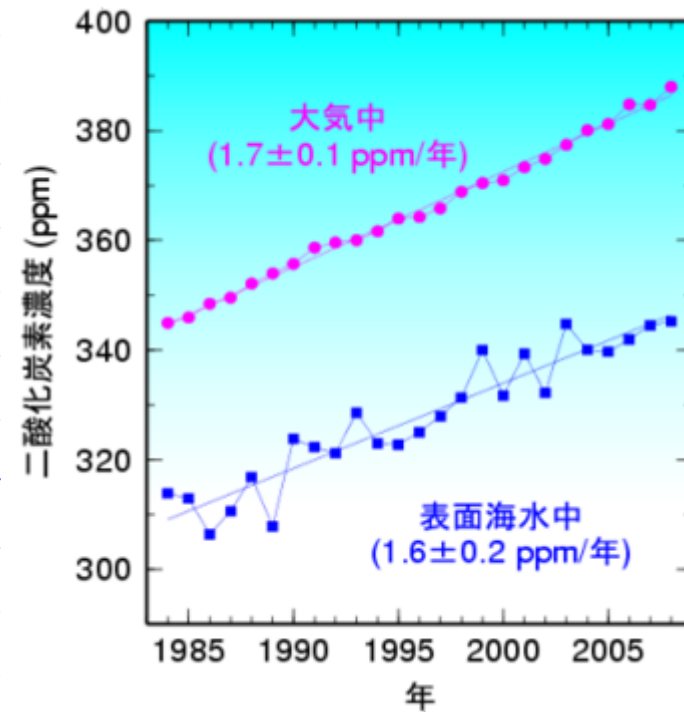


平成21年3月3日

「温暖化予測の鍵、海のCO2」

海洋観測の国際連携と課題

気象庁 北村 佳照



IPCC AR4に示された「不確実性」 炭素循環に関わる部分

政策決定者向け要約(SPM)

温暖化により、大気中の二酸化炭素の陸地と海洋への取り込みが減少するため、人為起源の排出の、大気中への残留分が増加する傾向がある。例えば、A2シナリオでは、気候-炭素循環のフィードバックにより、2100年には世界平均気温がさらに1°C以上上昇する。

気候と炭素循環が結合することで、気候システムの温暖化につれ、大気中の二酸化炭素が増加することが予測されるが、このフィードバックの大きさは不確実である。このため、大気中の二酸化炭素濃度をある特定の水準に安定化させるために必要な二酸化炭素排出量変化の不確実性が増大する。

このプレゼンテーションの内容

1. 海のCO₂は、どうやって測るのか？

観測船による海洋観測の紹介

2. 吸収能力の変化は、どうやって見出すのか？

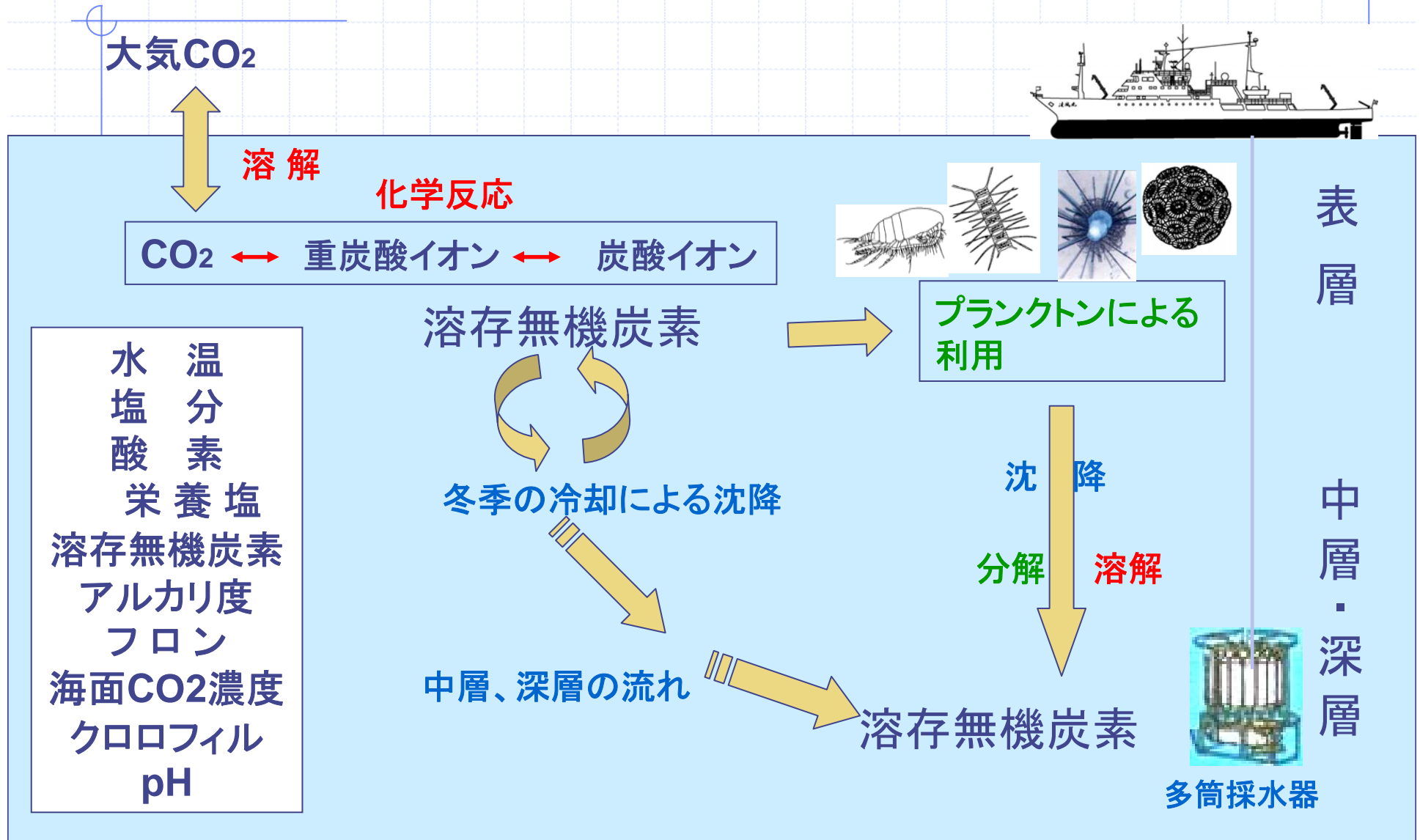
① 大気から海洋への移動量(交換量)

② 海洋内部への蓄積総量

3. 国際連携による持続的な観測体制

海洋の炭素循環

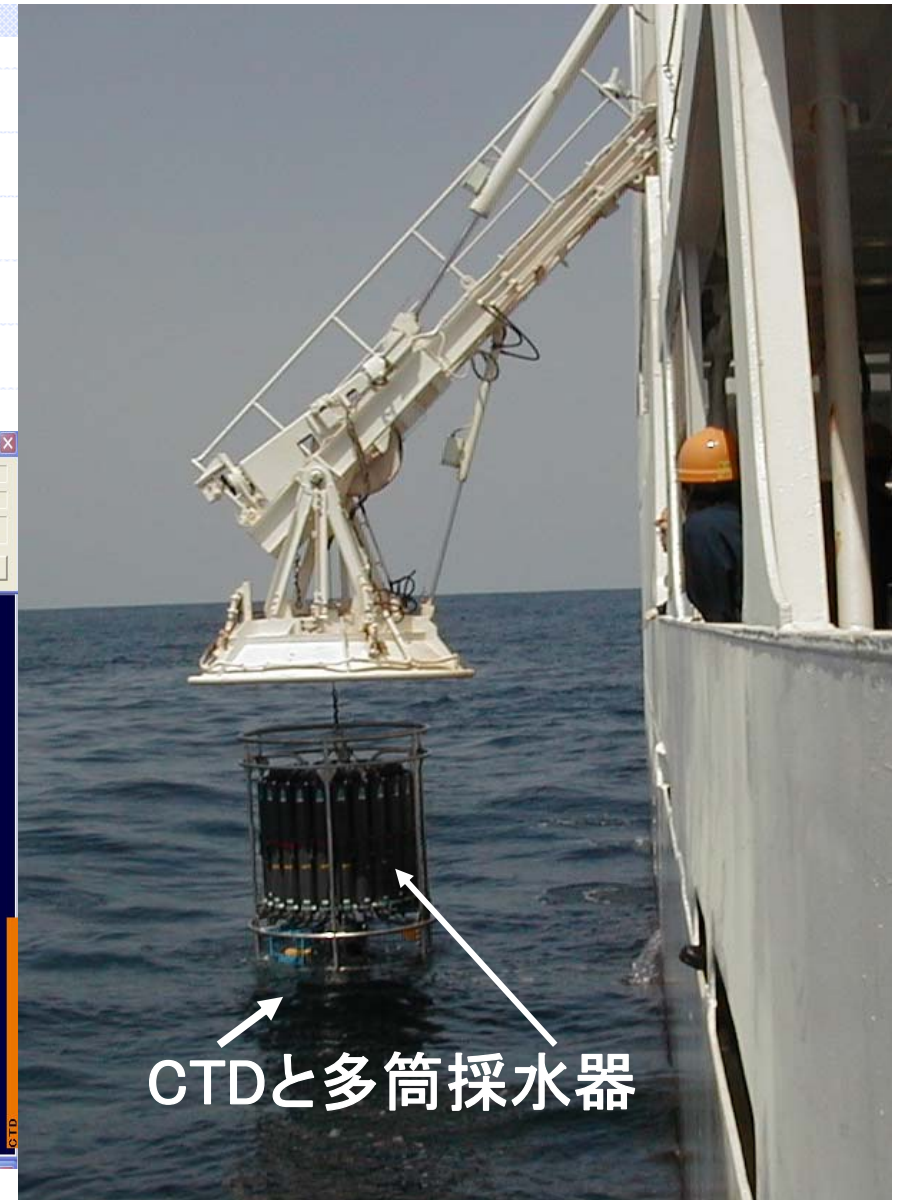
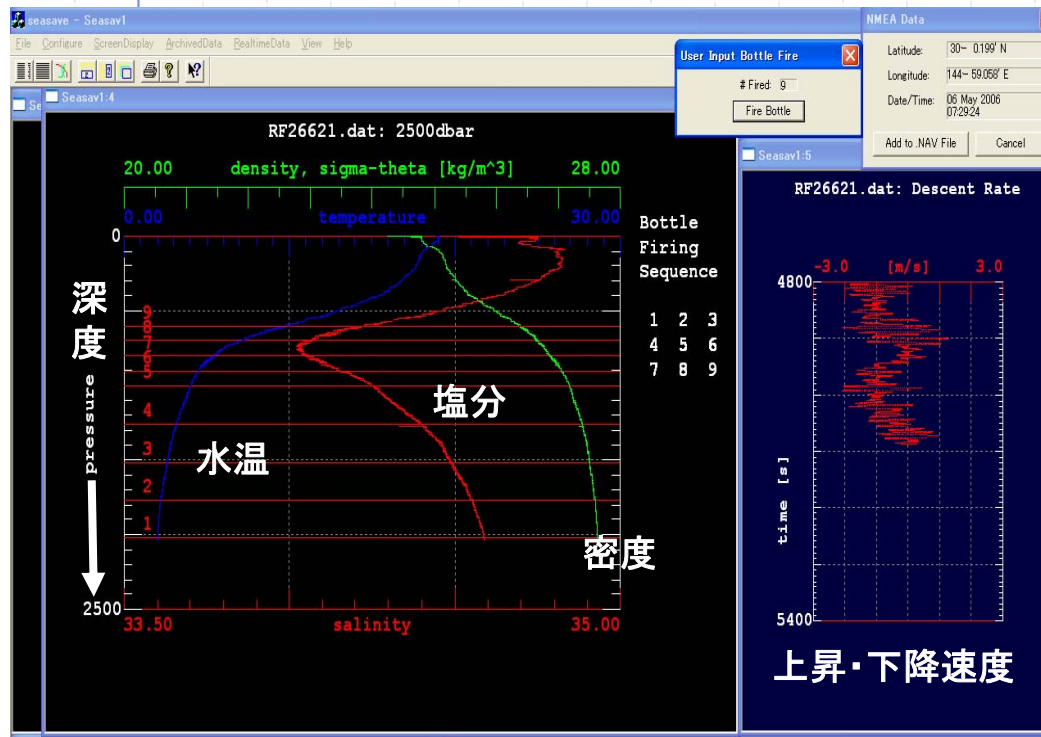
海洋への吸収と蓄積には、**化学過程**、**物理過程**、**生物過程**がある



CTD観測・採水

(C:電気伝導度、T:水温、D:深度)

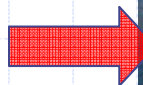
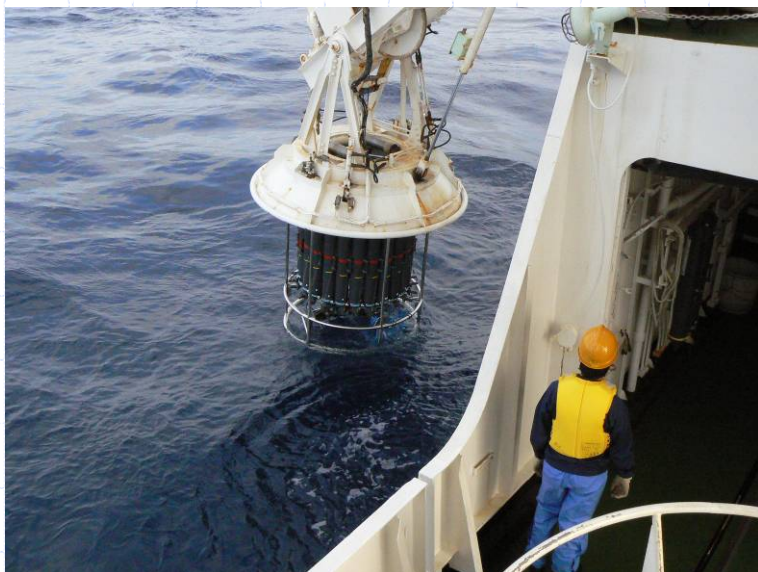
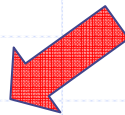
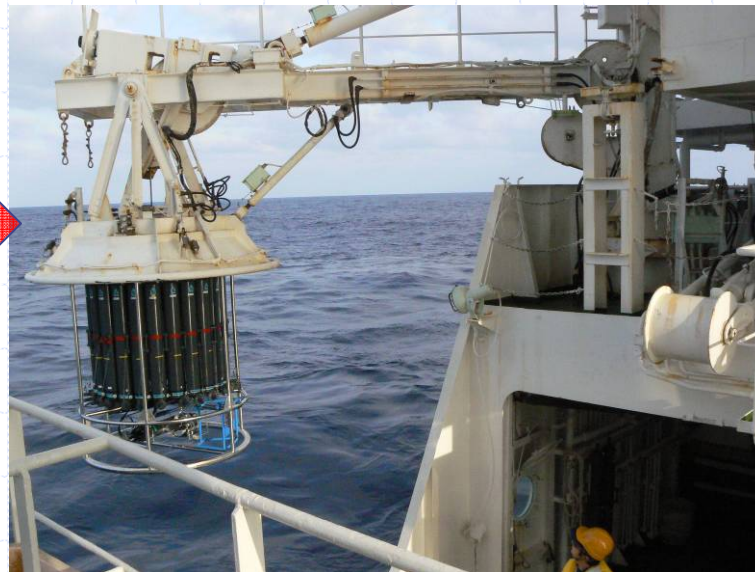
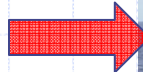
塩分



CTDと多筒採水器

センサーを海中に投入し、船上で監視しながら連続データを取得する。
空中総重量は1トン。

CTD海中投入の様子



24本の12ℓ採水ボトルを取り付けており、船上からの指令で蓋が閉じる。任意の深さで採水が可能。



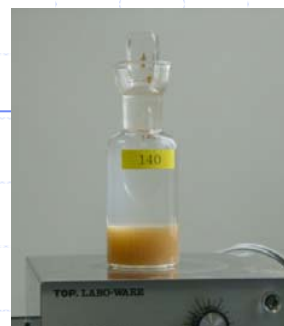
採水



塩化マンガン水溶液、ヨウ化ナトリウム-水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ加え、褐色沈殿を生成させる



(数十分)



硫酸を加え沈殿を溶かす



溶存酸素分析の様子

遊離したヨウ素を試薬(チオ硫酸ナトリウム水溶液)の滴定により、遊離したヨウ素を測ることで酸素量を求める。(ウィンクラー法)

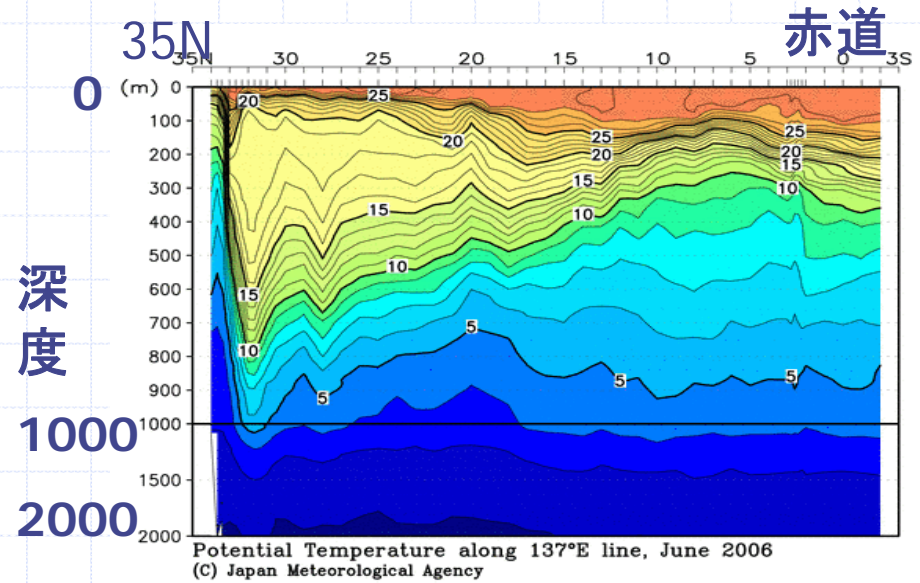
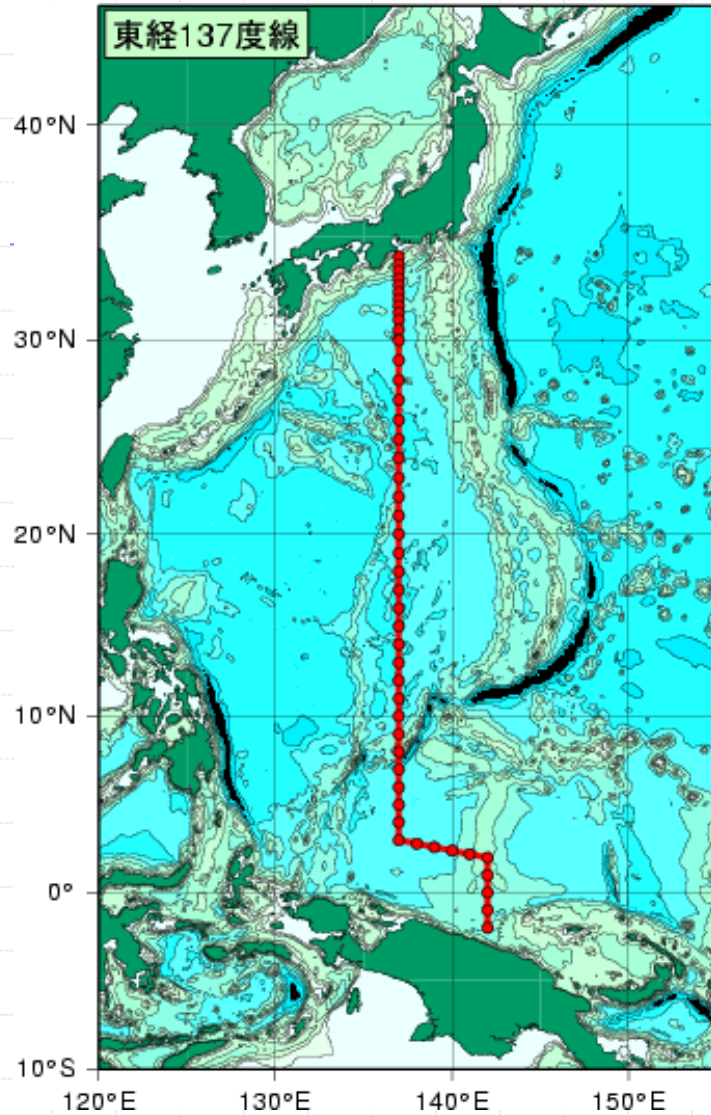


溶存無機炭素の測定

海水資料にリン酸を加えて強酸性にすることで、溶存無機炭素は全てが気体のCO₂となる。これに窒素ガスを通すことで、海水から追い出すことができる。

この窒素ガス中のCO₂を電気分解の原理を応用した「電量滴定」法で測定する。

観測点の分布と 得られた水温の南北断面 2006年夏

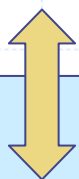


一定の間隔(1度ごと)で停船観測を実施する。



凌風丸(1,775トン)

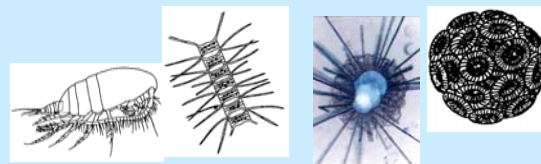
大気CO₂



溶解

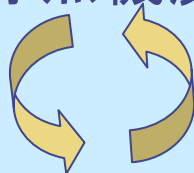
大気-海洋間の
CO₂交換(移動
量)

CO₂ ↔ 重炭酸イオン ↔ 炭酸イオン

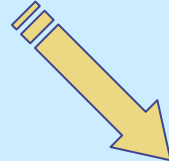


プランクトンによる
利用

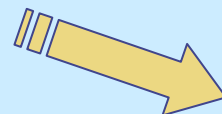
溶存無機炭素



冬季の冷却による沈降



中層、深層の流れ



溶存無機炭素

沈 降

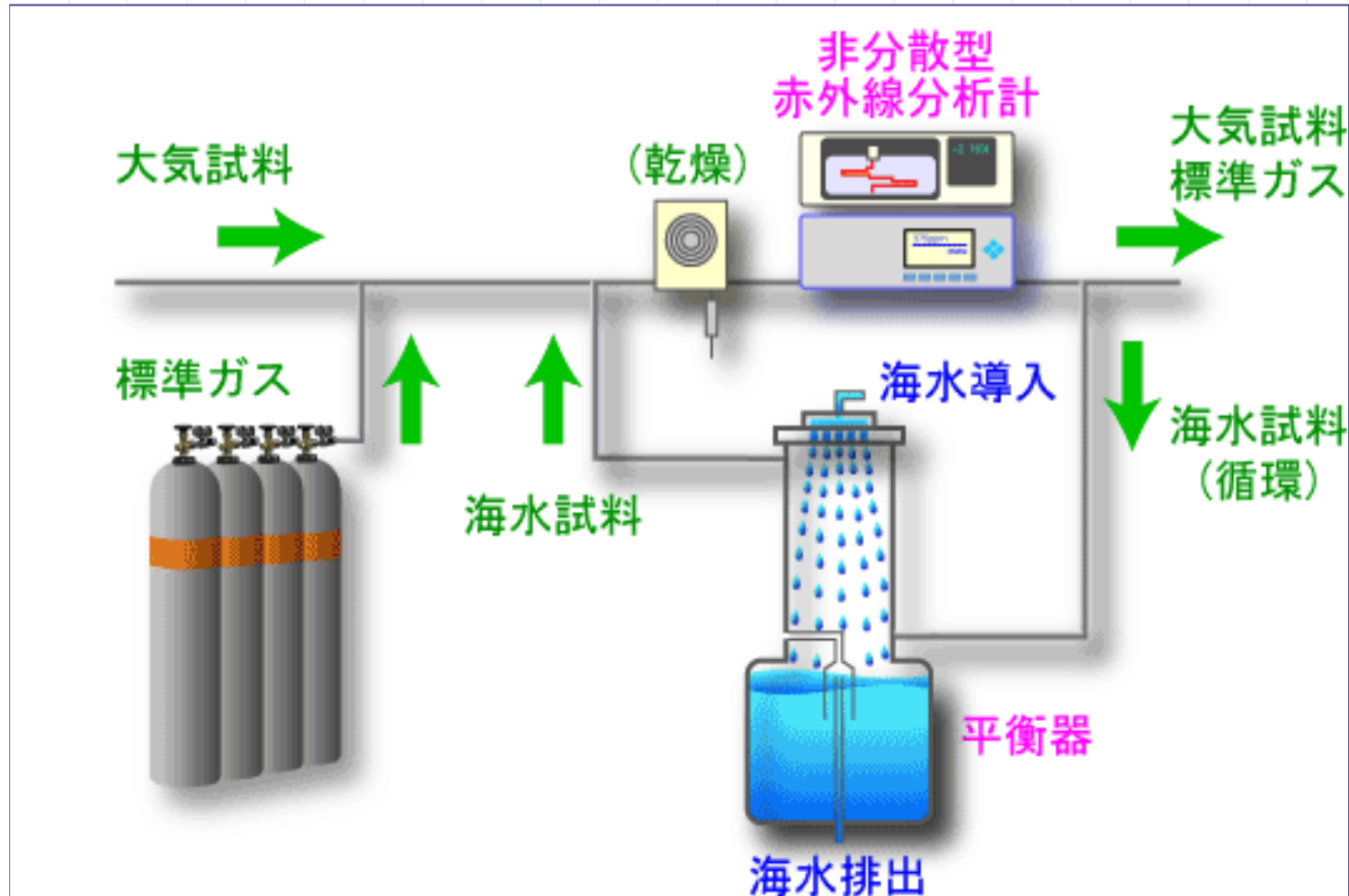
分解 溶解



表層

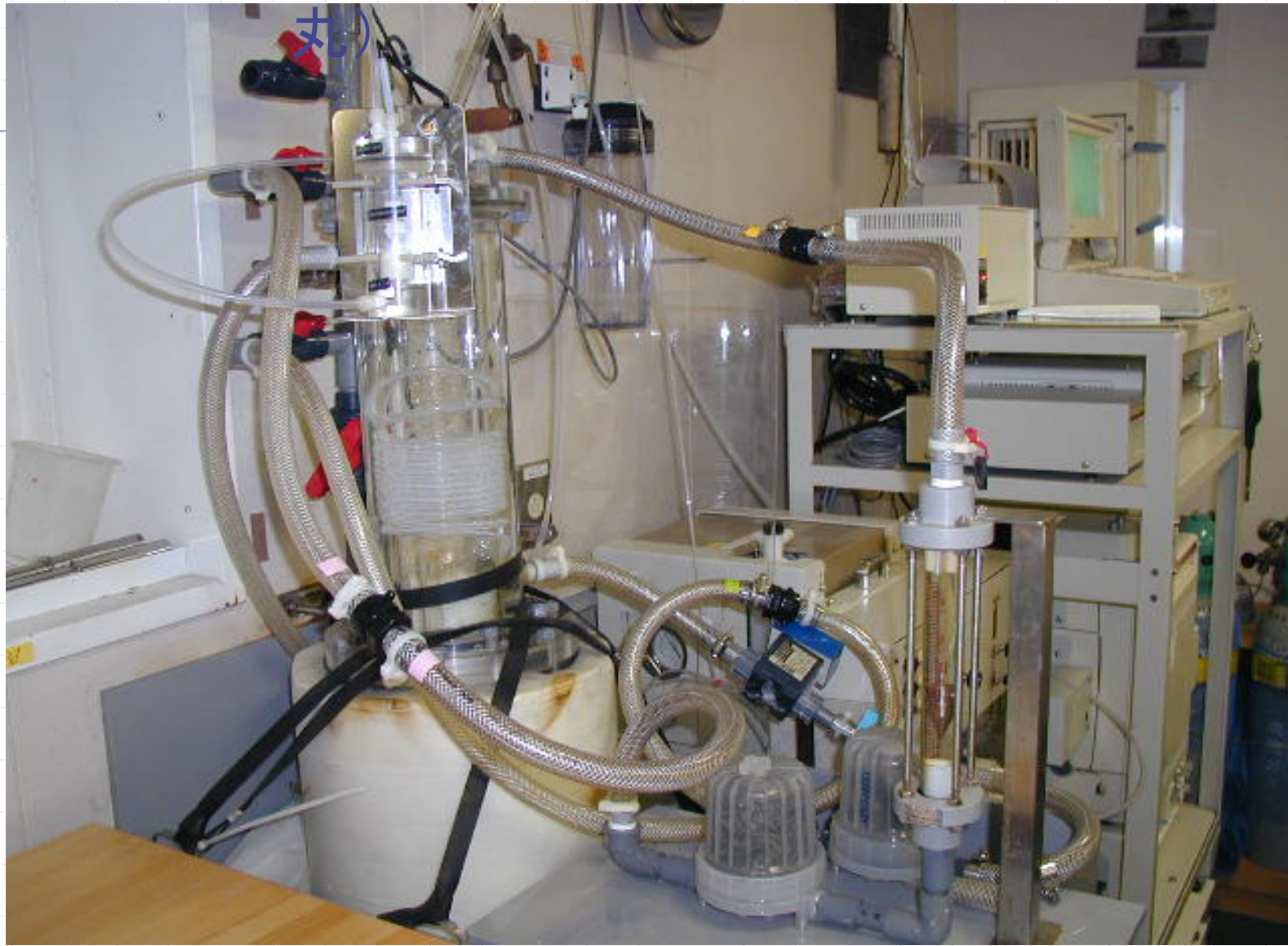
中層・深層

海面における二酸化炭素分圧(濃度)の測定

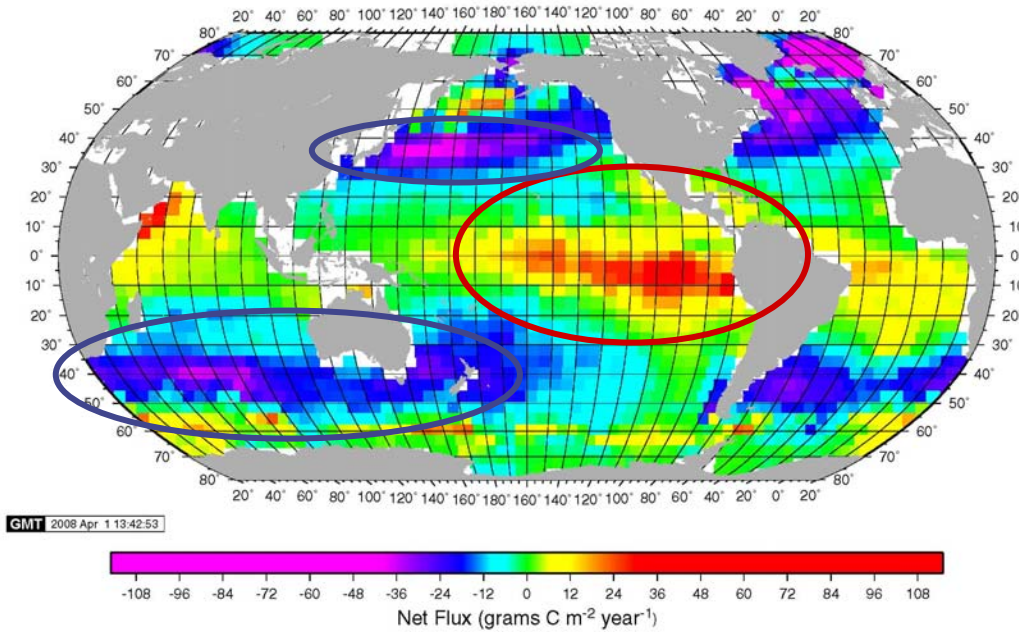


二酸化炭素には特定の波長の赤外線を吸収する性質がある。この吸収量は二酸化炭素の濃度に対応するので、標準ガスと試料ガスについて、吸収量を比較することで、試料ガス中の二酸化炭素濃度を測定できる。

平衡器 (凌風丸)



大気-海洋間のCO2交換量: 交換係数(海上風) × 分圧差

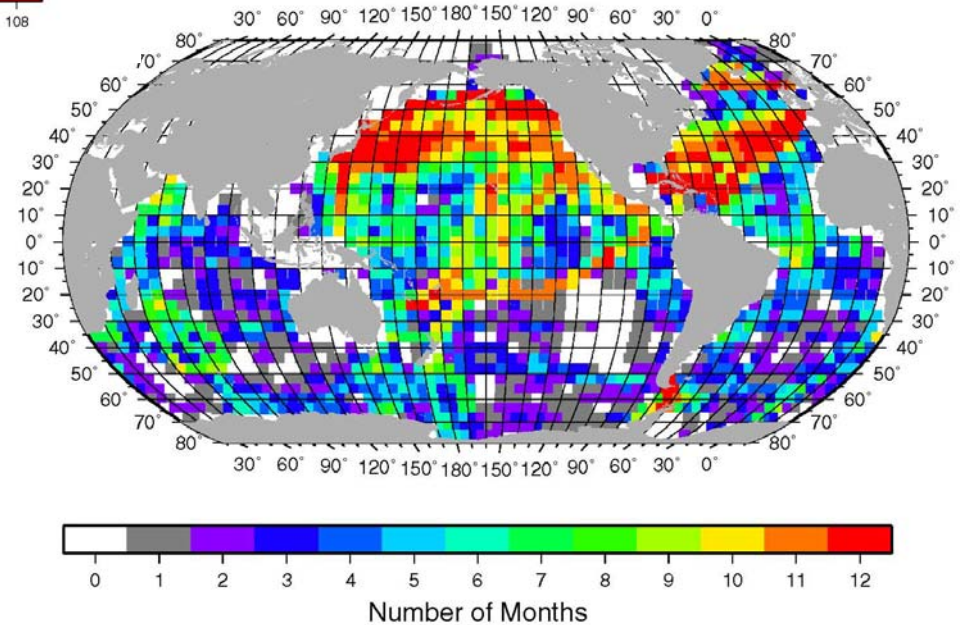


全球分布の気候値(月単位)マッピング

Takahashi et al.(2008、印刷中)

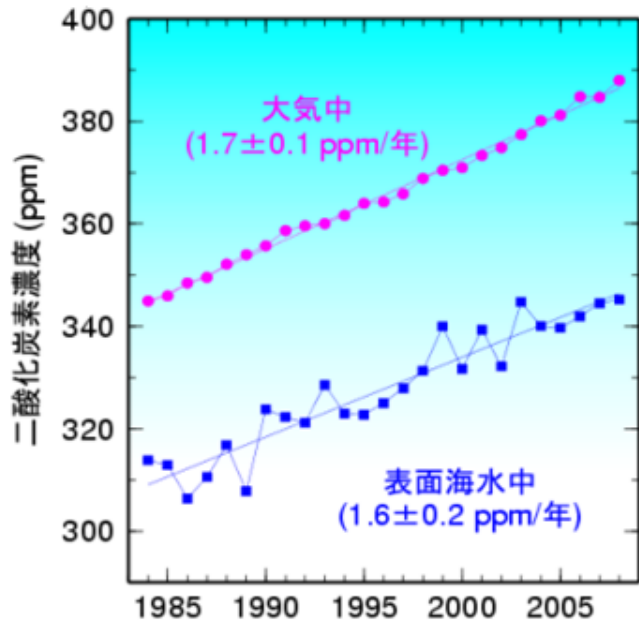
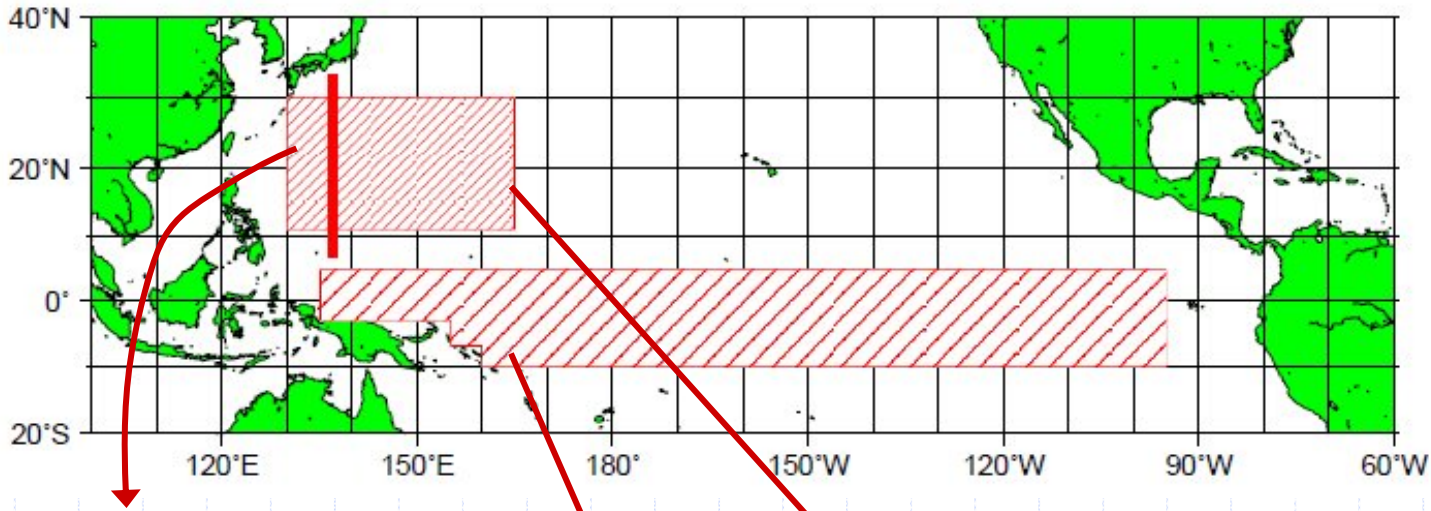
約350万個の海面CO2データを利用

吸収域: 寒色系、放出域: 暖色系

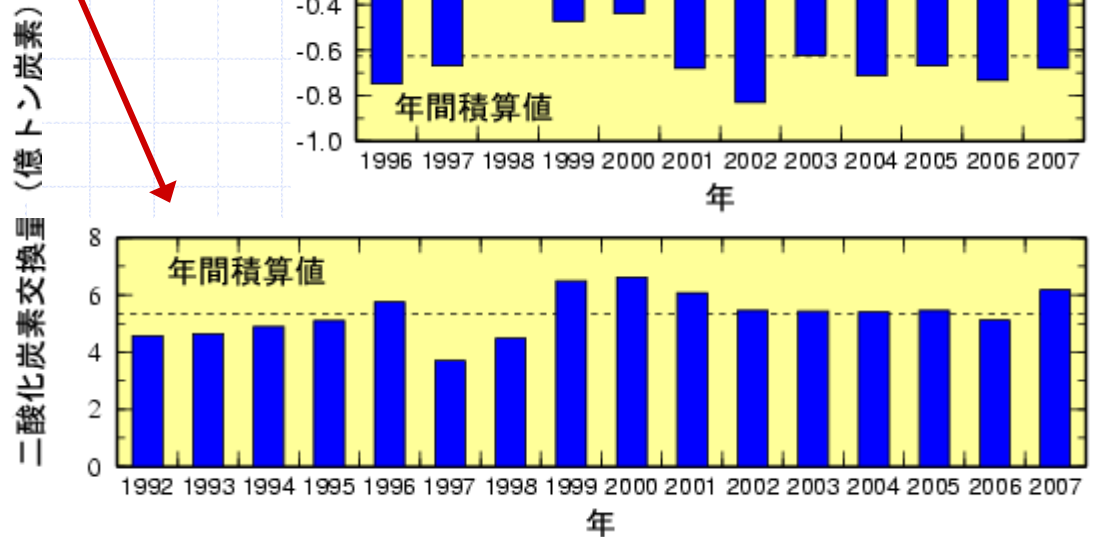
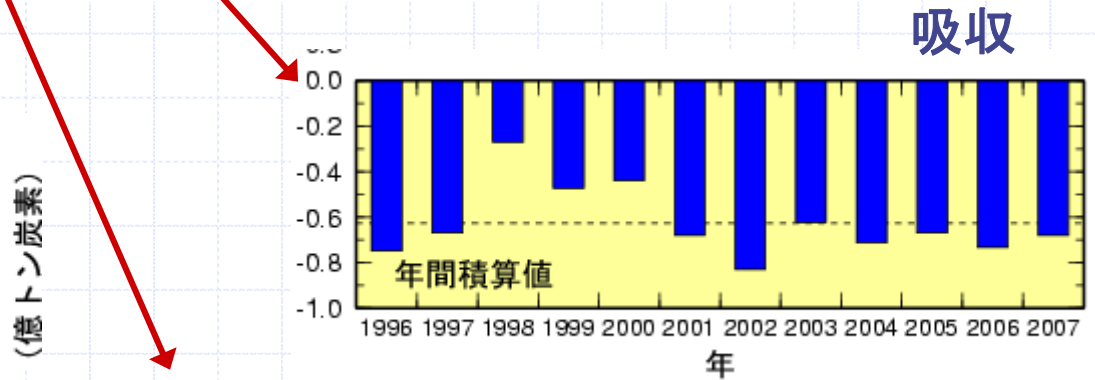


月あたりの観測点数の分布

海面CO2交換量の年々変化(気象庁)



137度線における大気と海面のCO2濃度

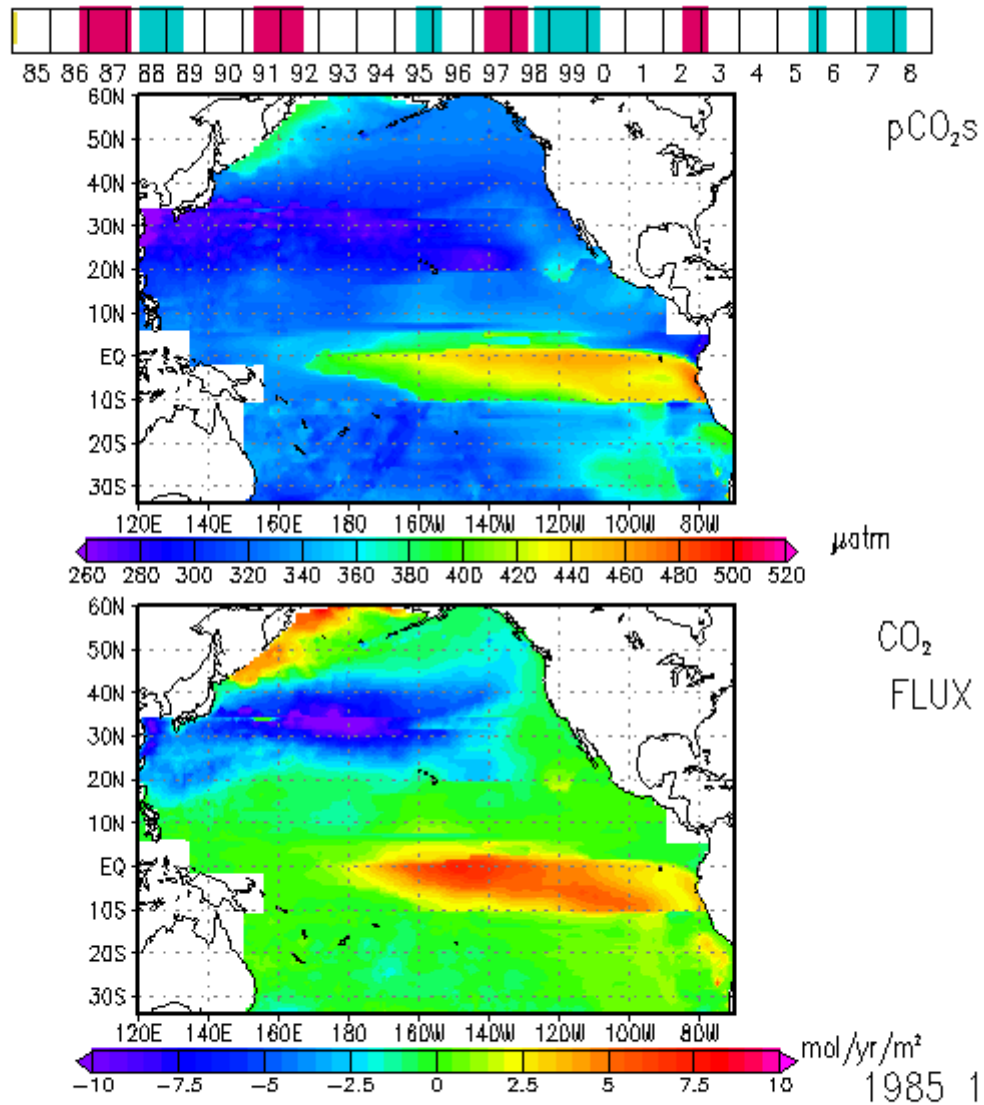


放出

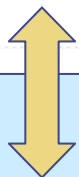
太平洋での交換量の年々変化

分圧差

交換量

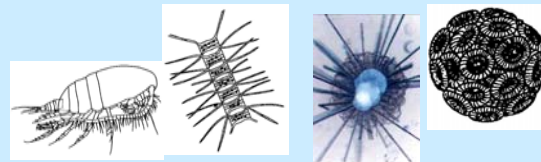


大気CO₂



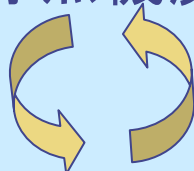
溶解

CO₂ ↔ 重炭酸イオン ↔ 炭酸イオン

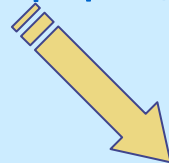


プランクトンによる
利用

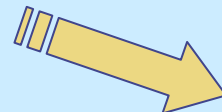
溶存無機炭素



冬季の冷却による沈降



中層、深層の流れ



溶存無機炭素

沈 降

分解 溶解



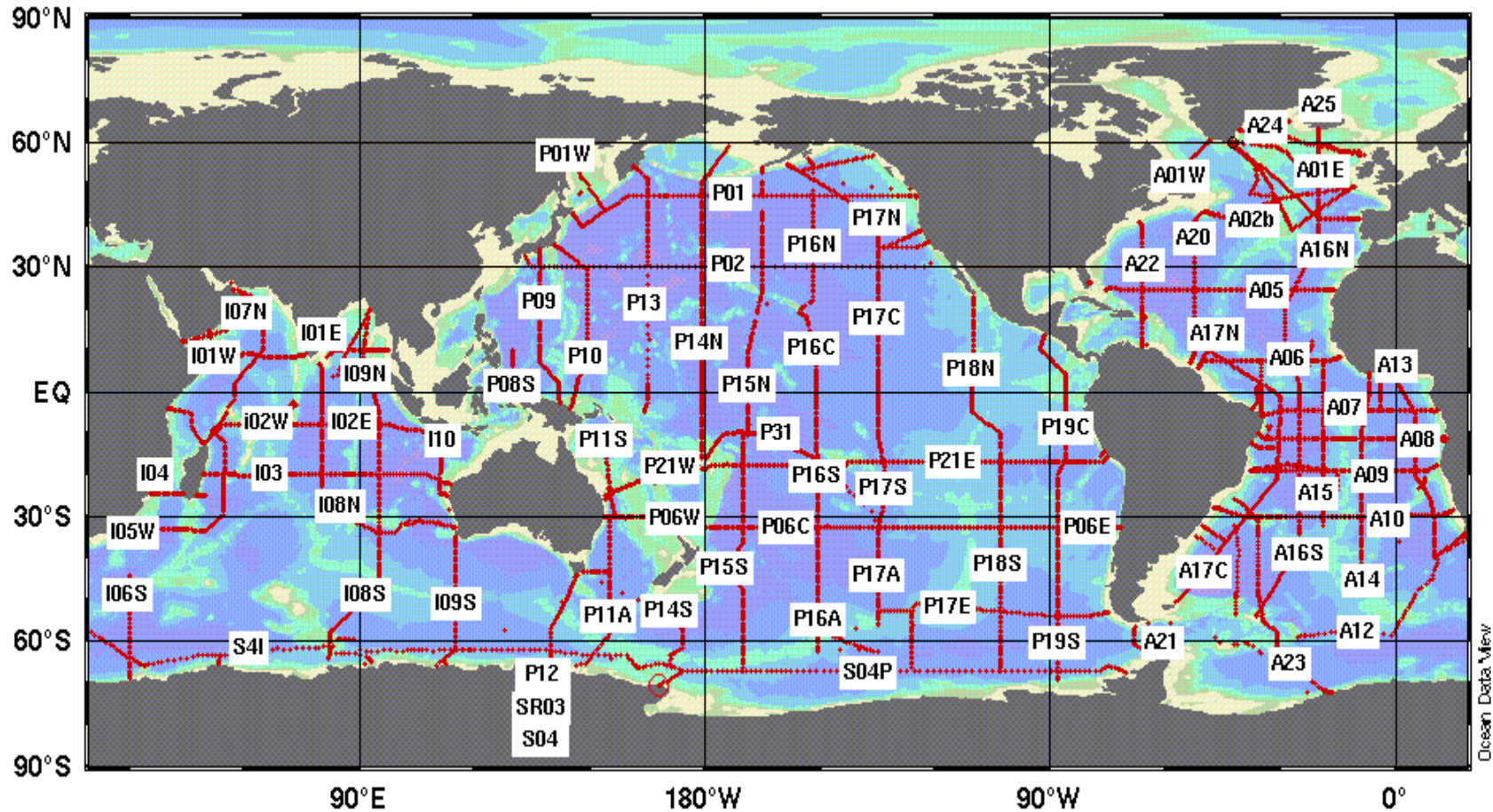
海洋内部の
溶存無機炭素の
総量(蓄積)

表層

中層・深層

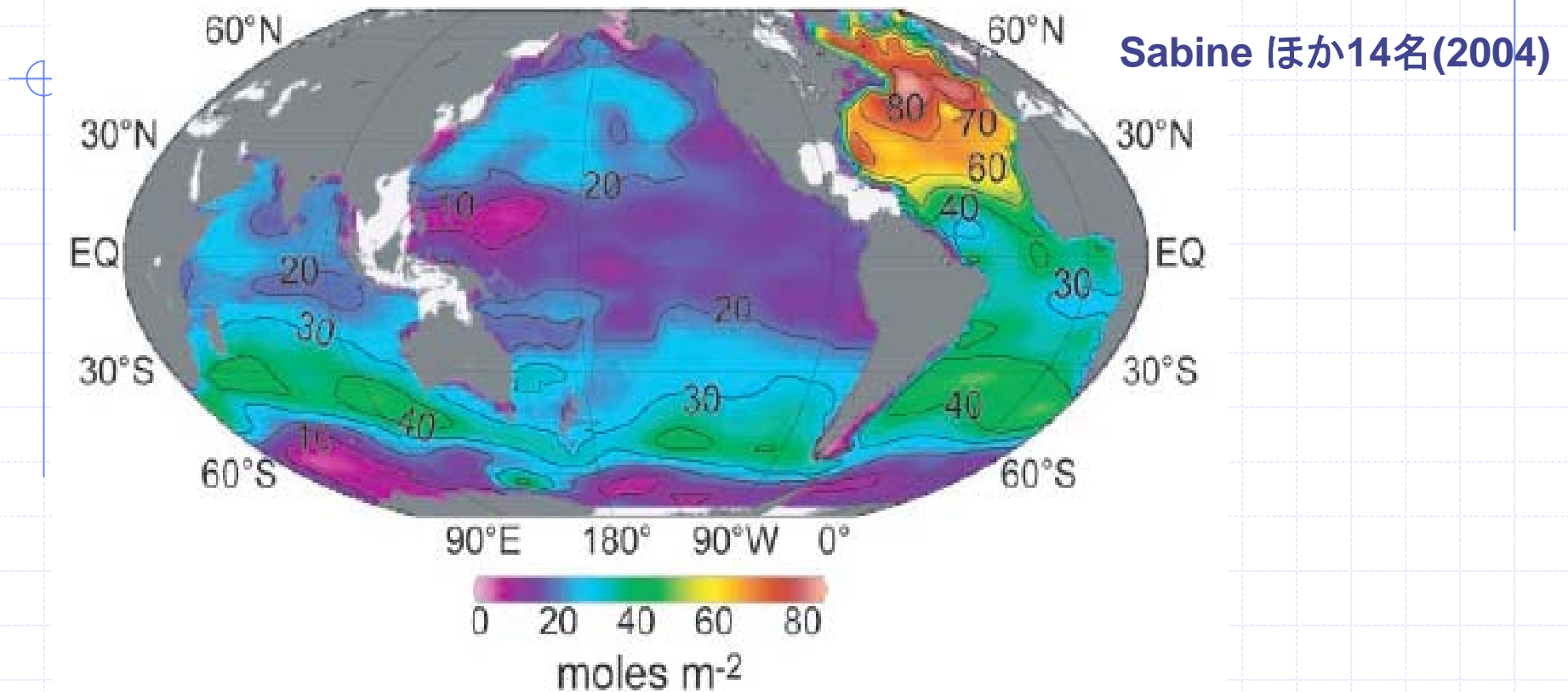
「海洋内部溶存無機炭素の蓄積」を把握する観測プロジェクト

1990年代のWOCE(世界海洋循環実験計画)で海洋CO₂関連物質が観測された測線



米国エネルギー省の二酸化炭素情報分析センター(CDIAC)による
データアーカイブ 測点数 約5000

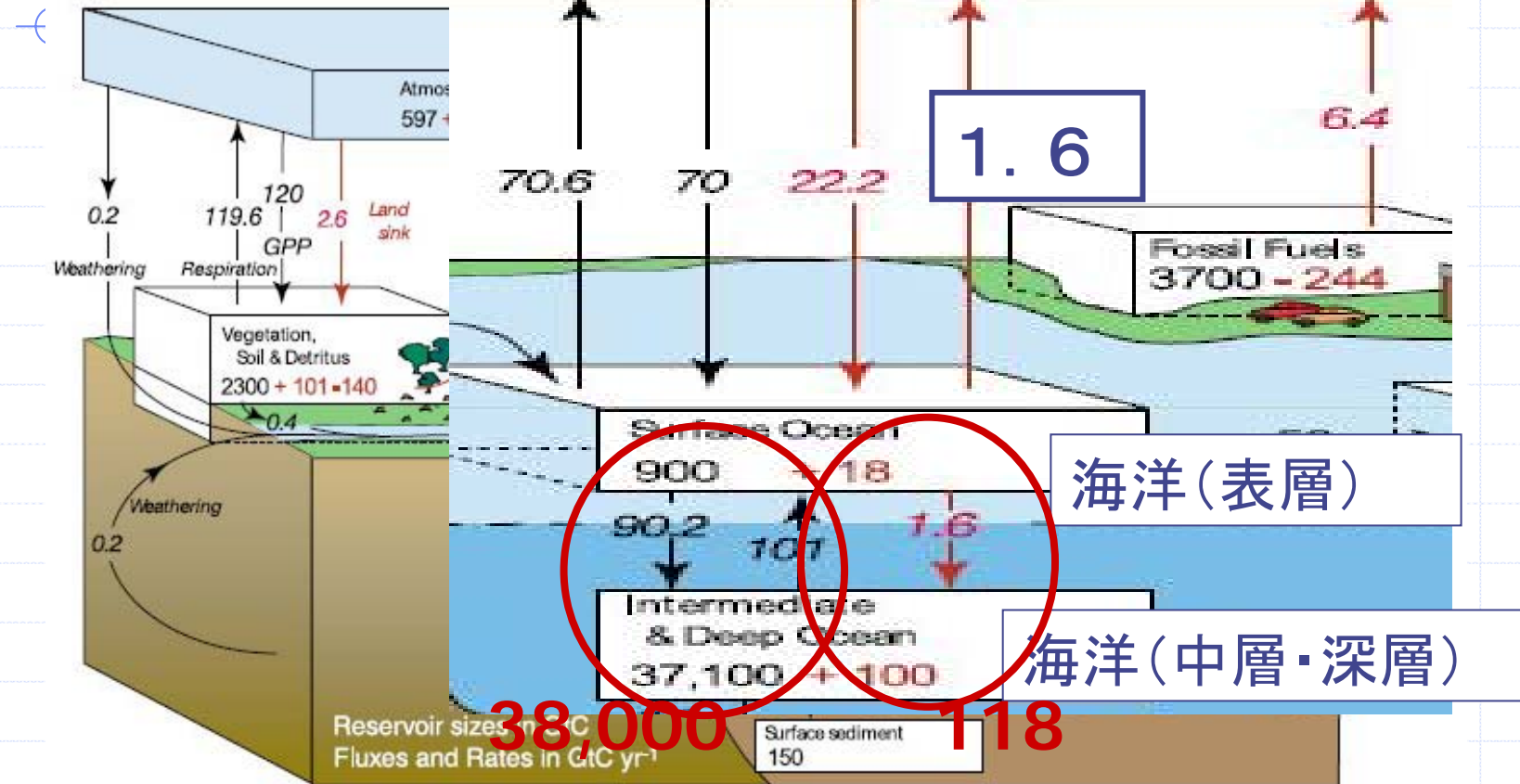
人為起源CO₂の海洋への蓄積状況が判明！



- ・ 産業革命以後1994年までの総蓄積量 1180 ± 190 億トン炭素
- ・ これは、これまでの総排出量の半分近くに相当する

炭素収支の見積り
単位は炭素量に

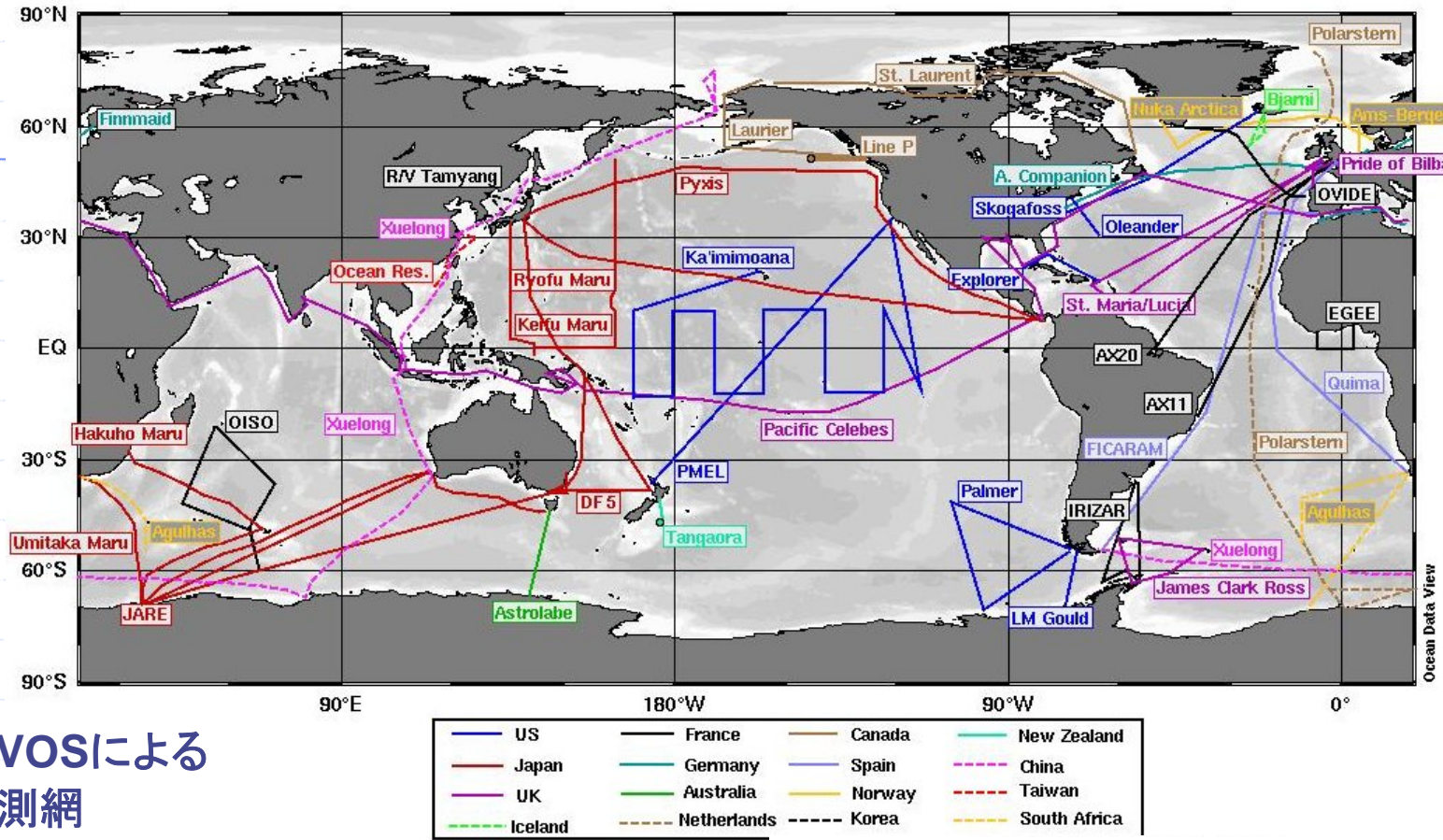
原。



高精度の観測が必要

海面CO2濃度の観測網

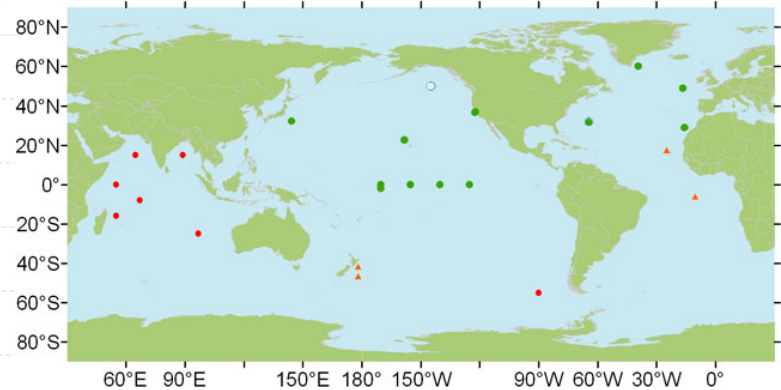
海中に比べると、データ量が多い。



観測船やVOSによる
定期的観測網

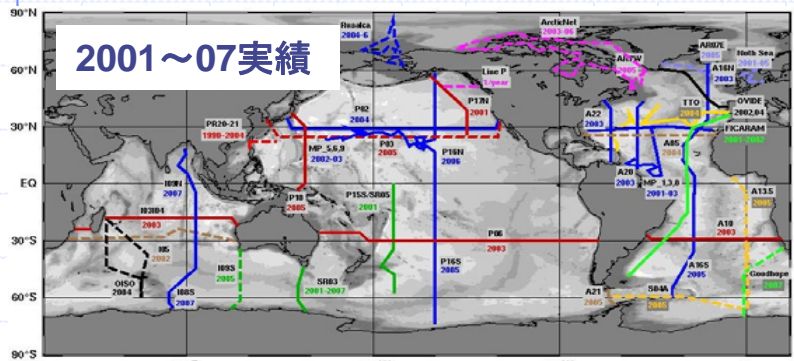
データ量 4000/月

定置ブイによる
連続観測

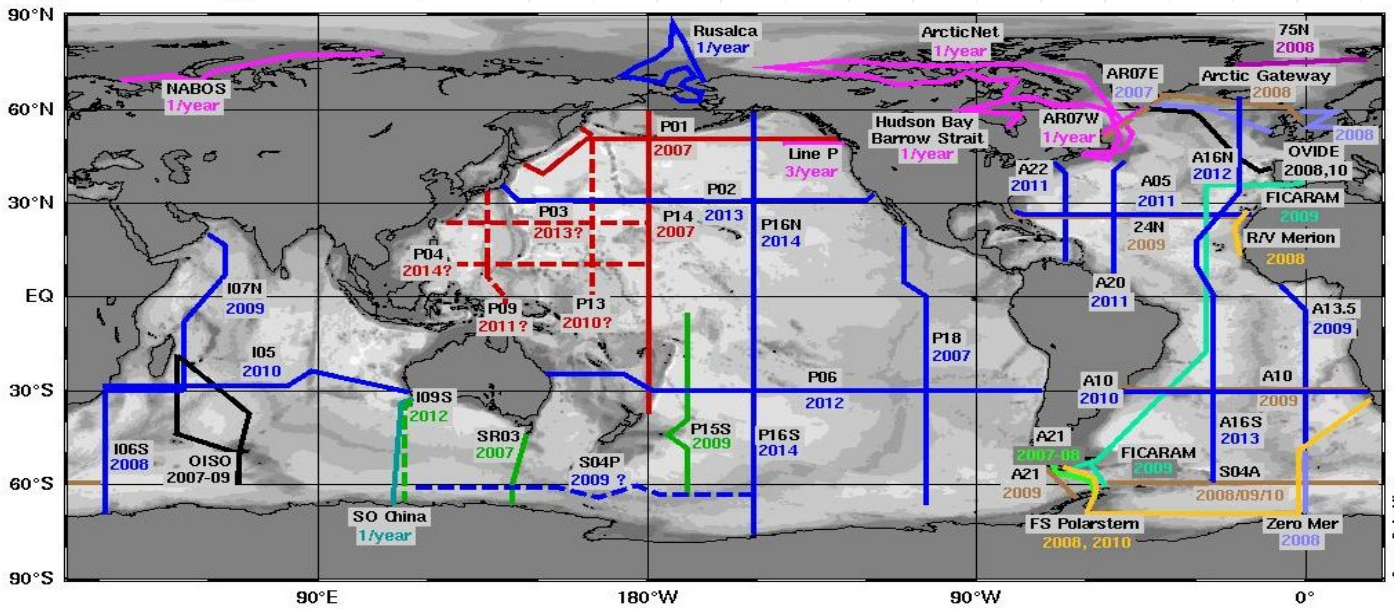


2000年代 WOCEライン再観測の国際共同 (IOCCP:国際海洋炭素調整プロジェクト:2002~, IOC, SCOR)

→ 温暖化に伴う人為起源CO2蓄積量の増加、吸収能力の**変化**の検出



2007年以降の
各国の計画



終わりに

海のCO₂観測では

観測船による海洋観測が主役。

物理・生物・化学過程が混在し

採水による精密な測定が必要。

CO₂吸収能力の変化を検出するには

一層の高精度観測と

国際連携による持続的な観測体制

が重要