

WMO 温室効果ガス年報(概要)

2023年12月までの世界の観測結果に基づく
大気中の温室効果ガスの状況

第20号 | 2024年10月28日

要約

WMO全球大気監視(GAW)計画から得られた観測成果の最新の解析によると、2023年の二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)の現場観測ネットワークによる地上での世界平均濃度⁽¹⁾は、それぞれ、420.0±0.1 ppm⁽²⁾、1934±2 ppb⁽³⁾、336.9±0.1 ppbとなり、解析開始以来の最高値を更新した。これらの値は工業化以前(1750年以前)の、それぞれ151%、265%、125%にまで増加している。二酸化炭素の2022年から2023年までの濃度増加量は、2021年から2022年までの増加量よりわずかに大きく、最近10年間の平均年増加量よりわずかに小さかった。この変動は、化石燃料による二酸化炭素排出量の増加が継続しているため、部分的に自然変動によって引き起こされていた可能性が非常に高い。メタンの2022年から2023年までの濃度増加量は、2021年から2022年までの増加量より小さく、最近10年間の平均年増加量よりやや大きかった。一酸化二窒素の2022年から2023年までの濃度増加量は、近年の記録の中で、最も大きかった2021年から2022年までの増加量より小さかった。米国海洋大気庁(NOAA)年次温室効果ガス指標(AGGI)[1]によると、1990年から2023年までに、長寿命の温室効果ガス(LLGHGs)による放射強制力は51.5%増加しており、二酸化炭素がそのうちの約81%を占める。

2023年のGAW現場観測ネットワークの概要

このWMO温室効果ガス年報第20号は、長寿命の温室効果ガスの中で最も影響の大きい、二酸化炭素、メタン及び一酸化二窒素の大気中の濃度と変化を報告するとともに、その他の温室効果ガスの概要も示す。上記の3種類のガスとフロン12(CFC-12)及びフロン11(CFC-11)を合わせると、長寿命の温室効果ガスによる放射強制力全体の約96%⁽⁴⁾[1]を占める(図1)。

WMO GAW計画は、大気中の温室効果ガス(GHGs)及びその他の微量成分の組織的観測及び解析をとりまとめている。最近10年間の温室効果ガス観測地点を図2に示す。参加国が報告した観測データは、気象庁にある温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)が保管・配布している。

この年報でWMO WDCGGが報告する世界平均濃度及び増加量とNOAAが発表した結果[2]は、同じ年であっても値が若干異なる。これは解析に使用される観測地点の違い、平均値算出手法の違い、及び値が代表する期間の若干の

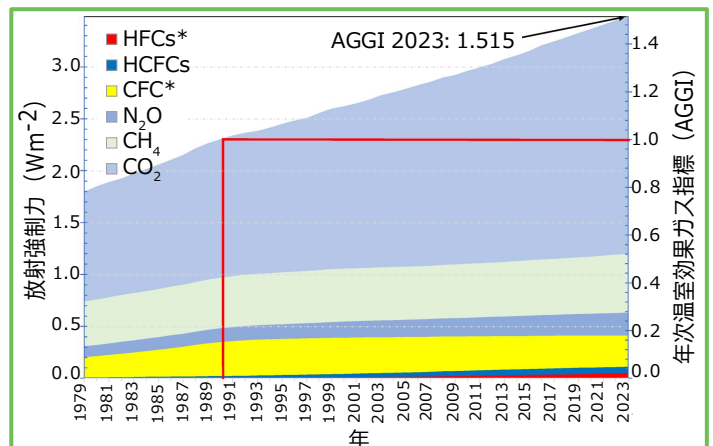


図1 長寿命の温室効果ガスによる放射強制力の経年変化と1990年を基準とした指標である2023年のNOAA年次温室効果ガス指標(AGGI)[1]。「CFC*」群には、CFC類以外の長寿命ガス(CCl₄、CH₃CCl₃、ハロンなど)も含まれるが、この放射強制力の大部分(2023年には95%)をCFC類が占める。「HCFCs」群には、これらの物質の中で最も濃度が高い3種類(HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b)が含まれる。「HFCs*」群には、最も濃度の高いHFC類(HFC-134a、HFC-23、HFC-125、HFC-143a、HFC-365mfc、HFC-227ea、HFC-152a)と、完全を期するためSF₆を含むが、この群の放射強制力に占める2023年のSF₆の割合はわずか(13%)である。

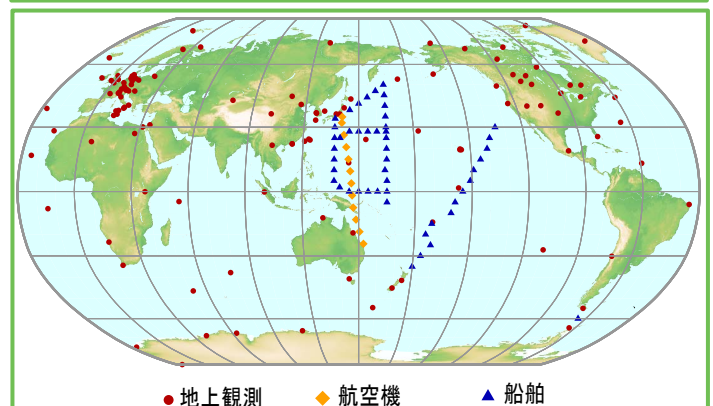


図2 GAW観測ネットワークを構成する最近10年間の二酸化炭素観測地点。メタンの観測ネットワークもこれと同様である。一酸化二窒素及び他の長寿命温室効果ガスの現場観測ネットワークは、はるかに密度が小さい。

違いによる。WMO WDCGGはGAWレポートNo.184[3]に記載されている手法で解析を行っている。

主な3種の長寿命温室効果ガスの2023年の大気中濃度の世界平均と、2022年から、及び1750年からの濃度変化を表に示す。

表 GAW 温室効果ガス観測ネットワークによる主な温室効果ガスの地上の世界平均濃度(2023年)と増加量。単位は乾燥空気中の濃度で誤差幅は68%の信頼限界による。平均手法は、GAWレポートNo.184 [3]に記載している。

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
世界平均濃度(2023年)	420.0±0.1 ppm	1934±2 ppb	336.9±0.1 ppb
1750年と比較した存在比 ^a	151%	265%	125%
2022年から2023年までの増加量	2.3 ppm	11 ppb	1.1 ppb
2022年からの増加分の比率	0.55%	0.57%	0.33%
世界平均濃度の最近10年間の平均年増加量	2.4 ppm/年	10.7 ppb/年	1.07 ppb/年

^a 工業化以前の濃度を、二酸化炭素(CO₂)は278.3 ppm、メタン(CH₄)は729.2 ppb、一酸化二窒素(N₂O)は270.1 ppbと仮定した。本解析に使用した観測点数は、CO₂(146地点)、CH₄(153地点)、N₂O(112地点)。

表に示されている3種の温室効果ガスは人間活動と密接に結びついており、生物圏や海洋とも強い相互作用がある。大気中の温室効果ガスの将来変化を予測するには、その様々な放出源や吸収源、大気中の化学反応についての定量的な理解が必要である。GAW計画に基づく観測成果は、これらのガス及び他の長寿命温室効果ガスの収支を解明するための貴重な手掛かりを与えるとともに、温室効果ガスの排出量推定の改善や衛星から求めた長寿命温室効果ガスの気柱平均データの評価に利用されている。[統合全球温室効果ガス情報システム\(IG³IS\)](#)は、国や地方行政区、特に都市のレベルで温室効果ガスの放出源及び吸収源についての更なる見識を与える。

NOAA 年次温室効果ガス指標(AGGI)では、1990年以降全ての長寿命温室効果ガスによる放射強制力の合計の増加を評価している[1]。AGGIは2023年には1.51となり、放射強制力⁽⁴⁾の合計は、1990年以降2023年までに51.5%、2022年からは1.6%増加した(図1)。工業化以前からの世界全体の放射強制力の増加量に対する主要な長寿命温室効果

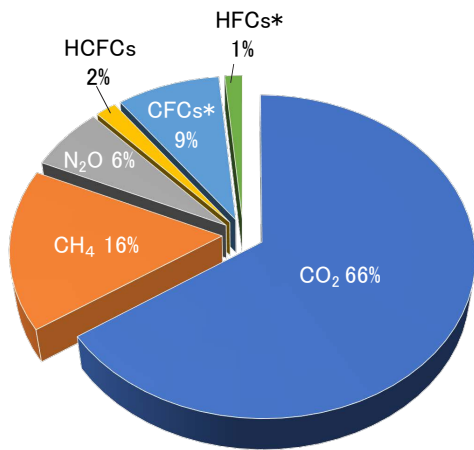


図3 工業化以前から2023年までの世界全体の放射強制力の増加量に対する主要な長寿命温室効果ガスの寄与 [1]。

果ガスの相対的な寄与を図3に示す。

二酸化炭素(CO₂)

二酸化炭素は、最も重要な大気中の人為起源温室効果ガスであり、長寿命の温室効果ガスによる放射強制力の約66%⁽⁴⁾を占めている。また最近10年間の放射強制力の増加のうちの約79%⁽⁴⁾、最近5年間では約77%が二酸化炭素によるものである。工業化以前の大気中の二酸化炭素濃度は、大気、海洋及び陸上生物圏の間の炭素交換のバランスを反映して278.3 ppmであった。二酸化炭素の2023年の世界平均濃度は420.0±0.1 ppmとなった(図4(a))。2022年から2023年までの年平均値の増加量(2.3 ppm)は、2021年から2022年までの増加量(2.2 ppm)よりわずかに大きく、最近10年間の平均年増加量(2.4 ppm/年)よりわずかに小さかった。濃度増加量のわずかな減少は、本年報の表紙特集記事で論じられているように化石燃料排出量が減少していることを示しているわけではなく、むしろ自然変動に関係している。観測された濃度増加量は、2023年は化石燃料排出量が継続して多かったこと、森林火災による排出量が増加したこと、そして恐らく陸域の吸収量が減少したことによる結果である。大気中の二酸化炭素濃度増加量の変動(図4(b))は、主に陸域生態系による正味の二酸化炭素吸収の変動に起因することが科学的見解である。

大気中の二酸化炭素濃度は、2023年に工業化以前の151%に達した。これは、主として化石燃料の燃焼とセメント生産からの排出による結果である。国際エネルギー機関(IEA)によると、2023年の化石燃料による二酸化炭素排出量は二酸化炭素換算で37.4 Gt(Pg) CO₂⁽⁵⁾であり、2022年の37 Gt CO₂から1.1%増加した[4]。グローバル・カーボン・プロジェクト(GCP)の2023年の解析によると、森林減少とその他の土地利用変化は、2013年から2022年までの期間の平均で4.7(±2.6) Gt CO₂/年の排出に寄与した。2013年から2022年の期間の人間活動による排出のうち、約43%が大気、26%が海洋、31%が陸上に蓄積され、蓄積先が特定されなかった残差は1%未満であった[5]。化石燃料の燃焼により排出され大気中に残留する二酸化炭素の比率(大気残留率(AF))は、(主に陸域の)二酸化炭素吸収源の大きな自然変動によって年々変動するが、大気残留率の長期的な変化傾向を示す証拠はほとんどない([WMO温室効果ガス年報第17号\(気象庁訳\)](#)の表紙特集記事も参照)。

メタン(CH₄)

メタンによる放射強制力は、長寿命の温室効果ガス全体の約16%⁽⁴⁾を占める。大気中に放出されるメタンの約40%は自然起源(湿地やシロアリなど)であり、人為起源(畜産、稲作、化石燃料採掘、埋め立て、バイオマス燃焼など)によるものは約60%である[6]。現場観測によるメタンの2023年の世界平均濃度は、解析開始以来の最高値を更新する1934±2 ppbであり、前年から11 ppb増加した(図5(a))。この増加は2021年から2022年までの増加量(16 ppb)より小さく、最近10年間の平均年増加量(10.7 ppb)よりわずかに大きい。年増加量は、1980年代後半の約12 ppb/年から減少し、

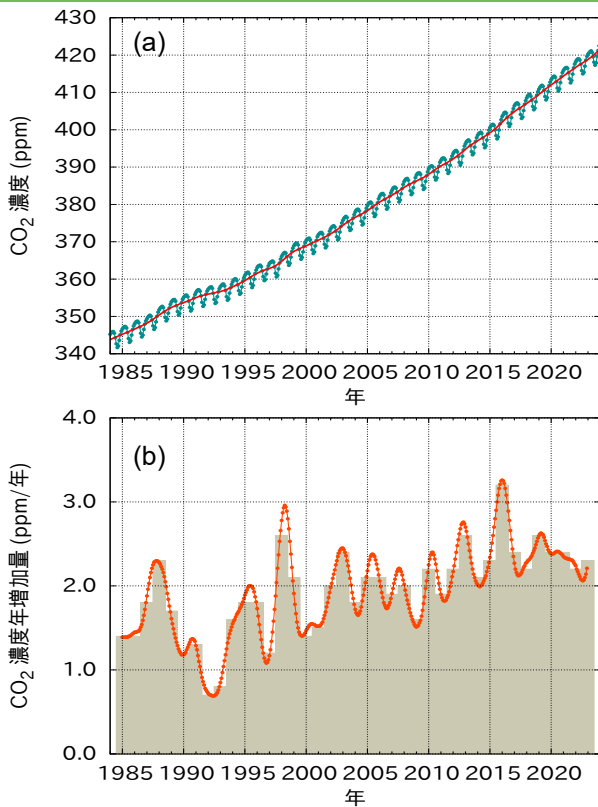


図4 二酸化炭素の1984年から2023年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この解析に使用した観測点は146地点。

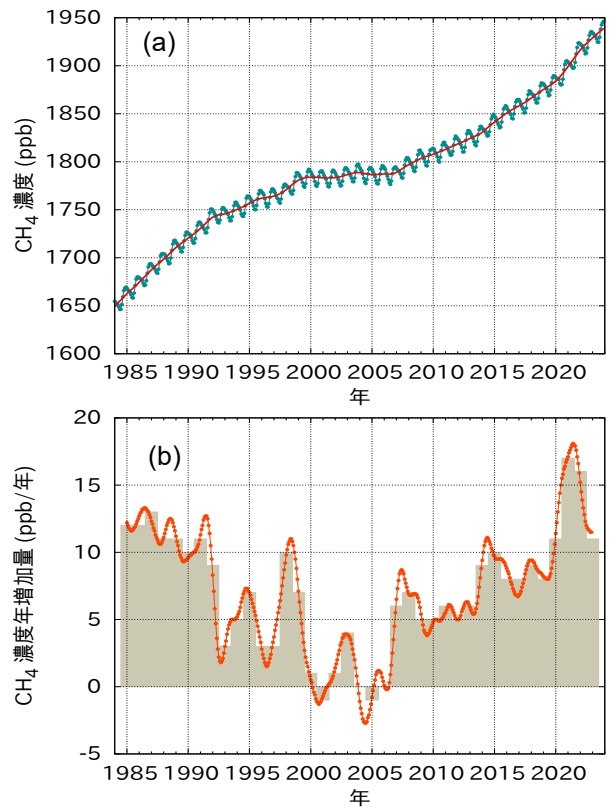


図5 メタンの1984年から2023年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この解析に使用した観測点は153地点。

1999年から2006年の間はほぼゼロとなった(図5(b))。2007年以降、大気中メタン濃度は再増加している。人為的な排出要因により、大気中メタン濃度は2023年に工業化以前(729.2 ppb)の265%に達した。二酸化炭素とは異なり、メタンの人為的発生源は化石燃料関連の排出が大半を占めているわけではないが、農業による発生源も重要な役割を果たしていることに留意する必要がある。GAWのメタン観測結果を用いた研究によれば、熱帯の湿地と北半球中緯度での人為排出源からのメタンの放出増加が近年の増加の原因である可能性が高い(挿入記事参照)。

一酸化二窒素(N₂O)

一酸化二窒素の放射強制力は、長寿命の温室効果ガス全体の約6%⁽⁴⁾を占め、それらのうちで3番目に大きな寄与がある。一酸化二窒素は、自然起源(約57%)と人間活動(約43%)の両方から放出され、それらは海洋、土壌、バイオマスの燃焼、施肥及び各種工業過程を含んでいる。一酸化二窒素の2023年の世界平均濃度は336.9±0.1 ppbであり、前年から1.1 ppb増加して(図6(a)、図6(b))、工業化以前(270.1 ppb)の125%となった。2022年から2023年までの増加量は、2021年から2022年までの増加量より小さく、最近10年間の平均年増加量(1.07 ppb/年)よりわずかに大きかった。農地への窒素添加が主な原因である全世界の一酸化二窒素の人為的排出量は、過去40年間で30%増加し年間の窒素量で7.3(4.2~11.4) Tg N⁽⁶⁾/年となった。この増加が、主に大気蓄積の増加の原因である[7]。

他の温室効果ガス

モントリオール議定書で規制されている、オゾン層破壊物質であるクロロフルオロカーボン類(CFCs)は、他のハロゲン化合物と合わせた合計で、長寿命の温室効果ガスによる放射強制力全体の約12%⁽⁴⁾を占める。大気中のクロロフルオロカーボン類とほとんどのハロン類は減少している一方で、同じく強力な温室効果ガスであるハイドロクロロフルオロカーボン類(HCFCs)やハイドロフルオロカーボン類(HFCs)のいくつかは、今のところ量は少ないものの(ppt⁽⁷⁾の水準)、比較的急速に増加している。六フッ化硫黄(SF₆)も同様に量は少ないが非常に強力な長寿命の温室効果ガスであり、化学工業生産されて主に配電設備の電気絶縁体として使われている。その大気中の濃度は極めて一定の割合で増加しており、現在では1990年代半ばに比べて2倍以上である(図7(a))。

本年報は主に長寿命温室効果ガスを取り扱う。比較的短寿命の対流圏オゾン、ハロカーボン類に匹敵する放射強制力を持ち[8]、短寿命のために水平及び鉛直方向の変動が非常に大きく、図2に示すような観測ネットワークでは世界平均濃度が十分に特徴付けられない。その他多くの汚染物質(一酸化炭素(CO)、窒素酸化物、揮発性有機化合物など)は、温室効果ガスとは呼ばれないが、放射強制力に直接的あるいは間接的な影響をわずかに及ぼす。エアロゾル(浮遊粒子状物質)も、放射収支に影響する短寿命の物質である。本年報で述べた全てのガス及びエアロゾルは、

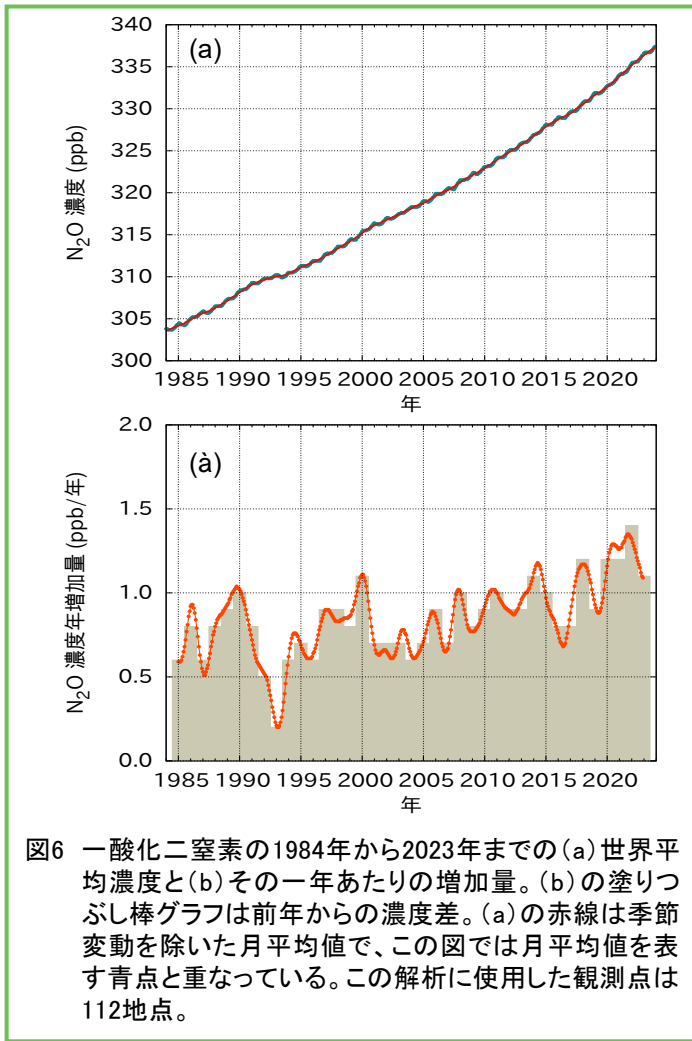


図6 一酸化二窒素の1984年から2023年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値で、この図では月平均値を表す青点と重なっている。この解析に使用した観測点は112地点。

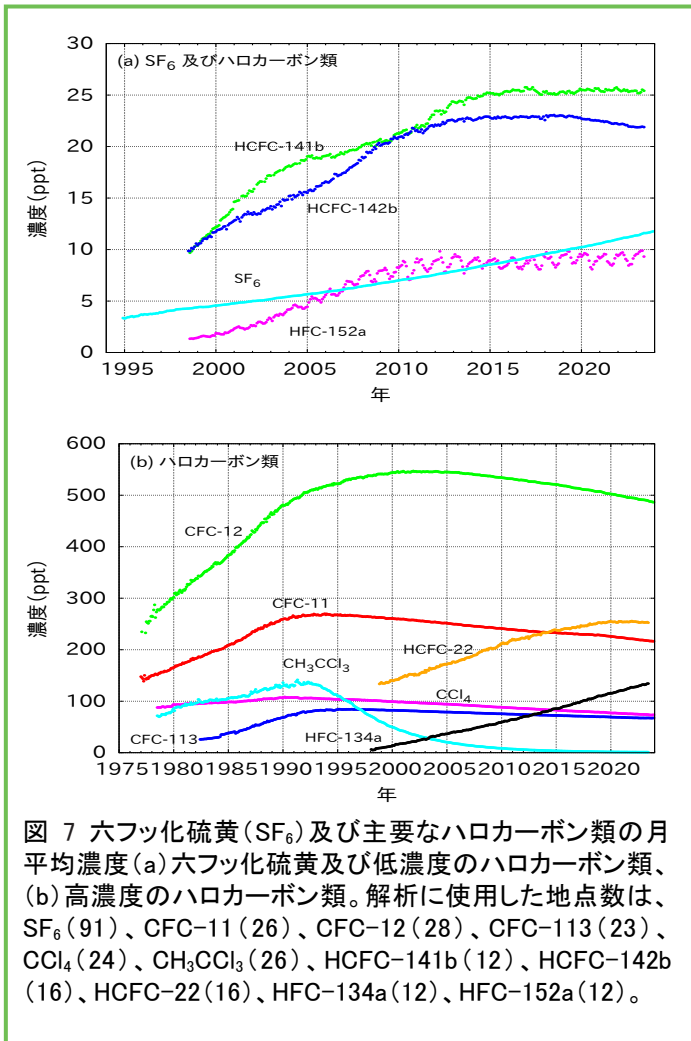


図7 六フッ化硫黄(SF₆)及び主要なハロカーボン類の月平均濃度(a)六フッ化硫黄及び低濃度のハロカーボン類、(b)高濃度のハロカーボン類。解析に使用した地点数は、SF₆ (91)、CFC-11 (26)、CFC-12 (28)、CFC-113 (23)、CCl₄ (24)、CH₃CCl₃ (26)、HCFC-141b (12)、HCFC-142b (16)、HCFC-22 (16)、HFC-134a (12)、HFC-152a (12)。

WMO加盟国や協賛ネットワークから支援を受けてGAW計画により監視されている。

表紙特集記事概要

WMO温室効果ガス年報は第20号の節目を迎えた。2006年に刊行された第1号では、2004年の大気中二酸化炭素濃度は377.1 ppmと報じたが、およそ20年の間に42.9 ppm増加し、2023年には420.0 ppmに達した。

2023年の大気中二酸化炭素の世界平均濃度は2022年から2.3 ppm増加した。濃度年増加量が2 ppmを超えるのは12年連続である。NOAAによる詳細な解析によれば、2023年の年内の濃度増加量は2.8 ppmであった。

濃度増加量が近年大きいことには、化石燃料消費による二酸化炭素の排出が増えてきたことが背景にある。世界の二酸化炭素の排出量は1960年代の3.0 Pg C/年から2023年には10.0 Pg C/年にまで増えている。最近10年間の排出量の増加は緩やかではあるが、依然として排出量は多く、大気中二酸化炭素の最近10年間の平均年増加量は2.4 ppm/年と解析開始から最も高い水準となっている。

2023年の年内の濃度増加量が大きかった要因には、森林火災の増加や陸域での炭素吸収が低下したことが考えられる。2023年はラニーニャ現象からエルニーニョ現象に移り、記録的な高温をもたらしたが、エルニーニョ現象が発生すると、光合成による二酸化炭素の吸収の抑制、植物の

呼吸による放出の強化、森林火災が発生しやすくなるといった影響が知られている。

2023年は大気中の一酸化炭素濃度の増加量も大きかった。一酸化炭素は不完全燃焼により生ずることから森林火災による炭素放出の指標となる。カナダやオーストラリアでは2023年に森林火災による炭素放出が記録的な量となった。また、2023年は記録的な高温となったことから、陸域生態系への様々な影響があり、観測データを基にした大気輸送モデルの結果によると、2023年の陸域による二酸化炭素吸収量は、2021年から2022年の値に比べて28%減少した。

近い将来、気候変動が生態系を温室効果ガスのより大きな放出源や吸収源とする可能性がある。森林火災はより大量の二酸化炭素を放出する可能性があり、高温化した海洋は二酸化炭素の吸収を減らす可能性がある。その結果、大気中の二酸化炭素濃度がより増加し、地球温暖化を加速させることになる。このような気候フィードバックは人類にとって大きな懸念である。

挿入記事概要

2020年から2022年の急速な大気中のメタンの増加と同位体比($\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$)の減少は、微生物による放出量増加が支配的であることを示唆

気候フィードバックへの懸念は二酸化炭素だけではない。2020年から2022年までの大気中メタン濃度の増加量は15.4 ppb/年で、組織的な観測が始まって以降最大であった。観測とモデルシミュレーションによると、2020年から2022年のラニーニャ現象の期間に高温や特に湿潤の条件となった湿地域からのメタン放出量が増加したことを示している。

メタンの放出源は多岐にわたるが(本文参照)、放出源を追跡する方法として、安定同位体比($\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$)を測定する方法がある。大気中のメタンには、構成する炭素原子が質量数12のもの(^{12}C)とより重い質量数13のもの(^{13}C)が混ざっており、放出源によって ^{12}C と ^{13}C の比率が異なっている。微生物を起源とする放出(湿地、家畜、廃棄物、水田)では ^{13}C の比率が低く($\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ の値が小さい)、バイオマス燃焼等の熱的な発生源では ^{13}C の比率が高い。化石燃料起源の放出も ^{13}C の比率が高いが、バイオマス燃焼の場合よりも低い。

1800年から2000年代初めにかけて、大気中のメタンは濃度の増加とともに $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ が増加しており、これは ^{13}C の比率の高い化石燃料を起源とする放出が増加していたことを示している。メタン濃度は1999年から2006年にかけて増加が停滞したが、2007年から再び増加し、2020年には増加の割合がさらに増した。これらの濃度増加と同時に $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ の減少が見られ、特に2020年からの $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ の減少は顕著であった。このような $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ の推移は、メタン濃度増加の要因が化石燃料起源から微生物起源の放出に推移していることを示唆している。特に2020年から2022年のメタン濃度の増加は、微生物起源の放出増加が支配的な要因であったことを示しており、地域的には、熱帯と北半球高緯度の湿地域で顕著であった。また、この結果はメタン放出の正のフィードバックが働いたことも示唆する。2023年は、ラニーニャ現象からエルニーニョ現象に転じ、湿地からのメタン放出の減少とバイオマス燃焼による($\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ を増加させる)放出が増加した結果、2022年までと比べメタン濃度増加量は減少し、 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ の減少は抑えられた。

他の潜在的な気候フィードバックとして、北極域の永久凍土の融解がある。永久凍土は炭素を大量に蓄積しており、これらは微生物の働きにより二酸化炭素やメタンとして放出される。現時点では北極域からの大量の炭素放出は検出されていないが、制御の困難な気候フィードバックとして注目すべきである。

温室効果ガスの排出を減らし、気候フィードバックを引き起こさないような気候シナリオを目指すことが人類にとって最良である。効果的な排出削減策を支援するためには、観測に基づく客観的で信頼性の高い吸収放出量を推定することが必要であり、衛星観測を含めた正確かつ長期的な温室効果ガスの観測が求められている。

謝辞とリンク

WMO加盟国のうちの55カ国がGAW WDCGGに二酸化炭素及び他の温室効果ガスの観測データを提供している。WDCGGに提供されている観測データの約46%がNOAA全球監視研究所(GML)と協力する観測ネットワークで得られたものである。GAW温室効果ガスネットワークや観測手法に関する情報は、[GAW Report No. 292](#)を参照されたい。Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE)も本年報に観測データを提供している。さらに、本年報に用いたデータを提供したGAW観測所(図2参照)は、[WDCGGウェブページ](#)の一覧表に掲げる。また、スイス気象局(スイス連邦)によって運営される[GAW観測所情報システム\(GAWSIS\)](#)にも掲載されている。本年報は、GAW温室効果ガスに関する科学諮問部会の監修のもと作成されている。

編集部

Alex Vermeulen, Xin Lan, Oksana Tarasova, Kazuhiro Tsuboi

著者(アルファベット順)

Andrew Crotwell (NOAA Global Monitoring Laboratory and Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado Boulder, United States of America)

Christoph Gerbig (Max Planck Institute for Biogeochemistry, Germany)

Armin Jordan (Max Planck Institute for Biogeochemistry, Germany)

Xin Lan (NOAA Global Monitoring Laboratory and Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado Boulder, USA)

Zoë Loh (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia)

Ingrid Lujckx (Wageningen University and Research, Netherlands (Kingdom of the))

John Miller (NOAA Global Monitoring Laboratory, USA)

Oksana Tarasova (WMO)

Kazuhiro Tsuboi (Japan Meteorological Agency, WDCGG, Japan)

Alex Vermeulen (Integrated Carbon Observation System – European Research Infrastructure Consortium (ICOS ERIC)/Lund University, Sweden)

Ray Weiss (Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, USA)

Thorsten Warneke (University Bremen, Germany)

Camille Yver (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), France)

参考文献

- [1] Montzka, S. A. *The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (AGGI)*; National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Earth System Research Laboratories Global Monitoring Laboratory, 2024.
<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>.
- [2] Lan, X.; Tans, P.; Thoning, K. W.: *Trends in Globally-averaged CO₂ Determined from NOAA Global Monitoring Laboratory Measurements*. Version 2024-10. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Global Monitoring Laboratory, 2024.
<https://doi.org/10.15138/9N0H-ZH07>.
- [3] Tsutsumi, Y.; Mori, K.; Hirahara, T. et al. *Technical Report of Global Analysis Method for Major Greenhouse Gases by the World Data Center for Greenhouse Gases* (WMO/TD-No. 1473). GAW Report No. 184. World Meteorological Organization (WMO): Geneva, 2009.
- [4] International Energy Agency (IEA). *CO₂ Emissions in 2023*; IEA: Paris, 2024.
<https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023>.
- [5] Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M. W. et al. Global Carbon Budget 2023. *Earth System Science Data* **2023**, 15 (12), 5301–5369. <https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>.
- [6] Saunio, M.; Stavert, A. R.; Poulter, B. et al., The Global Methane Budget 2000–2017. *Earth System Science Data* **2020**, 12 (3), 1561–1623. <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>.
- [7] Tian, H.; Xu, R.; Canadell, J. G. et al. A Comprehensive Quantification of Global Nitrous Oxide Sources and Sinks. *Nature* **2020**, 586 (7828), 248–256.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2780-0>.
- [8] Forster, P.; Storelvmo, T.; Armour, K. et al. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA, 2021.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07.pdf.

連絡先

世界気象機関 科学開発部大気環境研究課
(スイス、ジュネーブ)

E-mail: gaw@wmo.int

Website: <https://community.wmo.int/activity-areas/gaw>

気象庁 温室効果ガス世界資料センター
(日本、東京)

E-mail: wdcgg@met.kishou.go.jp

Website: <https://gaw.kishou.go.jp/>

(注釈)

- (1) 二酸化炭素や他の(温室効果)ガスのような化合物の大気中の存在量に使用される科学的により正確な用語は、乾燥空気1モルあたりの該ガスのモル数として表現される**モル分率**であり、多くの場合ppm又はppb(乾燥空気分子100万個又は10億個中の当該ガスの分子数)の単位で表現される。ただし、温室効果ガス年報では、一般に起こり得る混乱を避けるため、より一般的な用語である**濃度**を使用する。
- (2) ppmは乾燥空気分子100万個中の当該ガスの分子数。
- (3) ppbは乾燥空気分子10億個中の当該ガスの分子数。
- (4) ここでいう比率は、1750年以降の全ての長寿命の温室効果ガスによる世界全体の放射強制力の増加量に対して、それぞれのガスが寄与する相対的な割合のこと。放射強制力とは、成層圏の温度を急速に調整した後、工業化以前(1750年)からの温室効果ガス総量増加の結果として生じる、地球のエネルギー収支に対する摂動である。「有効」放射強制力には、対流圏の急速な調整も含まれる。[IPCC第6次評価報告書第1作業部会報告書](#)で使用されている排出量に基づいた強制力には、他の大気組成に影響を与えるメタンの大気化学により推定された間接的な強制力が含まれるのに対し、ここに示されている数値は、メタンと二酸化炭素の直接的な放射強制力のみを考慮していることに注意されたい。
- (5) 1 Gt CO₂は10億トン(10¹⁵ g)の二酸化炭素量を示す。なお、3.664 Gt CO₂は、1 Gt C(炭素換算で10億トン)に相当する。
- (6) 1 Tg Nは窒素換算で100万トン(10¹² g)の窒素量を示す。なお、1.57 Tg N₂Oの一酸化二窒素量は、窒素換算で1 Tg Nに相当する。
- (7) pptは乾燥空気分子1兆個中の当該ガスの分子数。

日本語訳について

この WMO 温室効果ガス年報第20号(概要)(気象庁訳)は、WMO が2024年10月28日に発行した WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 20 のうち、GAW 温室効果ガス観測ネットワークによる観測結果の部分を気象庁が全文翻訳し、特集記事については気象庁が補筆の上概要を掲載したものである。

発行 2024年10月28日



気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課
温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)
〒105-8431 東京都港区虎ノ門 3-6-9
電話: 03-6758-3900(代表)
E-mail: wdcgg@met.kishou.go.jp