

移流・拡散過程と水塊の形成

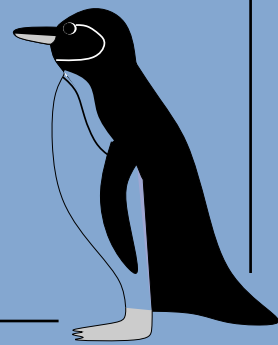
水温や塩分は、海面で極大値を獲得し、混ざり拡がってゆく

今週のポイント

- ◆ 各大洋における水温と塩分の南北-深度分布について
- ◆ 移流と拡散の特性について直感的に理解する
- ◆ 水塊の形成過程

今週のレポート問題

- 移流や拡散の特性に基づき、海洋の水温・塩分の分布を説明せよ。

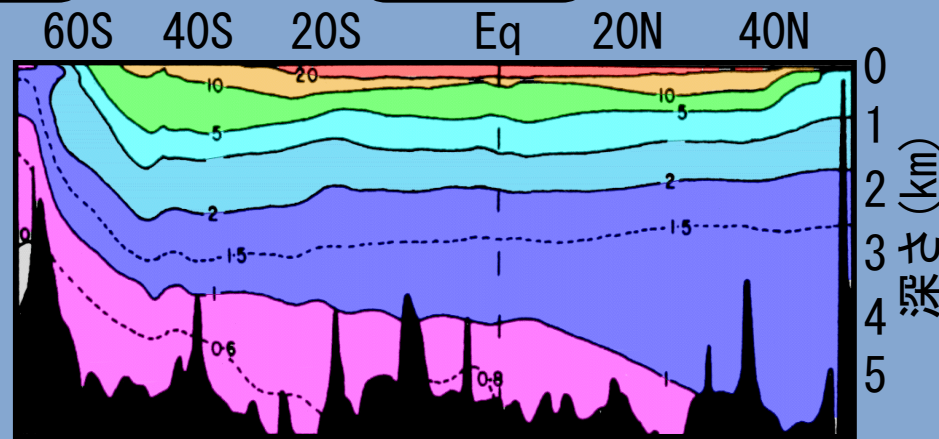
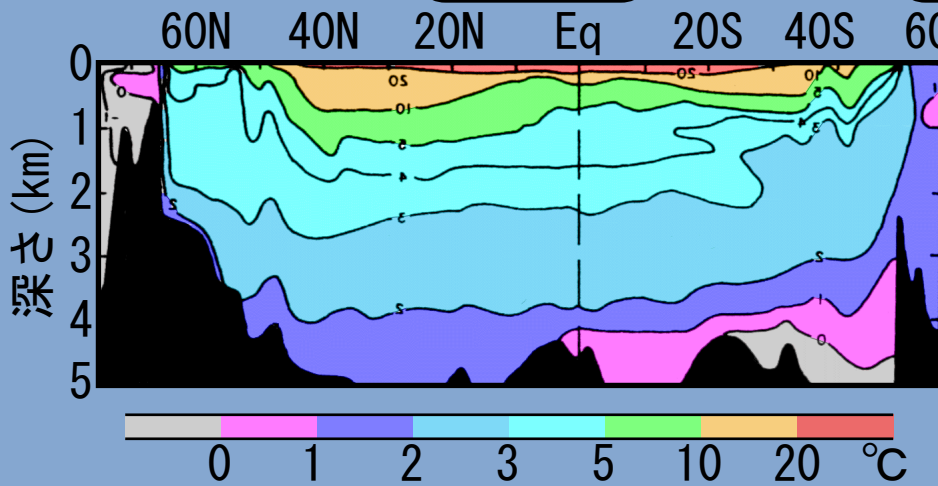


水温と塩分の南北鉛直分布

大西洋

水温

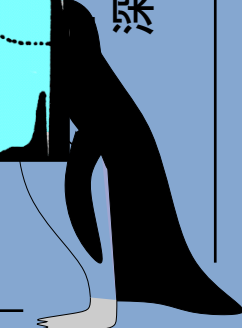
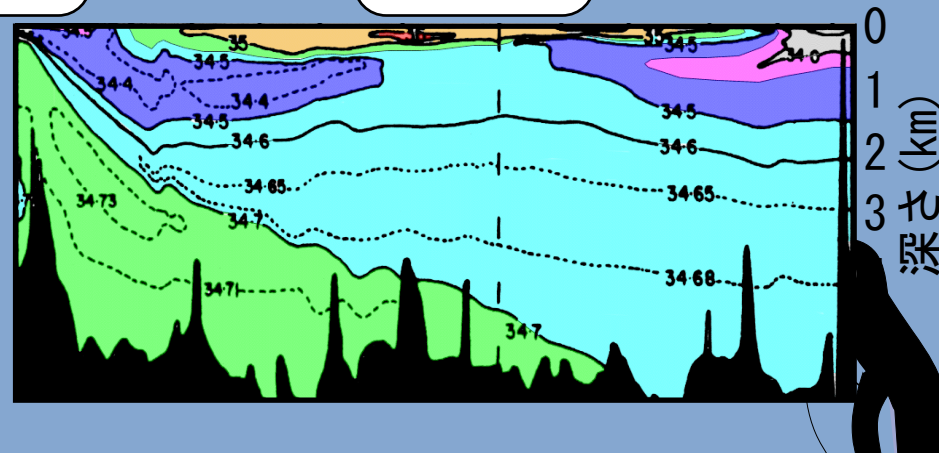
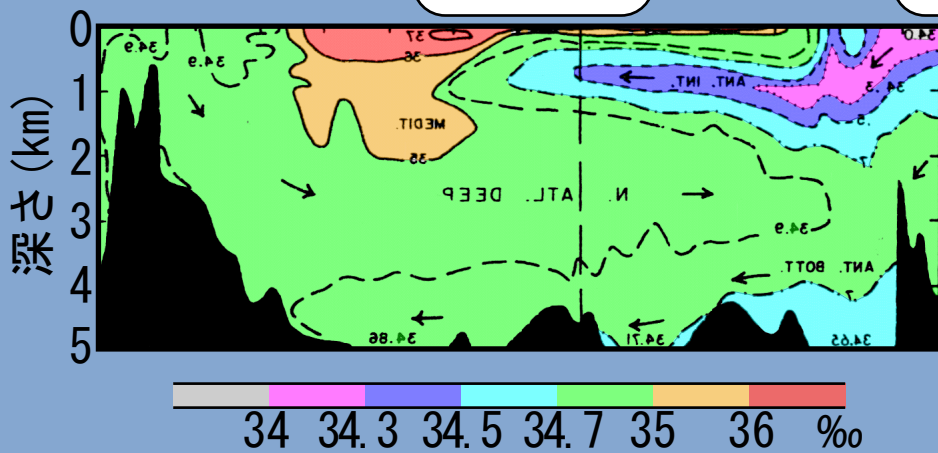
太平洋



大西洋

塩分

太平洋

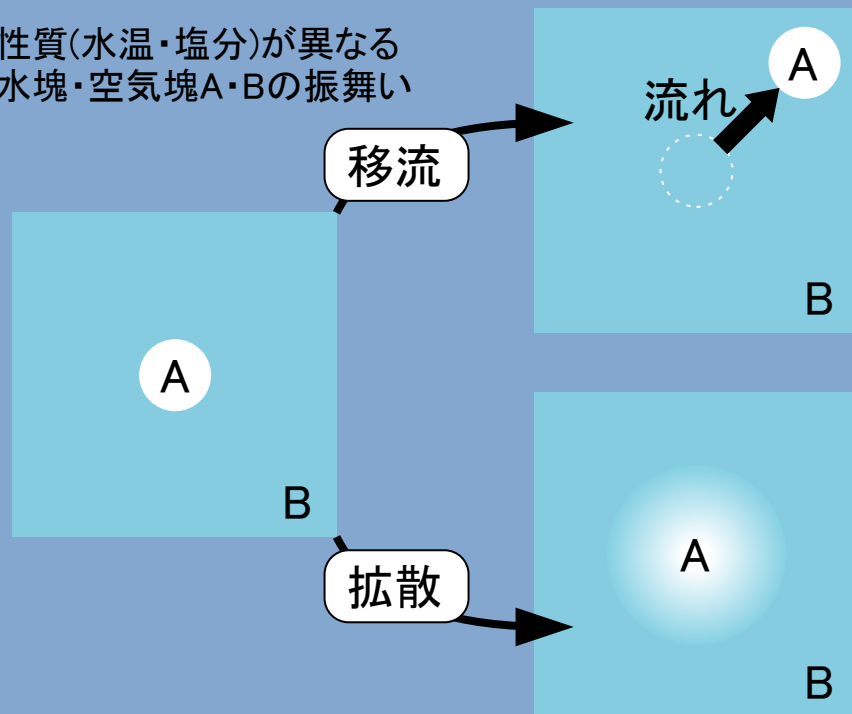


水温の式

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \underbrace{-u \frac{\partial T}{\partial x} - v \frac{\partial T}{\partial y} - w \frac{\partial T}{\partial z}}_{\text{水平移流 鉛直移流 移流形式}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} \left(A_{HH} \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_{HH} \frac{\partial T}{\partial y} \right)}_{\text{水平拡散}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial z} \left(A_{HV} \frac{\partial T}{\partial z} \right)}_{\text{鉛直拡散}} + S_{\text{加熱冷却}}$$

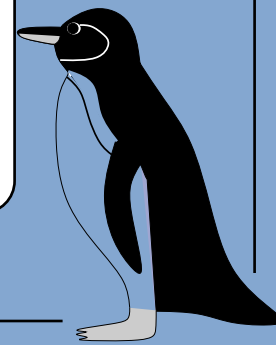
連続の式 $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$ が成り立つとき、 $-\frac{\partial(uT)}{\partial x} - \frac{\partial(vT)}{\partial y} - \frac{\partial(wT)}{\partial z}$ でもよい
フラックス形式

性質(水温・塩分)が異なる
水塊・空気塊A・Bの振舞い



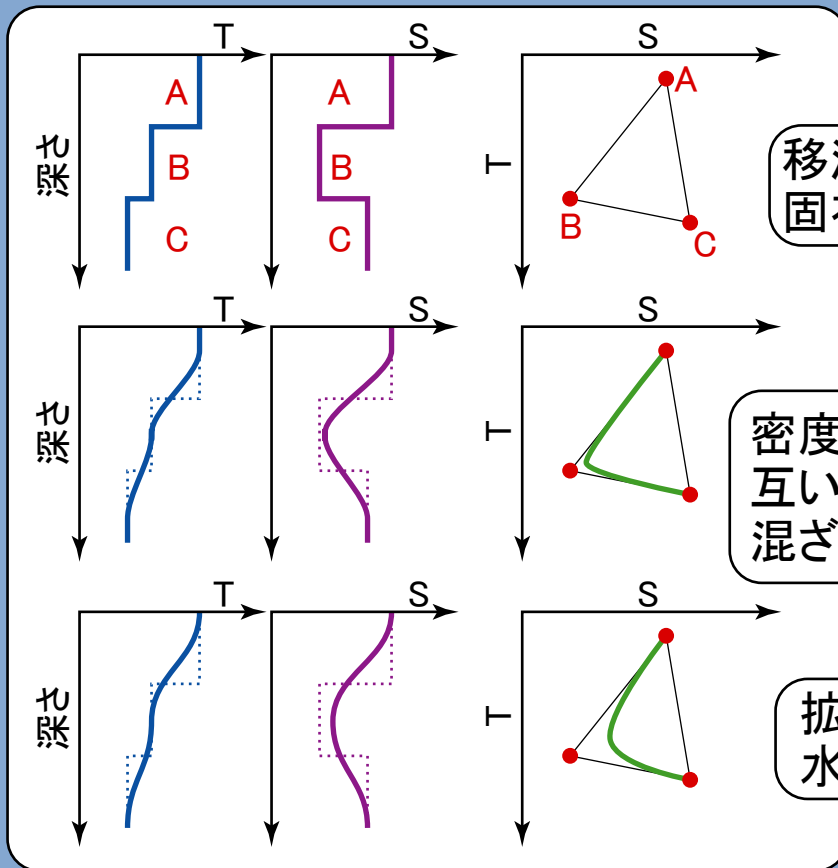
流れがないときはそのまま
流れに沿って動く
AもBも個々のトレーサーの性質を
保存する

流れがないときも広がる
流れとは異なる方向にも広がる
AもBもトレーサーの性質を失って
いくが、AとBを合わせた性質は保存する



水塊の形成

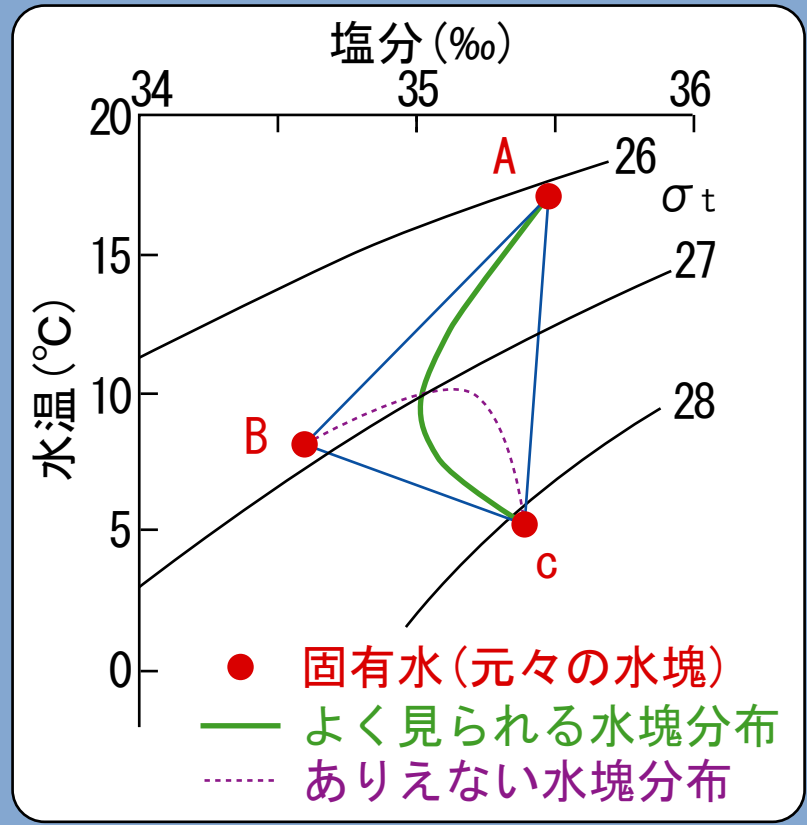
海面で水温と塩分との組み合わせをもつ水(固有水)が生成され、海水中でいくつかの固有水が混ざることによって、特定の温度塩分分布をもつ水(水塊)が形成される。



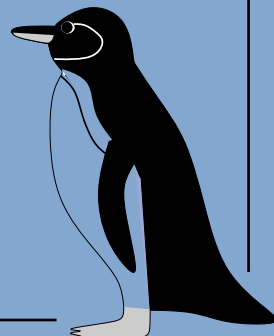
移流のみでは固有水は保存

密度が比較的近い水が互いに層状になりながら混ざってゆく

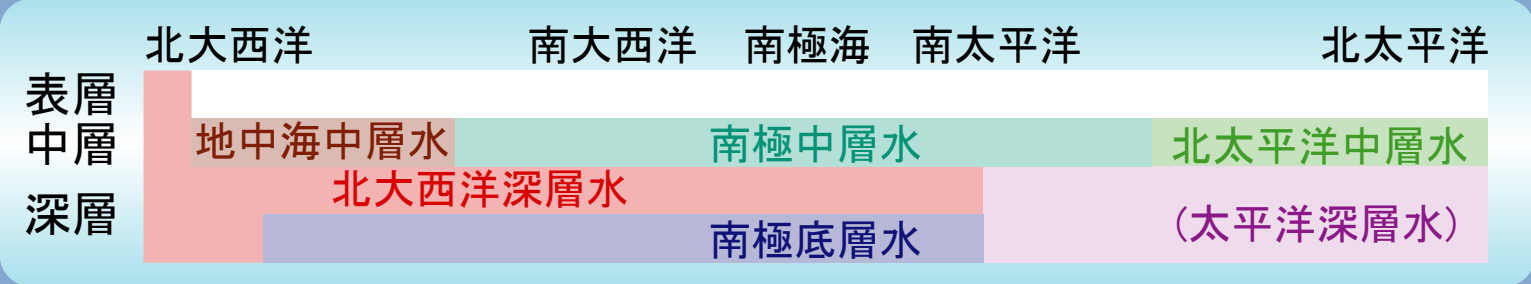
拡散によって水塊の形成



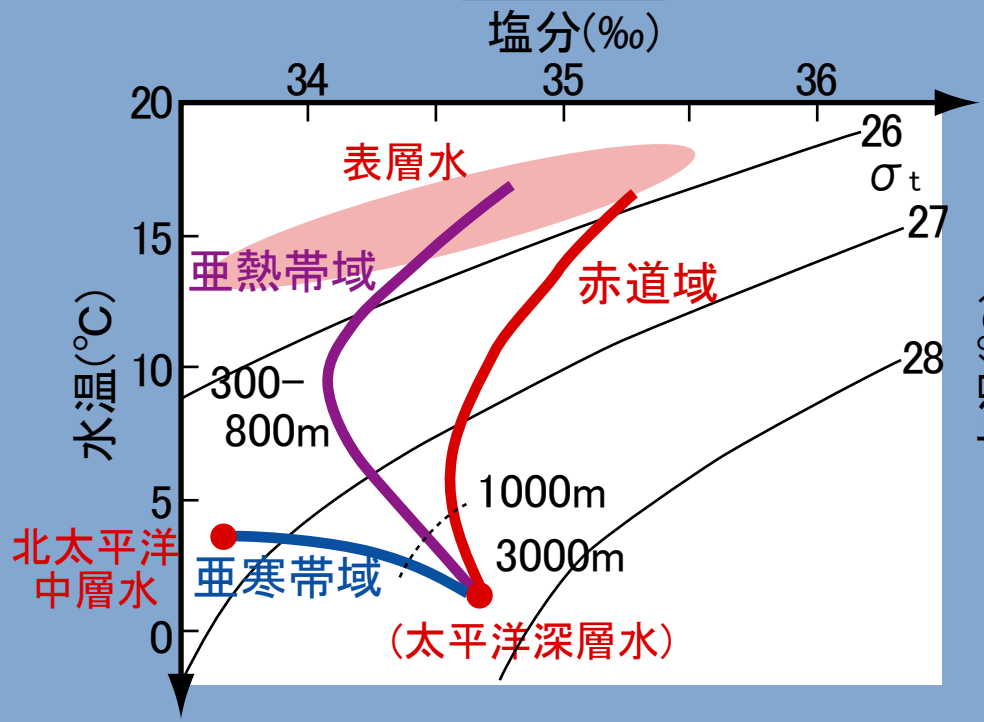
- 固有水 (元々の水塊)
- よく見られる水塊分布
- ⋯⋯ ありえない水塊分布



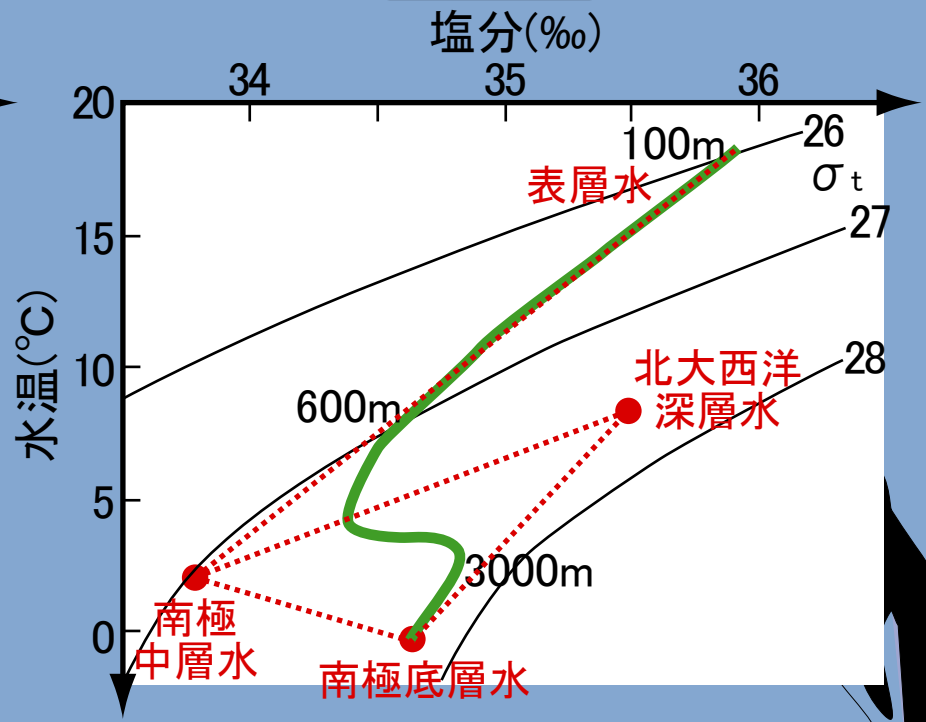
全海洋における主要な水塊の温度・塩分分布



北太平洋



南大西洋



ある深さの水(T,S)は、

表層水(Ts,Ss) a[%] $T = aT_s + bT_i + cT_d$

中層水(Ti,Si) b[%] $S = aS_s + bS_i + cS_d$

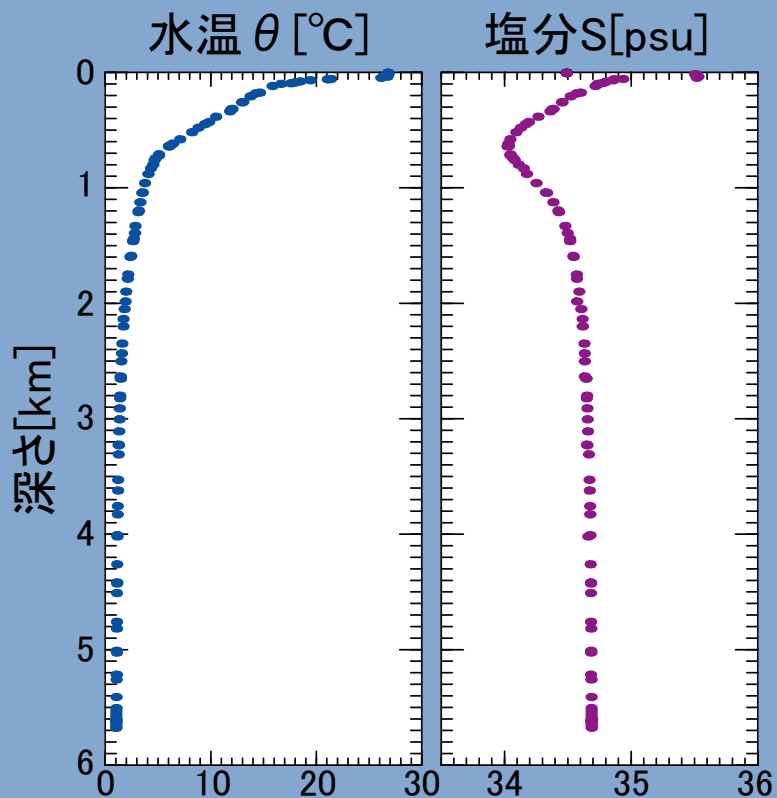
深層水(Td,Sd) c[%] $100 = a + b + c$

が混ざって出来たとすると の3つの式からa,b,cを決めれば良い

測定番号: GEOSECS Sta.213

場所: 30.967N 168.475W

測定日: 22/09/1973



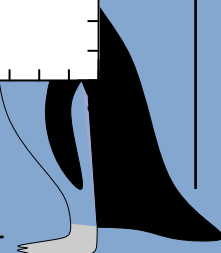
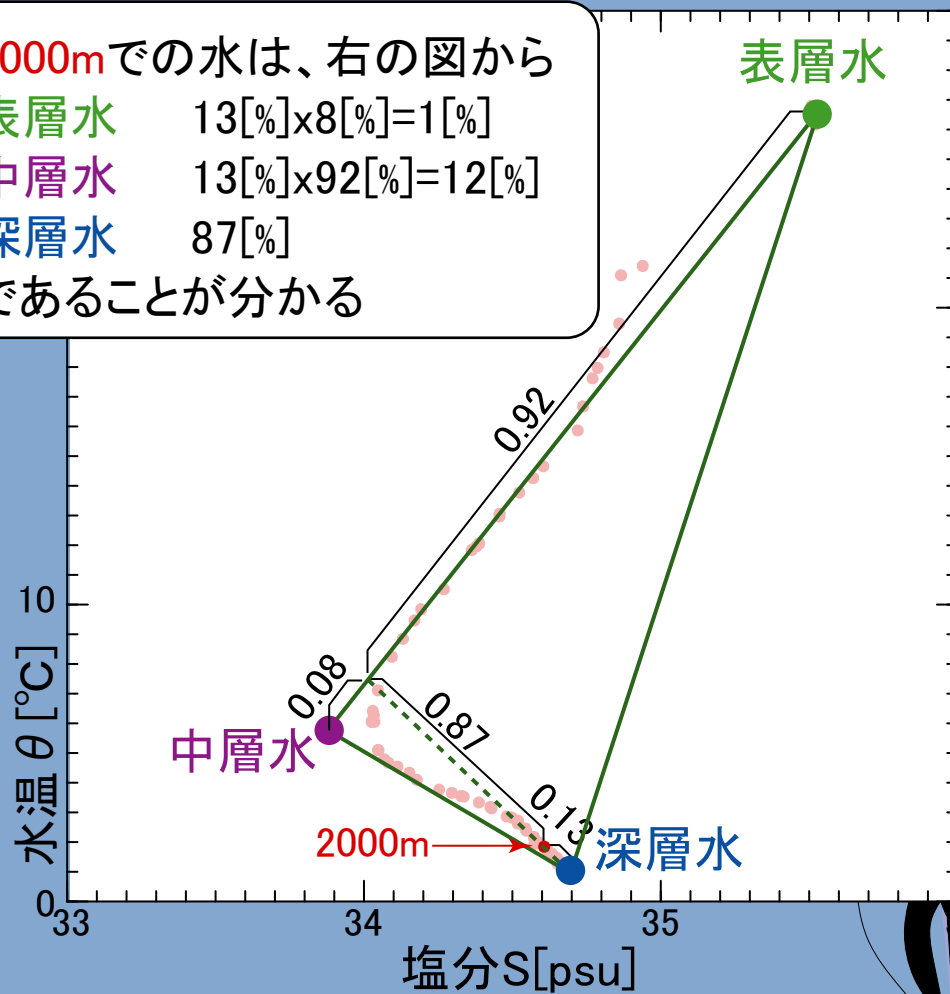
2000mでの水は、右の図から

表層水 13[%]x8[%]=1[%]

中層水 13[%]x92[%]=12[%]

深層水 87[%]

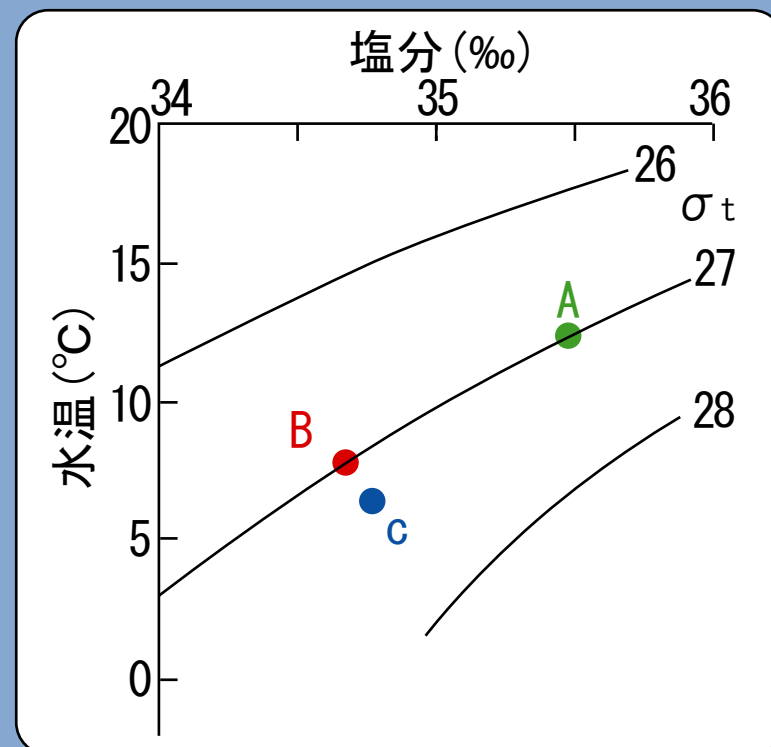
であることが分かる



水平方向と鉛直方向の混ざり具合

密度が同じ水が混ざりやすい
(厳密には等密度面拡散)

1000km水平方向に離れた水と
100m鉛直方向に離れた水とは
同じ程度混ざりやすい



水平拡散と鉛直拡散が同程度に影響を与えるスケールの見積もり

水平拡散 ~ 鉛直拡散

$$\frac{A_H}{(\Delta x)^2} \sim \frac{A_V}{(\Delta z)^2}$$

A_H 水平拡散係数
(代表的な値 1×10^3 [m²/s])

A_V 鉛直拡散係数
(代表的な値 1×10^{-4} [m²/s])

Δx 代表的鉛直スケール

Δz 代表的水平スケール

