

## 表層の流速場と地衡流計算

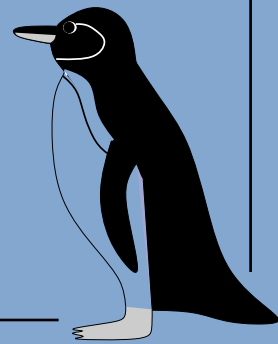
### 今週のポイント

- ◆ 海流の定常成分と変動成分の大きさ
- ◆ 西岸境界流(黒潮)の構造
- ◆ 水温分布と流速場の関係(地衡流)

### 今週のレポート問題

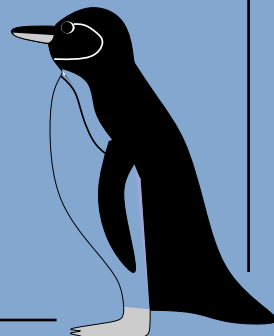
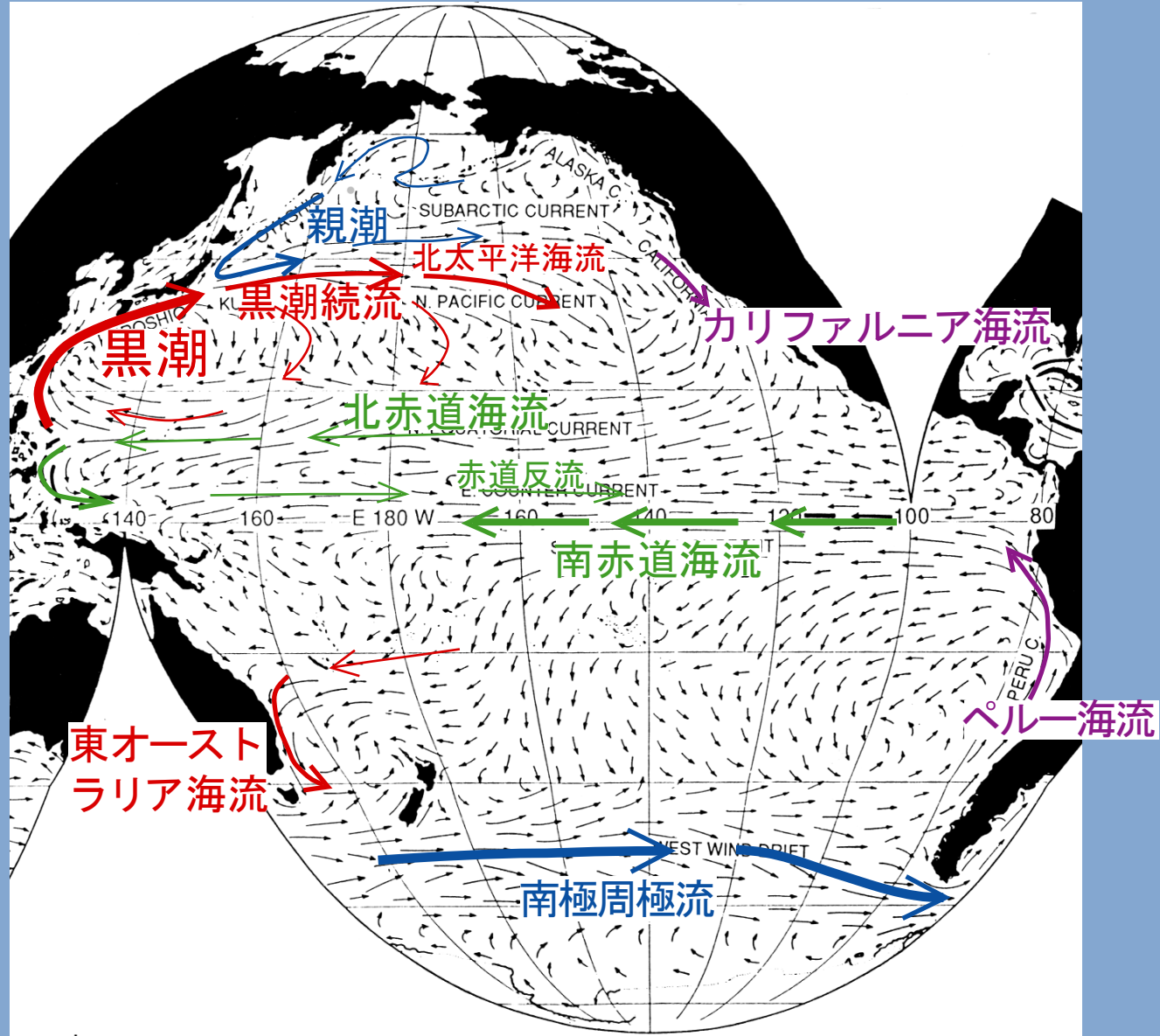
●  $\overline{U^2+V^2} = \overline{U^2+V^2} + \overline{U'^2+V'^2}$  を導け  
全エネルギーの時間平均 定常成分 変動成分

- 黒潮の水温分布から、地衡流計算により黒潮の流速が1~2m/s程度になることを確かめよ。





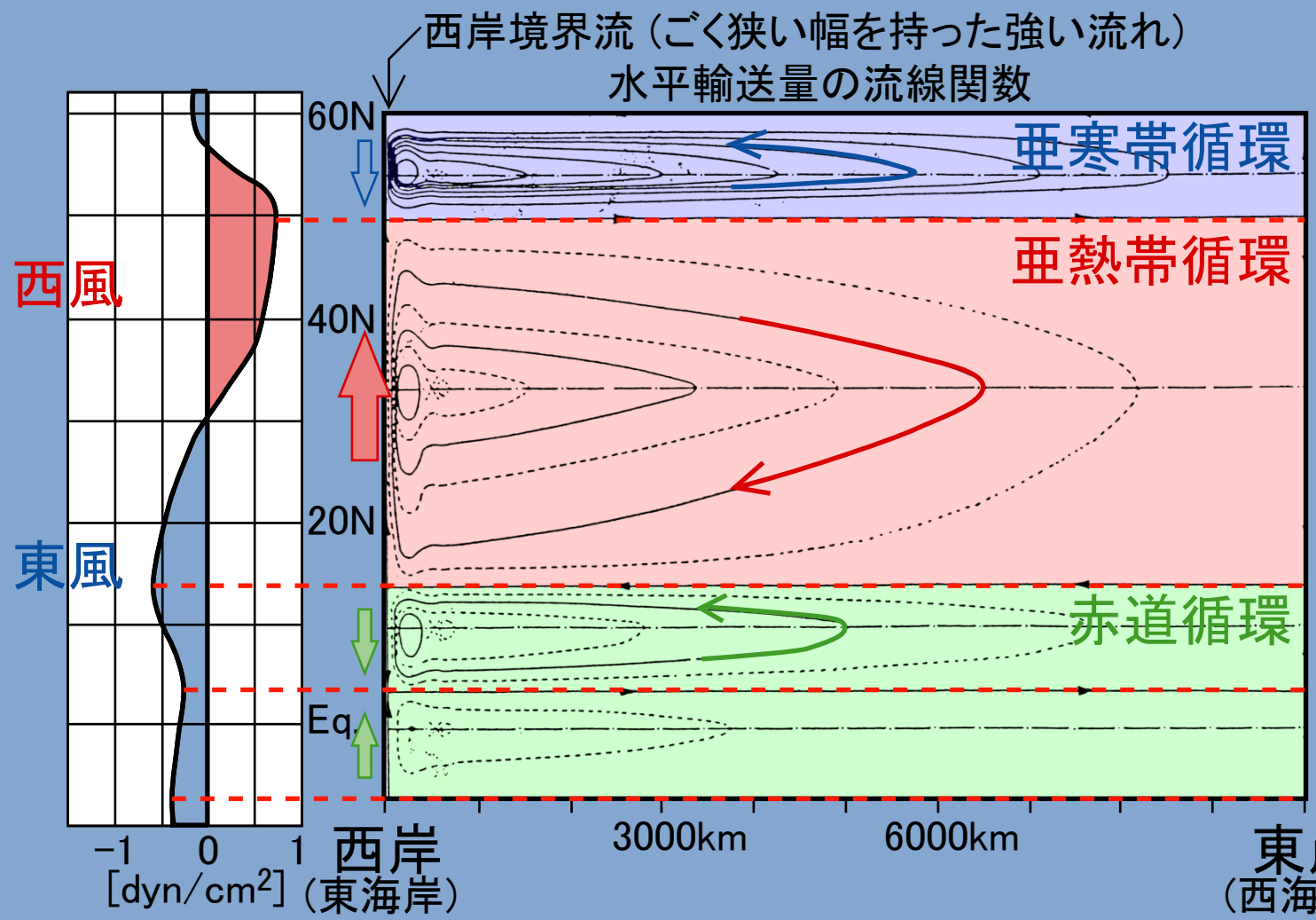
# 海洋表層の海流 (太平洋)



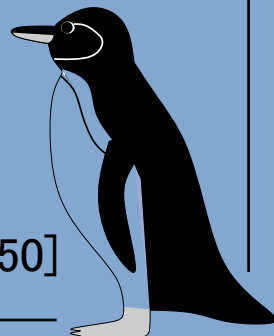
風成循環：海上を吹く風が作る海流(循環)

西岸境界を除く領域(内部領域)では、スベルドラップ・バランスが成り立つ

$$\beta v = - \frac{\partial \tau_x}{\partial y}$$



東西一様な東西風が海洋を駆動するとして簡単な力学の式を解いた結果 [Munk,1950]



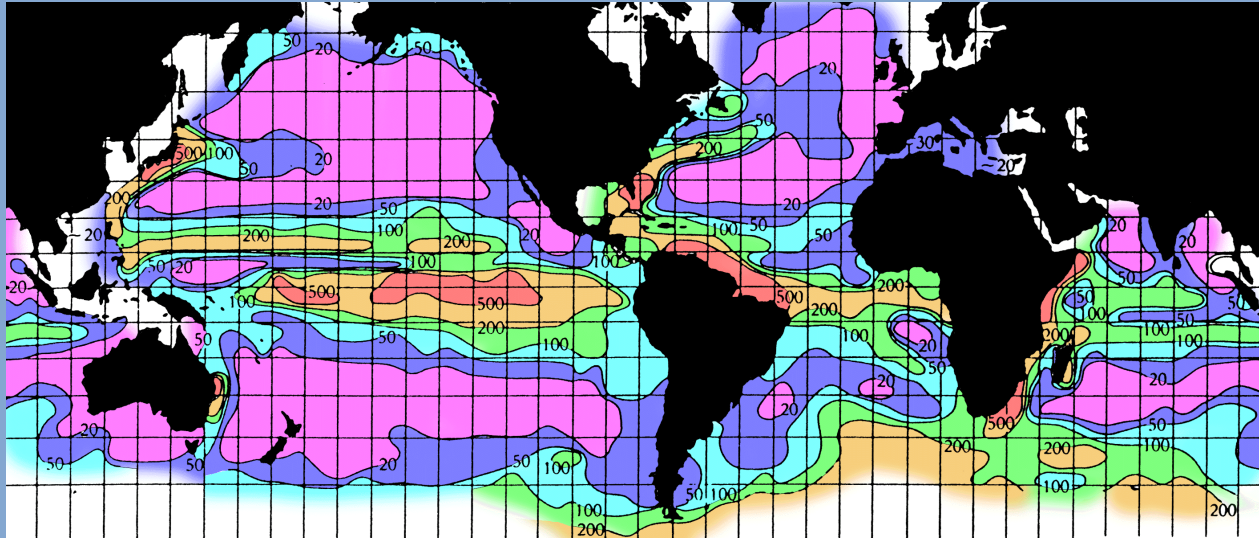


海洋表層における海流の速さ

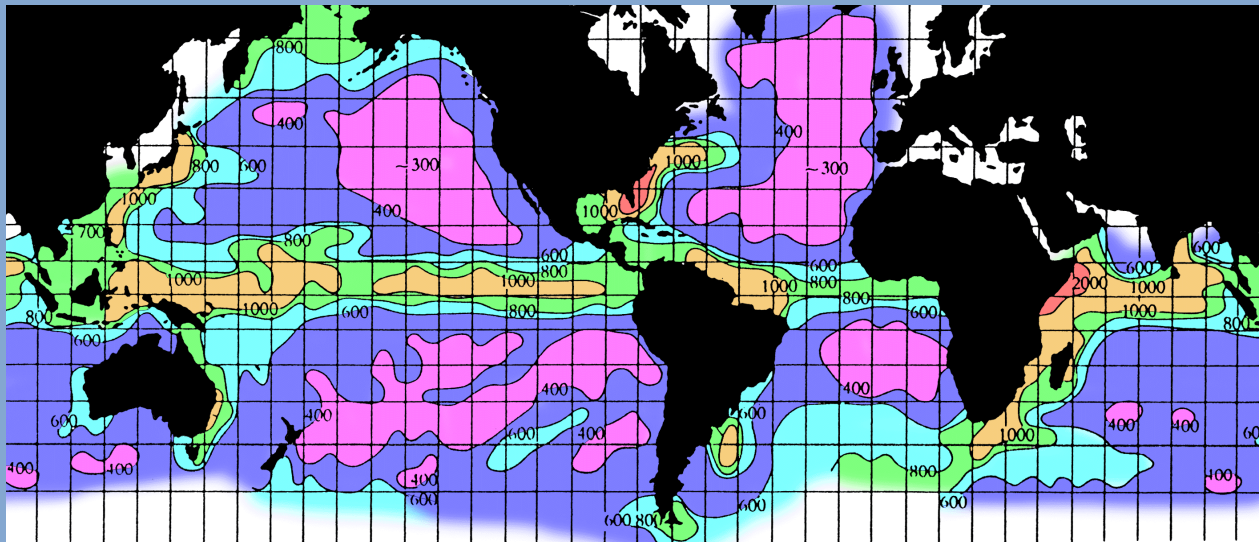
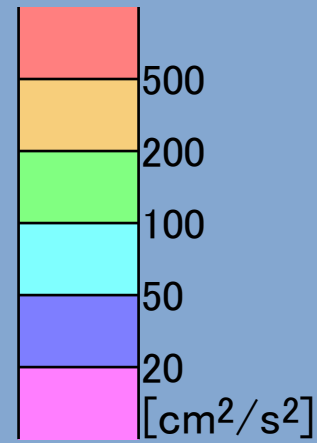
5°x5° 平均

東西成分  $U \equiv \bar{U} + U'$   
 南北成分  $V \equiv \bar{V} + V'$   
 時間平均 ずれ

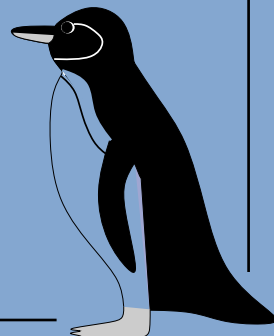
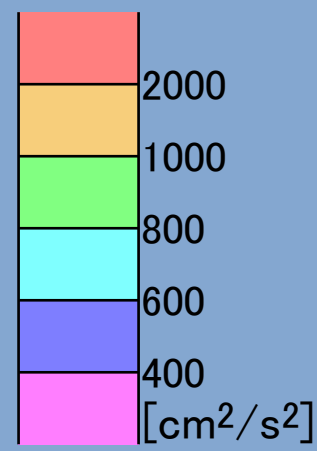
$\overline{U^2+V^2} = \overline{\bar{U}^2+\bar{V}^2} + \overline{U'^2+V'^2}$   
 全エネルギー — 定常成分 変動成分  
 の時間平均



定常成分( $\bar{U}^2 + \bar{V}^2$ )



変動成分( $\overline{V'V'} + \overline{U'U'}$ )



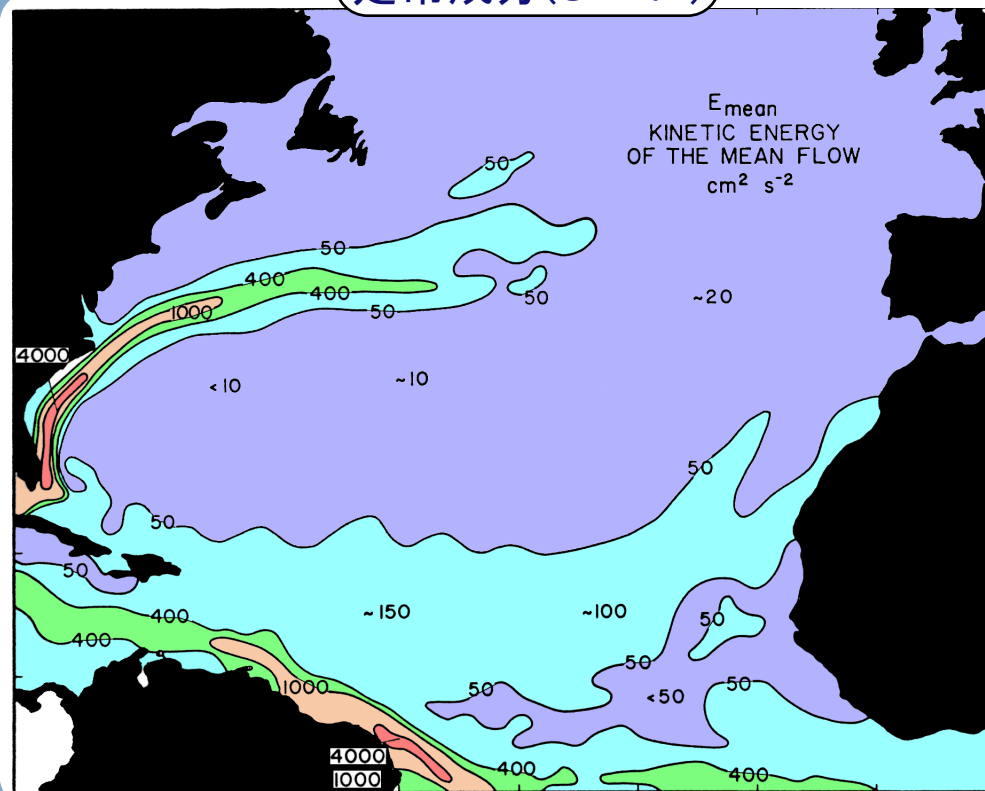
海洋表層における海流の速さ

1°x1° 平均

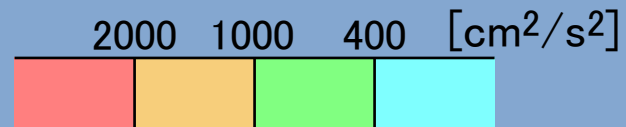
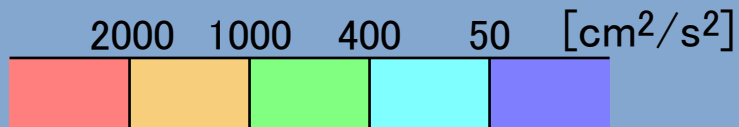
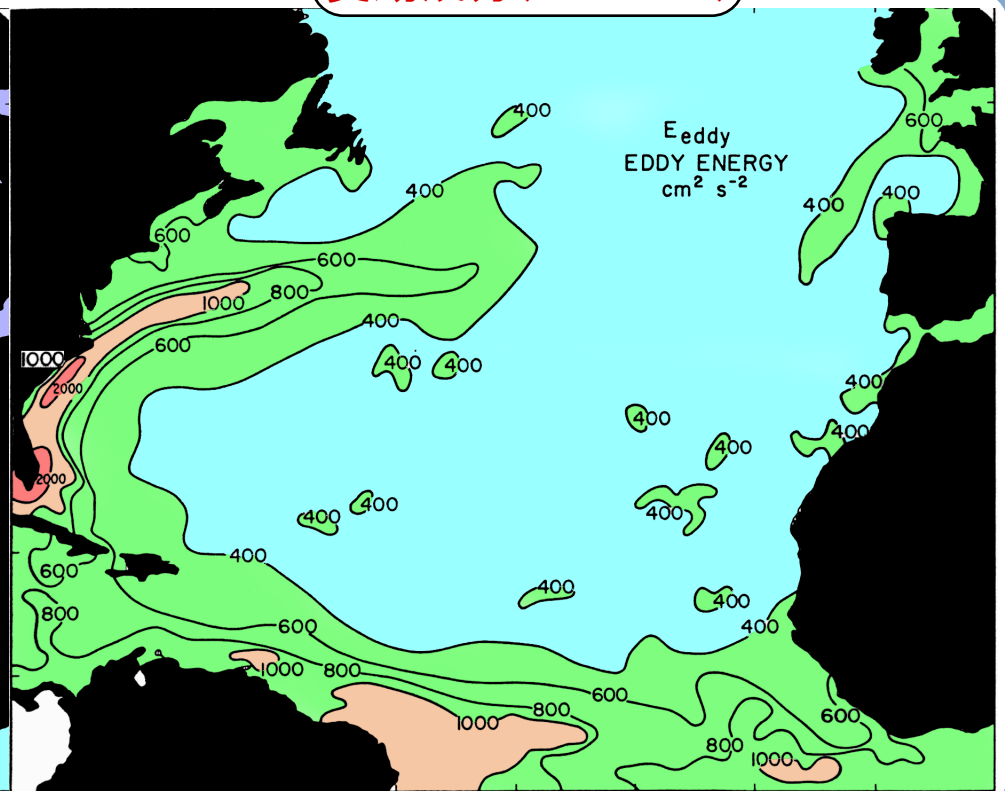
東西成分  $U \equiv \bar{U} + U'$   
 南北成分  $V \equiv \bar{V} + V'$   
 時間平均 ずれ

$\overline{U^2+V^2} = \overline{\bar{U}^2+\bar{V}^2} + \overline{U'^2+V'^2}$   
 全エネルギー — 定常成分 変動成分  
 の時間平均

定常成分 ( $\overline{U^2+V^2}$ )



変動成分 ( $\overline{V'V'+U'U'}$ )

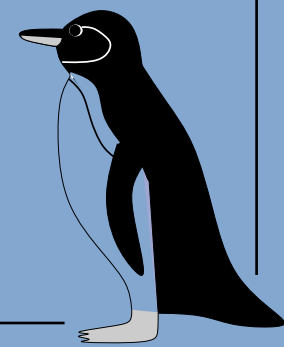
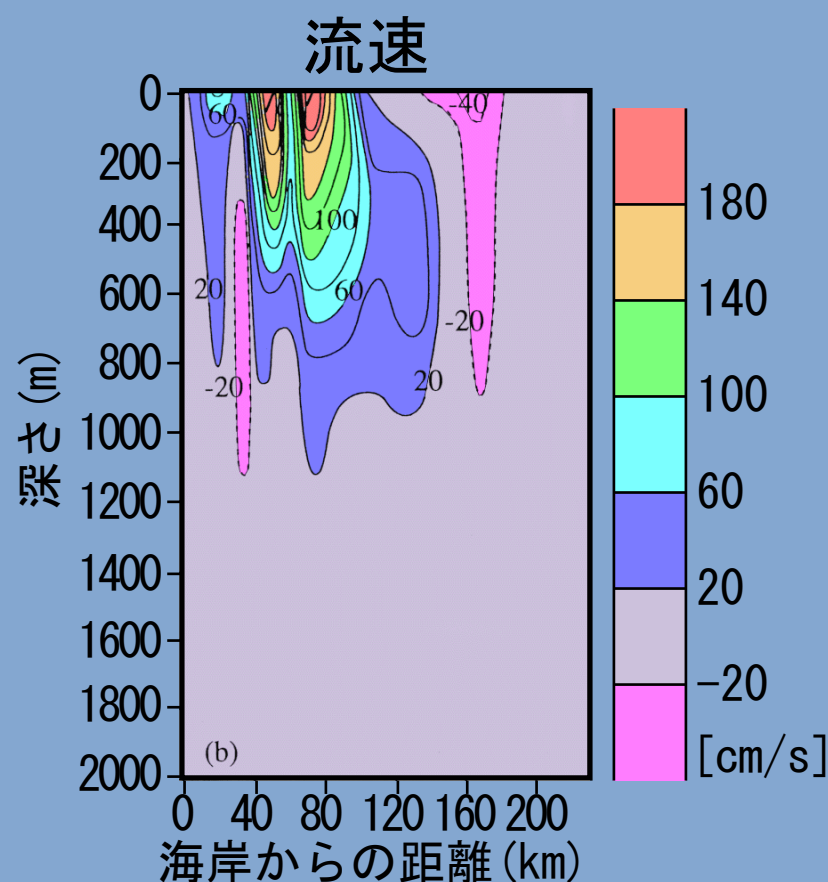
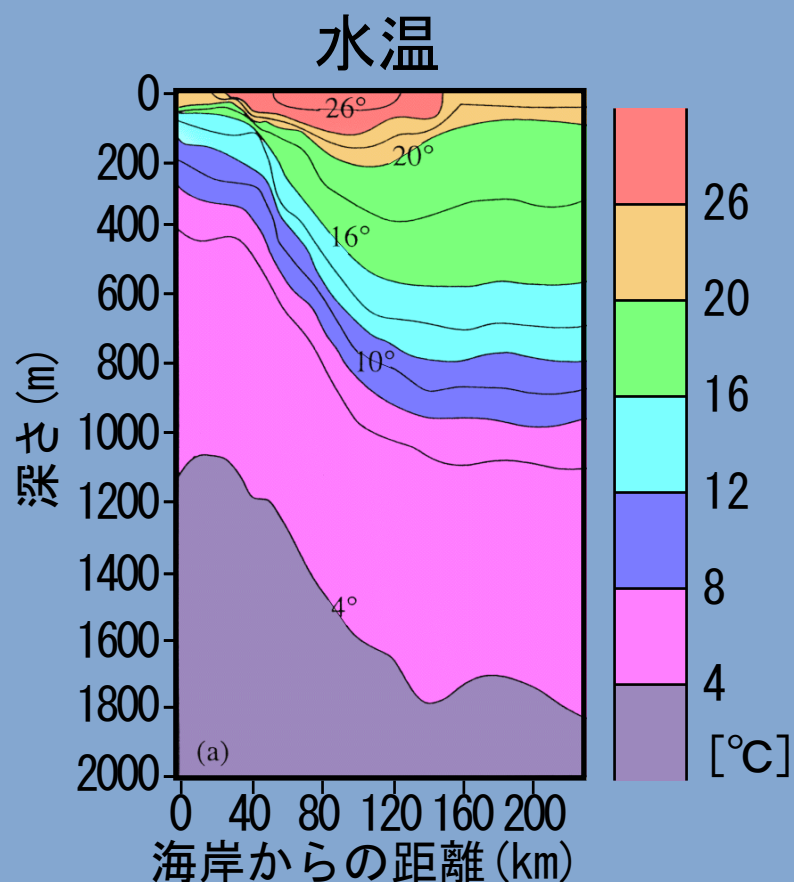


# 湾流の横断面における流速と水温

温度風バランス

$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{g}{f\rho} \frac{\partial \rho}{\partial y}$$

が成り立っている



日本南方付近の水温分布と黒潮の流れ

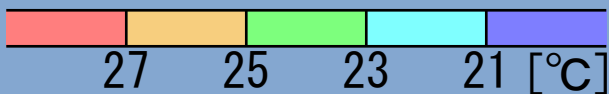
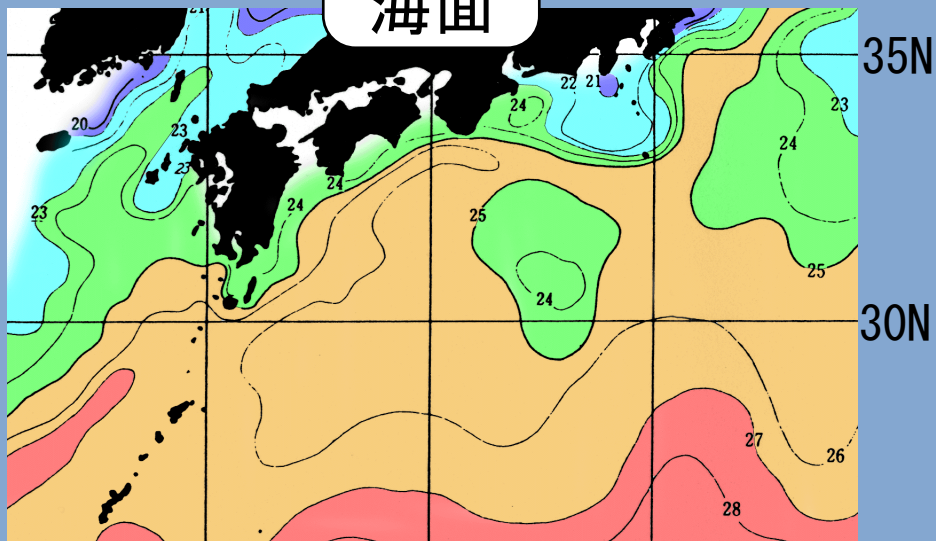
温度風バランスの関係から

海流：等温線にほぼ沿い、  
温度傾度が大きいところで速い

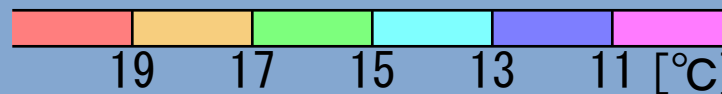
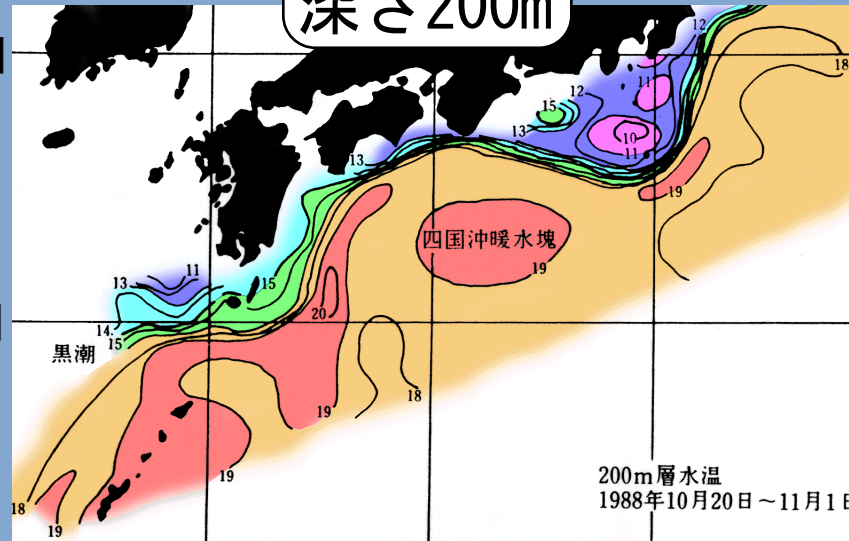
流軸のパターン



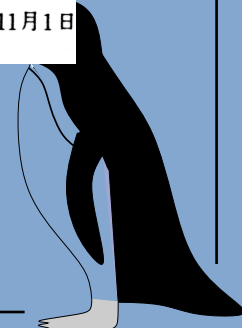
海面



深さ200m



[海上保安庁, 1988]





## 地衡流平衡

$$fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \quad -fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

コリオリ力   圧力傾度力   コリオリ力   圧力傾度力

## 静水圧平衡

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$$

## 温度風バランス

$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{g}{f\rho} \frac{\partial \rho}{\partial y}$$

$u$  : 東向き流速

$p$  : 圧力

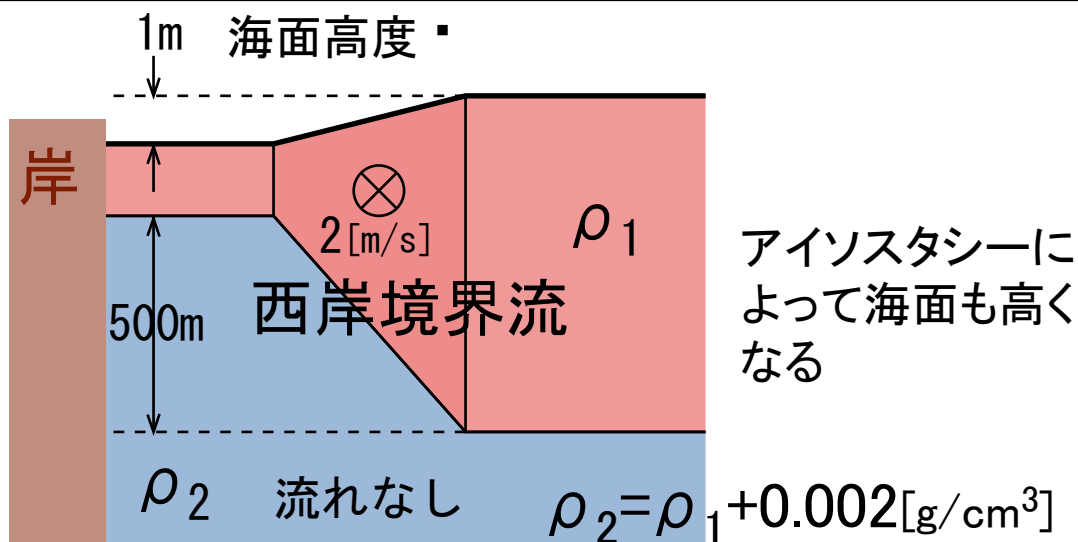
$\rho$  : 密度

$y$  : 南北方向

$z$  : 鉛直方向

$g$  : 重力加速度

$f$  : コリオリパラメタ  
( $\sim 10^{-4}$  [1/s])

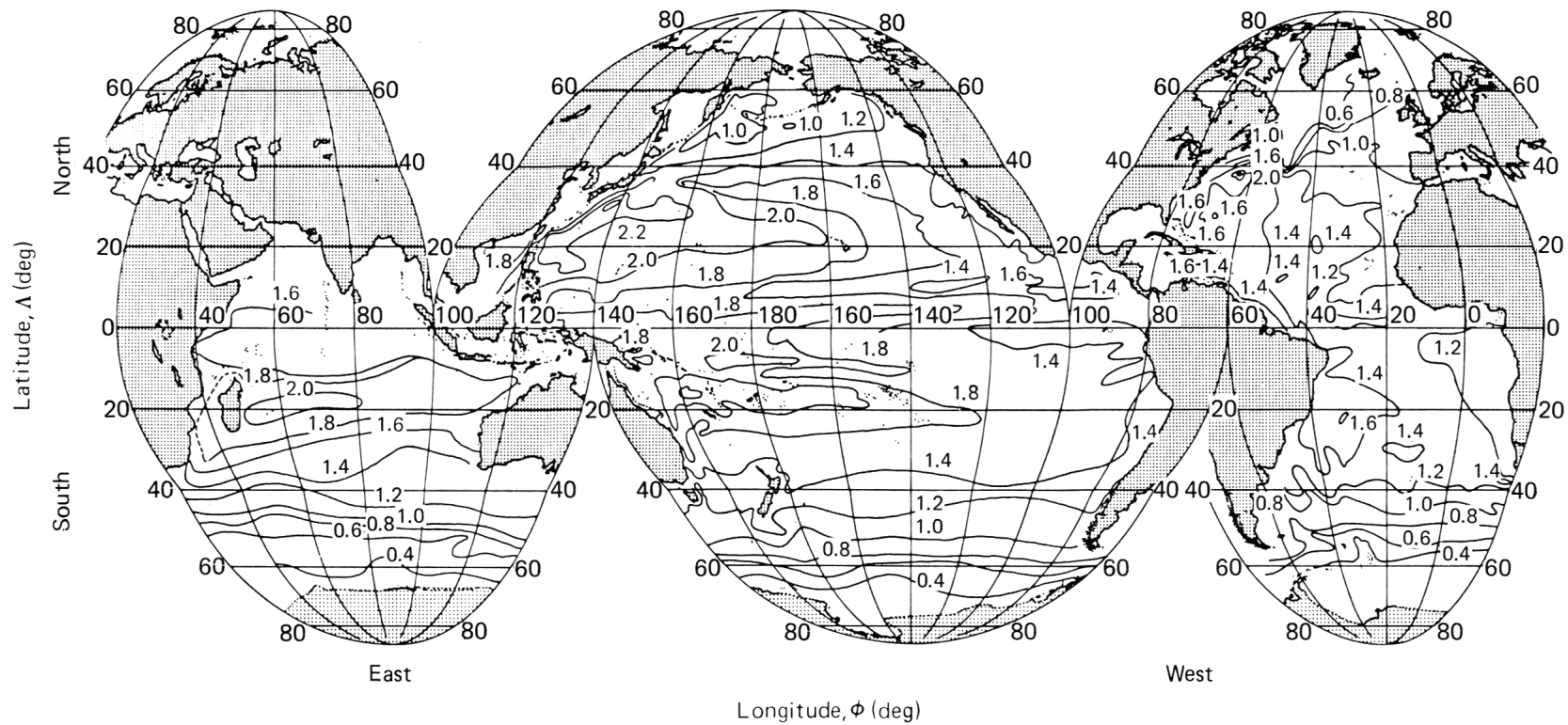


## 地衡流(力学)計算

地衡流平衡の式を用い、上から圧力を計算すれば絶対流速が求められるはずだが、海面高度が測定できない。実際には、深層で無流速として、温度風バランスの式を上方に積分して、求めることが多い。



海洋中の水温・塩分から推定された(ジオイドからの)海面高度



Stommel, H., in *Studies on Oceanography* (1964)



日本近海の深さ100m,  
200mの水温分布

2001年6月16日～7月15日

