

大気海洋物理学基礎論（海洋編）  
 第3回： 浅水波方程式・地衡流

◎海洋の中～大規模スケール現象の力学は以下に示す浅水波方程式（shallow water eq.）でおおむね表現できる。水平方向のスケールの方が鉛直方向のスケールよりずっと大きいときに成立。

時間変化 コリオリカ 圧力傾度力

$$\left[ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (= -g \frac{\partial \eta}{\partial x}) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} \quad (= -g \frac{\partial \eta}{\partial y}) \end{array} \right] \text{ 水平方向の運動方程式}$$

$$\left[ \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0 \right] \text{ 連続の式}$$

( $u, v$ ) :  $x, y$  方向の流速  
 $f$  : コリオリパラメータ  
 $P$  : 圧力,  $\rho$  : 密度,  $\eta$  : 表面変位  
 $h$  : 水深

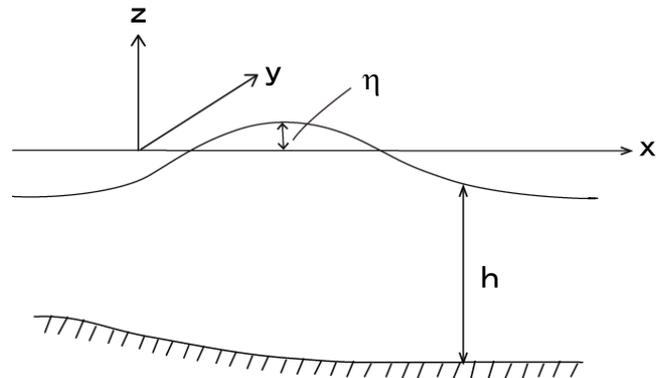


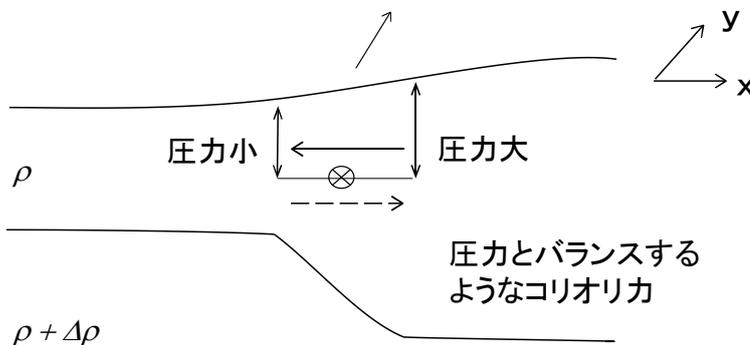
図 3.1

◎地衡流（geostrophic current）

上の浅水方程式で定常の場合 ( $\frac{\partial}{\partial t}=0$ ) の場合

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

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



$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad (\text{水平的に圧力の変化なし})$$

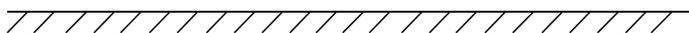


図 3.2 : 地衡流のイメージ : 二層を考えた場合 (北半球 :  $f > 0$ )

### 地衡流：海洋学で一番使う関係式

- ・表層の流れ（海流）は、海面の凹凸がわかれば、ほぼ正確に知れる。
- ・海流は、海面の高い所から低い所へ向かって流れるわけではない（直感的イメージと異なる）。
- ・表層の流れ（海流）は、北半球では、海面が高い方を右に見るようにして流れる（図 3.3）。
- ・その際の力のバランス（図 3.3）は水平圧力勾配力とコリオリ力
- ・このようなバランスの流れを地衡流（Geostrophic Current）と呼ぶ。
- ・世界の海流のほとんどは地衡流として近似できる。
- ・深層の流れが十分弱いとすると、全層の密度（水温と塩分で決まる）がわかると、海面の高度や各層の圧力がわかり、地衡流計算から海流分布がわかる（図 3.6）。

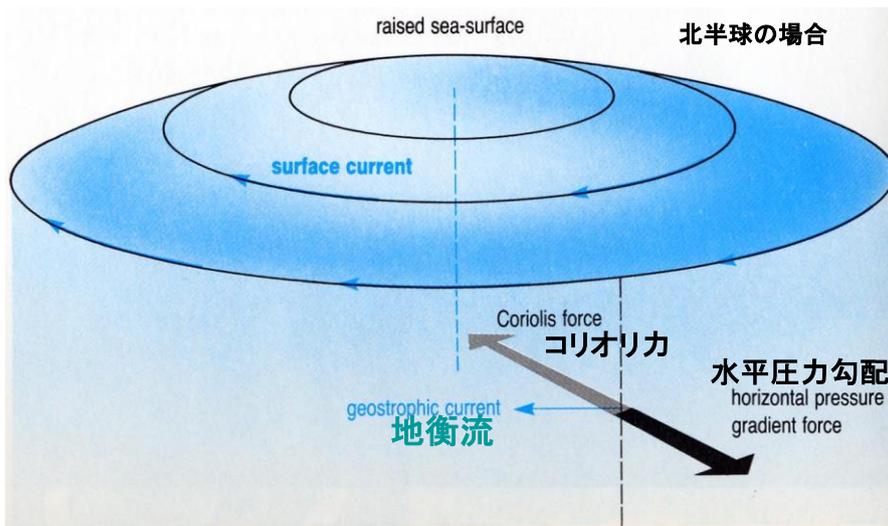


図 3.3： 地衡流バランス

### 地衡流：水位の高いほうを右に見て流れる（北半球で）

$$f v = g \partial \eta / \partial x$$

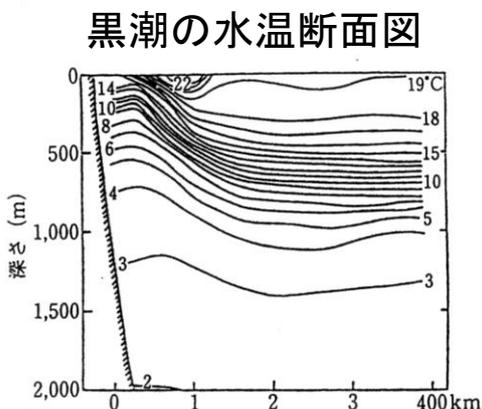


図 3.4： 黒潮の水温の断面図

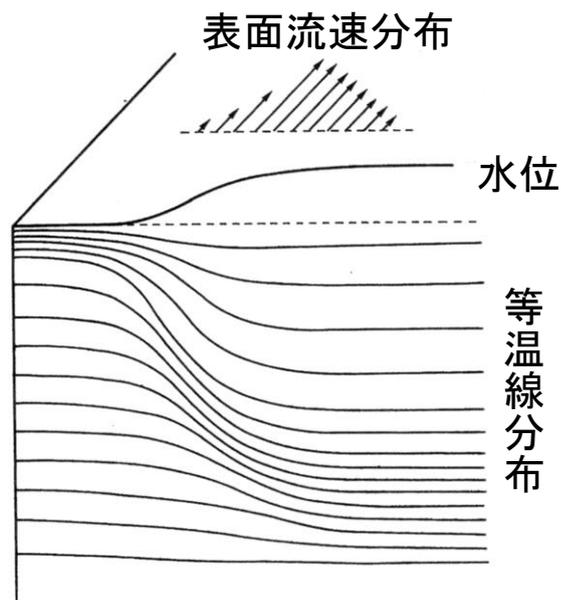


図 3.5： 水温（密度）断面と水位・流速の関係

# 地衡流から求めた表層流

1500dbar基準

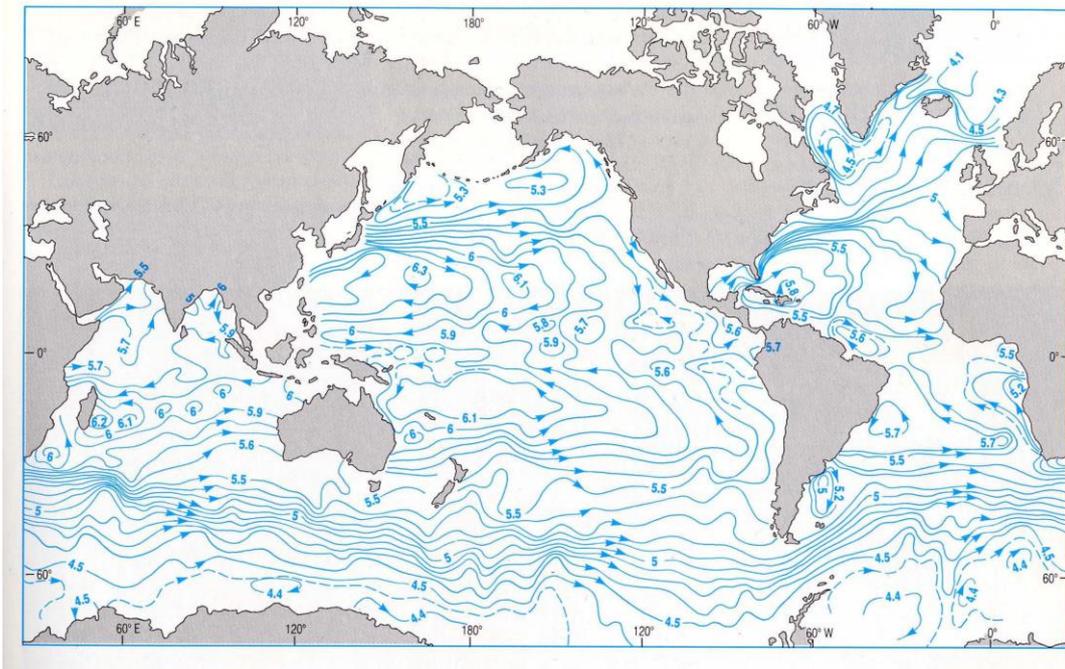
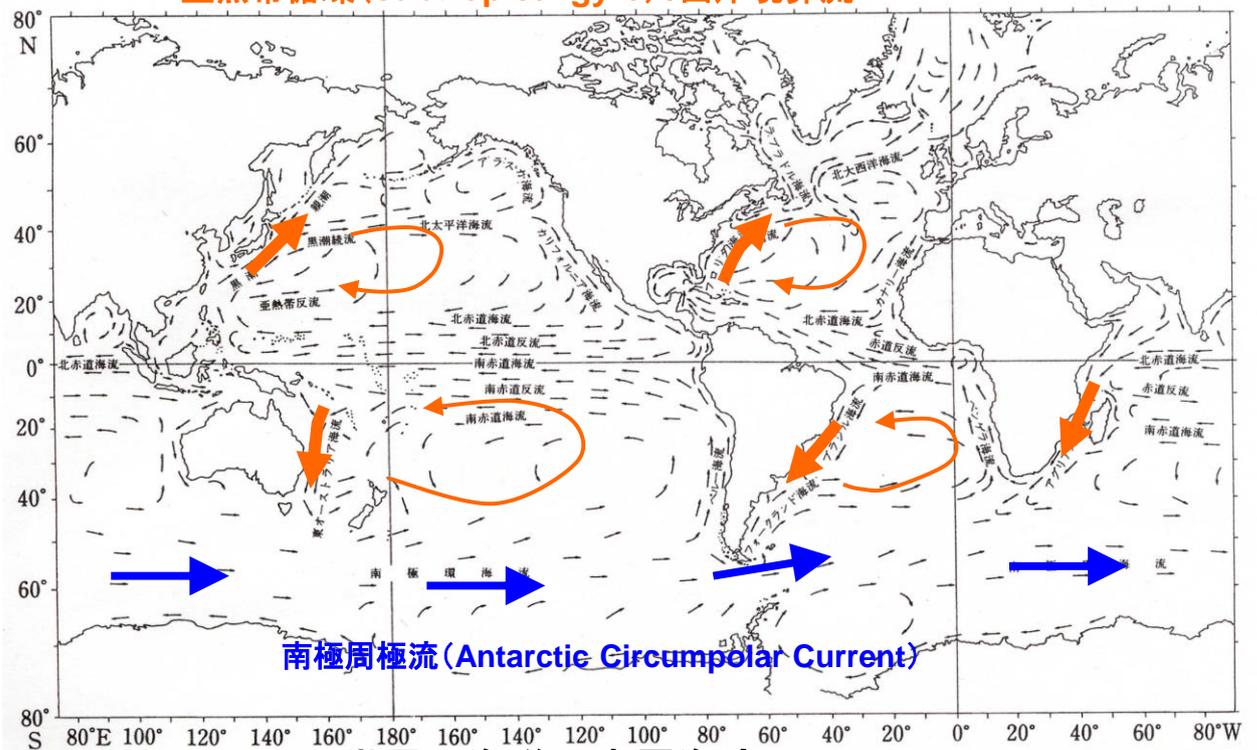


図 3.6 : 地衡流から求めた表層流 : 海面での力学高度分布 (凹凸分布) を示す。  
 1500dbar 面を基準面(無流面)としたもの。コンタの単位は dynamic meters。  
 コンタの範囲は 4.4-6.4m (高低差 2m)。黒潮を挟んで 1m 近くの高度差がある。

## 亜熱帯循環 (subtropical gyre) : 西岸境界流



## 南極周極流 (Antarctic Circumpolar Current)

## 世界の海洋の表層海流

図 3.7: 世界の海流図