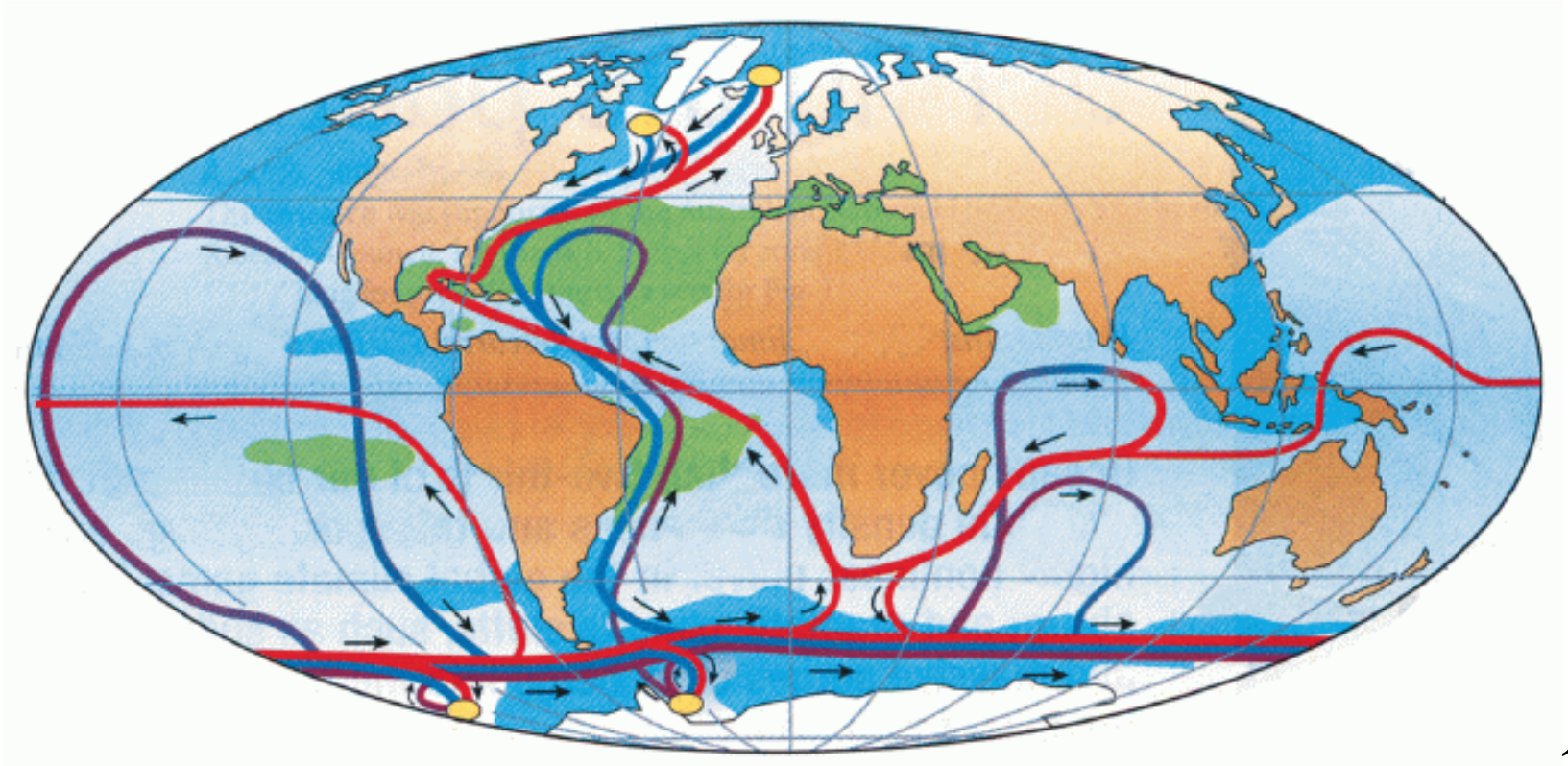


地球惑星科学入門口絵20

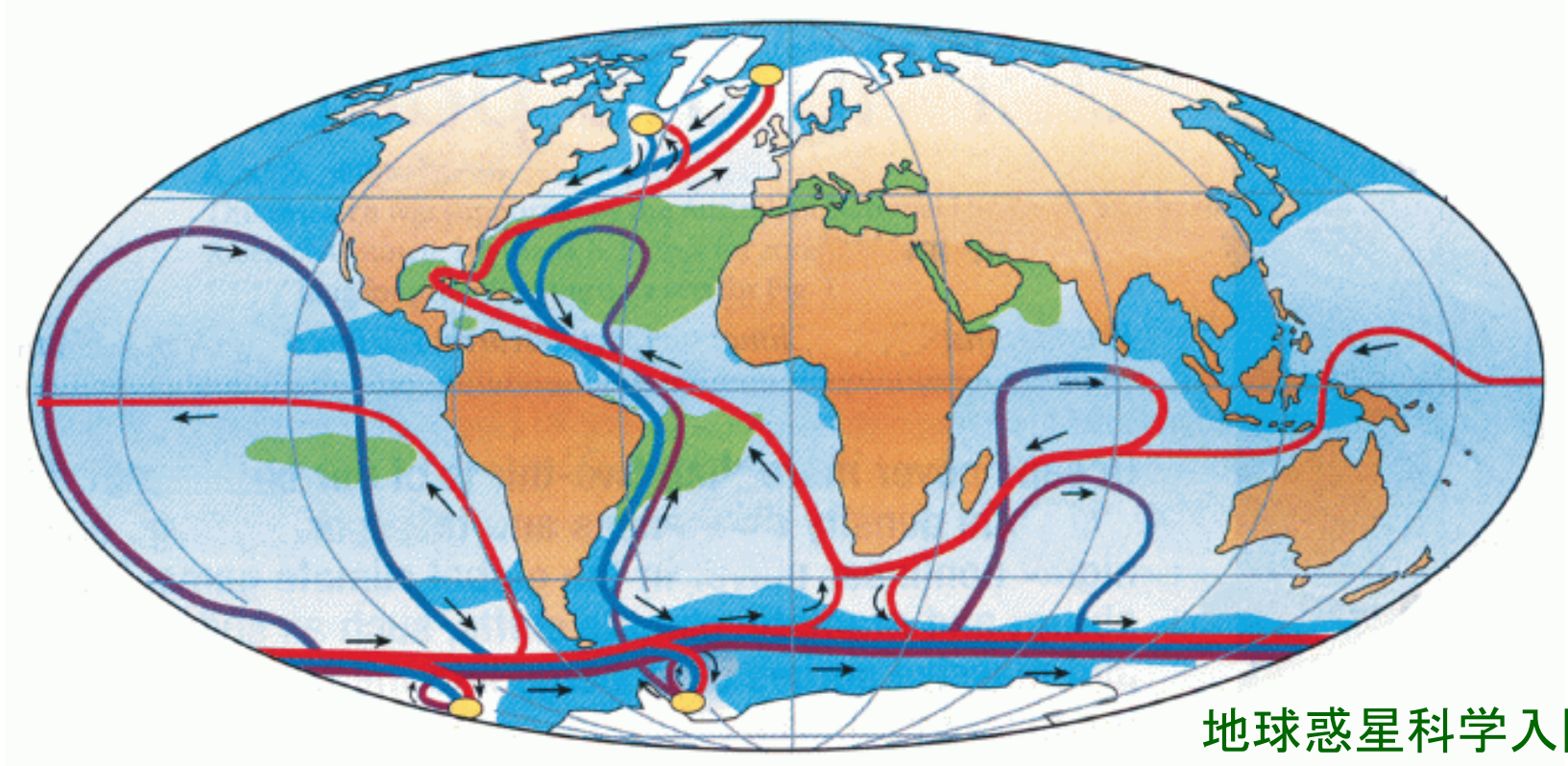
- ブロッカーのコンベヤーベルト
- 南極大陸周辺とグリーンランド沖で沈み込む
- 深層の水は再び表面に湧き上がる(湧昇)

今日の計算問題

- 深層水の流れのタイムスケールを求めなさい
 - 深層水の水平方向流速: 1 cm/sec
 - 地球1周は 40000 km



計算問題の解答例

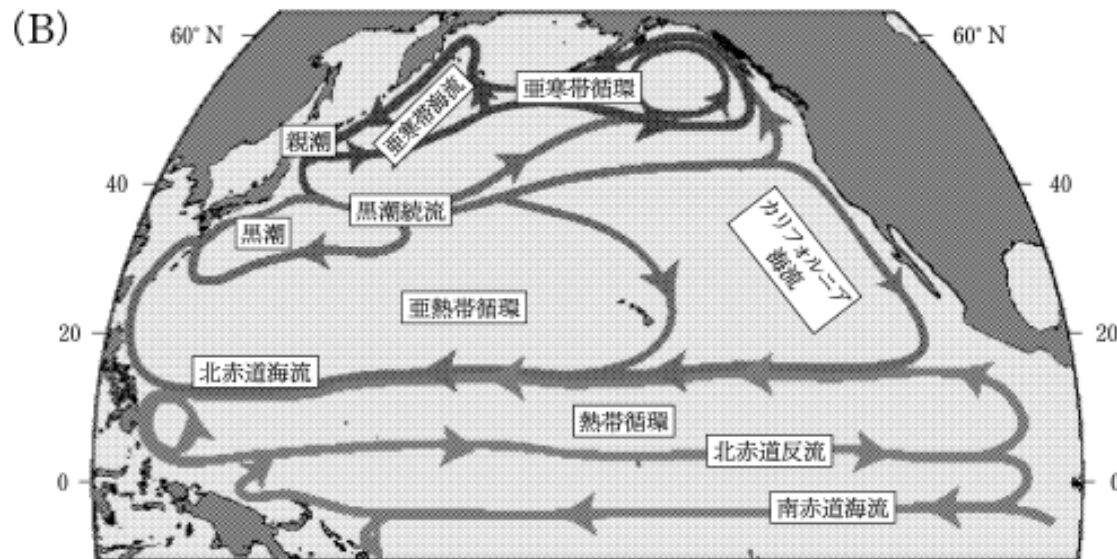
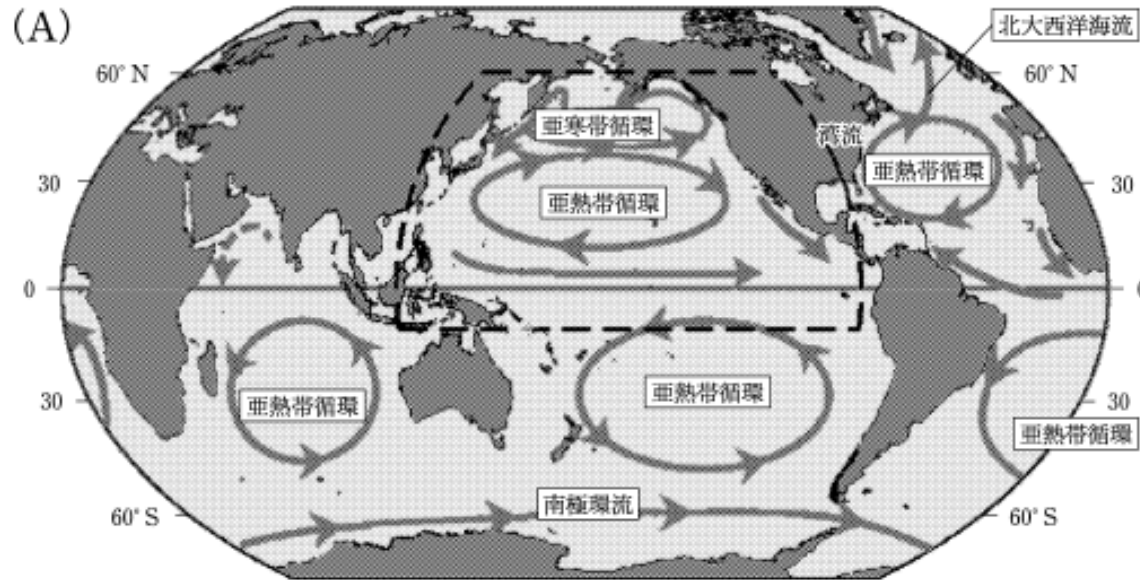


地球惑星科学入門絵20

- 地球を4周程度すると考えると

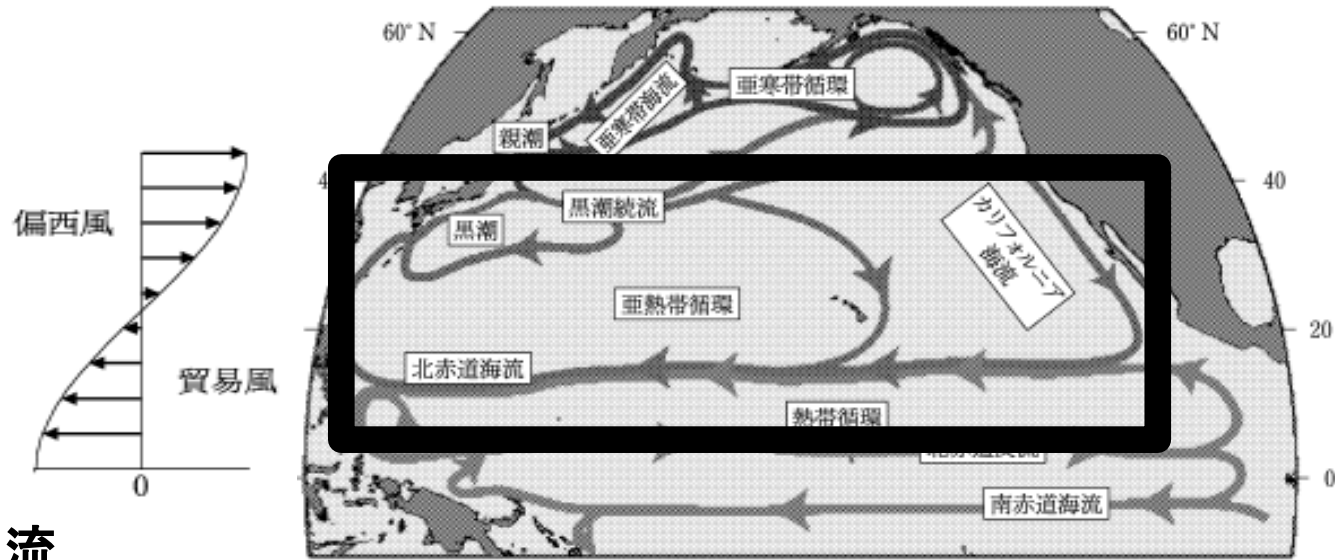
$$T = \frac{4 \times 4 \times 10^7 \text{ m}}{0.01 \text{ m/sec}} = 4 \times 4 \times 10^9 \text{ sec} = 4 \times 4 \times 10^9 \times \frac{1}{86400 \times 365} \text{ 年} = 4 \times 126 \text{ 年}$$

海洋の表層の循環：風成循環

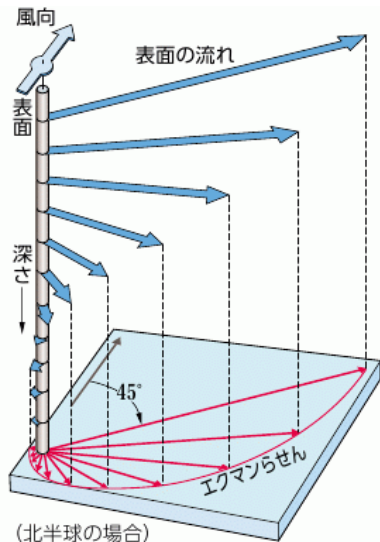


地球惑星科学入門p284

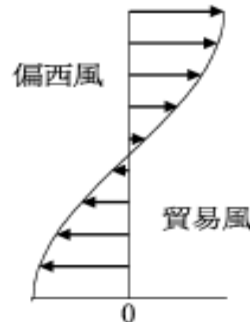
風成循環の成因：海面高度差の形成



エクマン吹送流



エクマン層内で平均すると風に対して直角右方向（北半球）への輸送



地球惑星科学入門p284

海水の輸送

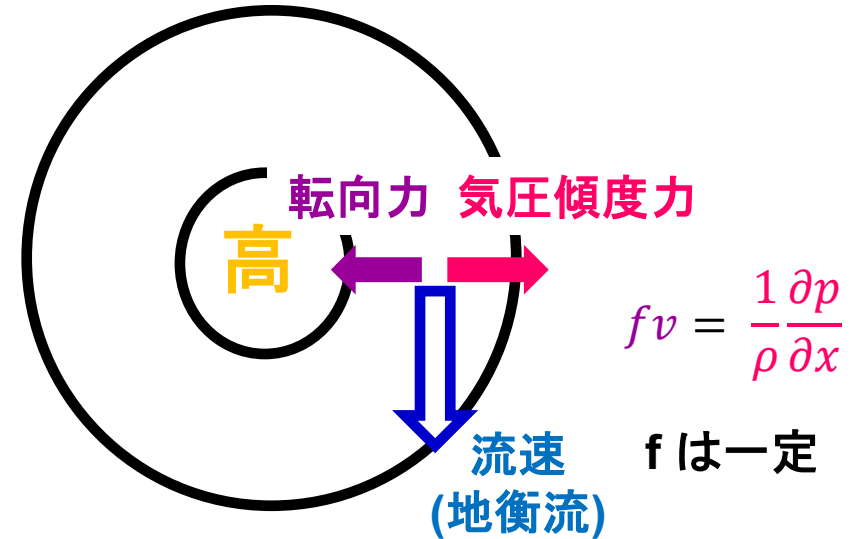
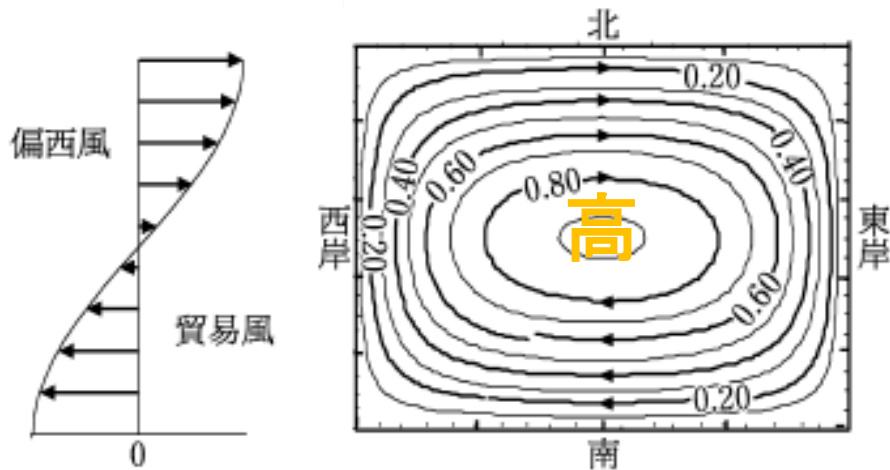


海水の輸送

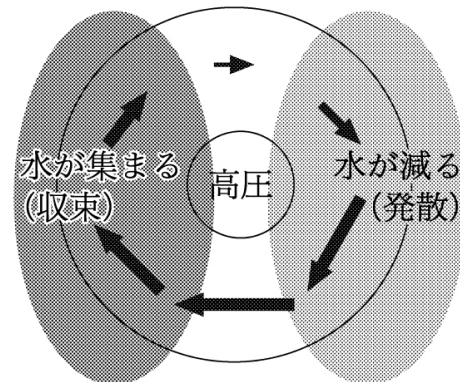
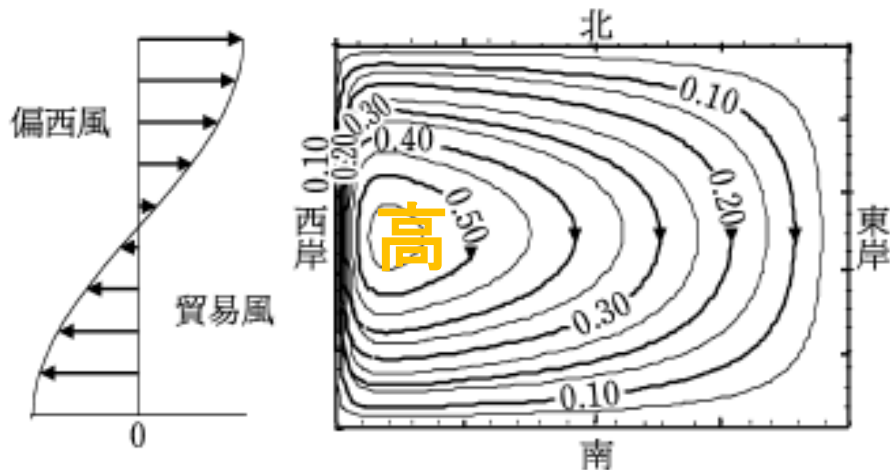


風成循環の成因：地衡流

回転効果の緯度変化が無い場合(回転平面上の場合)



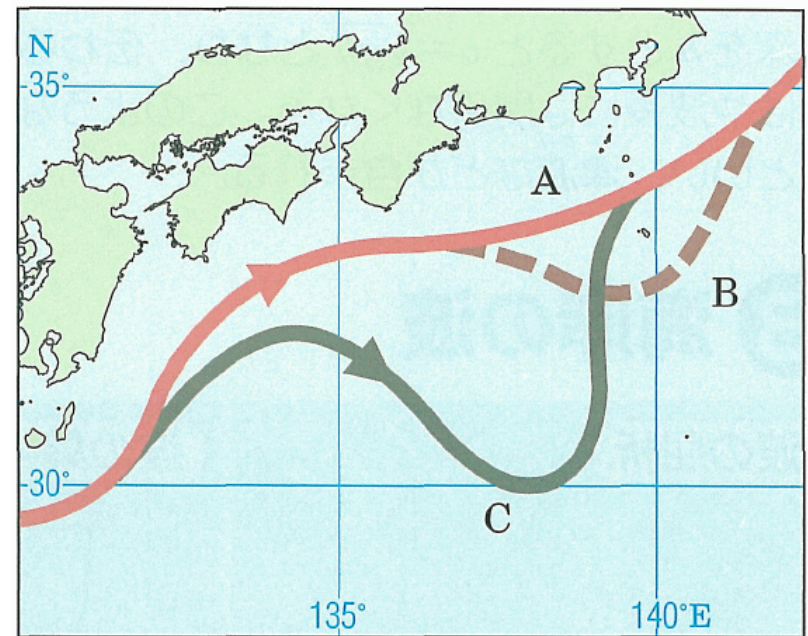
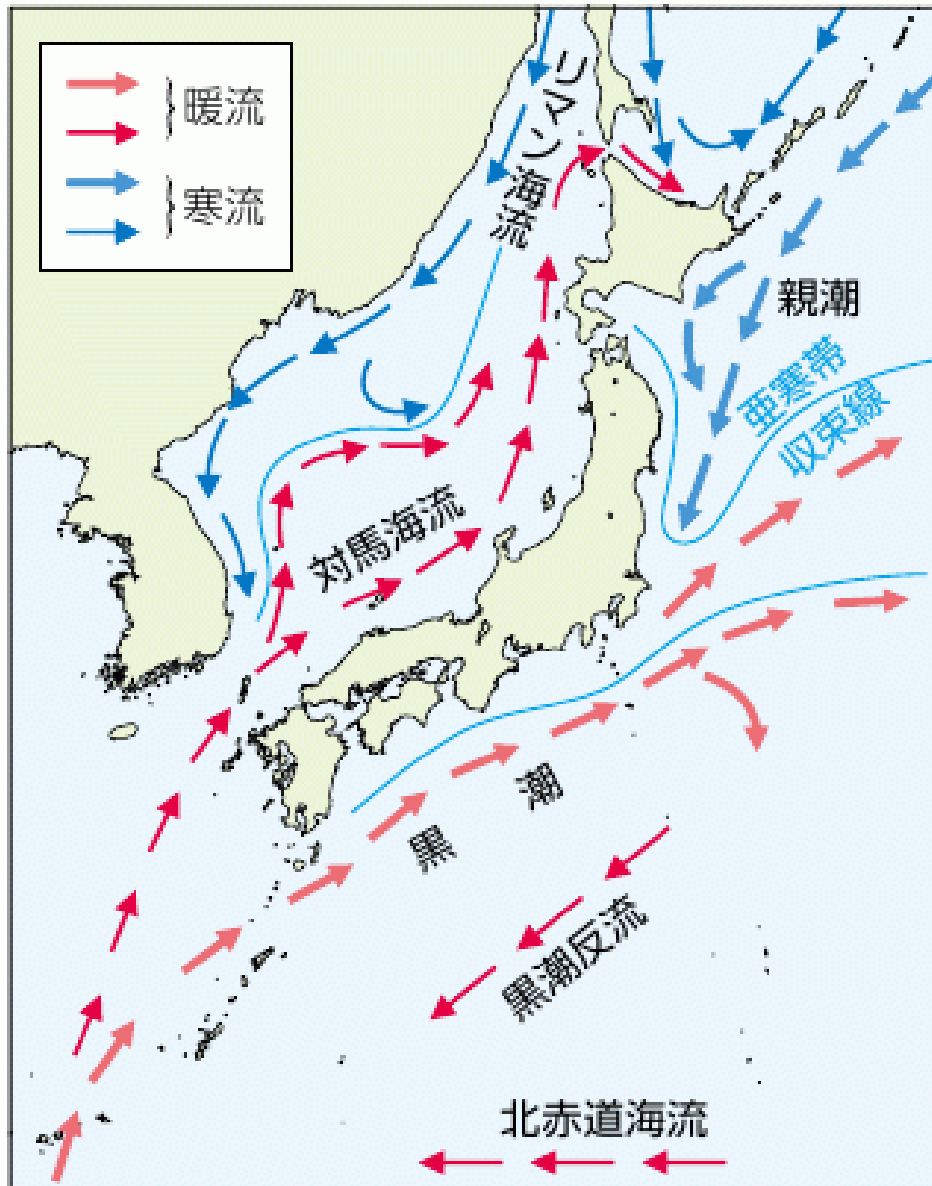
回転効果の緯度変化が有る場合(回転球面上の場合)



$$f u = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$$

f は高緯度
ほど大きい

日本付近の海流

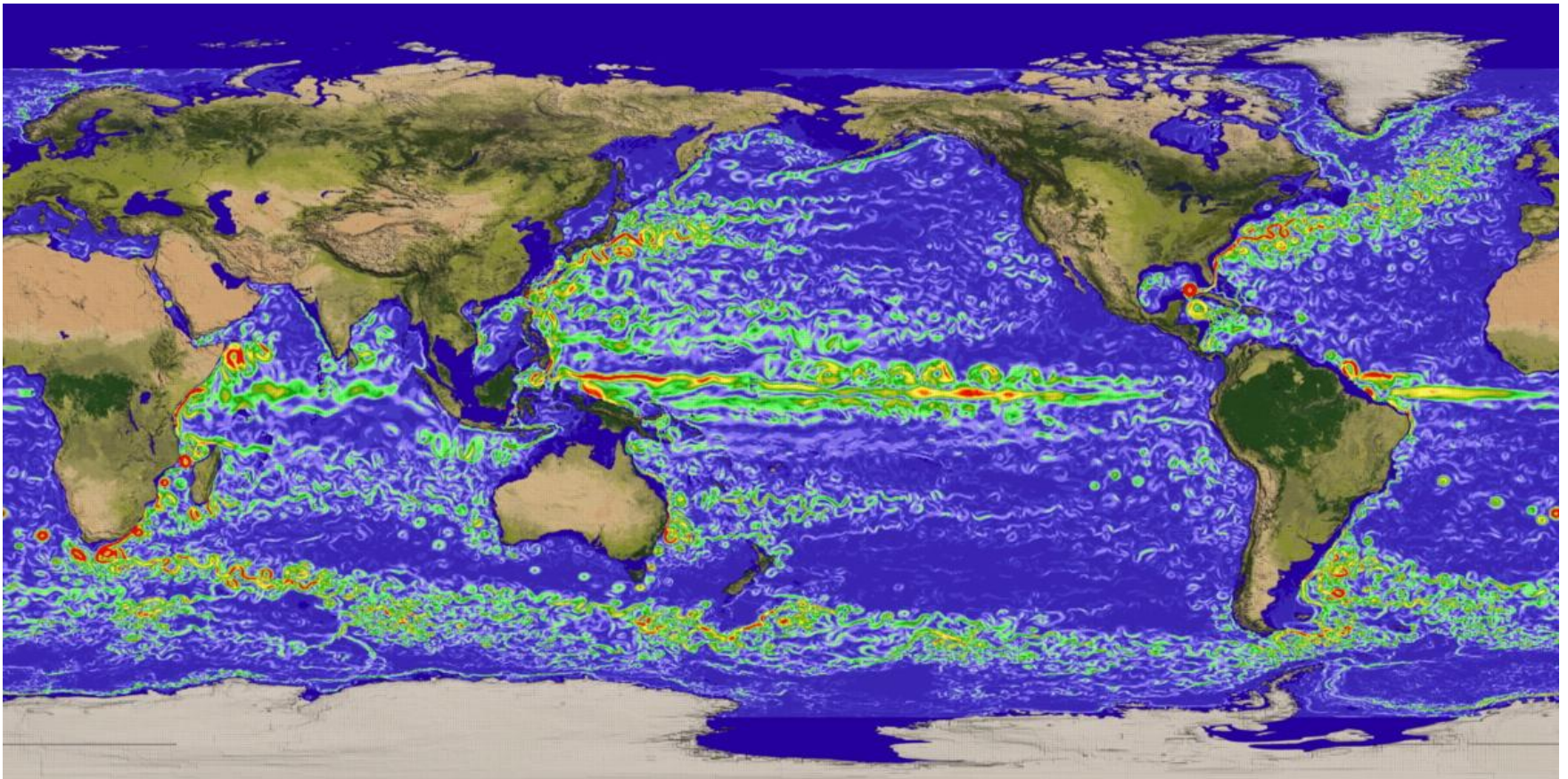


地学図表P.100

「実際の」海洋の流れ

地球シミュレータを使った計算結果

0.1 度メッシュ計算で得られた水深100mにおける流速の瞬間値
寒色ほど遅く、暖色ほど速い



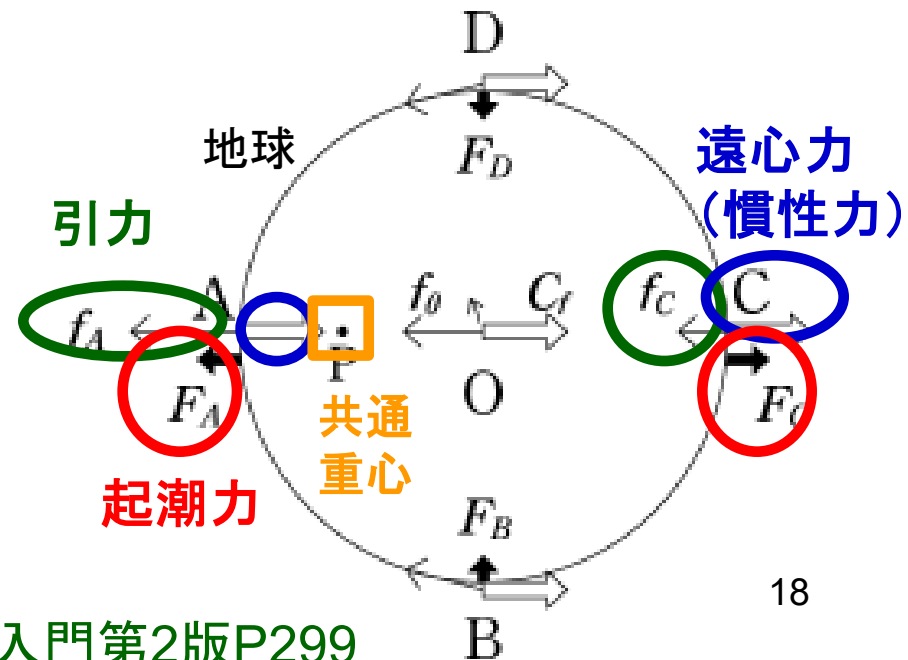
潮汐

潮汐による
生じる
現象の例



地学図表P.103

潮汐現象
の説明



地球惑星科学入門第2版P299

起潮力の説明の補足： 共通重心周りの回転における遠心力

月

