



**IPCC 第6次評価報告書**  
**—温室効果ガスの生物地球化学的**  
**循環と影響—**

第6次評価報告書第I作業部会報告書(自然科学的根拠)の第5章は①温室効果ガスの変動, その傾向と収支, ②海洋の酸性化と脱酸素, ③二酸化炭素収支や除去に伴う太陽放射の変化や生物地球化学的意義, ④評価の限界に関する展望などについて記述されています。

図1は代表的な温室効果ガスである二酸化炭素, メタン, 亜酸化窒素の紀元前80万年から今日までの大気中濃度の変化を示したものです。

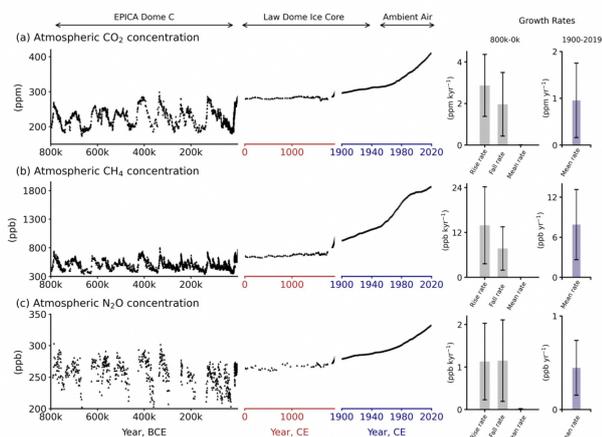


図1 大気中の温室効果ガスの80万年間の変動  
 (a) 二酸化炭素濃度 (b) メタン濃度 (c) 亜酸化窒素濃度, 図中右端の棒グラフは平均増減率を示す。

二酸化炭素は1958年から, メタンは1984年から, そして亜酸化窒素は1994年から観測値が示されていますが, それ以外のデータは氷床中の気泡を分析した結果です。また, グラフの右端

の棒グラフは紀元前80万年から紀元までと1900年から2019年までの1000年単位の濃度の増加・減少率が示されています。80万年前から紀元までの期間では増加率が大きく, 減少率が小さいのが分かります。これは各温室効果ガスが減少する時より増加する時の方が急激であることを示しています。すなわち, 濃度上昇は短期間で上昇するが, 減少するにはより長期間かかっていることを示しています。また, 1900年以降の平均増減率は, 全てで増加傾向を示し, その速さは80万年前から紀元までの増加率の500倍に近い値になっています(グラフのスケールに注意)。とてつもない速さで上昇し, 過去80万年前から比べて最も高濃度になっています。

図2はその二酸化炭素の排出量を起源別に示

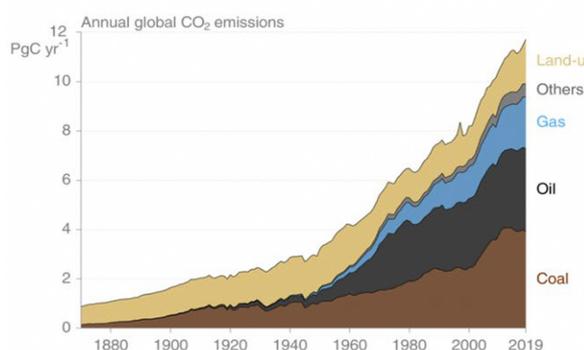


図2 二酸化炭素濃度の起源別排出量の経年変化 (PgCyr<sup>-1</sup>:1年間の炭素排出量 10<sup>15</sup>g)

したものです。これまでも指摘されてきたことですが, 1950年頃までは土地利用による二酸化炭素の放出が最も多く, その後, 石炭にとって代わり, それが今日まで継続しています。二酸

化石燃料削減には、まず石炭の使用を止めることが重要であることを示しています。

こうした放出に伴い温室効果ガスとして大気中の炭素の増加量を示したのが表1です。年代

表1 炭素の収支(表中の放出合計は基本的に大気中の増加率+海洋の吸収率+地上の吸収率に等しくなるはずですが、誤差を含めて不均衡が生じています。

放出・吸収源等	1750-2019年 年累積量 (PgC)	1850-2019年 年累積量 (PgC)	1980-1989年 平均増加率 (PgCyr <sup>-1</sup> )	1990-1999年 平均増加率 (PgCyr <sup>-1</sup> )	2000-2009年 平均増加率 (PgCyr <sup>-1</sup> )	2010-2019年 平均増加率 (PgCyr <sup>-1</sup> )
化石燃料の燃焼 とセメントの生産	445±20	445±20	5.4±0.3	6.3±0.3	7.7±0.4	9.4±0.5
土地利用変化	240±70	210±60	1.3±0.7	1.4±0.7	1.4±0.7	1.6±0.7
放出合計	685±75	655±65	6.7±0.8	7.7±0.8	9.1±0.8	10.9±0.9
大気中の増加率	285±5	265±5	3.4±0.02	3.2±0.02	4.1±0.02	5.1±0.02
海洋の吸収率	170±20	160±20	1.7±0.4	2.0±0.5	2.1±0.5	2.5±0.6
地上の吸収率	230±60	210±55	2.0±0.7	2.6±0.7	2.9±0.8	3.4±0.9
収支の不均衡	0	20	-0.4	-0.1	0	-0.1

によって収支の不均衡が出現していますが、10年ごとに確実に化石燃料の燃焼による放出量は増大していることが示されています。現在海洋と陸上での吸収量も増加しているため、大気中の増加量は放出量の増加に対して緩和していますが、基本的に陸上生態系の破壊や海水の温暖化は炭素の吸収量を減少させることになります。

図3は1994年から2007年までの平均的な大

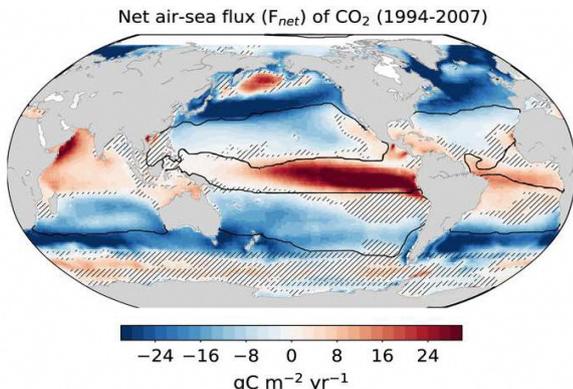


図3 1994年から2007年までの年平均単位面積あたりの正味の大気—海洋の炭素の流量の分布  
暖色域は海洋からの放出域、寒色域は海洋での吸収域を示す。

気-海洋での二酸化炭素の流れを示したものです。暖色域が二酸化炭素の放出域、寒色域が吸収域を示しています。温暖な熱帯域では海洋が二酸化炭素の放出域となっていて、中緯度から高緯度で吸収域になっていることが示されています。基本的には大気と海洋の二酸化炭素分圧差でガス交換が行われるので、大気中の濃度が

高くなると海洋で吸収されますが、高温域では海洋での分圧が高くなって放出することになります。また、海洋中の二酸化炭素の分圧の増減は、主とした炭酸カルシウムの変化と関連しており、これは生物の殻として消費されることに依存します。さらに炭酸ガスの海洋での吸収は、海水のpH変動にも影響します。海水は弱アルカリ性ですが、LetterN0.6で示したように、近年酸性化の傾向を示しています。現在人間活動で放出した二酸化炭素は、その約50%が大気中濃度を増加させ、23%が海洋で吸収され、残りは森林等地表で吸収される収支を示しています。海洋での二酸化炭素は炭酸や炭酸イオン、炭酸水素イオンの形態で存在し、炭酸カルシウムの生成によるアルカリ度の変化と無機炭酸系の平衡に加えて、生物活動による有機物の生成と分解の過程や海水の温度変化、あるいは海水の循環に伴う溶解度の変化と物理的移動にも依存して変動します。図4は生物活動による有機物の生成過程の一例として、海洋中のクロロフィル

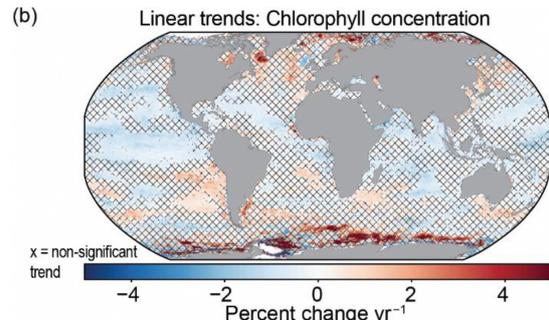


図4 海洋のクロロフィルの濃度の年変化率の分布  
赤色域は増加傾向を示し、青色域は減少傾向を示す。

の濃度変動傾向を示したものです。高緯度では活発化して、二酸化炭素の吸収に寄与していますが、低緯度では減少傾向を示しています。

大気中の二酸化炭素濃度の変化は、様々な活動に依存します。特に、海洋中の二酸化炭素の吸収は、クロロフィルでの吸収のように短期間のものから、サンゴによる堆積のように長期間のものもあります。化石燃料の使用を削減しても、すぐには大気中濃度が減少しない要因がこうした炭素循環の複雑さに関連しています。