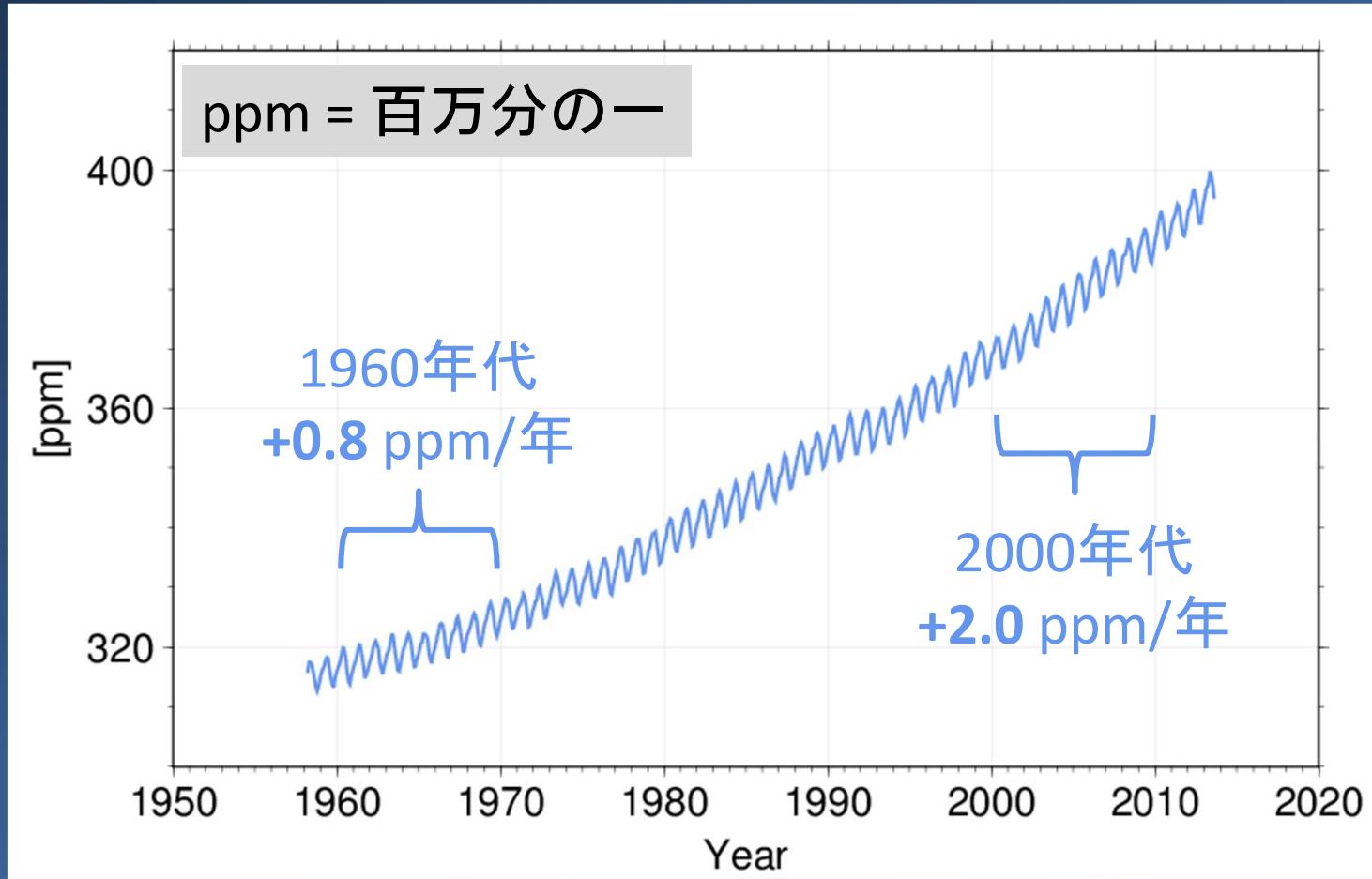


# 「もうひとつのCO<sub>2</sub>問題」海洋酸性化と 海の二酸化炭素観測

国土交通省気象庁 気象研究所  
海洋・地球化学研究部 第三研究室  
研究官 小杉 如央

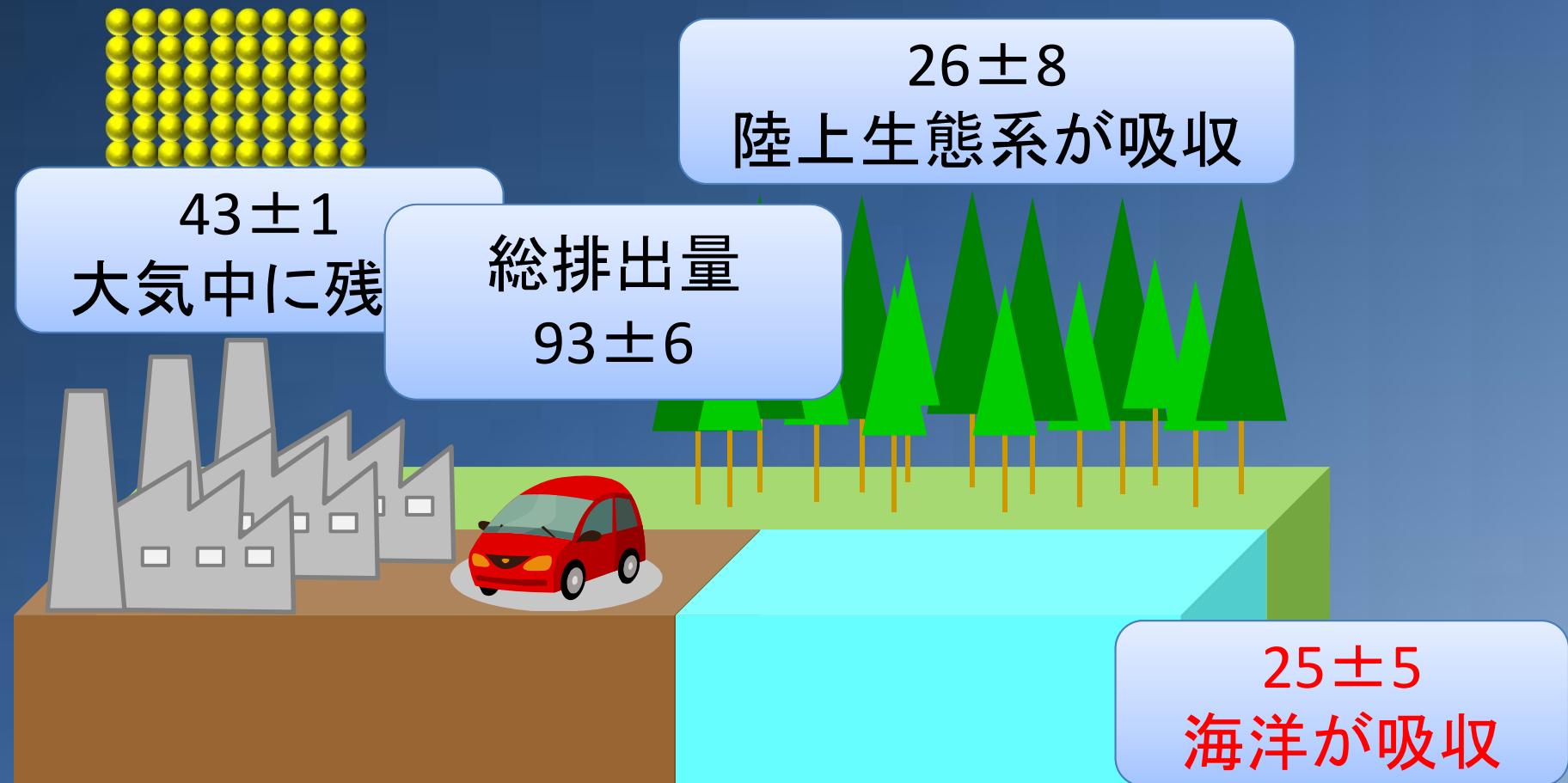
# 加速的に増え続けるCO<sub>2</sub>

## ハワイ・マウナロア山における大気中CO<sub>2</sub>濃度



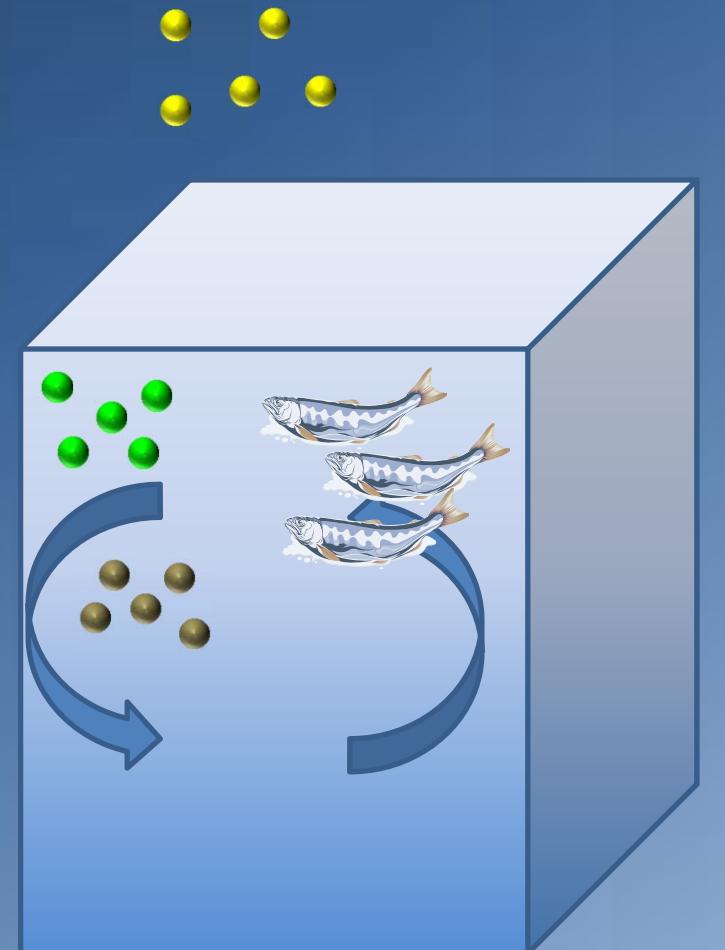
# 人為起源CO<sub>2</sub>のゆくえ

2002-2011年の平均値（単位: 億トン炭素/年）



# 海がCO<sub>2</sub>を吸収する仕組み

1. 海水は弱いアルカリ性
2. 鉛直混合による内部へのCO<sub>2</sub>の輸送
3. 生物による内部への有機態CO<sub>2</sub>の輸送



# 海洋酸性化とは

$\text{Ca}^{2+}$

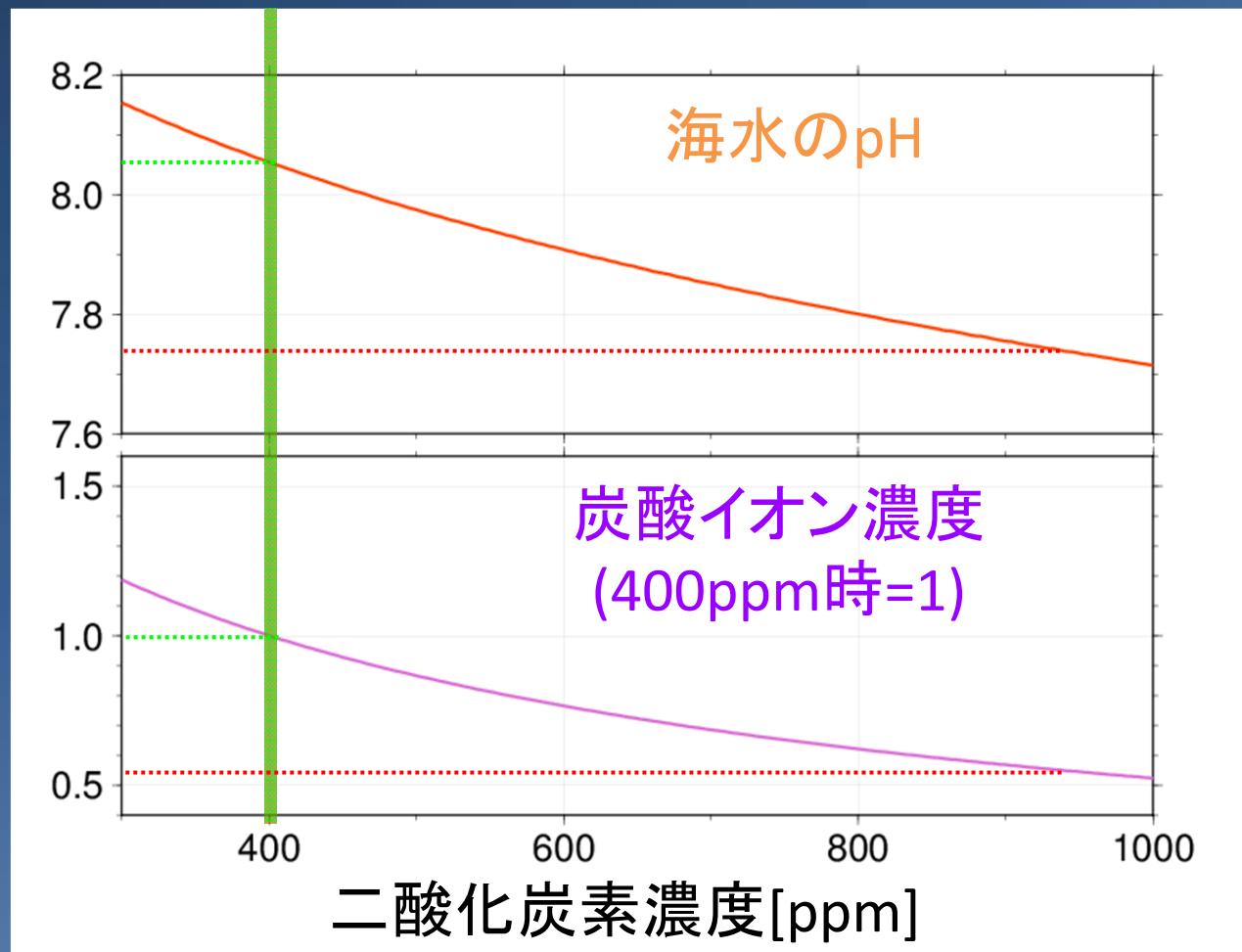
$\text{CO}_3^{2-}$

$\text{CaCO}_3$

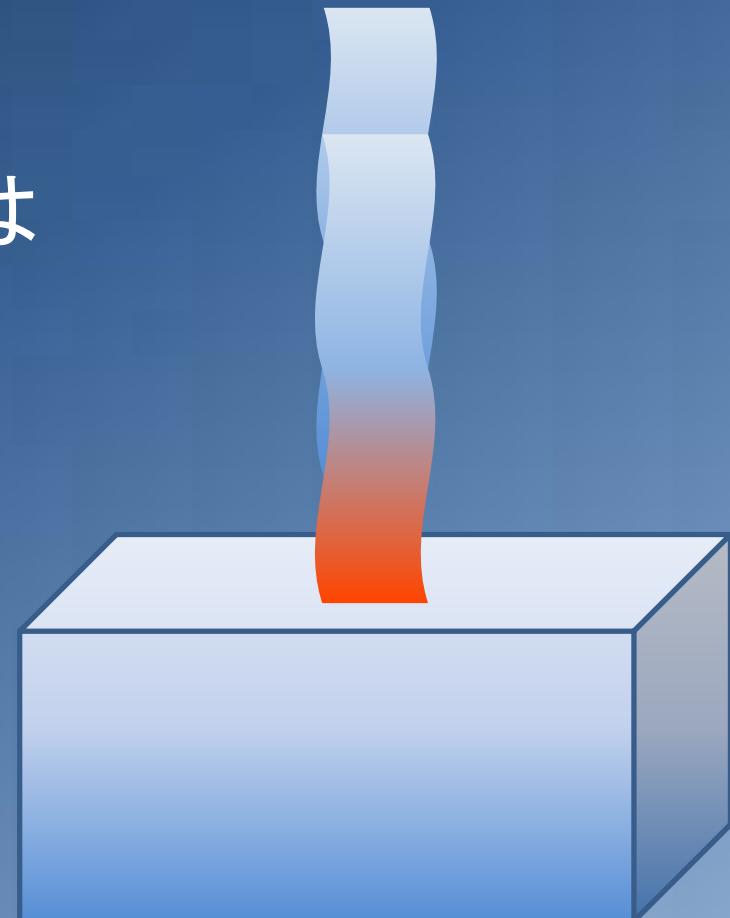


2013

2100



海のCO<sub>2</sub>の増加/pHの減少は  
どのようにして調べるのか？



# いろいろな観測船



清風丸 (484トン)  
旧 舞鶴海洋気象台所属



凌風丸 (1380トン)  
気象庁所属



啓風丸 (1483トン)  
気象庁所属



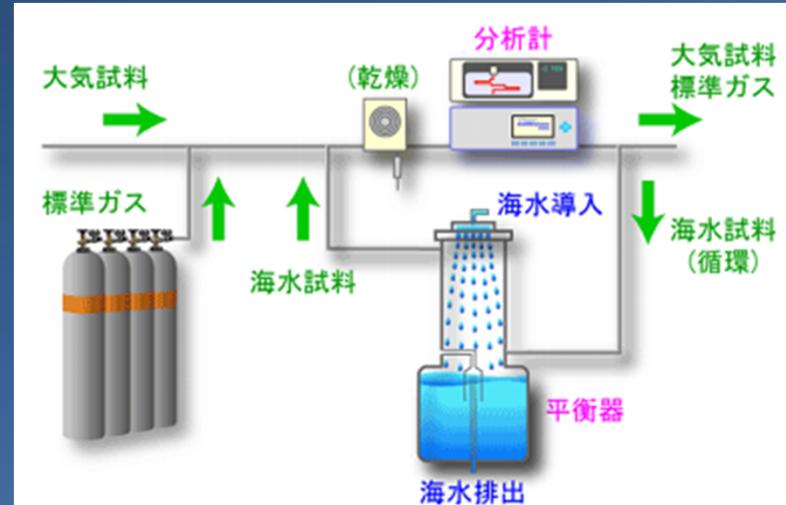
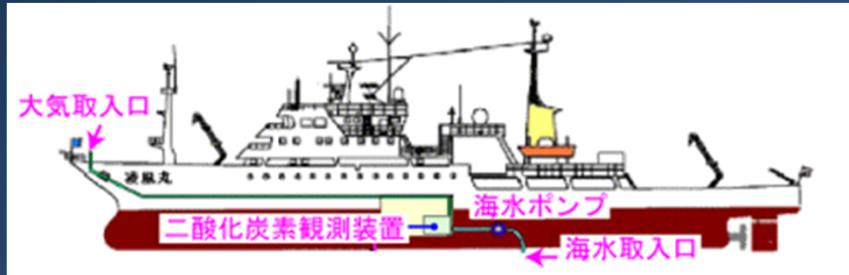
白鳳丸 (3991トン)  
海洋研究開発機構所属



みらい (8687トン)  
海洋研究開発機構所属

# 海のCO<sub>2</sub>測定方法①

## 船底から汲み上げた海水の連続測定



表面しか測定することができないが、  
洋上を航行しながら広範囲の測定が可能。

# 海のCO<sub>2</sub>測定方法②

## 多筒採水器による採水と化学分析

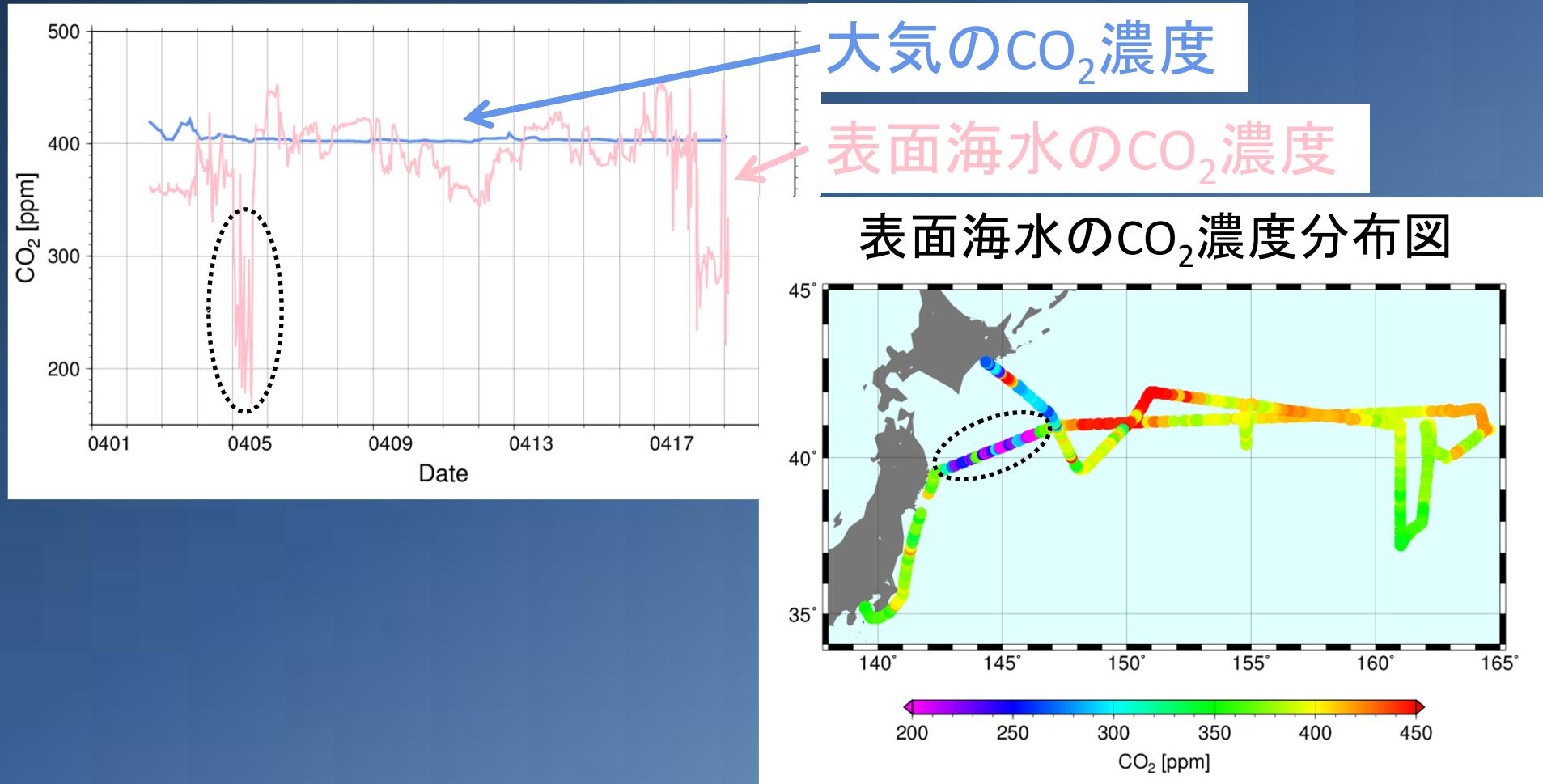


←高 pH 低→

温度・塩分・酸素濃度・pHなどの  
鉛直的な構造を知ることができる。

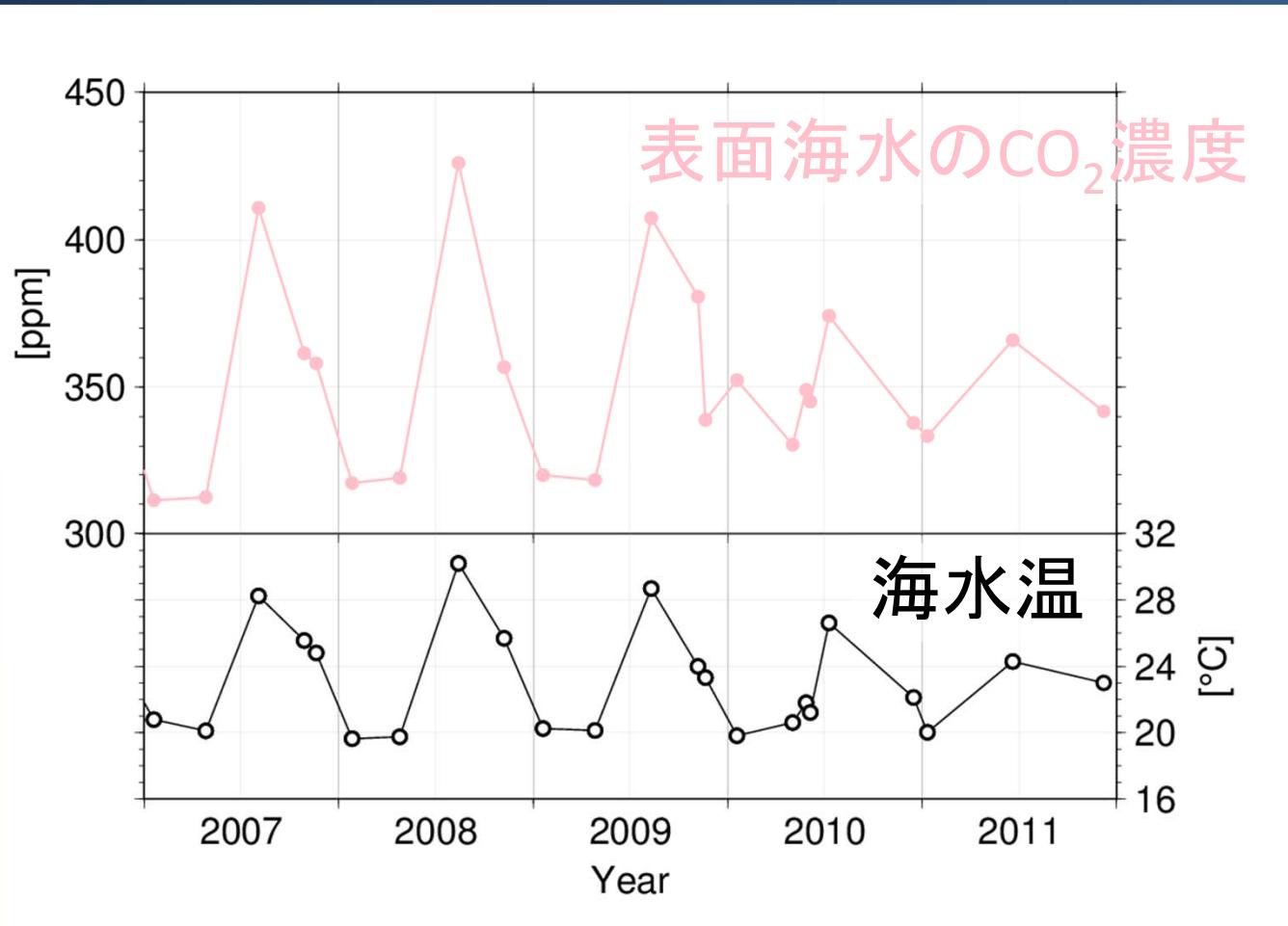
# 変動の大きい海のCO<sub>2</sub>①

平成25年4月 三陸沖～北海道東方沖の観測結果



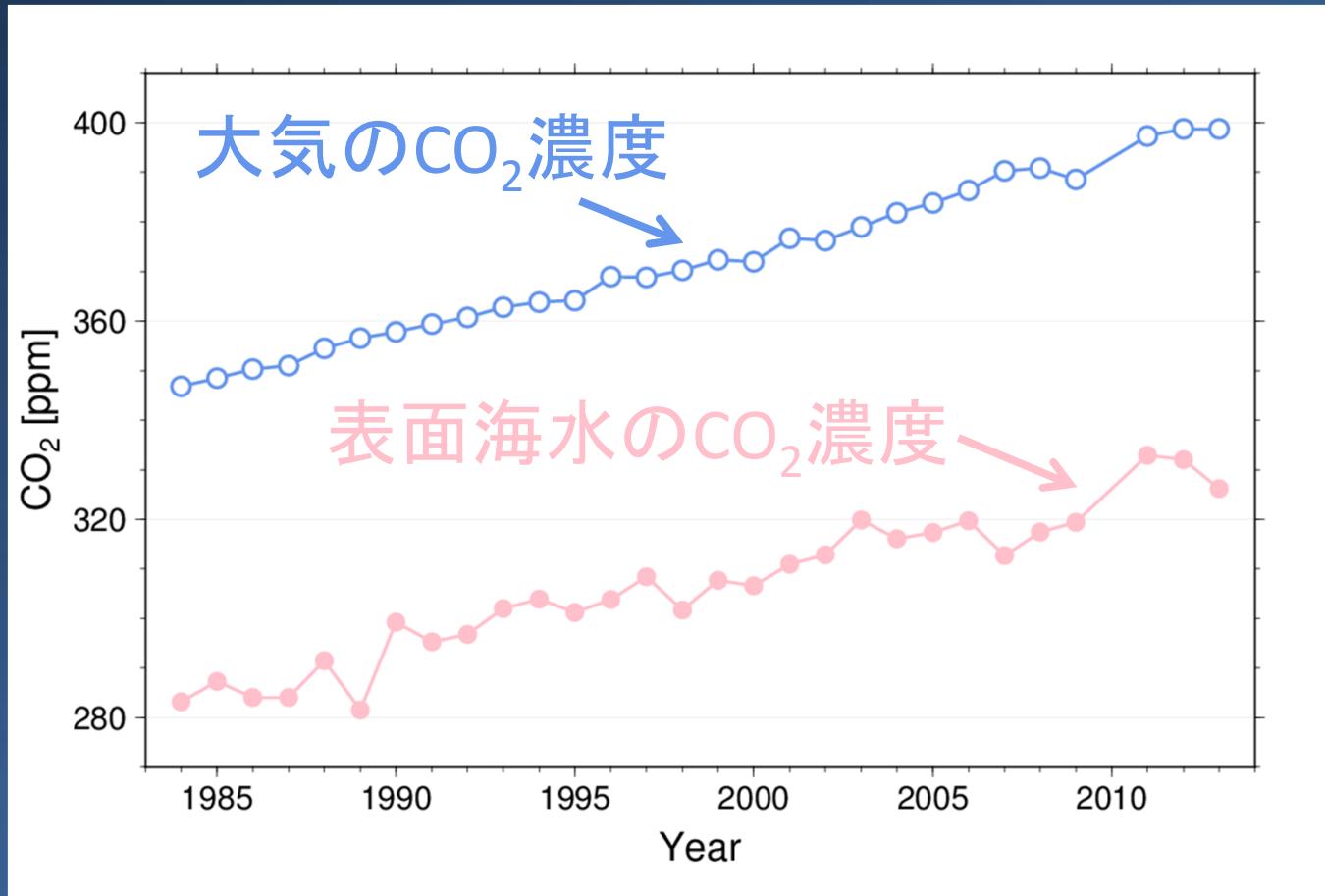
# 変動の大きい海のCO<sub>2</sub>②

北緯30度・東経137度の季節変化



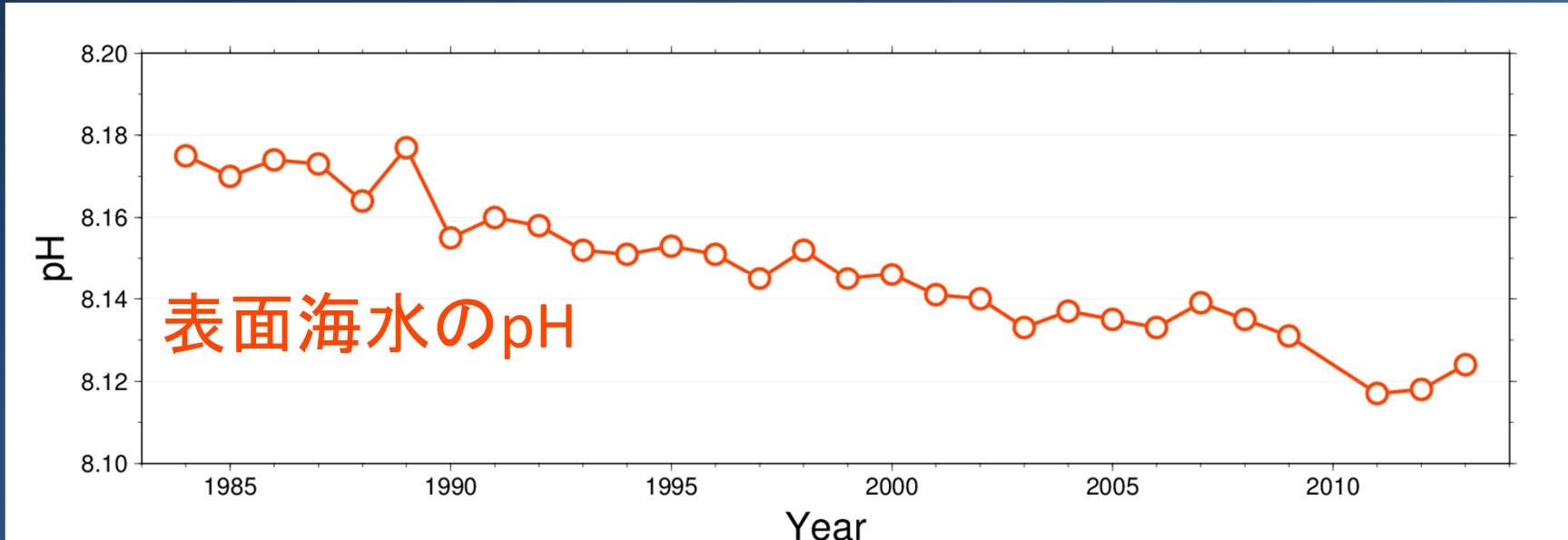
# CO<sub>2</sub>の蓄積と酸性化の進行①

北緯30度・東経137度 毎年冬の観測結果



# CO<sub>2</sub>の蓄積と酸性化の進行②

北緯30度・東経137度 冬のCO<sub>2</sub>濃度からの解析値



海面のpH低下速度

産業革命以来

-0.1/200年

現在

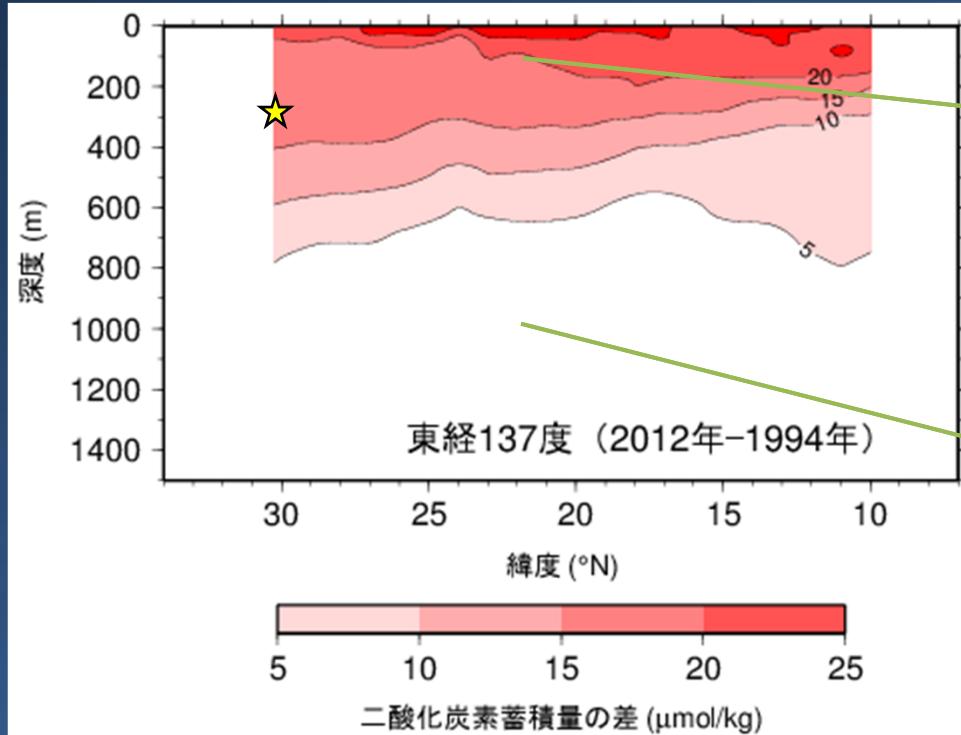
-0.2/100年

今世紀末まで

-0.3/90年

# CO<sub>2</sub>の蓄積と酸性化の進行③

東経137度に沿った人為起源CO<sub>2</sub>蓄積量(18年間)

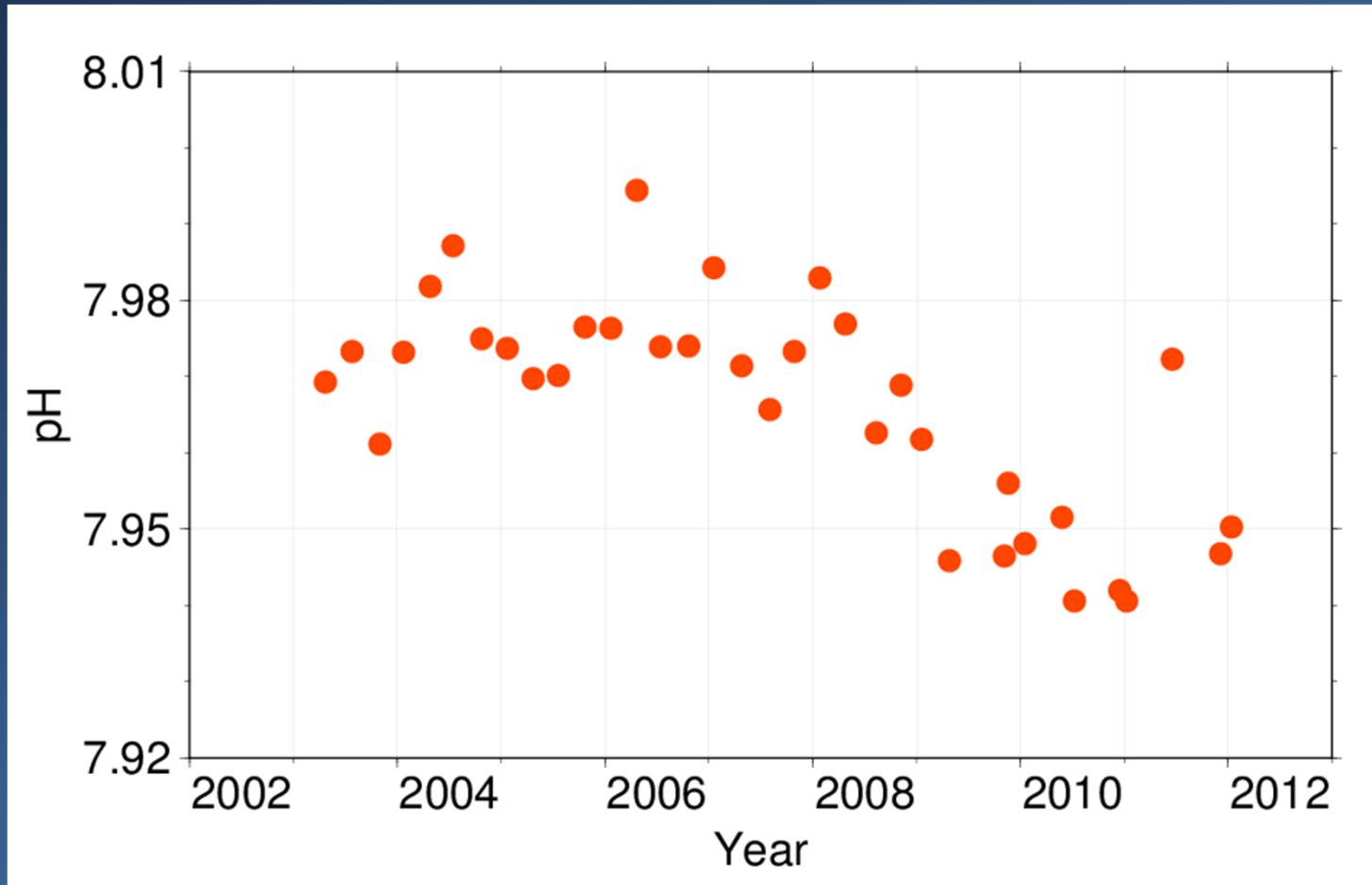


新しい海水  
大気CO<sub>2</sub>の増加を反映

古い海水  
CO<sub>2</sub>増加の影響が及んでいない。

# CO<sub>2</sub>の蓄積と酸性化の進行④

北緯30度・東経137度 水深300m付近の観測値



生物起源

CO<sub>2</sub>



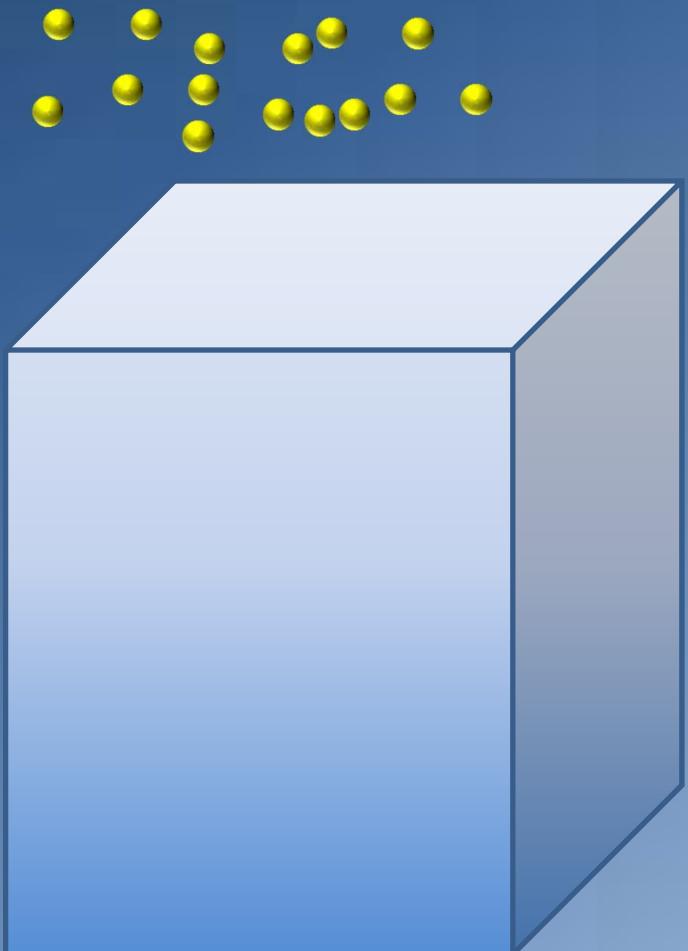
+  
人為起源

CO<sub>2</sub>



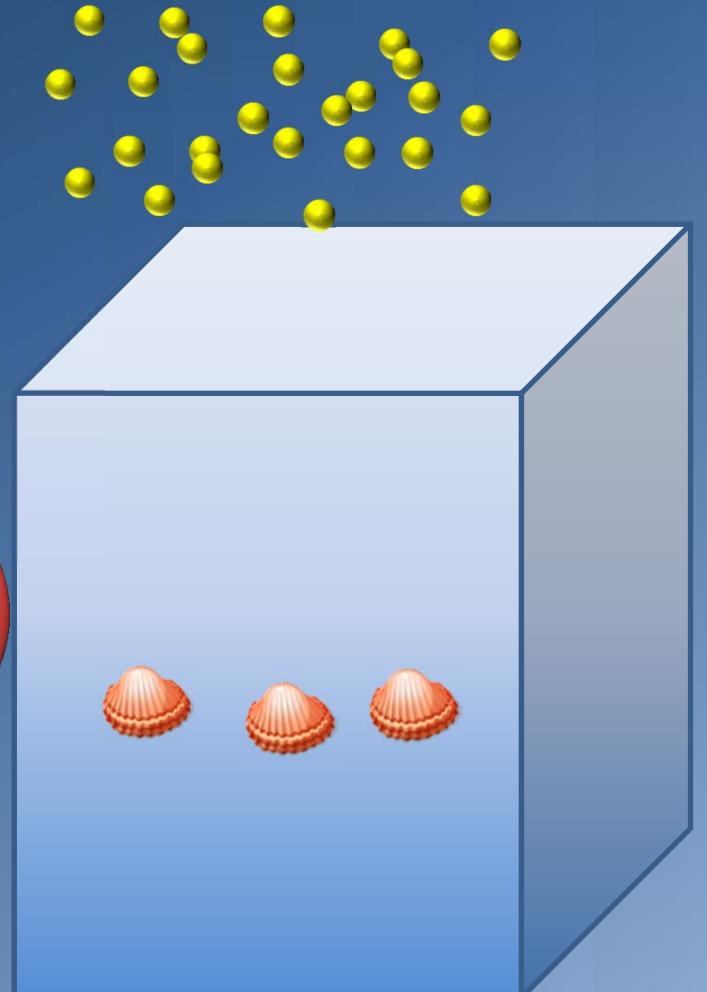
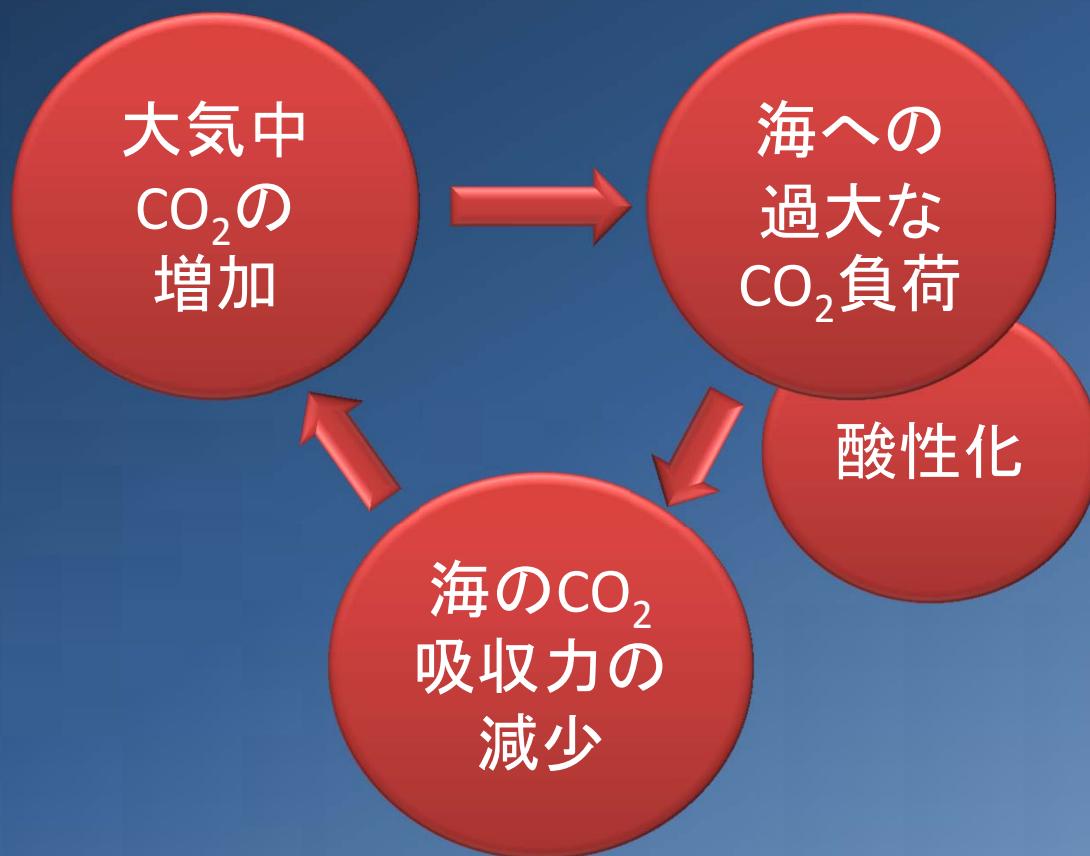
# 観測からわかったこと

- 海は確実にCO<sub>2</sub>を蓄積している。
- 蓄積は海の表面だけでなく、内部にも及んでいる。
- 表面、内部ともに長期的にpHが低下している。



# 未来の海はどうなる？

## 今後懸念されるシナリオ



# 「海洋による二酸化炭素吸収量」で検索！

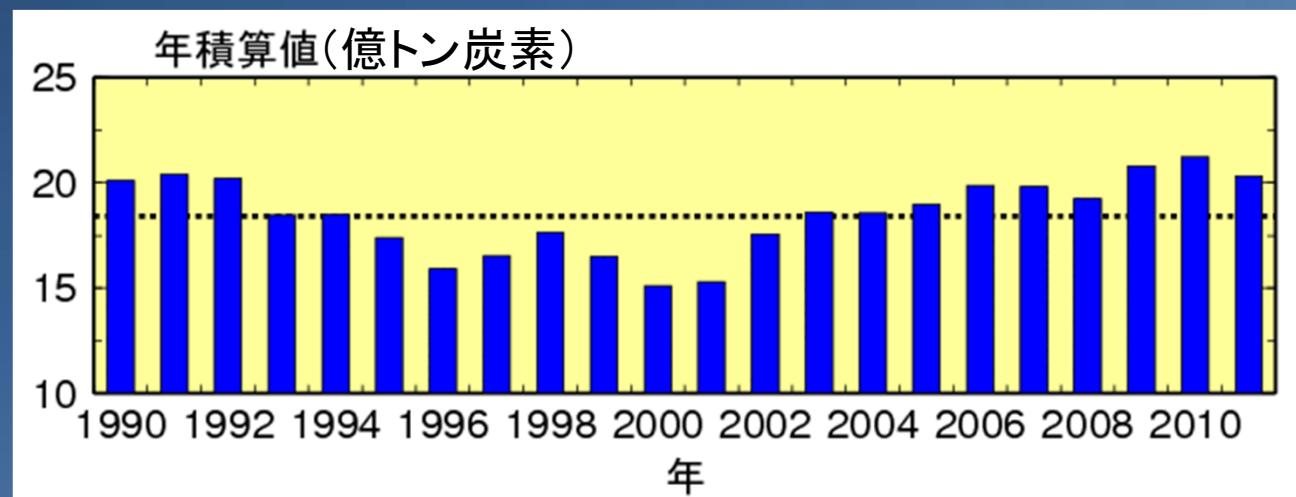
全球の海洋による二酸化炭素吸収量に関する情報提供の開始について

## 報道発表日

平成25年11月6日

## 概要

海洋による二酸化炭素の吸収量の変化は、大気中の二酸化炭素の増加量に影響を与えることから、地球温暖化や海洋酸性化などの地球環境の監視・予測に重要です。このため、気象庁は、全球の海洋による二酸化炭素の吸収量について、国内で初めて定期的な情報提供を開始しました。今回の解析により、海洋による二酸化炭素の吸収量は、1年あたり19億トン炭素(1990～2011年の平均)で、近年増加傾向にあることが分かりました。



長年に亘る海洋観測に尽力していただいた、  
観測員、船員の皆様に感謝します。



平成25年11月13日

第11回環境研究シンポジウム

# 観測とモデルは車輪の両輪！

海洋観測  
(現状把握)

今年のCO<sub>2</sub>濃度は...

CO<sub>2</sub>が検出された深さは...

計算の精度向上につながる  
観測結果の提供

より良い成果を得るために  
観測条件の提案

酸性化が懸念される時期は...

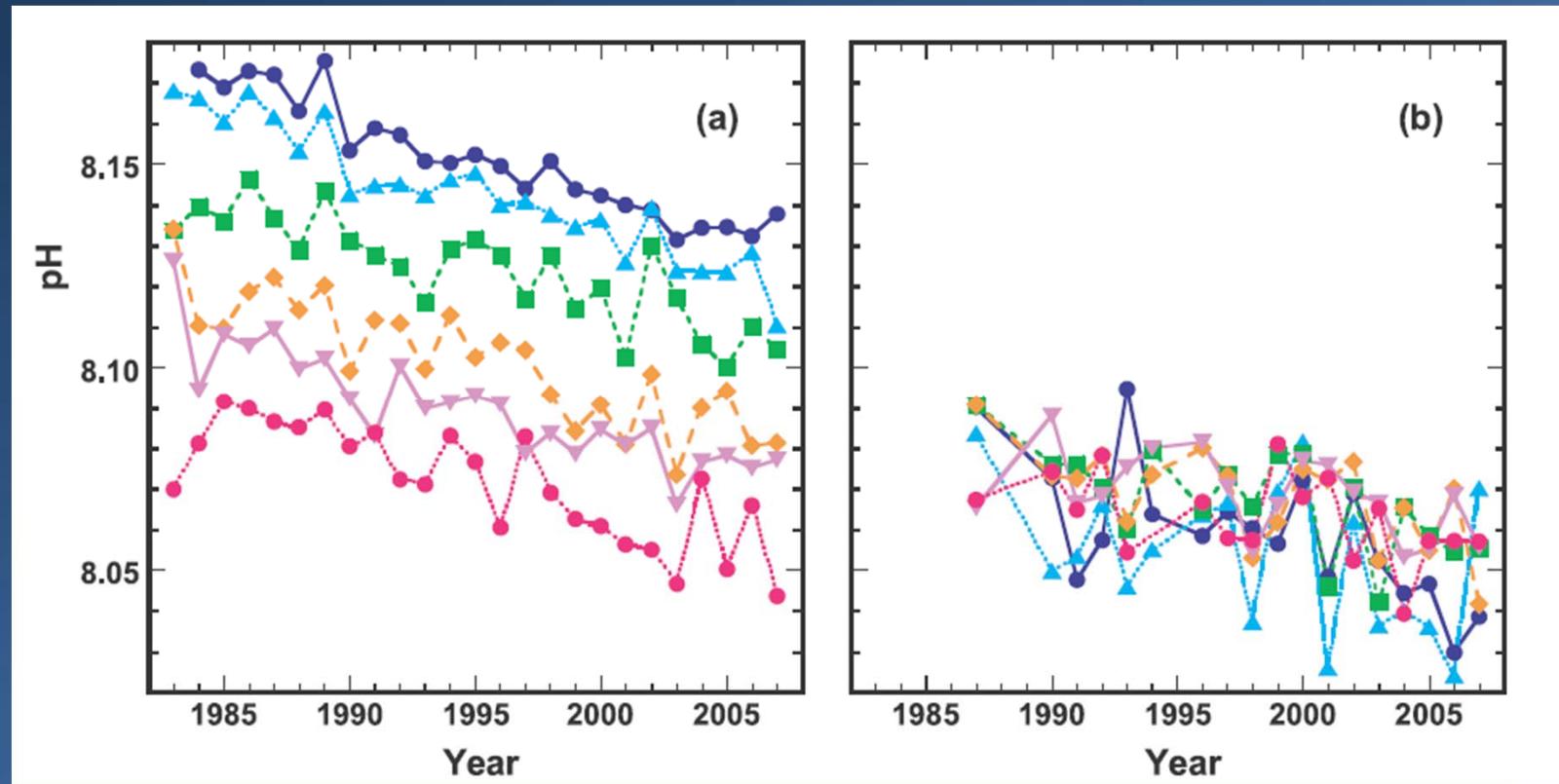
データが必要な場所は...

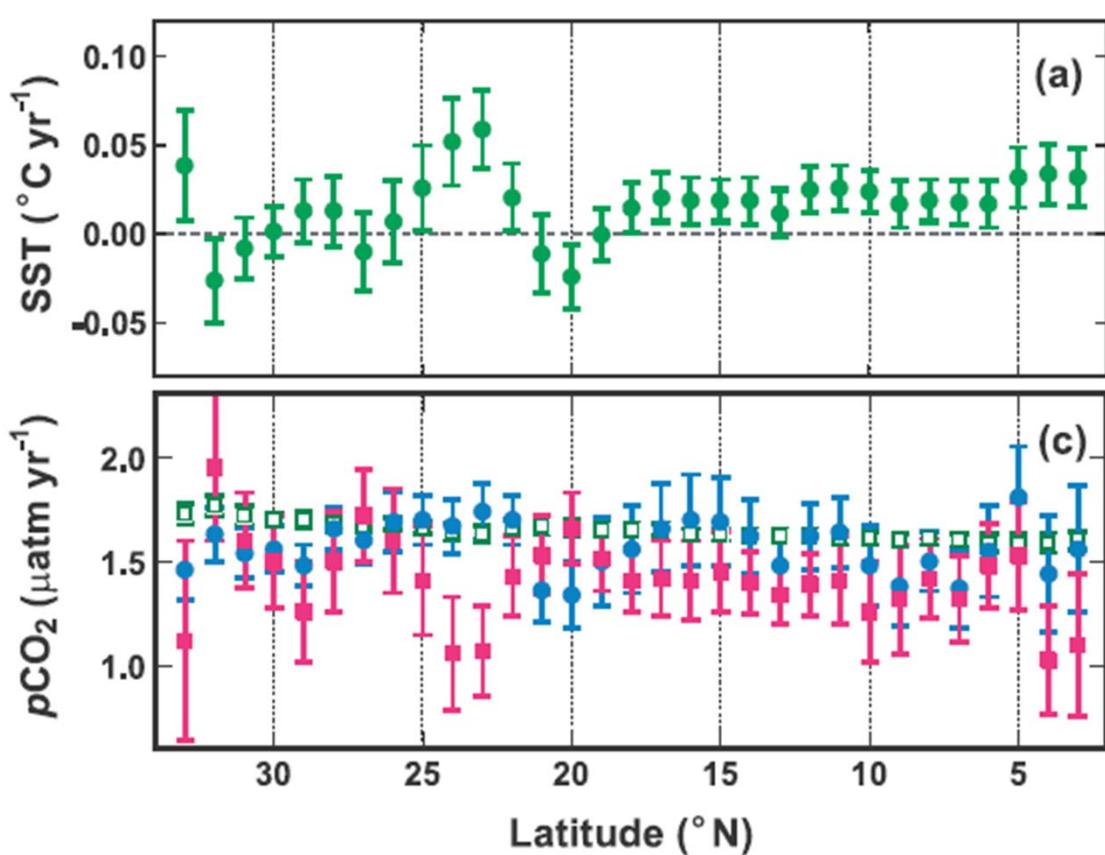
モデル計算  
(将来予測)

時間(季節)・場所によって大きく変動する  
CO<sub>2</sub>から、人間活動による増加を検出するのは  
非常に難しい！

しかし、

- 測定の高精度化
  - 長年にわたるデータの蓄積
- によって...





水温の長期変化

$\text{CO}_2$  の増加率

● 観測値

■ 海水温が一定の場合

(計算対象期間: 1983-2007)