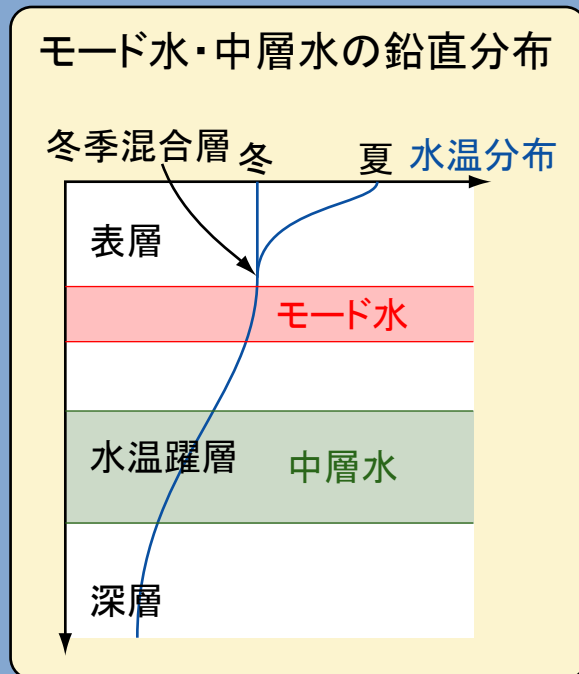
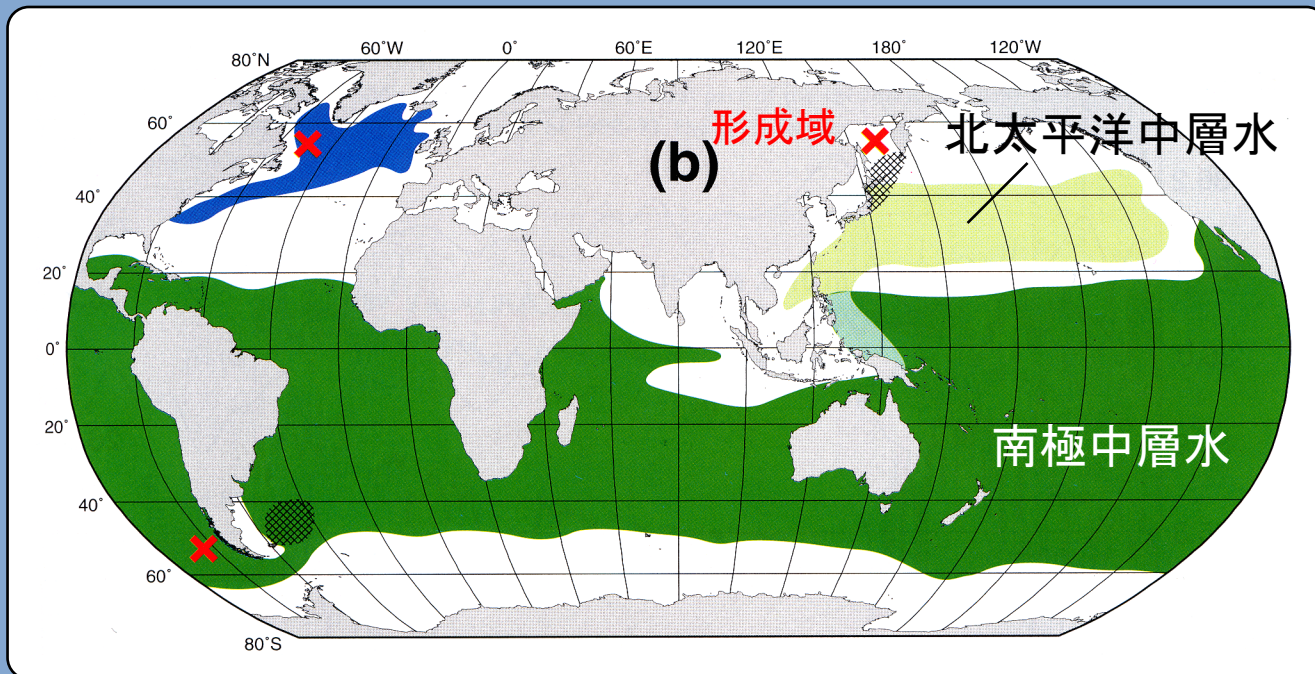
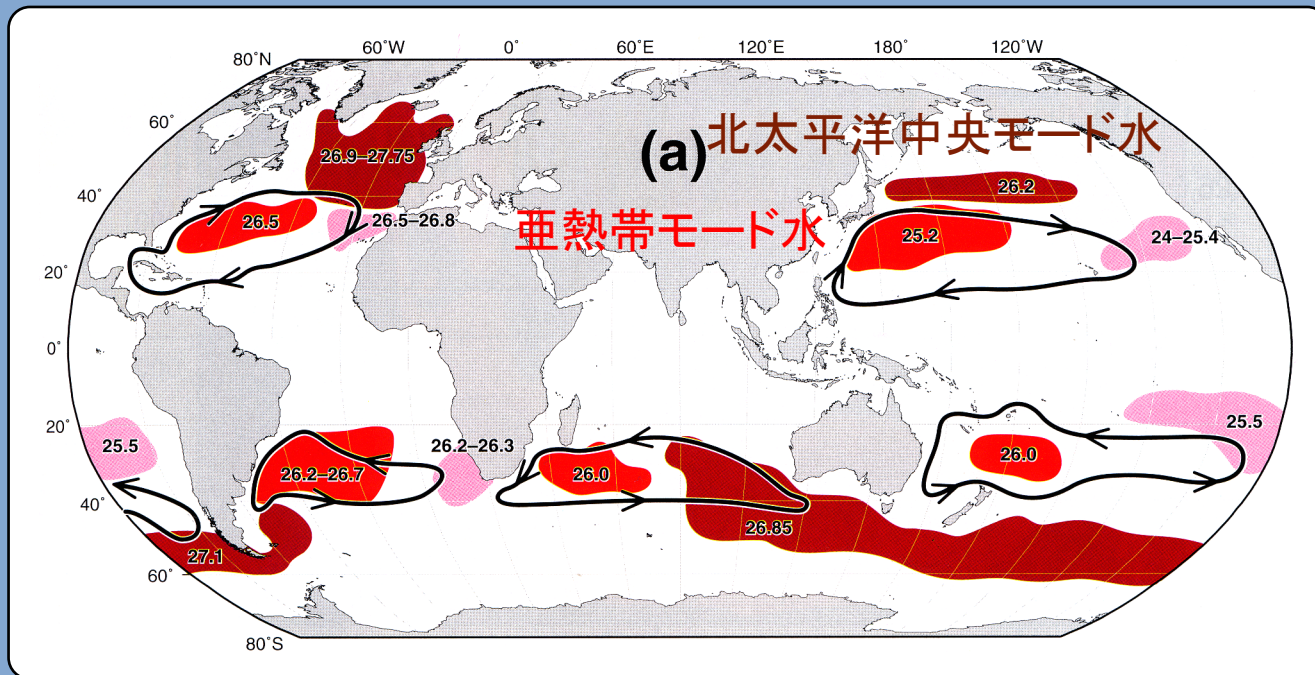
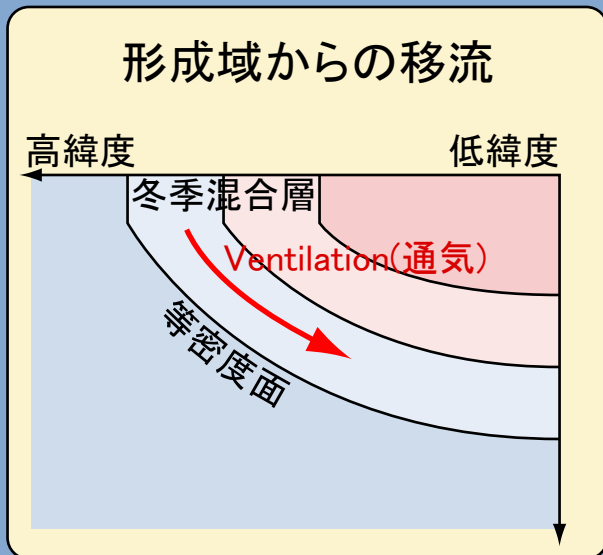


モード水と中層水の分布



太平洋・大西洋における
各トレーサーの鉛直分布

北太平洋

測定#: GEOSECS Sta.213

場所: 30.967N 168.475W

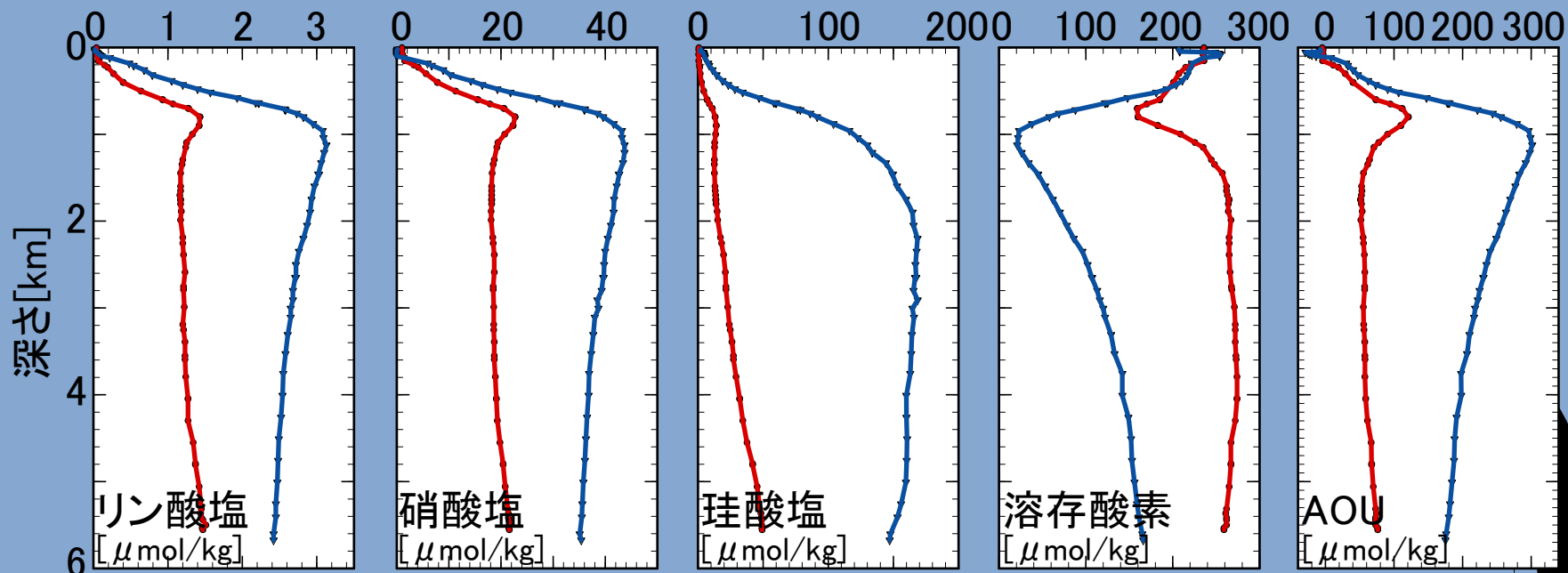
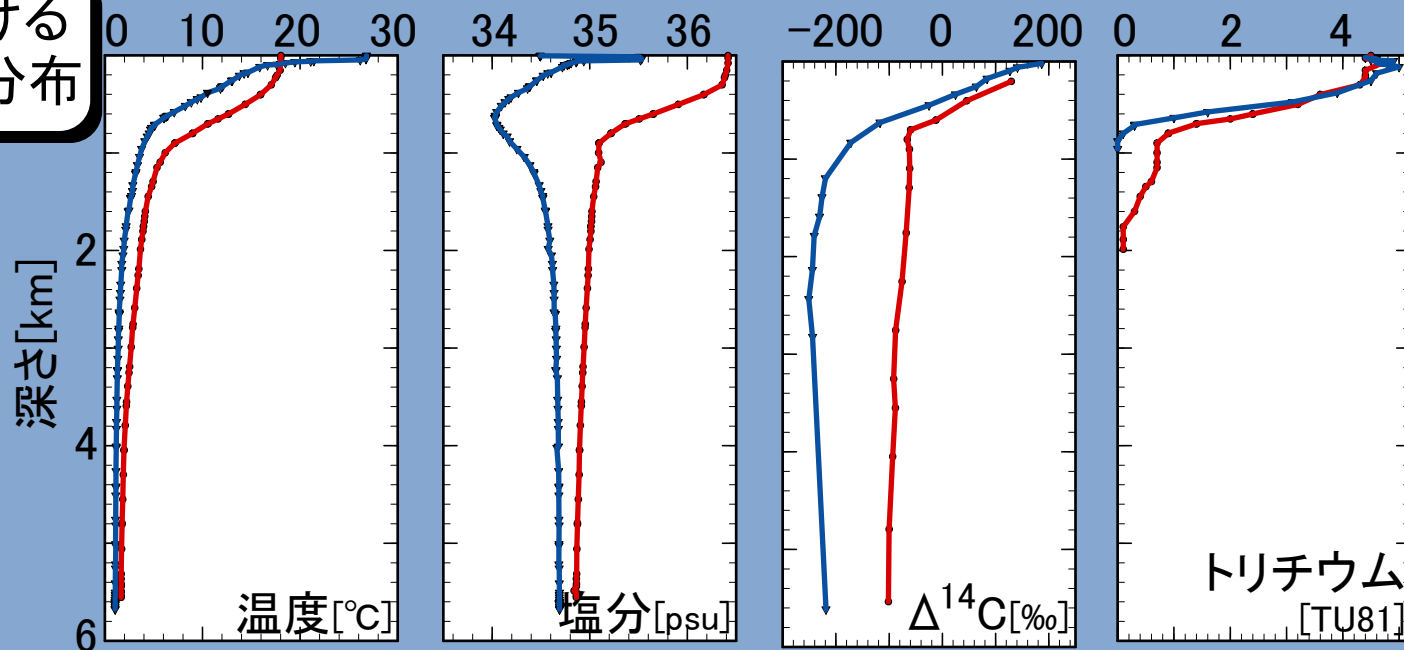
測定日: 22/09/1973

北大西洋

測定#: GEOSECS Sta.120

場所: 33.267N 56.550W

測定日: 27/03/1973



トリチウム
[TU81]

リン酸塩
[$\mu\text{mol/kg}$]

硝酸塩
[$\mu\text{mol/kg}$]

珪酸塩
[$\mu\text{mol/kg}$]

溶存酸素
[$\mu\text{mol/kg}$]

AOU
[$\mu\text{mol/kg}$]

移流拡散モデルによる水温の鉛直分布の理解

$$0 \leftarrow \frac{\partial T}{\partial t} = -w \frac{\partial T}{\partial z} + Av \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

定常を考える

w 鉛直速度
(代表的な値 1~3[m/y])

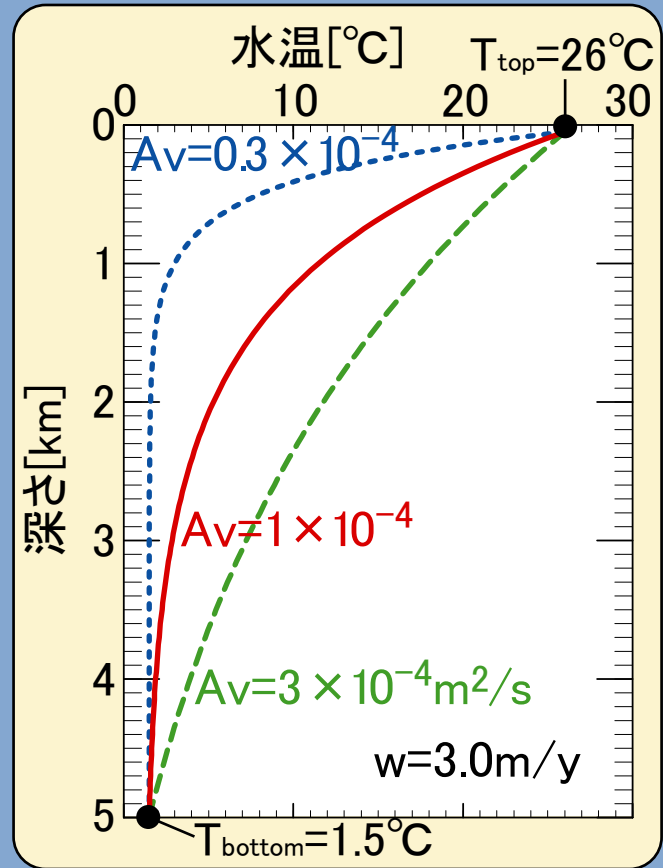
Av 鉛直拡散係数
(代表的な値 $0.1 \sim 1 \times 10^{-4}$ [m²/s])

モデルの解

$$T = T_{\text{bottom}} + (T_{\text{top}} - T_{\text{bottom}}) e^{-\frac{z}{\tau}}$$

$$\tau = \frac{Av}{w} = 300 \sim 1000 \text{ [m]}$$

温度躍層スケール

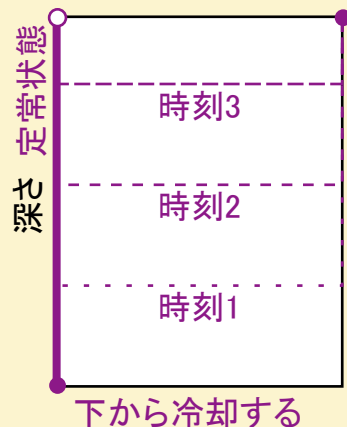


もし移流だけだったら...

$$-w \frac{\partial T}{\partial z} = 0$$

解: T = 定数

温暖な初期条件

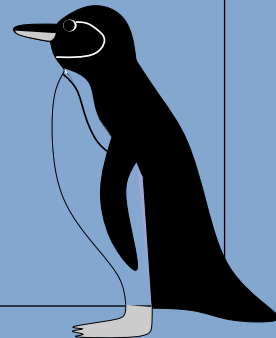
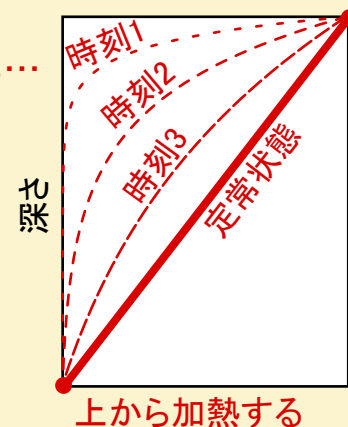


もし拡散だけだったら...

$$Av \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0$$

解: T = az + b

寒冷な初期条件



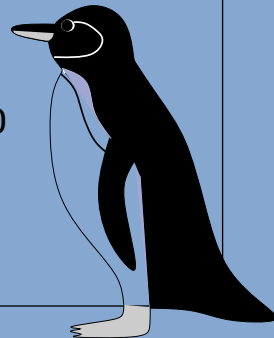
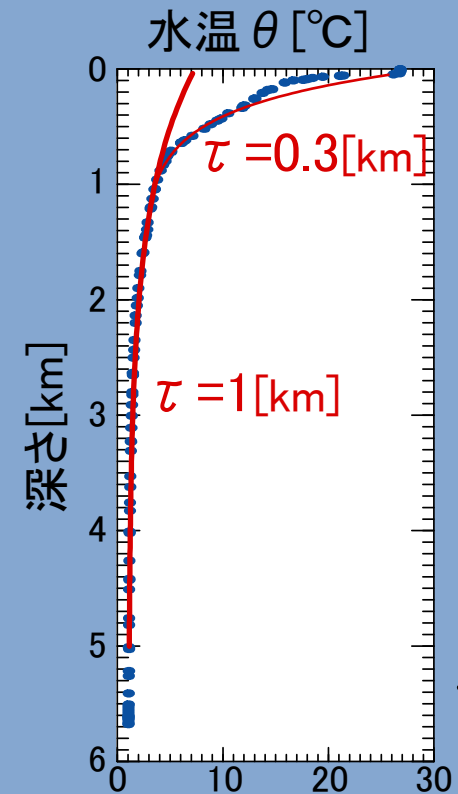
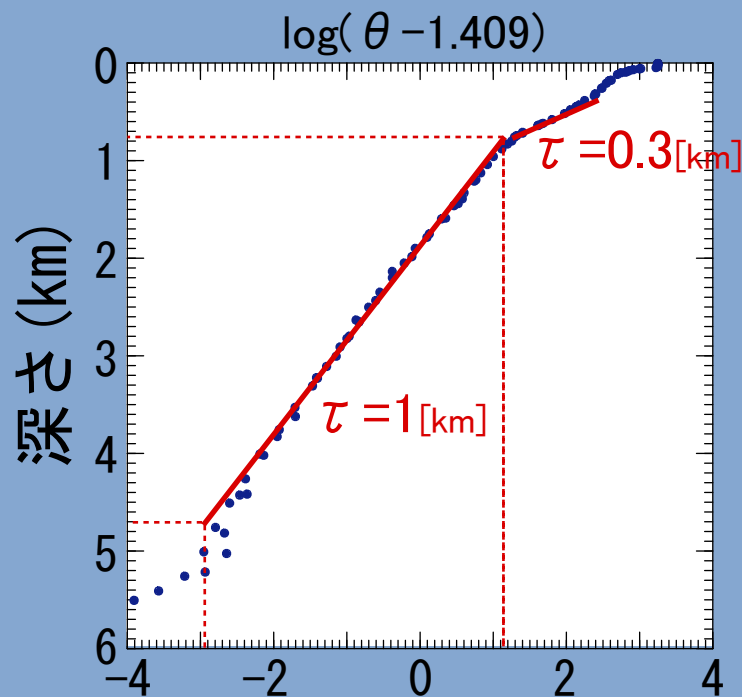
水温の観測された鉛直分布から温度躍層スケールを求める

モデルの解の両辺の対数をとると...

$$\log(T - T_{\text{bottom}}) = \log(T_{\text{top}} - T_{\text{bottom}}) + \underbrace{-\frac{1}{\tau} z}_{\text{傾き}}$$

図の1~4.5kmより

$$\tau = \frac{A_v}{w} = 1000[\text{m}] \text{ が求まる}$$



移流拡散モデルによる放射性炭素の鉛直分布

水温分布から A_v/w という比が決まる。
さらに放射性炭素 ^{14}C の濃度分布から A_v と w を
独立して決める。

$$0 \leftarrow \frac{\partial C}{\partial t} = -w \frac{\partial C}{\partial z} + A_v \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - \lambda C$$

時間変化 移流 拡散 元素壊変

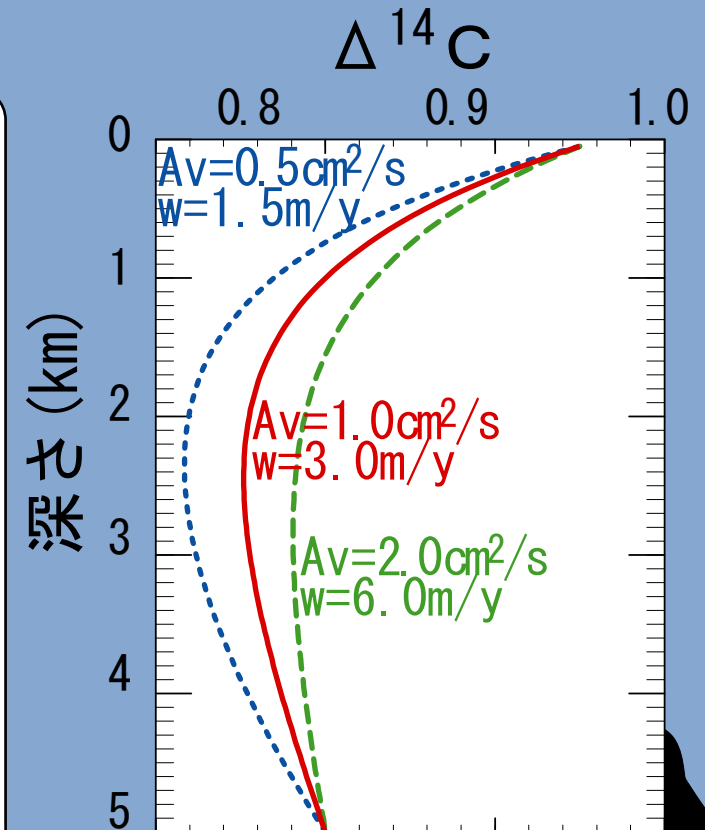
定常を考える

λ : 壊変定数(1/8300年)

近似解

$$C(z) = C_{\text{top}} e^{b_+ z} + C_{\text{bottom}} e^{b_-(z-z_{\text{bottom}})}$$

$$b_{\pm} = \frac{w \pm \sqrt{w^2 - 4A_v \lambda}}{2A_v}$$

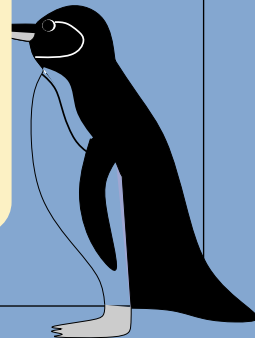
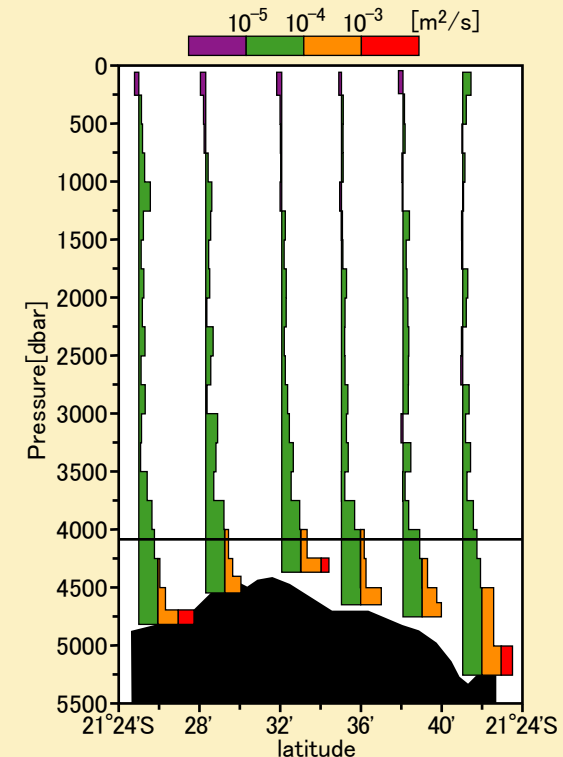
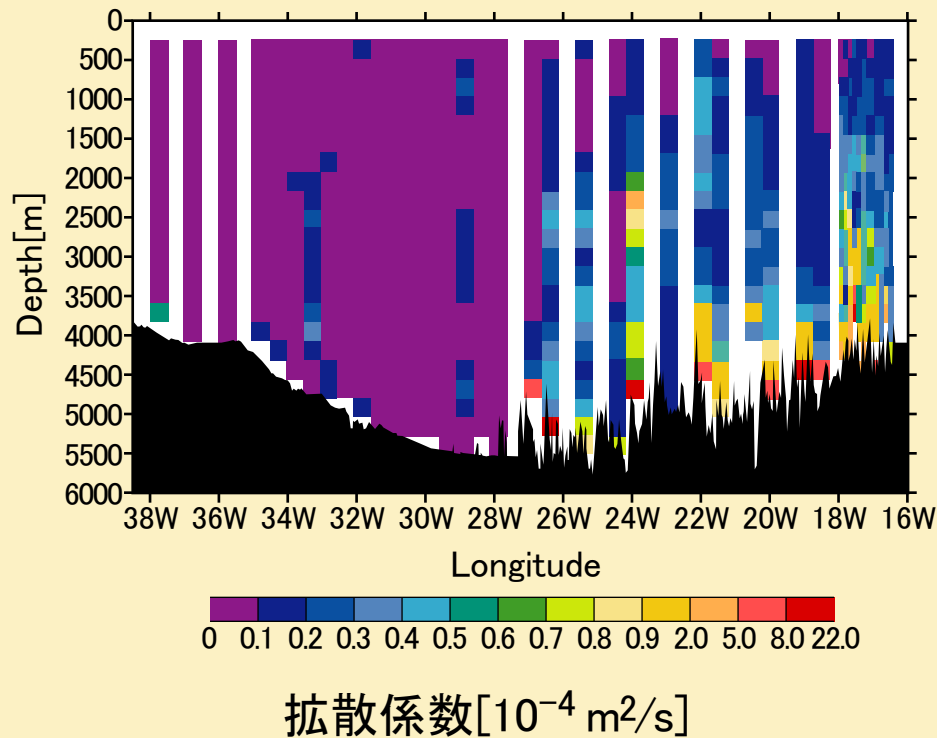


直接測定(マイクロプロファイラーと染料拡散実験)による
ブラジル海盆の深海における拡散係数

内部潮汐による
内部波の碎波

滑らかな海底上 < 0.1
複雑な海底地形 0.2-1.0
(海底直上150m) ~5 [10⁻⁴ m²/s]

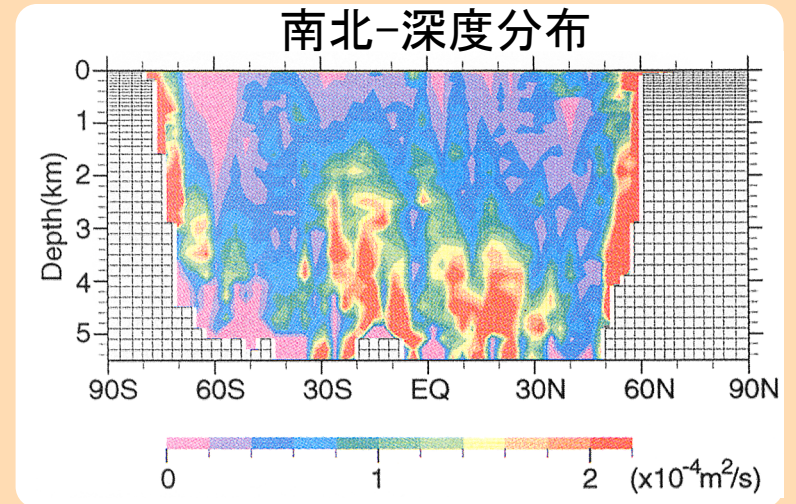
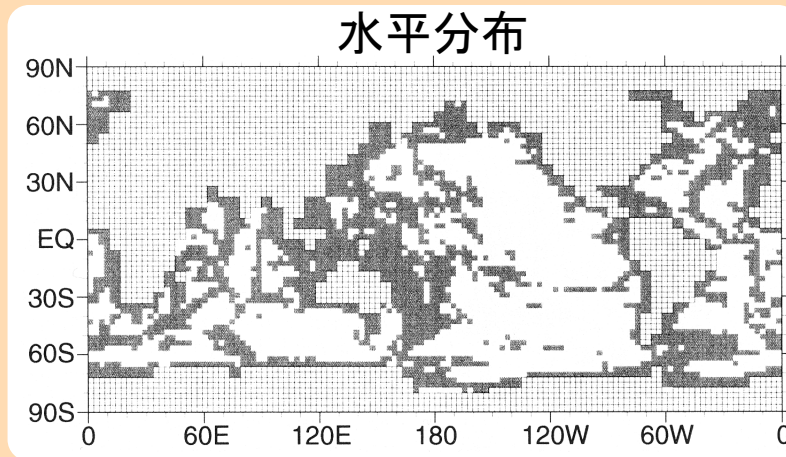
Polzin et al.[1997]
Science, **276**, 93-96



ETOPO5(水平分解能 $1/12^\circ$)から分散を計算し、
 閾値以上の領域の鉛直拡散係数
 $[0.1+10\exp(-h/700m)] \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ とする

Hasumi and Suginozaki [1999]
J.G.R., **104**, 23,367-23,374

仮定した
 拡散係数



計算結果

両ケースとも
 ほぼ湧昇の
 総流量は同じ

赤い領域は
 約年間3m以上
 の湧昇域

