

地球温暖化

Global warming

1 地球温暖化の実態

まず、地球の気候は温暖化しているのか。地球の全地域で気象観測が開始された19世紀末以降2020年までの全体で平均した気温の変化を図1に示す。地球全体で気温は平均して0.72℃/100年の傾向で上昇している。1960～1970年代には足踏み状態であったが、その後、顕著な上昇に転じている。季節的には北半球冬季により顕著な上昇傾向であり、地域的にはユーラシア大陸や北米大陸の高緯度地域でその傾向は大きい。この期間における「地球温暖化」はほぼ確かな傾向といえる。

2 「地球温暖化」の原因

19世紀末以降の「地球温暖化」の原因は何が考えられるか。現在、議論になっている主な要因についてまとめてみよう。

(1) 人類活動による温室効果ガスの増加

もし空気が全くなかったら、地球の表面温度はマイナス20℃前後と非常に低い温度になるが、地球の大気中には、水蒸気(H₂O)、二酸化炭素(CO₂)やメタン(CH₄)などの温室効果ガスがあるため、地表面からの赤外線を吸収して大気を温

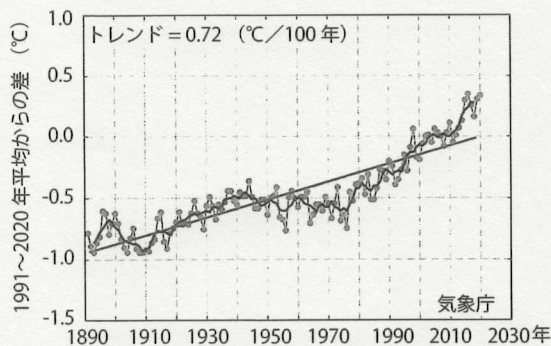


図1 世界の平均気温（陸域における地表付近の気温と海面水温の平均）の基準値からの偏差

基準値は1991～2020年の30年平均値。細線（●印）：各年の平均気温の基準値からの偏差，太線：偏差の5年移動平均値，直線：長期変化傾向。

気象庁サイト（<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/annual.html>）による。一部修正。

める。暖められた大気からの赤外放射エネルギーの一部は地表に戻り地球表面をさらに温める。これが大気の温室効果である。代表的な温室効果ガスであるCO₂やCH₄は、18世紀に開始された産業革命以降増加しており、大気の温室効果は強くなっていると推定されている。

図2に3つの温室効果ガスの大気濃度の変化が示されている。いずれも1800年代中頃から増加しているが、特に1950～1960年頃から急激に増加していることがわかる。これらの温室効果ガスは産業革命以降大きく増加しており、化石燃料消費などの人間活動に因っていることがほぼ明らかになっている。温室効果ガスの増加を入力した最新の気候モデルによる研究でも、温室効果ガスの増加により、気温はほぼ観測値に近い値で上昇する結果が示されている（IPCC, 2013）。

(2) 太陽活動とエアロゾルの影響

人間活動による「地球温暖化」を否定する研究者の多くは、太陽活動の変化が温暖化の原因ではないか、と主張している。1600～1700年頃は、太陽活動が弱く、この時期の北半球は「小氷期（Little Ice Age）」とも言われていた。1980年代以降、太陽から地球に入ってくるエネルギーは、人工衛星により地球の大気圏外での直接観測により測定されているが、太陽放射エネルギーが地球全体の気温の上昇傾向と対応する結果は示されておらず、近年の地球温暖化に対して、太陽活動が影響している直接的な証拠はない。一方で、大気中のエアロゾル（微粒子）は太陽光を反射するため地表付近の気温を低下させる効果がある。1960～1970年代の温暖化の一時的弱まりは、大気汚染によるエアロゾル増加に因る可能性が指摘されている。

3 地球温暖化の影響

温室効果ガス増加による地球温暖化は、気温だけではなく、気候システムの他の要素に

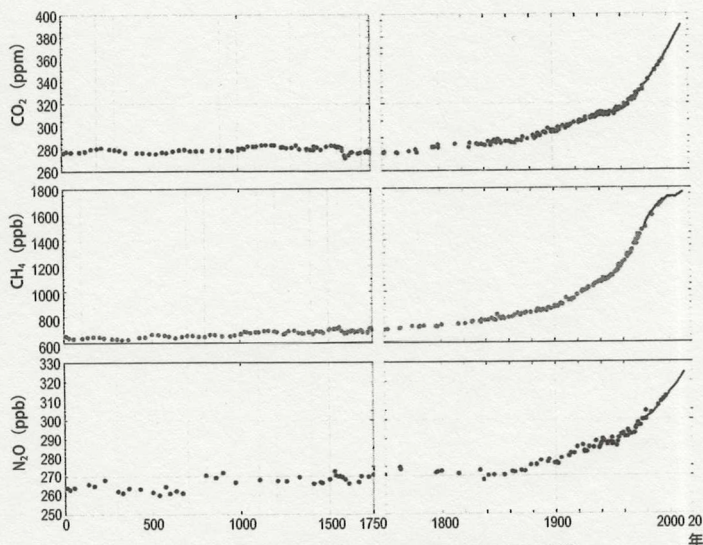


図2 過去約2000年における主たる温室効果ガス濃度の変化

過去の濃度(点)は南極やグリーンランド氷床コアからの復元された値で、実線が観測値。上から二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)。IPCC(2013)による。一部修正。

も大きな変化を与え、そのいくつかは温暖化をさらに加速する正のフィードバックにもなっている。以下にその概要を記す。

(1) 雪氷圏の変化

北極海では、夏場の海水が急激に減ってきており、このまま気温上昇が続けば2030～2050年には消える可能性も指摘されている。また、ヒマラヤやアルプスなどの山岳氷河は全体として後退している。グリーンランドの氷床は融解が進み、縮小しており、南極氷床も南西部氷床を中心に21世紀に入り質量収支が負に転じている。シベリアやアラスカの永久凍土の融解も進行しており、凍土の融解でメタンなどの温室効果ガスの放出が増えることも懸念されている。

(2) 海面水位の変化

地球の平均海面水位は、20世紀のはじめから上昇し続けており、20世紀の間に約30cm上昇した。1971年以降の観測によると、その約40%が表層の海水の熱膨張、約30%が山岳氷河の融解に依っている。このまま温暖化が進むと2100年頃には1m近く上がり、CO₂を削減して、2070年にゼロにしても、平均で約30～40cm上昇すると予測されている。

(3) 水循環の変化

温暖化で海面水温が上がることにより、蒸発量が増え大気中の水蒸気量は増加する。すなわち、地球温暖化で海面水温が上がり気温も上が

れば、それだけ大気中の水蒸気量は増える。水蒸気は温室効果ガスであるため、CO₂が増えて水面が暖まって水蒸気が増えると、ますます温室効果は強化される(安成, 2018)。

(4) 異常気象(極端気象)の増加

水蒸気は雨の元であり、水蒸気の増加は、降水現象にも大きな影響を与える。地表面近くの大気下層の水蒸気量が増加することにより、大気は不安定になりやすくなり、積乱雲系の豪雨が増え、局地的に降水量が増える可能性が高くなり、地形条件などにより集中豪雨的な雨が降

りやすくなる。近年の温暖化で、日本を含むモンスーンアジアでは集中豪雨が増加している。このまま温暖化が進行すれば、この地域では現在は20年に1回の豪雨が、2050年には5年に1回、2100年には2～3年に1回になると予想されている。一方で、もともと乾燥地域である中近東、地中海沿岸では、温暖化により、さらに干ばつ傾向が強まると予測されている。

4 地球温暖化の抑制にむけて

もし人類活動がこのまま何の対策もなしに続けば、21世紀末にはCO₂濃度が1,000ppm近くになり気温も産業革命以前に比して5℃近く上昇すると予測されている。2015年の「パリ協定」では、2070年頃に地球全体でのCO₂放出量をゼロにするという目標に向け、世界中のすべての国が合意した。それでも気温は産業革命以前に比べ2℃ほど上がるので、できれば1.5℃に抑えるべきという報告(IPCC, 2018)が出ているが、そのためには2050年頃にはCO₂放出量をゼロにする必要がある。上述の温暖化に伴う気候システムの変化や生態系への影響は地域差も大きい。「地球温暖化」は人類を含む生命圏全体の生存そのものを脅かしつつある。健全な生態系はCO₂吸収にとっても不可欠であり、化石資源を柱にした経済活動の変革と生命圏保全を柱にした社会への転換が人類にとっての喫緊の課題である。(安成哲三)



10

