

人・自然・地球共生プロジェクト  
研究課題:「諸物理過程のパラメタリゼーションの高度化」

# 海洋中における乱流拡散の パラメタリゼーションに関する研究

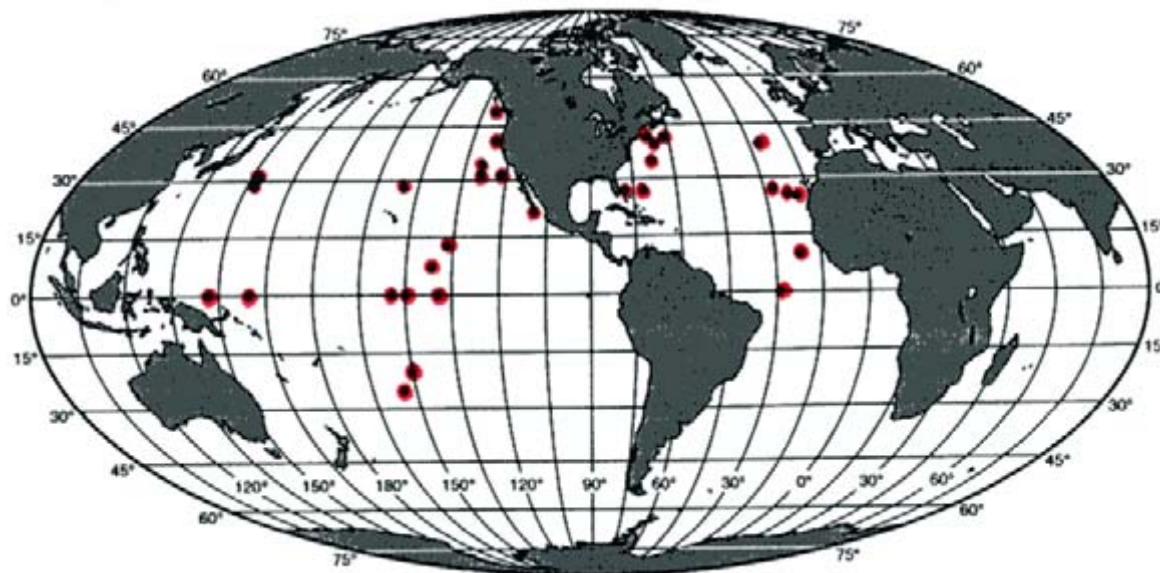
研究代表者: 日比谷紀之(東大院・理)

丹羽淑博(東大院・理) 古恵亮(IPRC, Univ. of Hawaii) 松野健(九大・応力研)  
磯田豊(北大院・水産) 長島秀樹・吉田次郎・北出裕二郎(東水大・水産)

海洋深層(サーモクライン下部)の乱流拡散・混合過程

⇒海洋深層大循環のパターン・熱輸送量をコントロール

※過去に実施された乱流観測の測点分布 [Gregg, 1998]

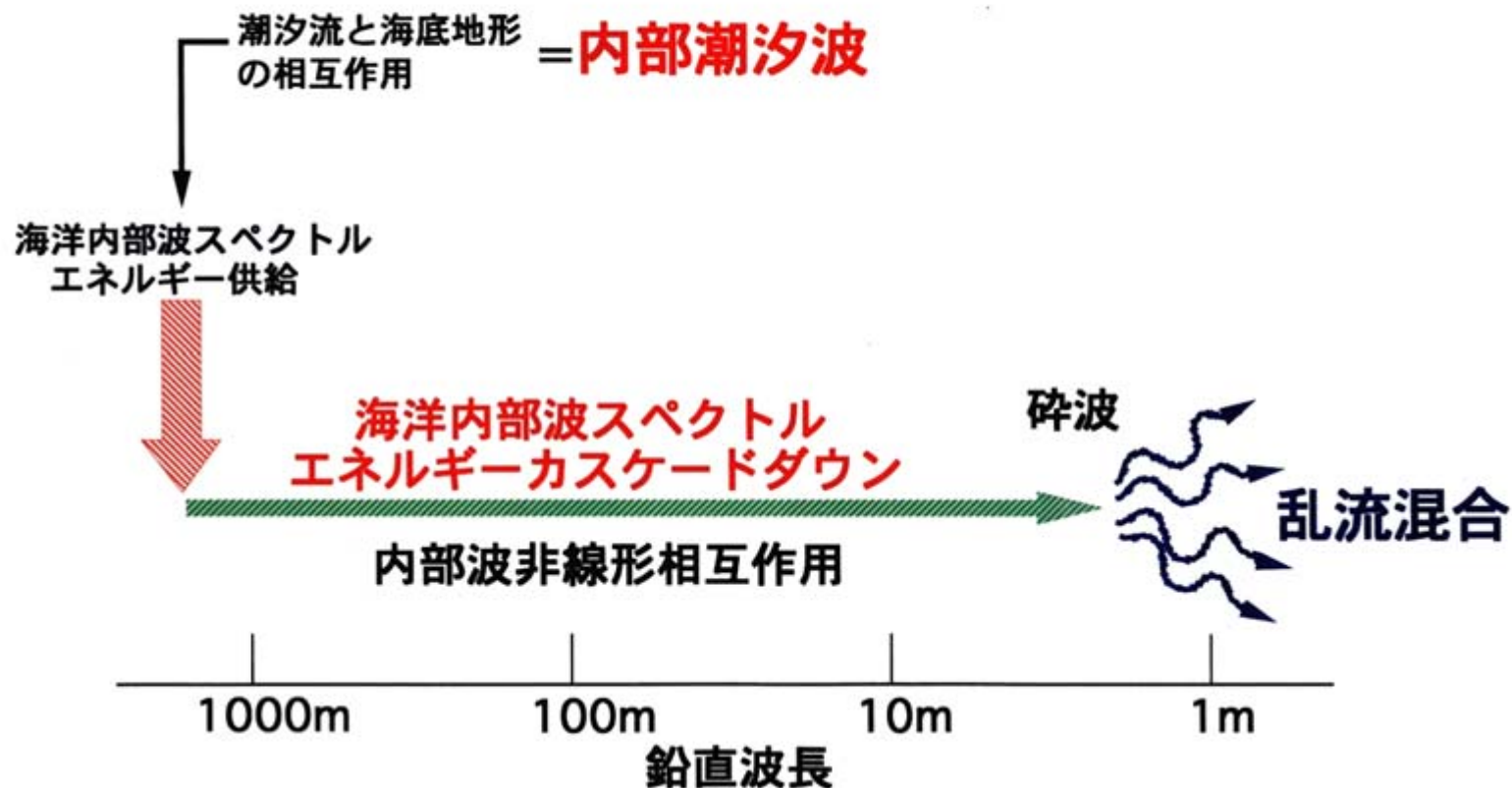


☆本プロジェクトの目的

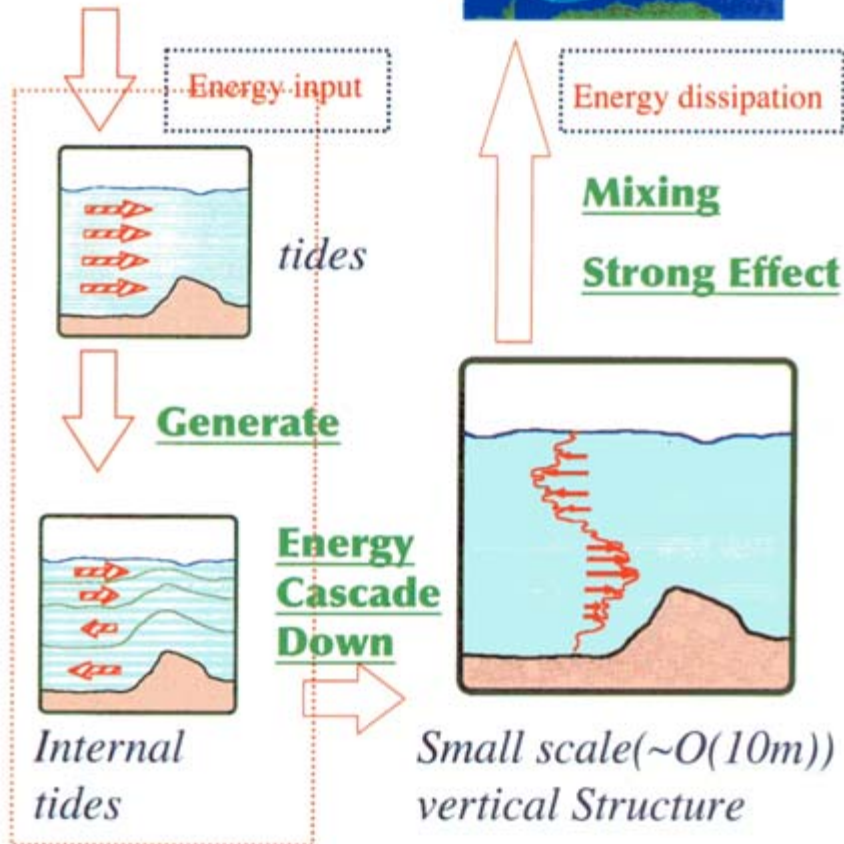
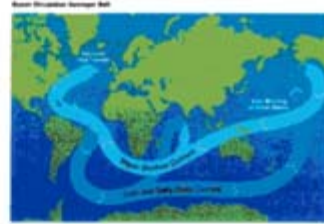
乱流混合係数のグローバル分布のパラメタリゼーション

← 数値実験 + 海洋観測

# ※海洋内部波のエネルギーバランス



# 0. Tides and Ocean Circulation



## ※数値実験

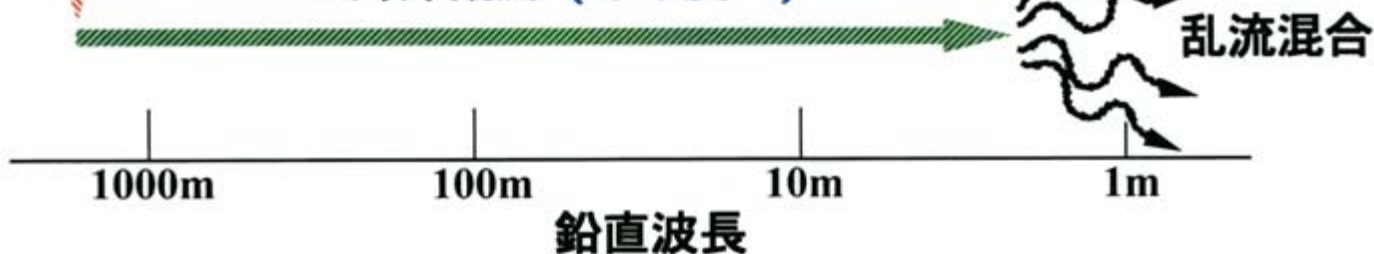
(1)内部潮汐波のグローバルな分布  
の数値シミュレーション (本年度~)



(2)海洋内部波スペクトル内の  
エネルギーカスケードダウン過程

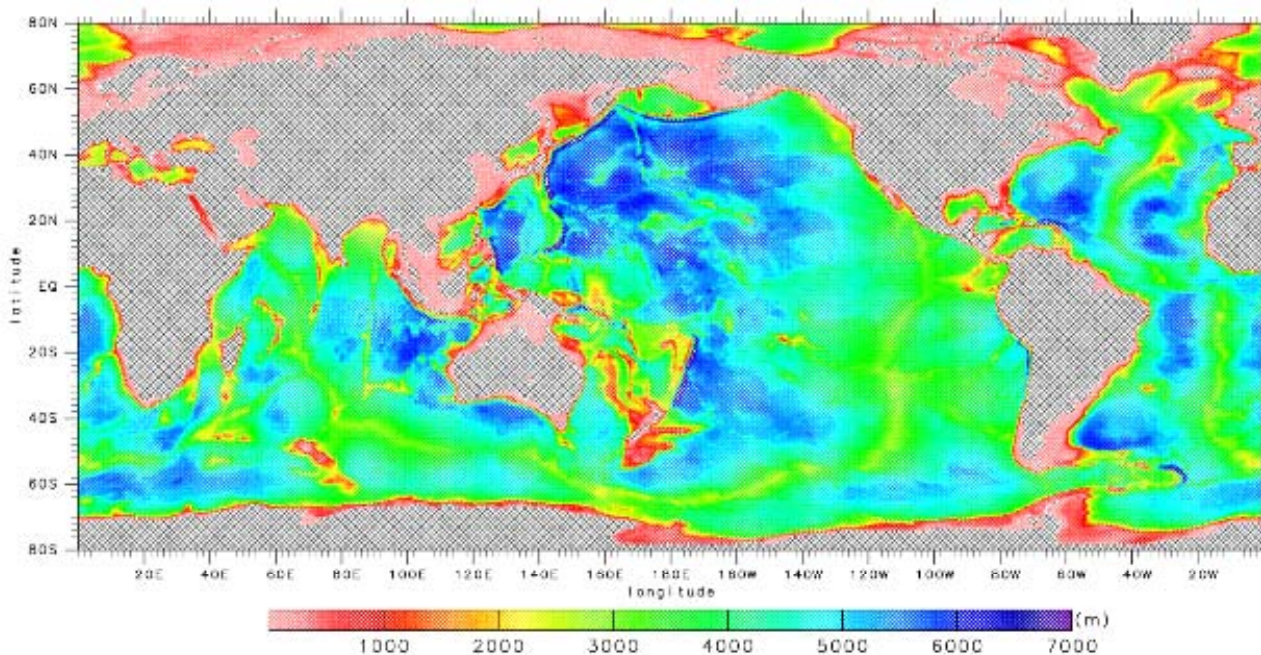
★数値実験 (来年度~)

★海洋観測 (昨年度~)

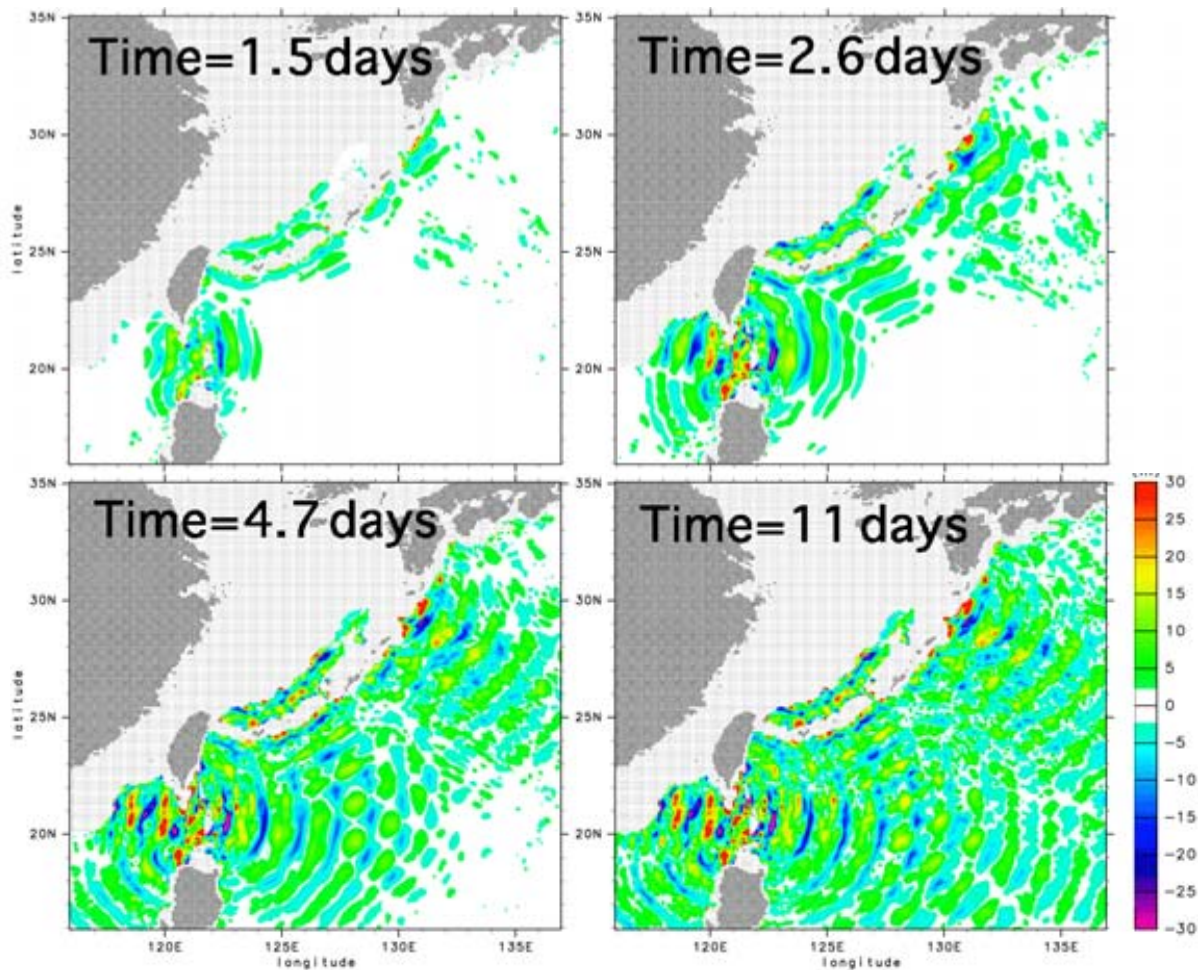


# ★内部潮汐波のグローバル分布 の数値シミュレーション

- ・数値モデル: Princeton Ocean Model ( $\Delta x=1/12^\circ$ , 鉛直20層)
- ・外力: 半日 $M_2$ 潮汐フォーシング  
(Matsumoto et al. [2001] 外部潮汐データの同化)
- ・海底地形: ETOPO5データ



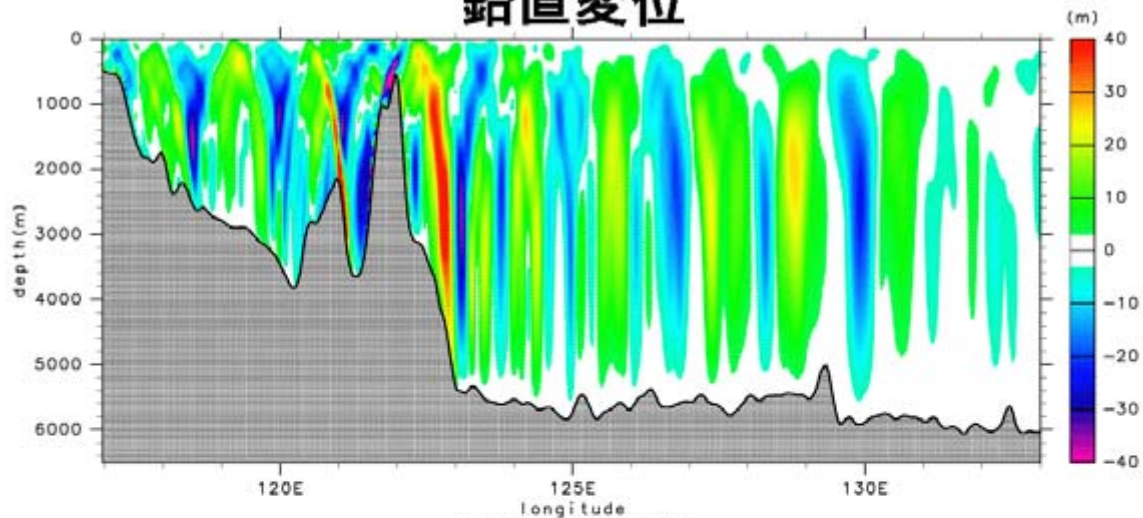
## 東シナ海沖のM<sub>2</sub>内部潮汐波の鉛直変位 (z=1000m)



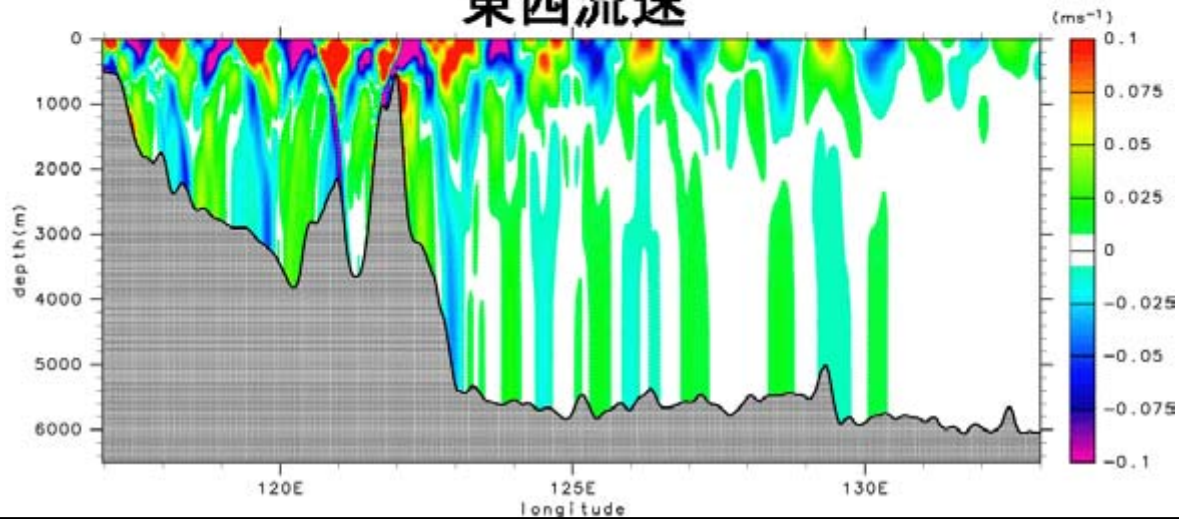
M<sub>2</sub>内部潮汐波: 波長 = 150~200km, 振幅 = O(10)m

# M<sub>2</sub>内部潮汐波の鉛直分布: Bashi/Luzon海峡

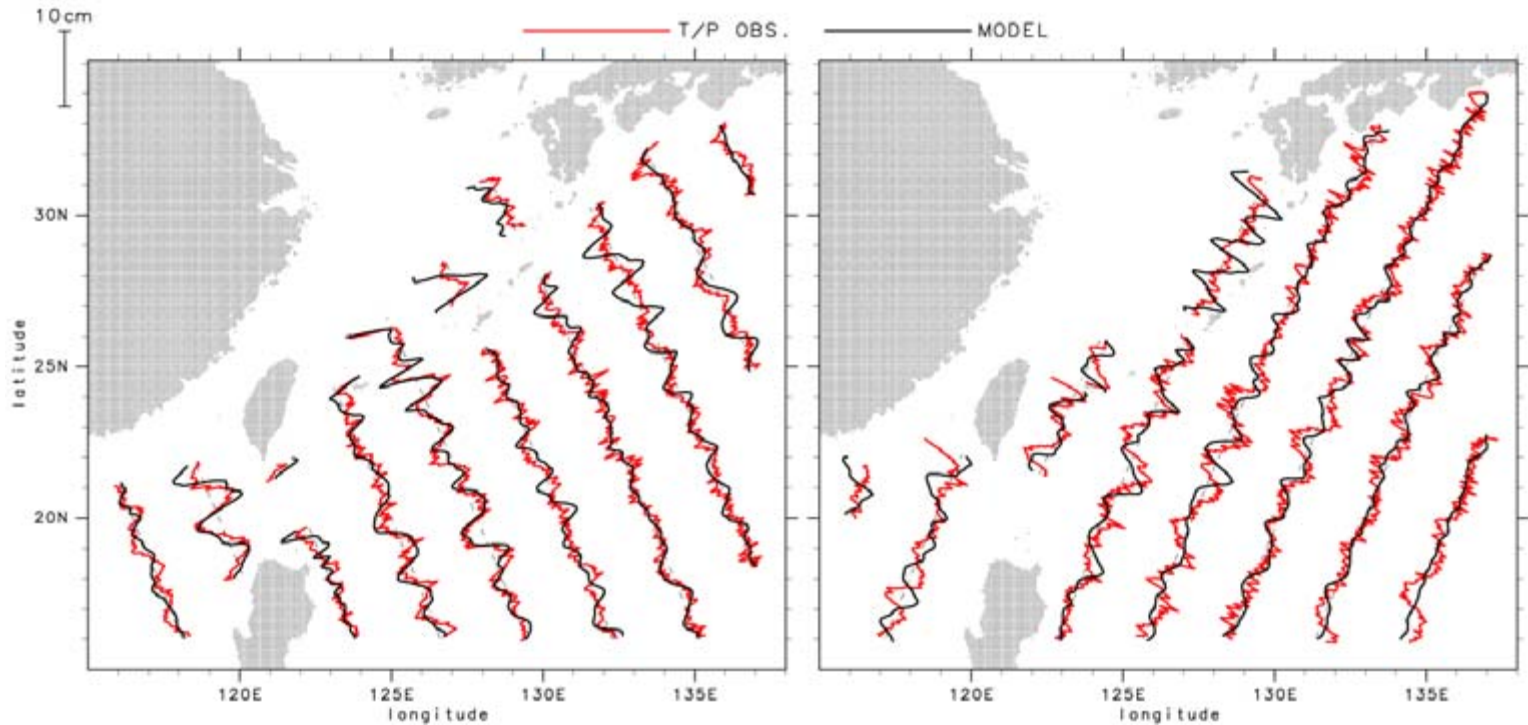
## 鉛直変位



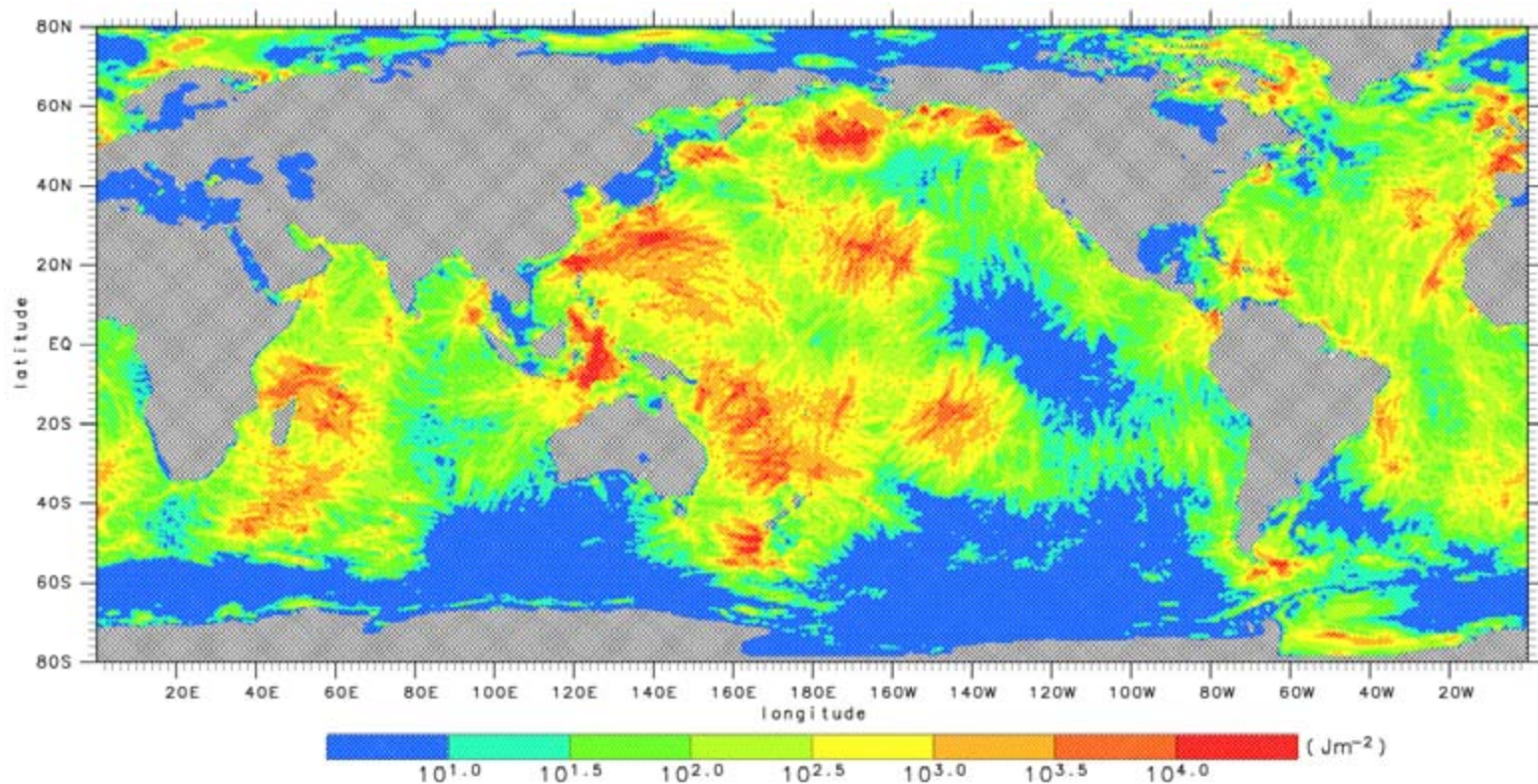
## 東西流速



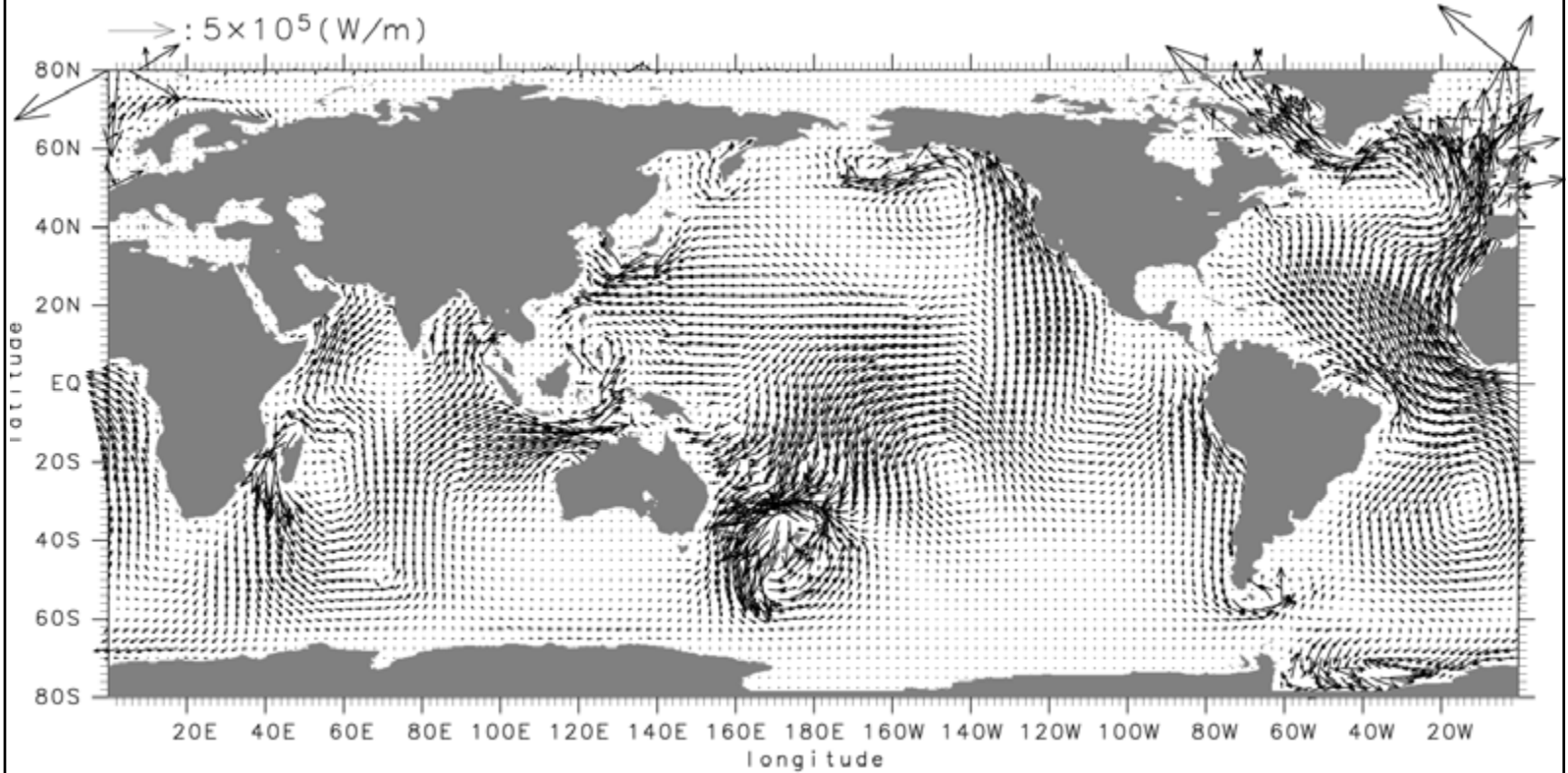
# 数値シミュレーションと Topex/Poseidon海面高度計データとの比較



## M<sub>2</sub>内部潮汐波エネルギーのグローバル分布



# M<sub>2</sub>外部潮汐エネルギーフラックス



# XCP(投棄型流速計)観測

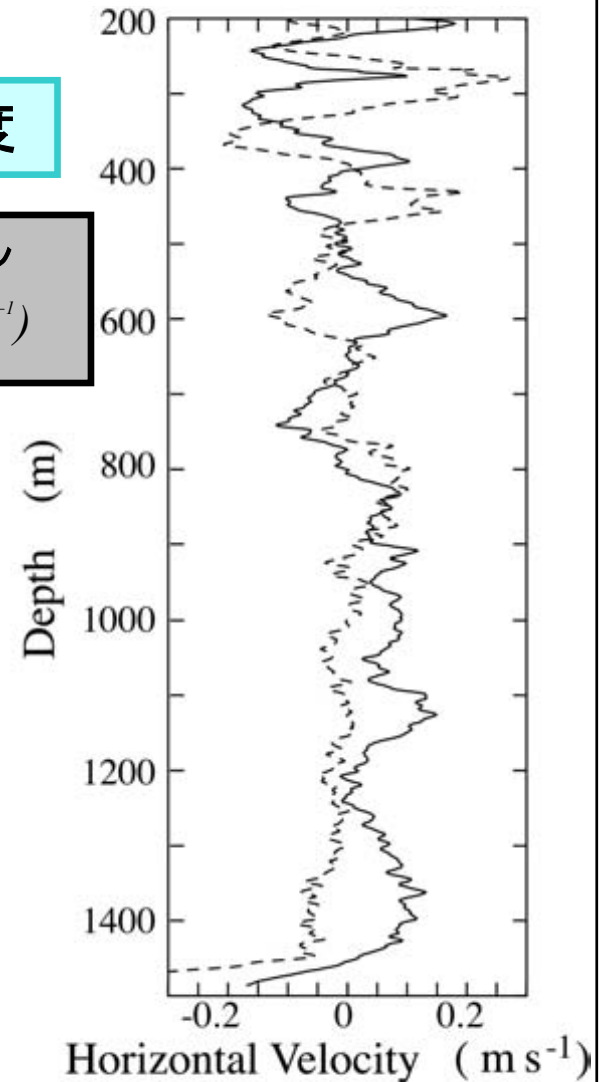
$L_z=O(10)m$ スケールの流速シア—強度



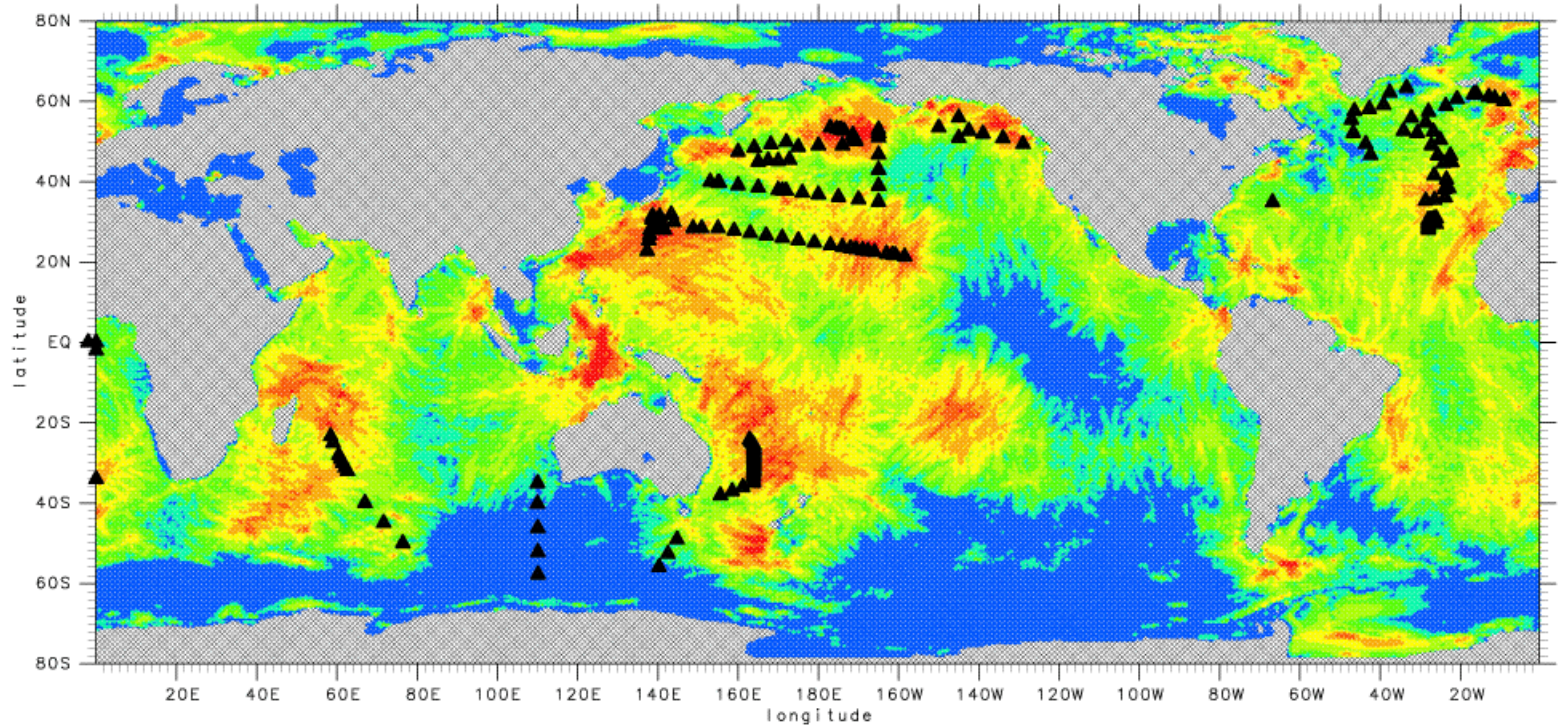
乱流混合係数

Gregg[1989] パラメタリゼーション

$$K_V = 0.07 \times \frac{S_{obs}^4}{S_{GM}^4} \text{ (cm}^2\text{s}^{-1}\text{)}$$



# XCP観測の測点分布

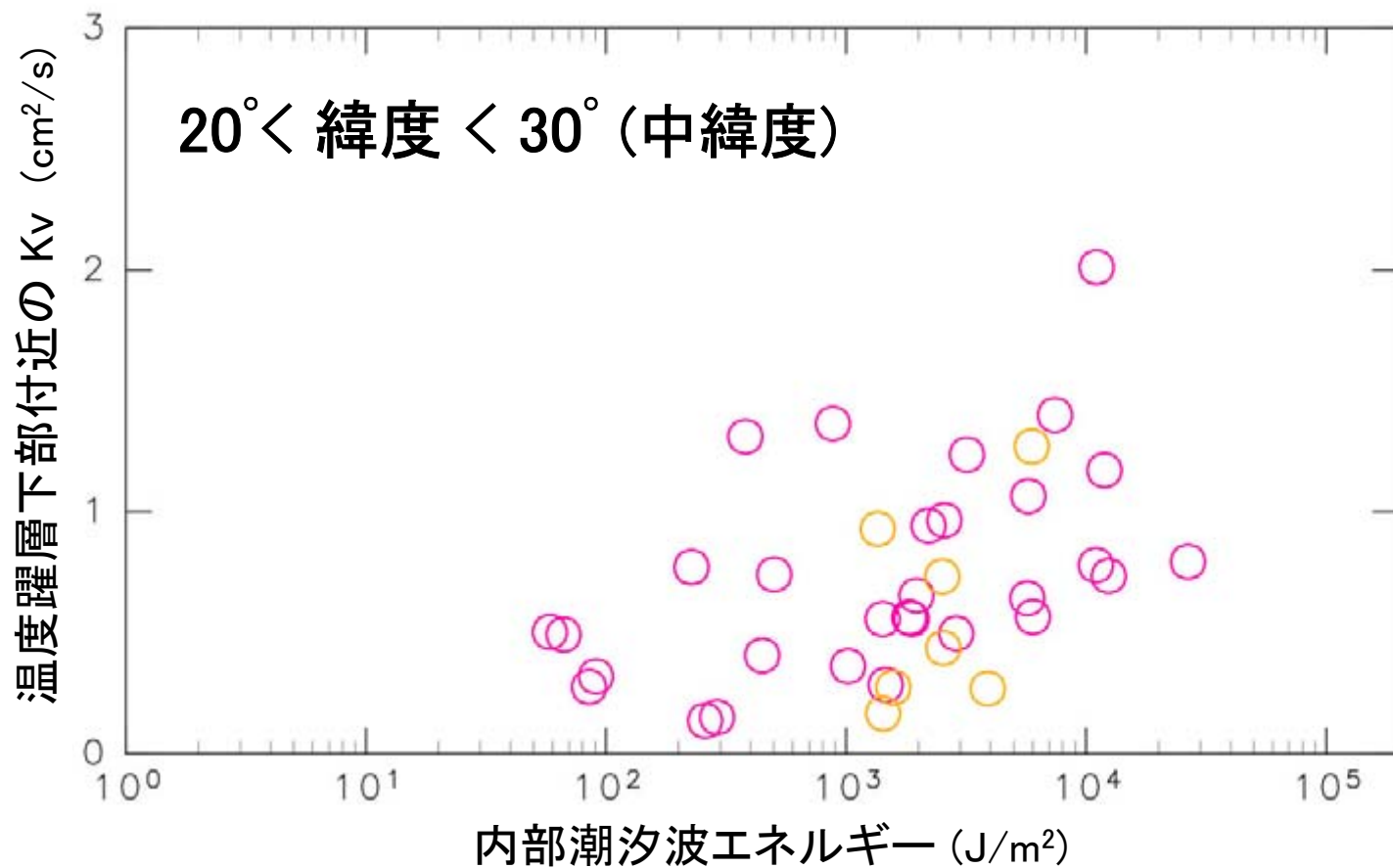


乱流混合係数 =  $K_v$  (内部潮汐波エネルギー)

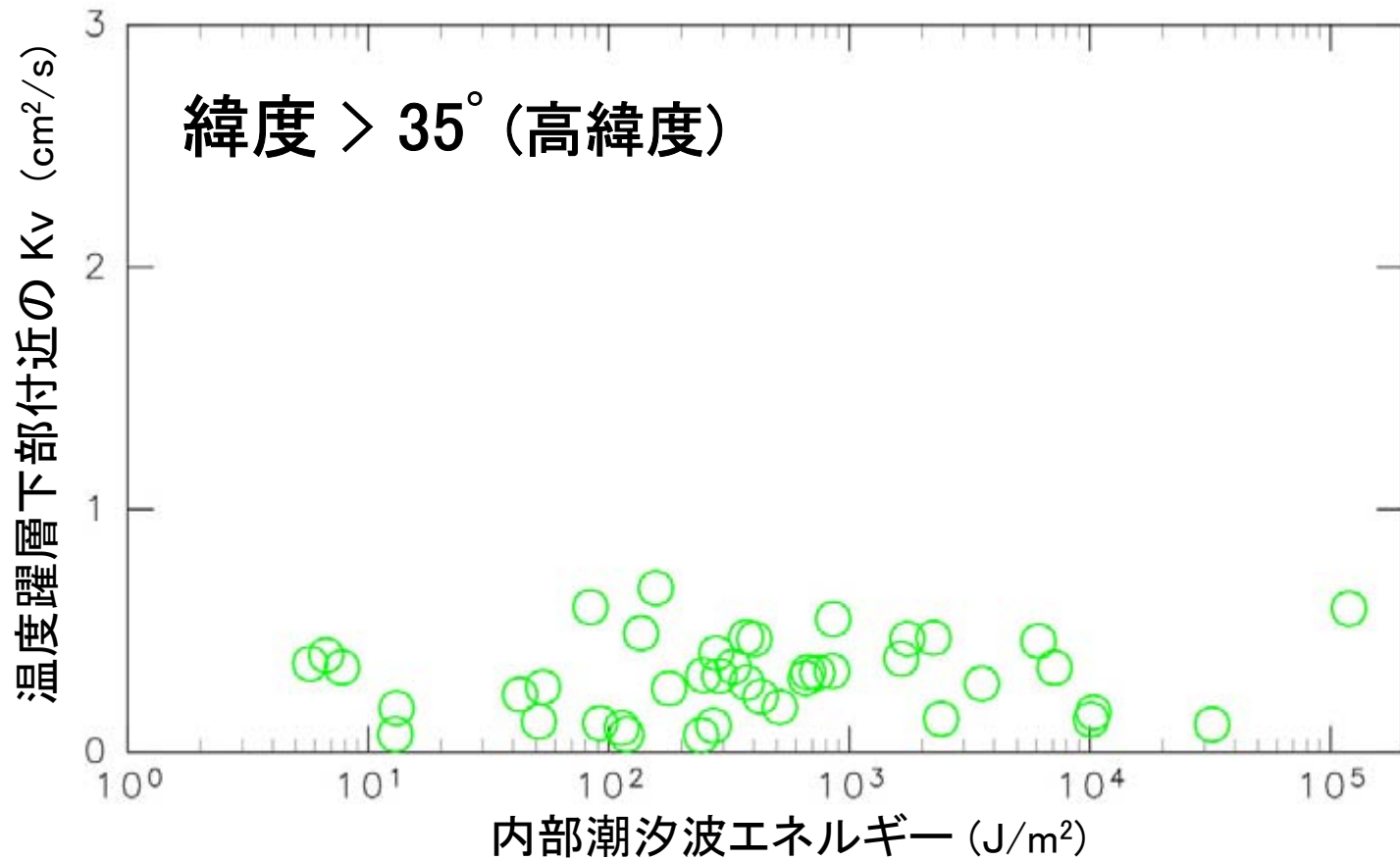
XCP観測

数値シミュレーション

## 乱流混合係数と内部潮汐波エネルギーの関係



## 乱流混合係数と内部潮汐波エネルギーの関係



## 乱流混合係数の経験式

$$K_v(E_{IT}, \phi) = F(E_{IT}) \cdot C_1(\phi) + 0.2 \cdot C_2(\phi) \text{ (cm}^2\text{s}^{-1}\text{)}$$

$F(E_{IT})$  : 内部潮汐波エネルギー依存性

$$F(E_{IT}) = 0. \quad \text{for } E_{IT} < 0.1 \text{ Jm}^{-3}$$

$$F(E_{IT}) = 0.67 \cdot \log(E_{IT} / 0.1) \quad \text{for } E_{IT} > 0.1 \text{ Jm}^{-3}$$

$C_1(\phi), C_2(\phi)$  : エネルギーカスケードの緯度依存性

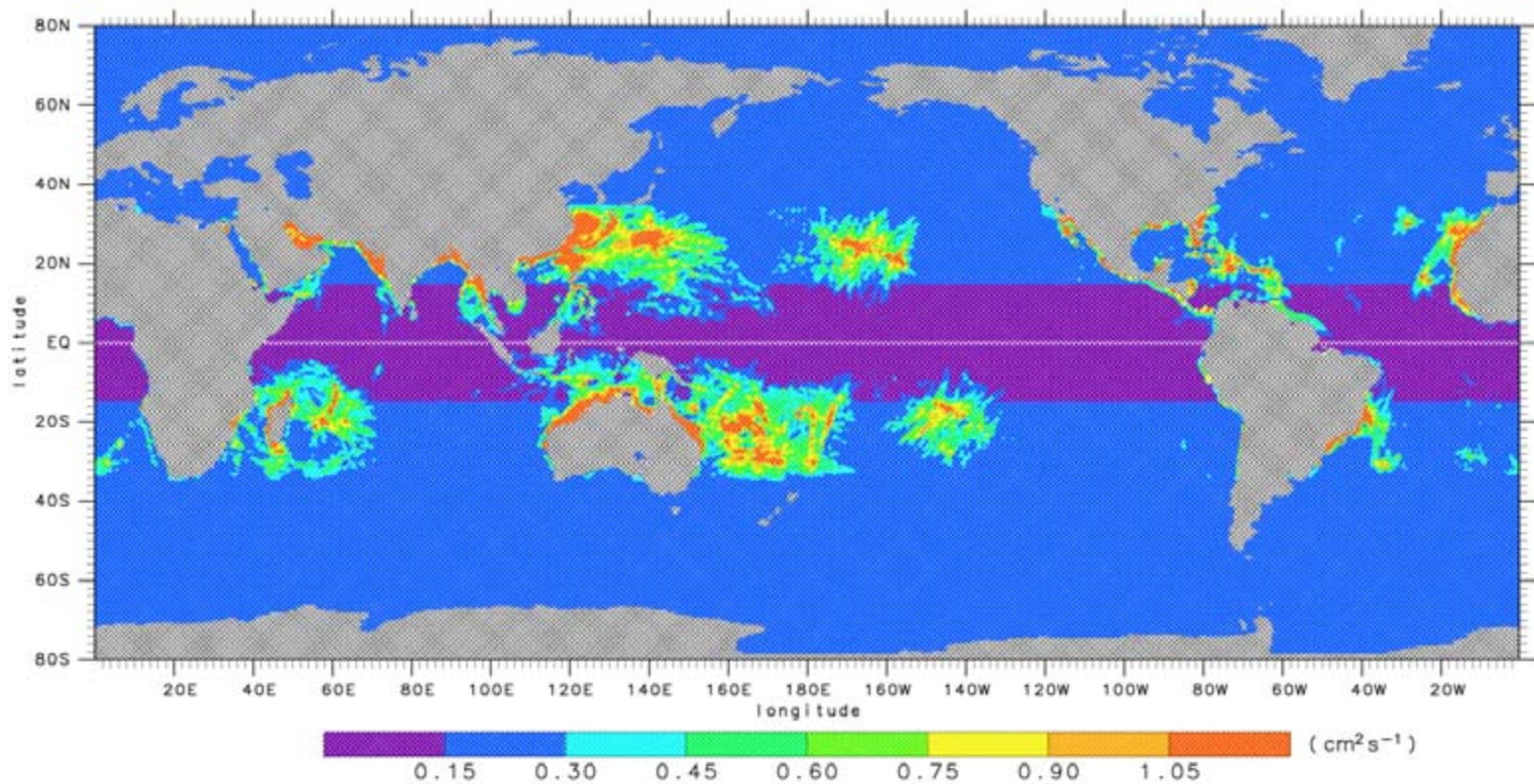
$$C_1(\phi) = \phi / 20 \quad C_2(\phi) = \phi / 20 \quad \text{for } 20^\circ > \phi > 0^\circ$$

$$C_1(\phi) = 1 \quad C_2(\phi) = 1 \quad \text{for } 30^\circ > \phi > 20^\circ$$

$$C_1(\phi) = 1 - (\phi - 30) / 5 \quad C_2(\phi) = 1 \quad \text{for } 35^\circ > \phi > 30^\circ$$

$$C_1(\phi) = 0 \quad C_2(\phi) = 1 \quad \text{for } \phi > 35^\circ$$

## 推定された乱流混合係数のグローバル分布



# まとめ

## 本プロジェクトの目的

海洋中・深層における乱流混合係数のグローバルな空間分布を明らかにする。

## 平成15年度の成果

- ・内部潮汐波エネルギーのグローバル分布を、現実的な海底地形・潮汐フォーシングを組み入れた3次元数値シミュレーションにより明らかにした。
- ・XCP観測の結果に基づいて、内部潮汐波エネルギーと乱流混合係数を関係づける経験式を求めた。
- ・内部潮汐波エネルギーのグローバル分布と乱流混合係数の経験式に基づき、乱流混合係数のグローバル分布を提示した。

## 今度の課題

- 乱流混合係数の経験式の検証

- ↳ 内部波スペクトル中のエネルギーカスケード 過程  
の数値実験

- 内部潮汐波グローバルモデルの検証・精度向上

- ↳ 長期係留系データとの比較  
モデルの解像度の向上