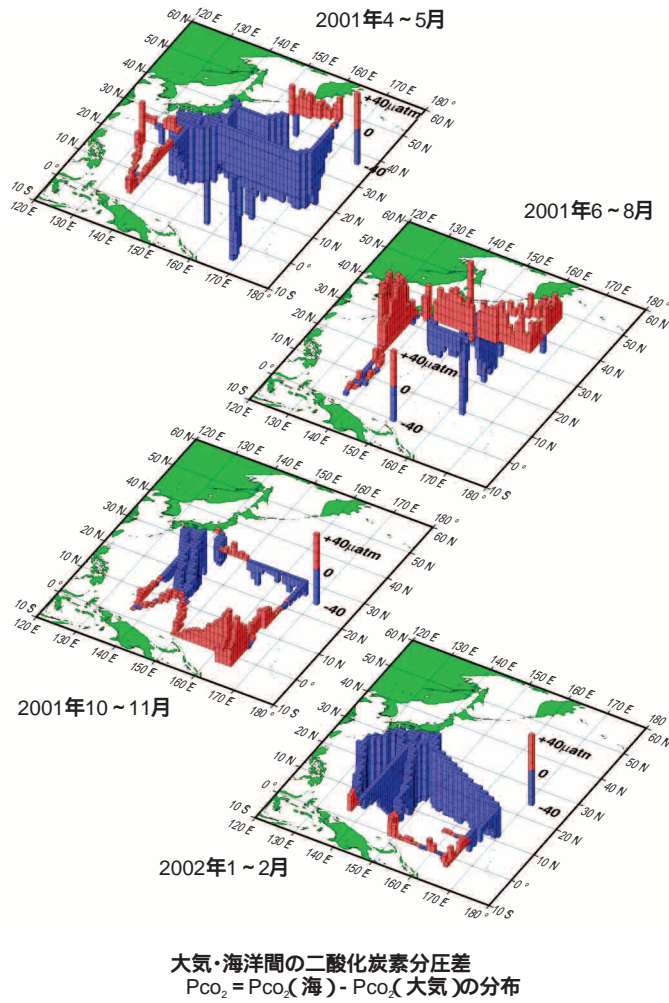


1995年から1999年にかけての国立環境研究所地球環境研究センター/カナダ海洋研究所共同研究、貨物船 Skaugran による観測で得た北太平洋北緯34度以北の海洋表層  $P_{\text{CO}_2}$  (二酸化炭素分圧) 月別分布図、単位  $\mu\text{atm}$  (百万分の1気圧)

【図24】亜寒帯太平洋における大気・海表面間の二酸化炭素分圧差 ( $P_{\text{CO}_2}$ ) の季節変化。(Zengら, 2003)



【図25】西部北太平洋における大気・海洋間の二酸化炭素分圧差（ $P_{CO_2}$ ）の分布。（気象庁，2003）

## 1 | 4 | 4 | 海洋における炭素循環の観測の重要性

$P_{CO_2}$ は、物理化学的には現場の海水の水温、塩分、pHおよび全炭酸の濃度の四つの要因により決められる。

これらの要因は、大気と海水との熱交換や淡水交換（水蒸気や雨など）、または風による攪乱などが起こることによって海水の循環が変化し、それらはすべて二酸化炭素の分圧に関係してくる。

たとえば、二酸化炭素などのガス成分は水温が高くなると溶けにくい性質を持つので、水温の大きく変化する中緯度域の海域では、水温の低い冬期により多くの二酸化炭素が溶け込むことができる。

一方、水中の全炭酸の濃度やpHは、植物プランクトンの光合成による二酸化炭素の取り込みや、有機物の分解による無機炭酸の生成、有孔虫などによる炭酸カルシウムの殻の形成など生物の活動に大きく関わっている。これがさらに、生産された有機物や炭酸カルシウムの殻が中・深層へ輸送されていくことによって、表層における大気との二酸化炭素の吸収や放出に寄与することになる。

このように、海洋表層での生物活動は、陸上での植物と同じように大気中の二酸化炭素の吸収や放出に大きく関与している。したがって、海洋表層での二酸化炭素の増減を中心とした炭素循環に関するパラメータも、温暖化についての観測項目としては重要であり、近年多くの観測がなされるようになってきている。

その代表的なものとして、植物プランクトン中のクロロフィル値【18】や、栄養塩として重要な硝酸イオン濃度などの生物学的な活性パラメータが衛星などで直接的、あるいは間接的に観測されている。

【図26】は水色センサーを搭載した衛星から全海洋の表層におけるクロロフィル濃度の観測を行ったものである。この衛星からのクロロフィル観測は97年のわが国の衛星センサー（OCTS: NASDA）から98年の米国の衛星（SeaWiFS: NASA）に受け継がれており、青色から赤色に向かって濃度が高くなっている。98年のエルニーニョの時期と99年のラニーニャの時期とでは東部赤道付近におけるクロロフィル濃度が同じ1月でも全く異なることが分かる。

### 研究船による炭素循環の定点観測

現在、海洋での炭素循環の定点観測が、もっとも集中的に行われているのは太平洋ハワイ島沖（HOT）と大西洋バーミュダー島沖（BATS）の二つの時系列観測点である。これらは国際的な地球環境変動に関する海洋の生物地球化学を解明する国際プロジェクトJGOFS【19】が主導しており、どちらもすでに、十数年にわたる詳細な季節変化のデータを収集している。

【図27】は、この二つの表層海域での全ての無機炭酸濃度の長期

#### 【18】クロロフィル量

植物プランクトンの量を示す値。植物プランクトンは、基本的に単細胞であるが群体としても生活し、大きさは約1μm～10mmと4桁にわたる。その生物量を分析によって簡易に測定するため、研究者の多くはクロロフィル値を使う。

#### 【19】JGOFS

[Joint Global Ocean Flux Study] 合同全球海洋フラックス国際共同研究。1984年に、米国科学アカデミーのワークショップにより発足した、30か国以上が参加する国際的なプログラム。世界規模で海洋における炭素などの物質循環のメカニズムや、海洋が大気中の二酸化炭素濃度の変動に対する関係性などを研究している。IGBPのコアプログラムの一つ。