

# 地球惑星科学 II

## 第6回

2022年11月24日

# 前回(11/17)のミニレポート

- 地球の自転の効果が無くなると大気大循環はどのように変化すると考えられるか？
  - 条件
    - 自転は無い
    - 年平均日射を想定してください
    - 太陽放射は赤道で大きく極で小さい
    - 常にどの経度にも日射が入射すると仮定する  
(日変化の効果を取り除く)
  - 前回以前も含めて授業内容を思い出しましょう
  - 理由をちゃんと書いてください
  - 文字数制限あり(500字)

# レポート解答例

- 急に自転が止まったら
  - 地表面に存在している人や物にとっても大きな慣性力がかかり、地球の外へと吹き飛ばされてしまう
  - 本当に外へ吹き飛ばされるか？  
地球の自転速度 = 1700km/時 = 0.47 km/sec

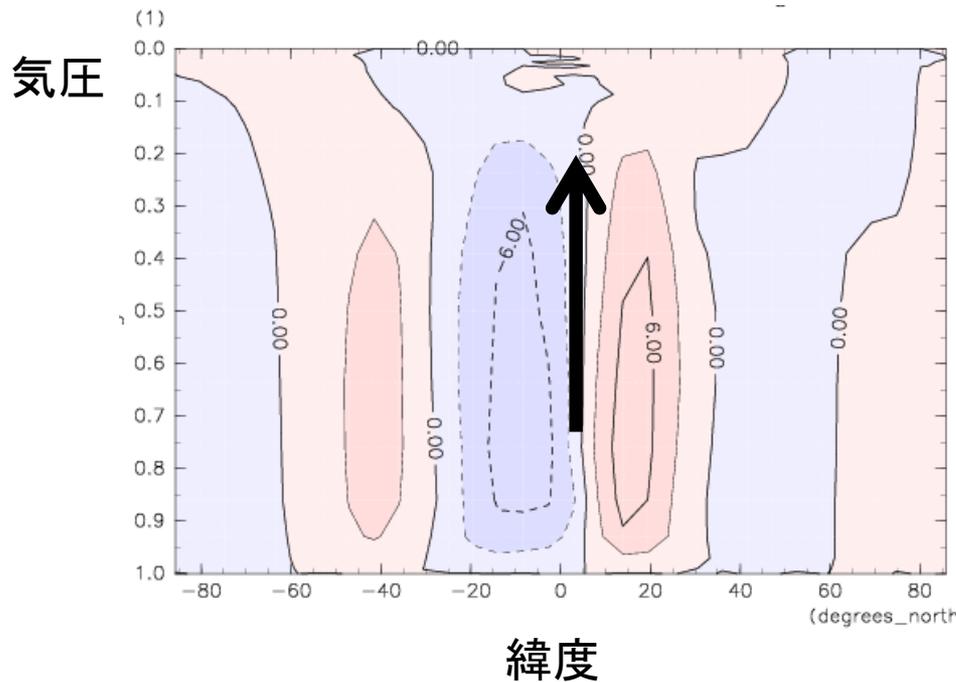
$$\text{脱出速度} = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = 11.2 \text{ km/sec}$$

- 自転が無くなった後の世界は
  - 地衡風が吹かなくなるため大気の循環そのものがなくなる
  - 赤道付近で上昇・極で下降

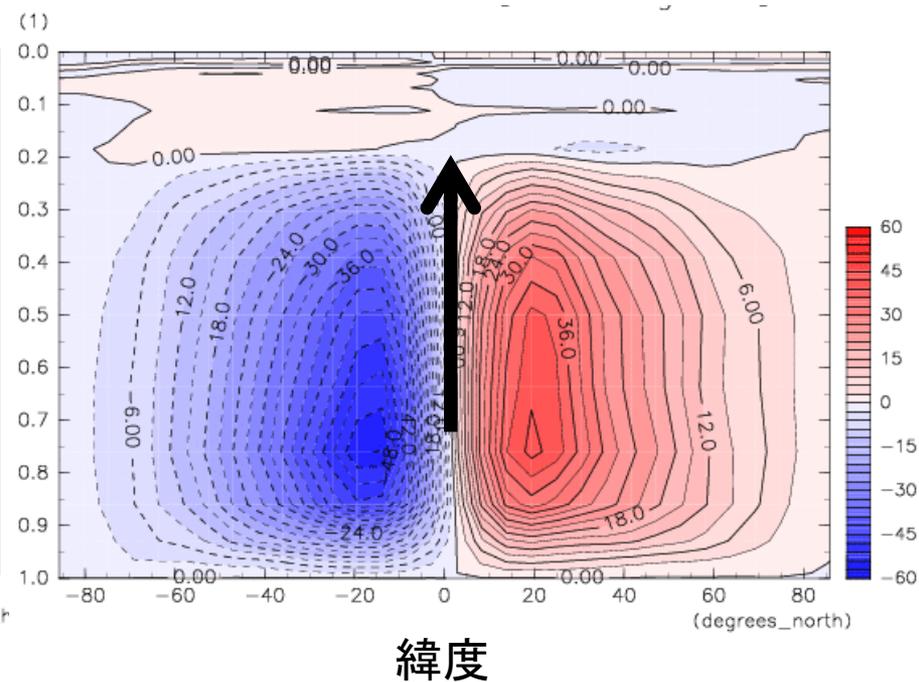
# 数値計算の結果

- 大気大循環モデルを用いた計算
- 自転有りの場合・無しの場合

自転有り



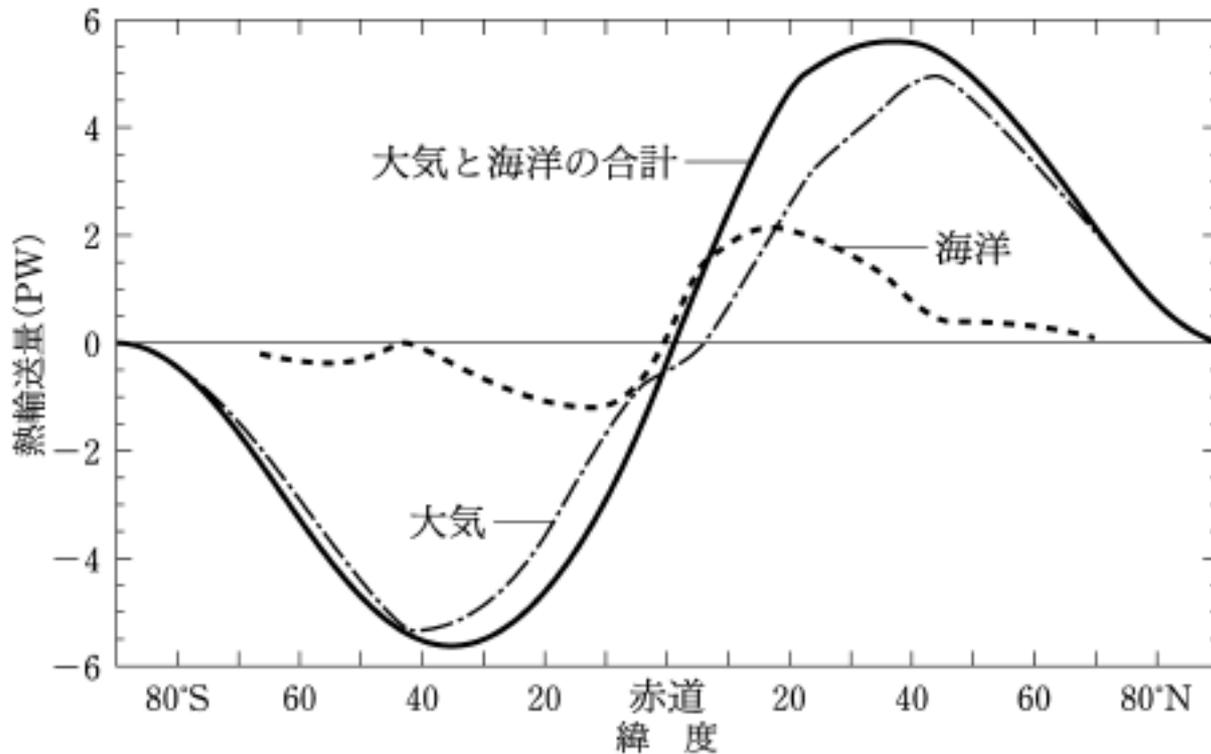
自転無し



流線関数: 流れの強さと向きをあらわす

# 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

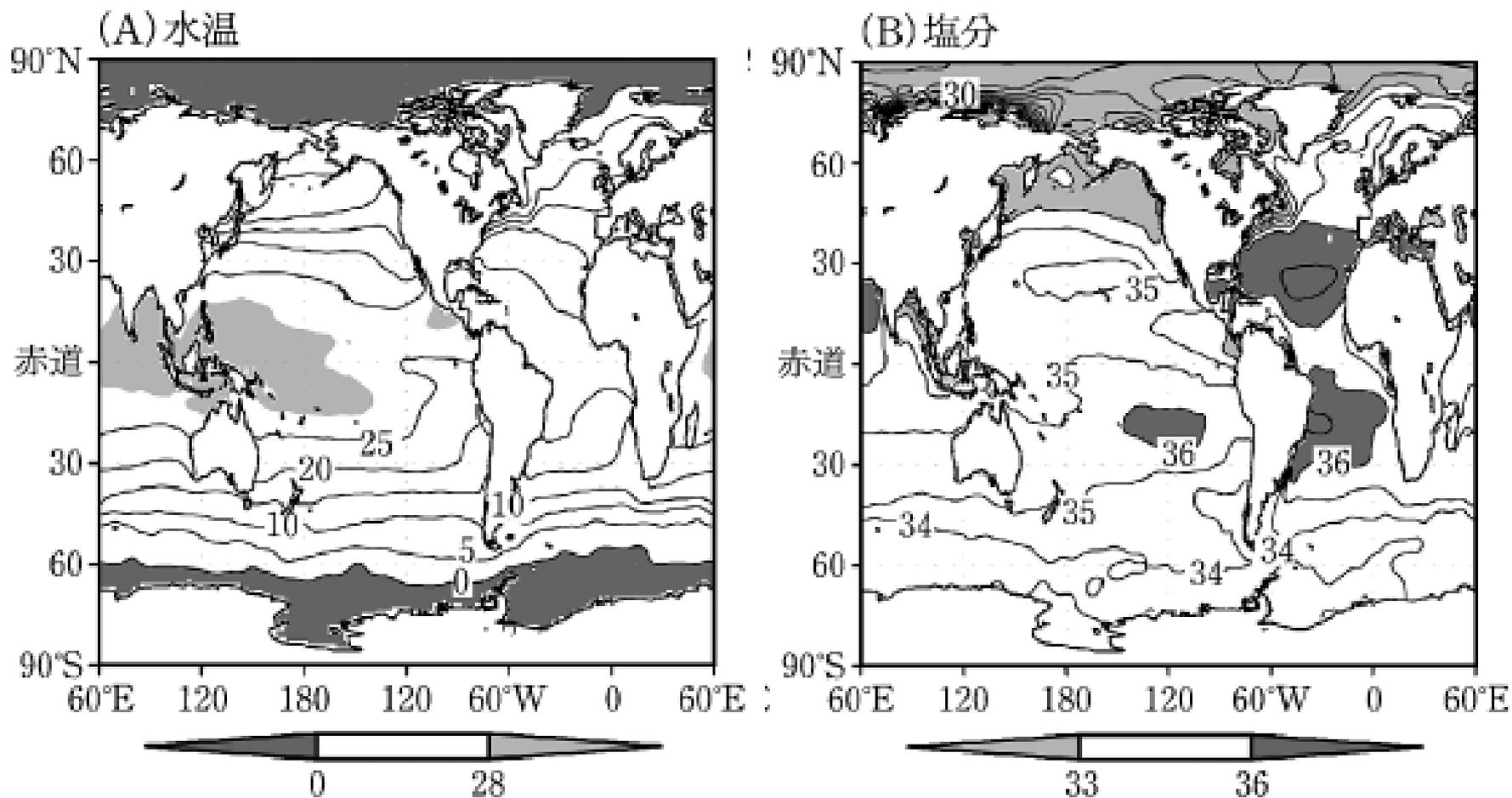
- 海洋の質量
  - 海洋:  $10^{21}$ kg (大気:  $10^{18}$ kg)
- 海洋の組成

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

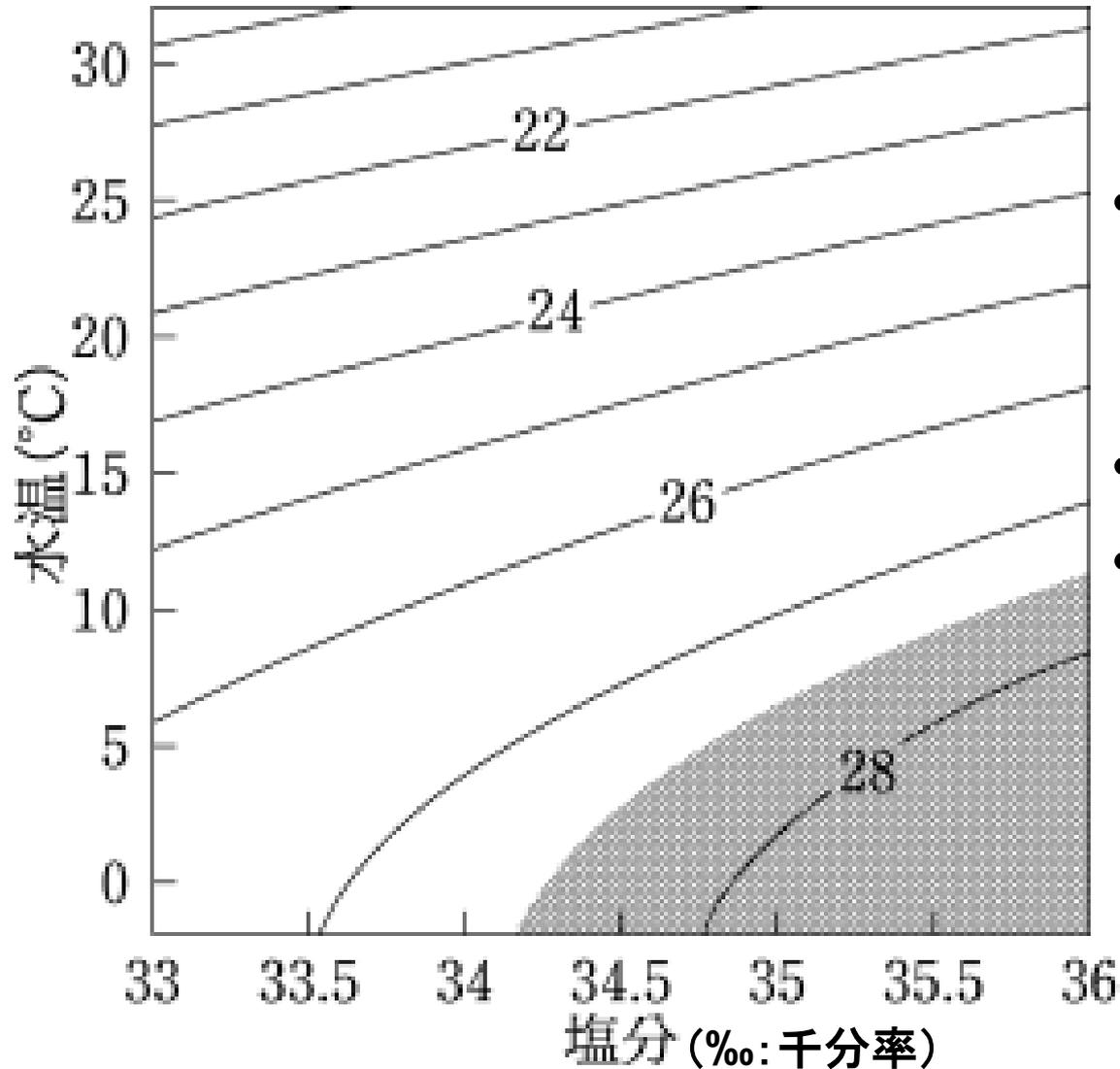
地球惑星科学入門p273

# 海面水温・海面塩分



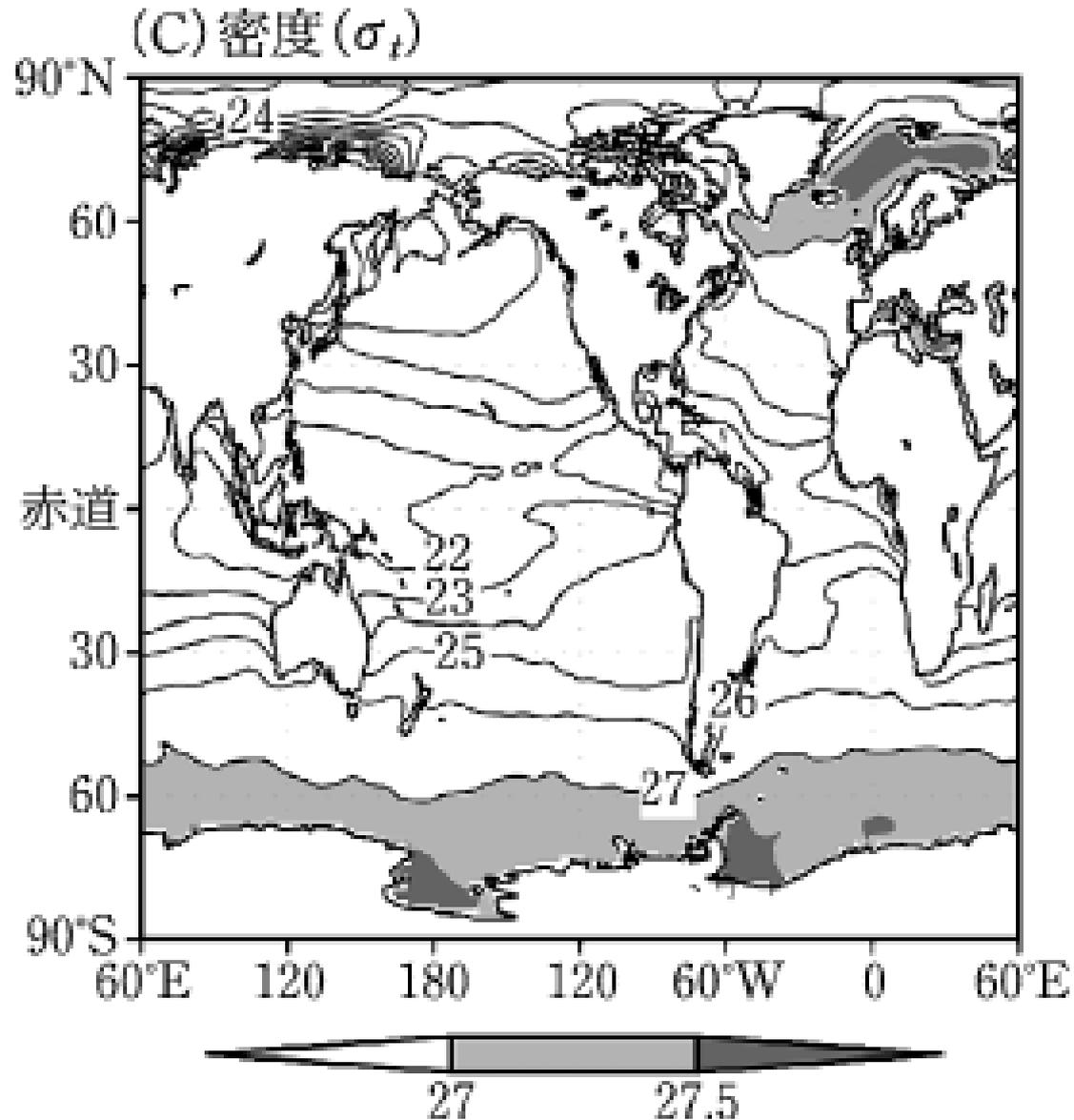
地球惑星科学入門p279

# 海水の密度



- 図に描かれているのは  
(密度-1000)kg/m<sup>3</sup>
- 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

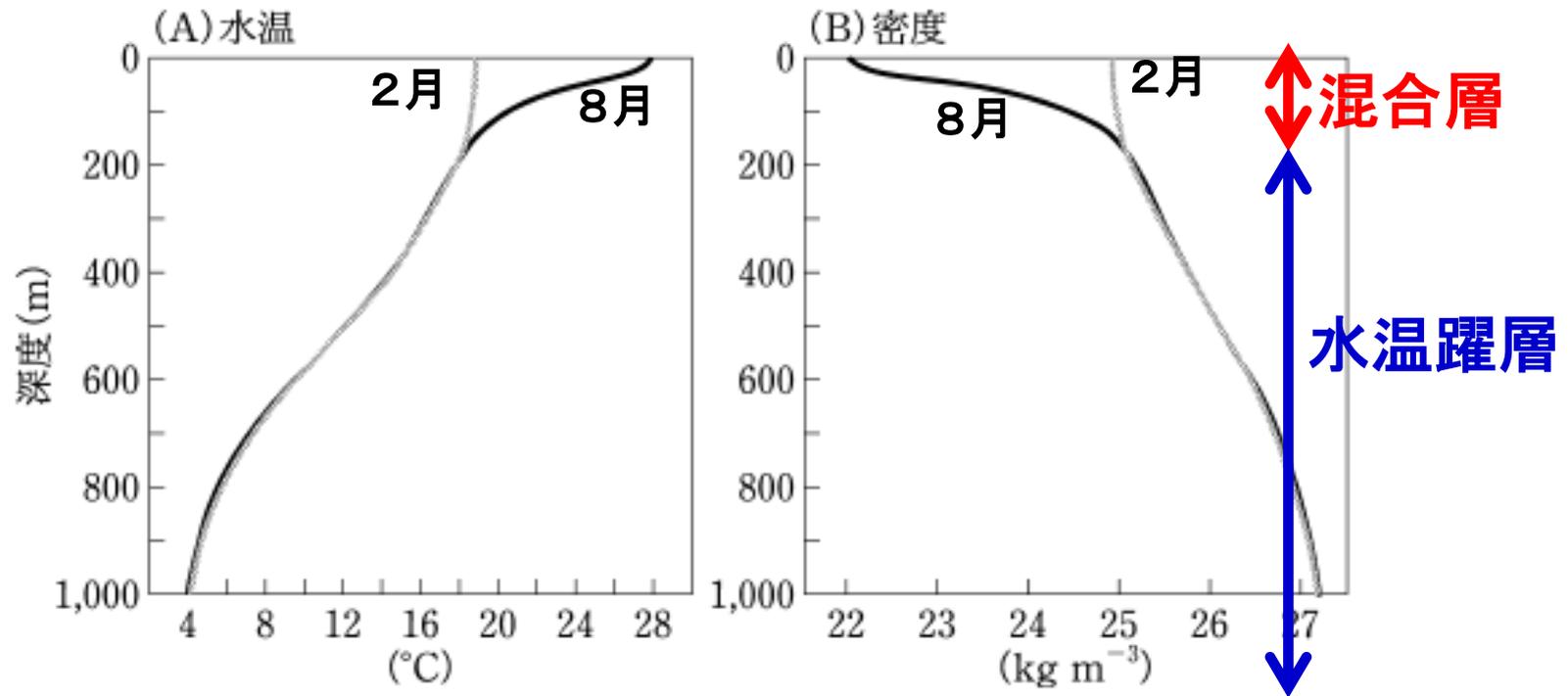
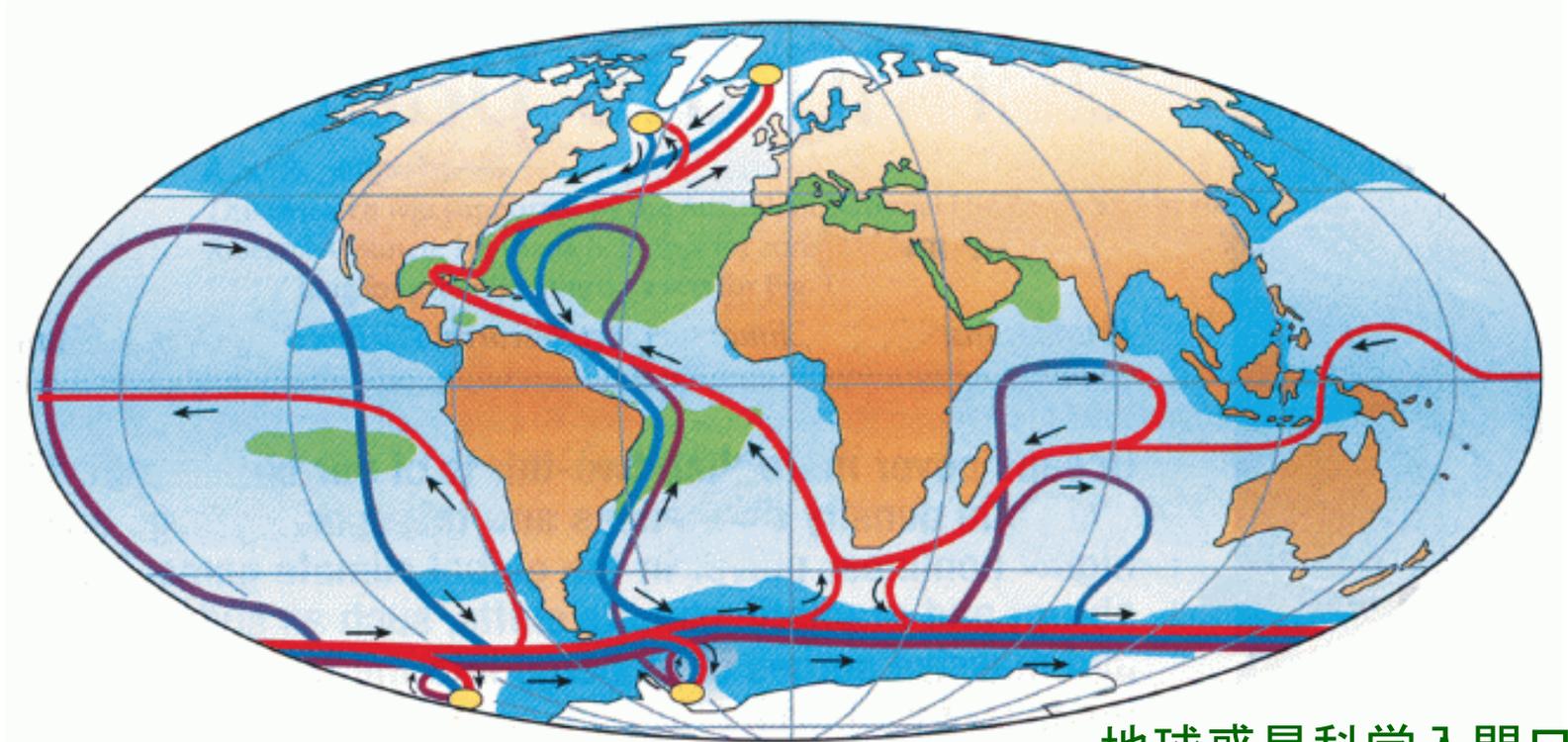


図 23.2 日本南方(30°N, 140°E)での、2月(灰色線)と8月(黒線)における平均的な(A)水温と(B)密度( $\sigma_t$ )の鉛直分布

地球惑星科学入門p278

# 海水の大循環

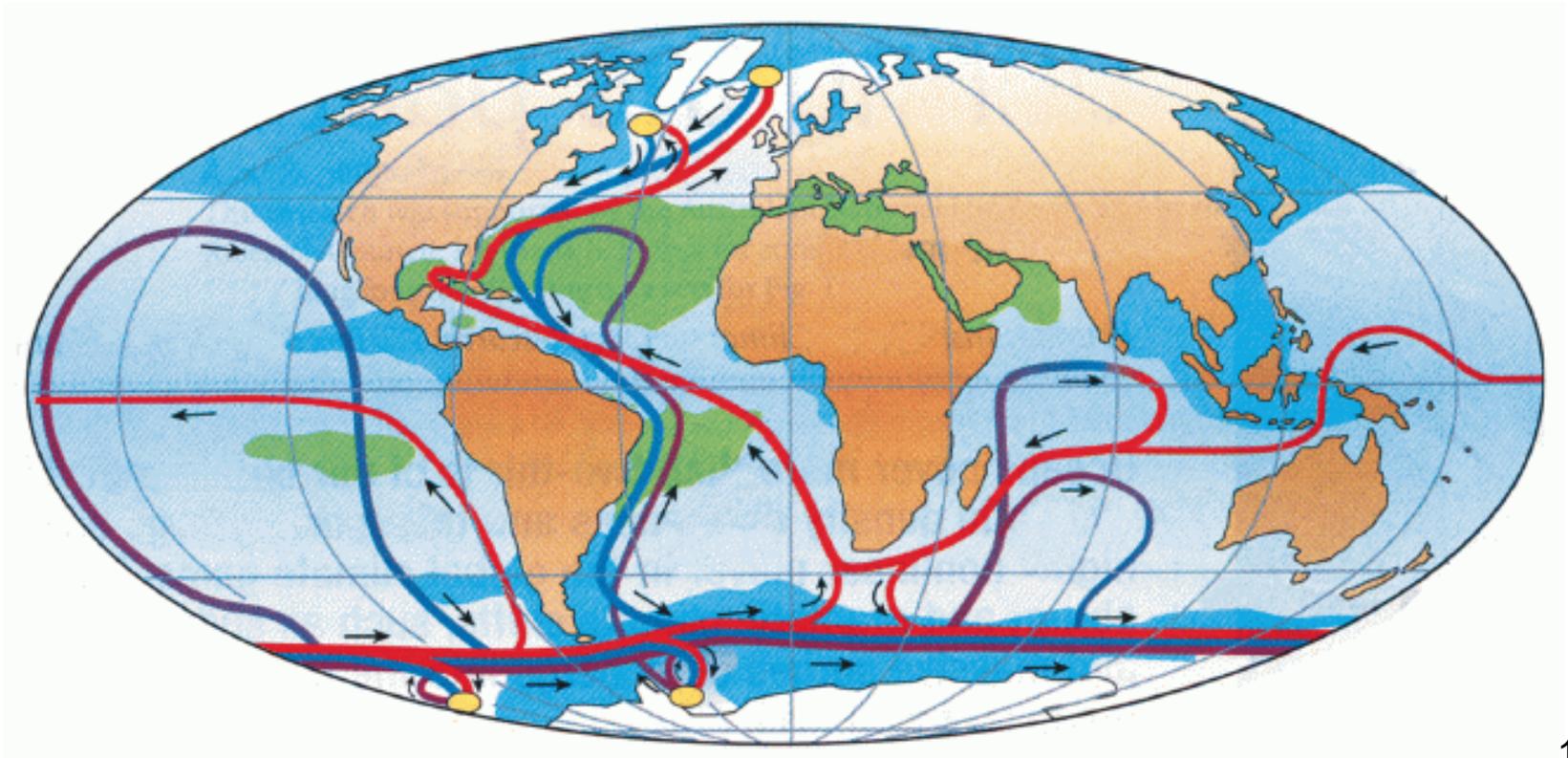


地球惑星科学入門口絵20

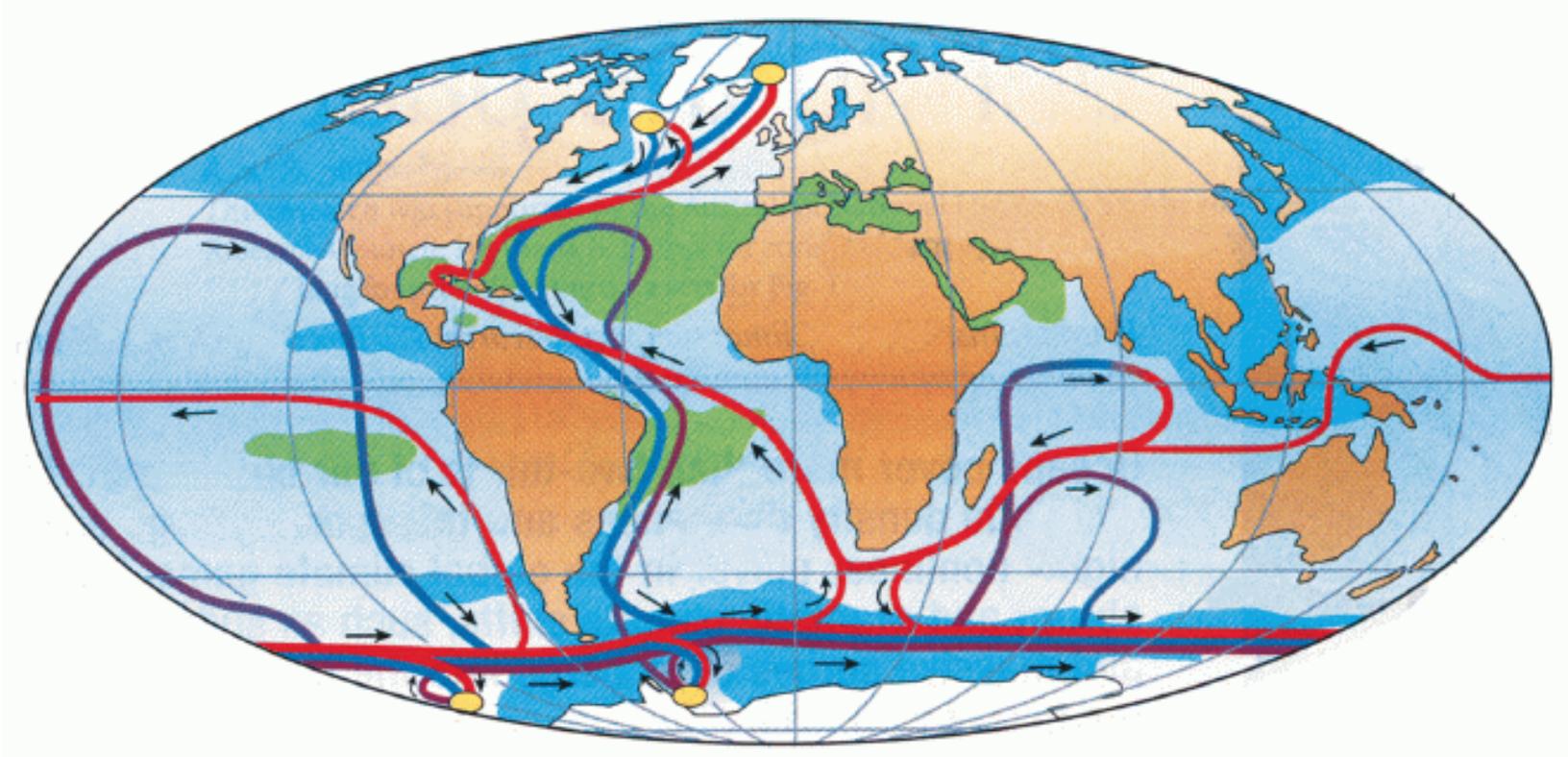
- ブロッカーのコンベヤーベルト
- 南極大陸周辺とグリーンランド沖で沈み込む
- 深層の水は再び表面に湧き上がる(湧昇)

# 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:  $1 \text{ cm/sec}$
  - 地球1周は $40000 \text{ km}$



# 計算問題の解答例

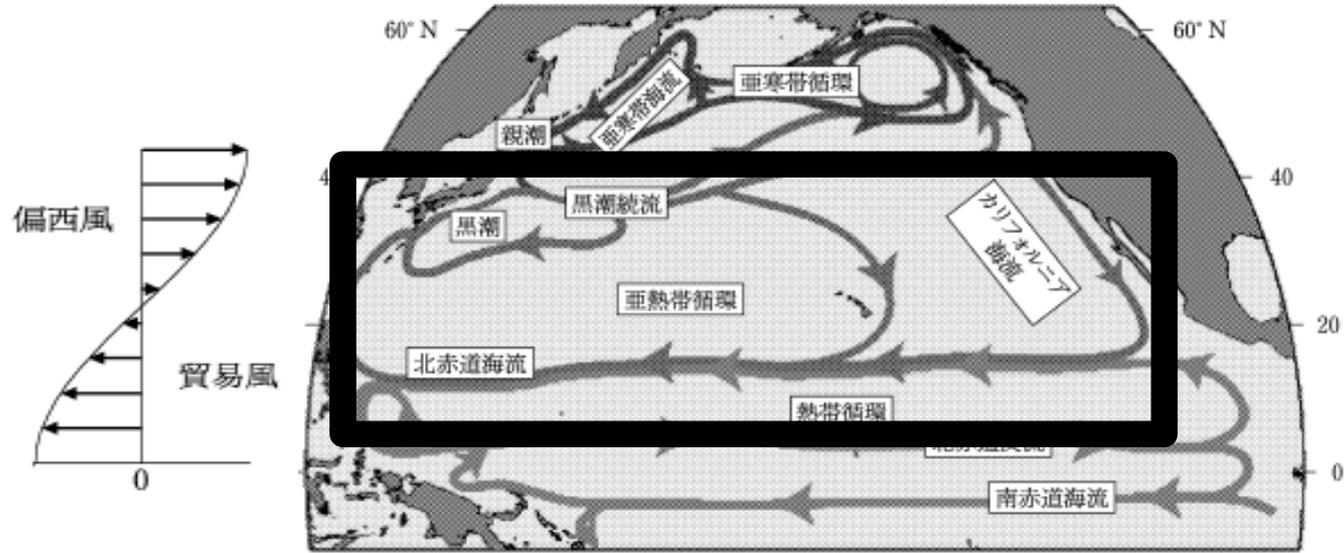


- 地球を4周程度すると考えると

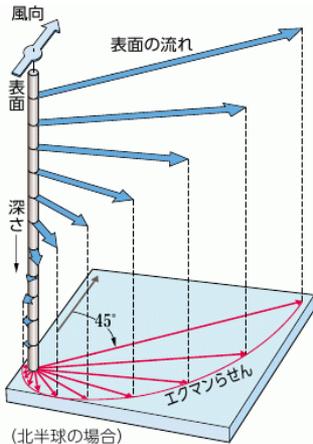
$$T = \frac{4 \times 4 \times 10^7 \text{ m}}{0.01 \text{ m/sec}} = 4 \times 4 \times 10^9 \text{ sec} = 4 \times 4 \times 10^9 \times \frac{1}{86400 \times 365} \text{ 年} = 4 \times 126 \text{ 年}$$



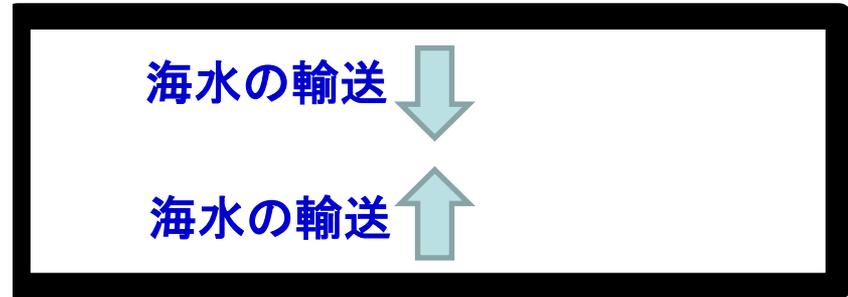
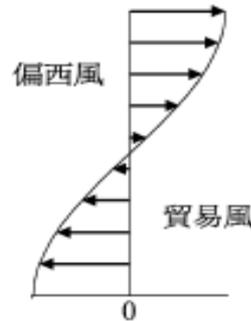
# 風成循環の成因：海面高度差の形成



## エクマン吹送流

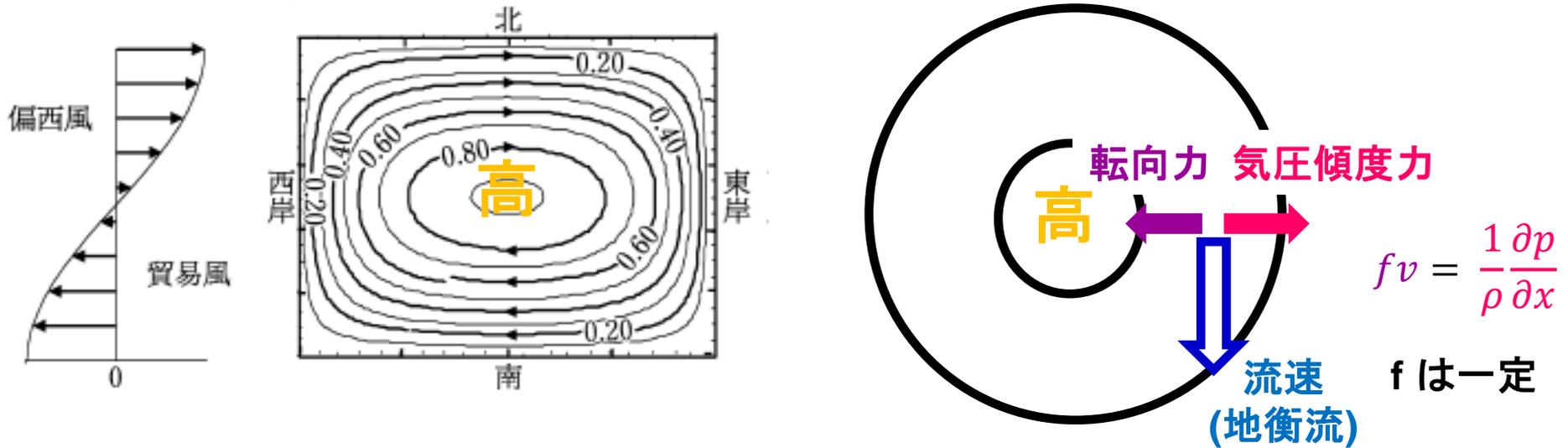


エクマン層内で平均すると風に対して直角右方向(北半球)への輸送

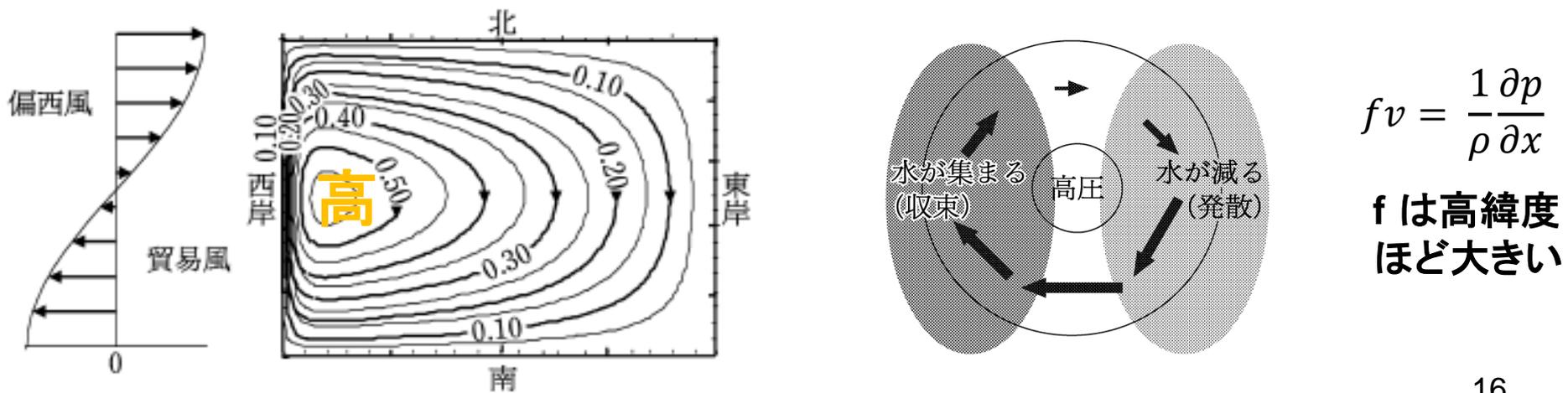


# 風成循環の成因：地衡流

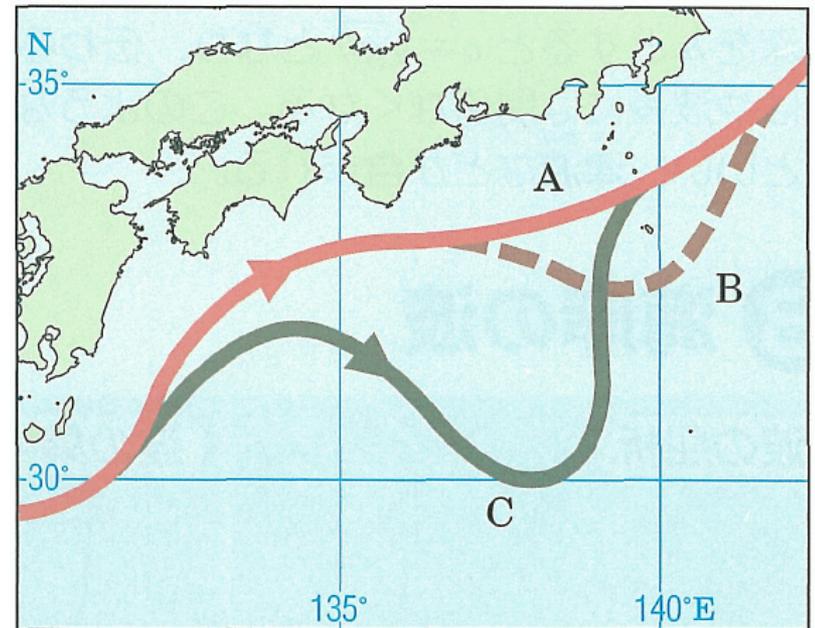
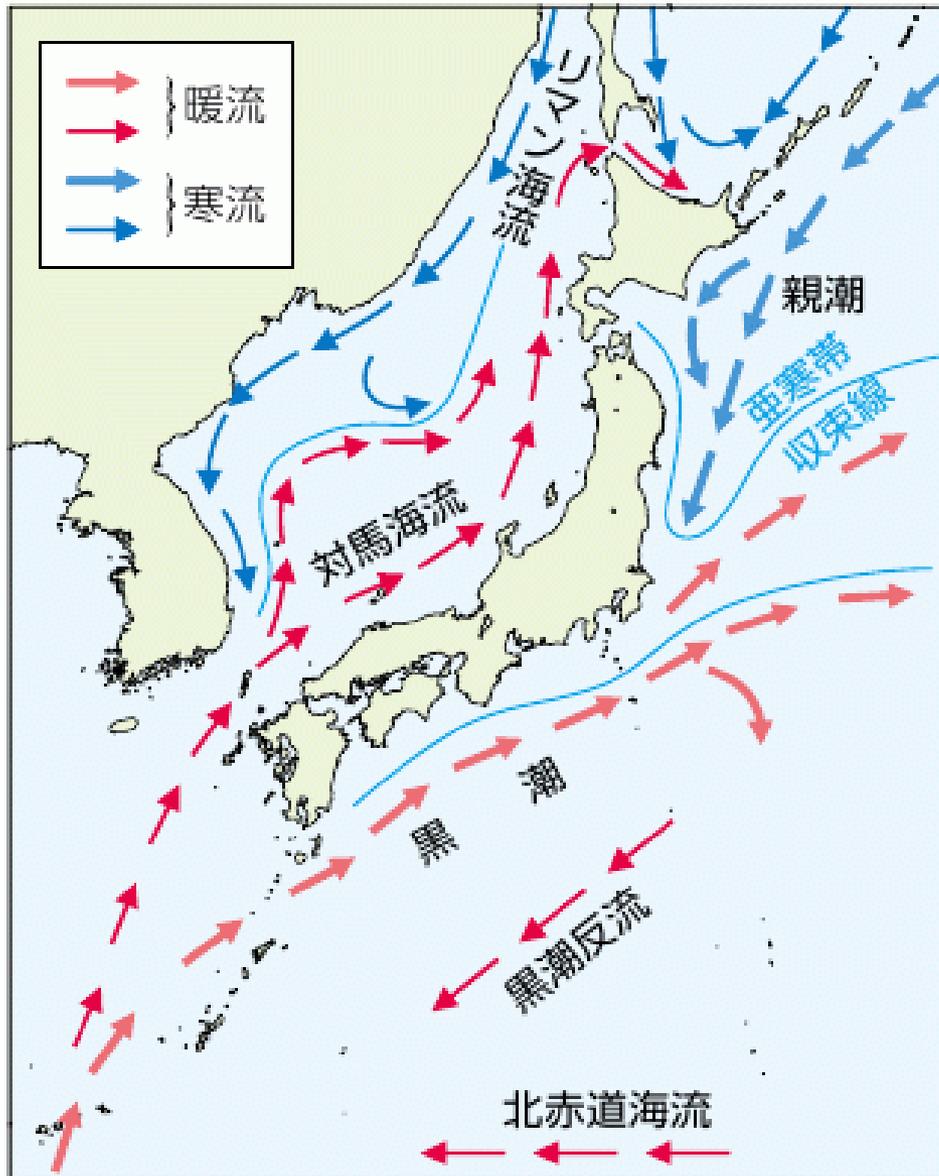
回転効果の緯度変化が無い場合(回転平面上の場合)



回転効果の緯度変化が有る場合(回転球面上の場合)



# 日本付近の海流

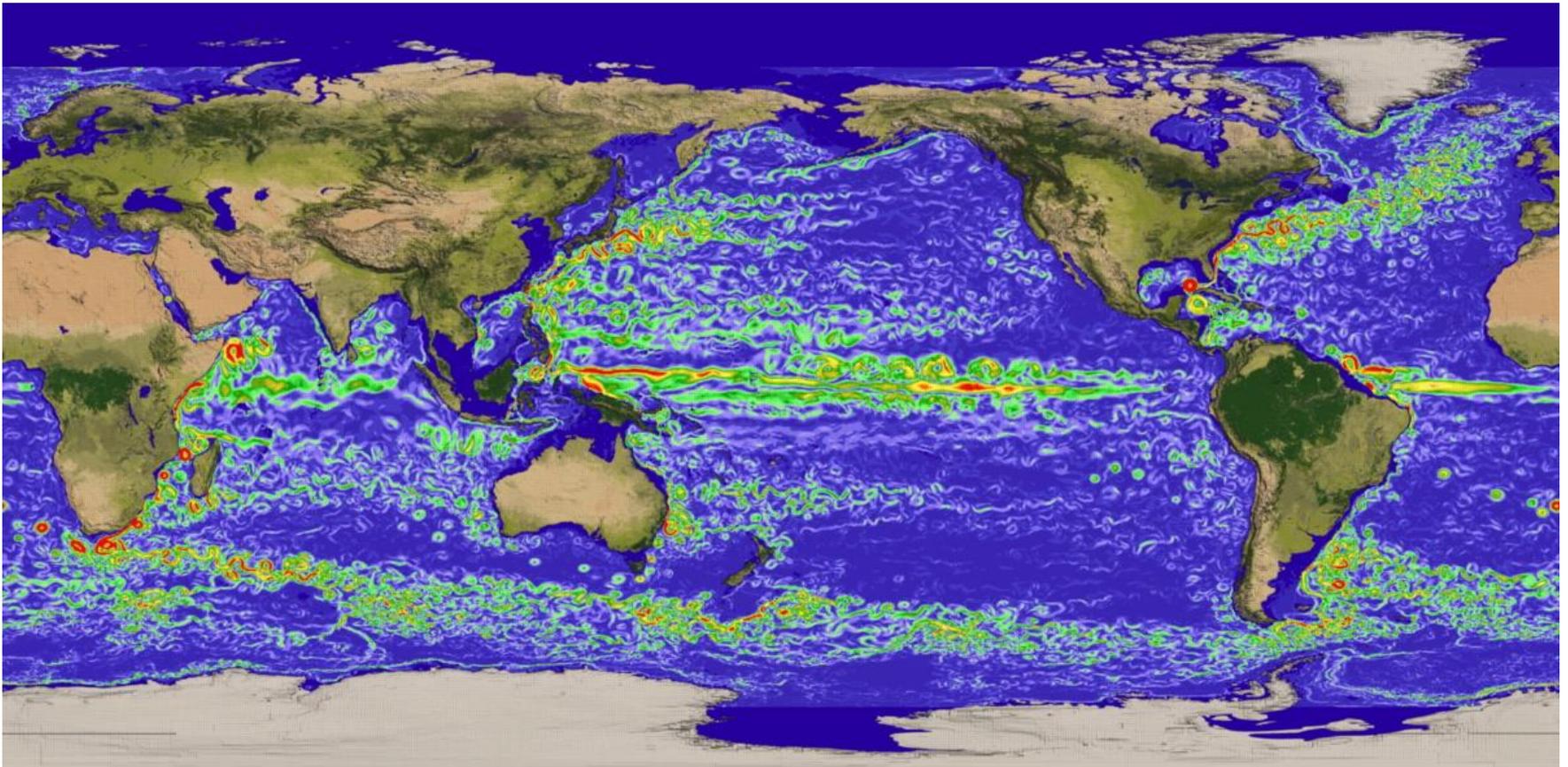


地学図表P.196

# 「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



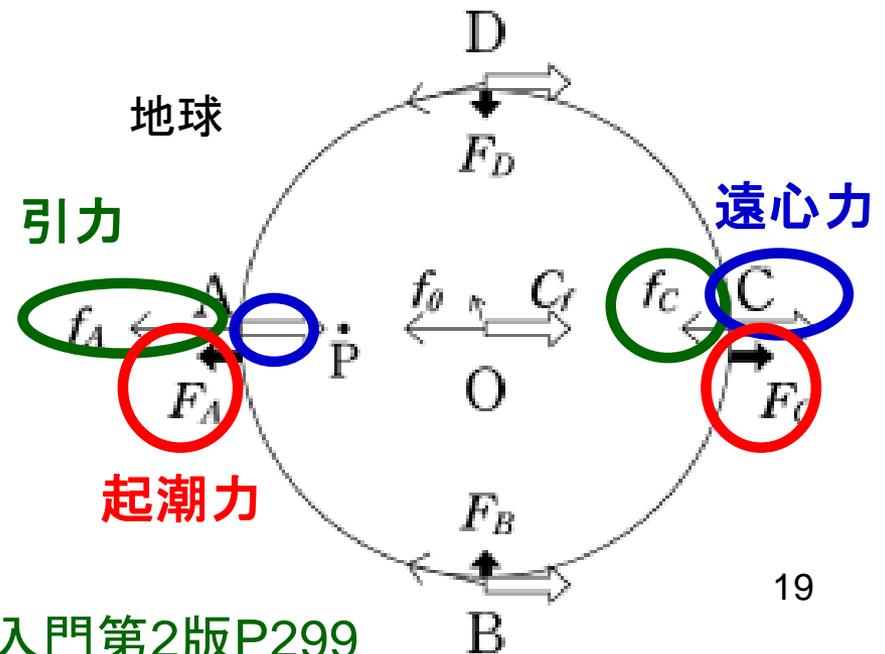
# 潮汐

潮汐による  
生じる  
現象の例



地学図表  
P.199

潮汐現象  
の説明



地球惑星科学入門第2版P299

# 今日のミニレポート

- 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
  - 思いついたただけ複数の回答を書いてください
  - 理由もつけて説明してください
  - 字数制限あり (500字程度)