



WMO 温室効果ガス年報(概要)

2024 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 21 号 | 2025 年 10 月 16 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、2024 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、423.9±0.2 ppm⁽²⁾、1942±2 ppb⁽³⁾、338.0±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152%、266%、125%にまで増加している。二酸化炭素の2023 年から2024 年までの記録的な濃度増加量は、自然変動と化石燃料由来の二酸化炭素の継続的な排出の組み合わせによるものと考えられる。メタンの2023 年から2024 年までの濃度増加量は、2022 年から2023 年までの増加量より小さく、最近10 年間(2014 年から2023 年まで)の平均年増加量よりも小さかった。一酸化二窒素の2023 年から2024 年までの濃度増加量は、2022 年から2023 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もわずかに小さかった。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2024 年までに、長寿命の温室効果ガス(LLGHGs)による放射強制力は54%増加しており、二酸化炭素がそのうちの約81%を占める。

2024 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(GHG)年報第 21 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その変化量を報告するとともに、その他の温室効果ガスの寄与についても概要も示す。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その増加量と 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違いによる。WMO WDCGG は[3]と[4]に記載されている手法で解析を行っている。この年報で示した解析に関する

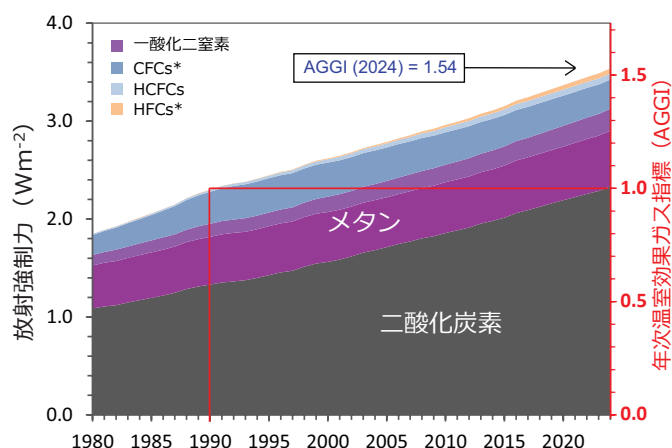


図 1 長寿命の温室効果ガスによる放射強制力の経年変化と 1990 年を基準とした指標である 2025 年更新版の NOAA 年次温室効果ガス指標(AGGI)[1]。「CFCs*」群には、CFC 類以外の長寿命ガス(CCl₄、CH₃CCl₃、ハロンなど)も含まれるが、この放射強制力の大部分(2024 年には 95%)を CFC 類が占める。「HCFCs」群には、これらの物質の中で最も濃度が高い 3 種類(HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b)が含まれる。「HFCs*」群には、最も濃度の高い HFC 類(HFC-134a、HFC-23、HFC-125、HFC-143a、HFC-365mfc、HFC-227ea、HFC-152a)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 2024 年の SF₆の割合はわずか(13%)である。

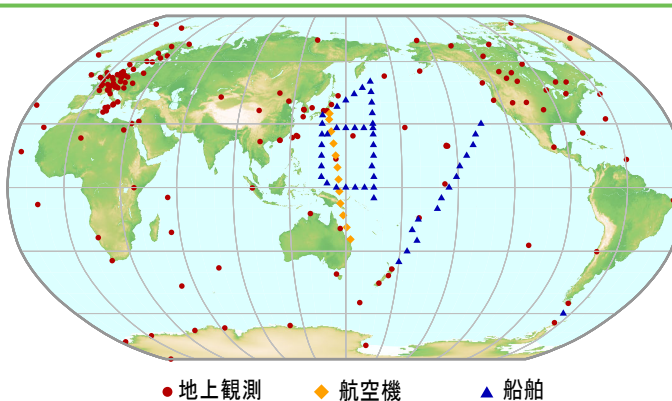


図 2 GAW 観測ネットワークを構成する最近 10 年間の二酸化炭素観測地点。メタンの観測ネットワークもこれと同様である。一酸化二窒素及び他の長寿命温室効果ガスの現場観測ネットワークは、はるかに密度が小さい。

追加情報は、以下で公開されている

https://gaw.kishou.go.jp/publications/summary_figures

主な 3 種の長寿命温室効果ガスの 2024 年の大気中濃度の世界平均と、2023 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(2024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[3]に記載されている。

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
世界平均濃度(2024 年)	423.9±0.2 ppm	1942±2 ppb	338.0±0.1 ppb
1750 年と比較した存在比 ^a	152%	266%	125%
2023 年から 2024 年までの増加量	3.5 ppm	8 ppb	1.0 ppb
2023 年からの増加分の比率	0.83 %	0.41 %	0.30 %
世界平均濃度の最近 10 年間の平均年増加量	2.57 ppm/年	10.6 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とした。本解析に使用した観測点数は、CO₂(179地点)、CH₄(171地点)、N₂O(123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加え、気候予測など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上で役に立つ重要な情報を提供している。これらは温室効果ガスの排出量推定の改善と衛星から求めた長寿命温室効果ガスの気柱平均値を評価するためにますます利用される機会が増えている。[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[5]で温室効果ガスの放出源及び吸収源についての更なる知見をもたらす。

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 2024 年には 1.54 となり、放射強制力⁽⁴⁾の合計は、1990 年以降 2024 年までに 54%、2023 年からは 1.5%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ガスの相対的な寄与を図 3 に示す。

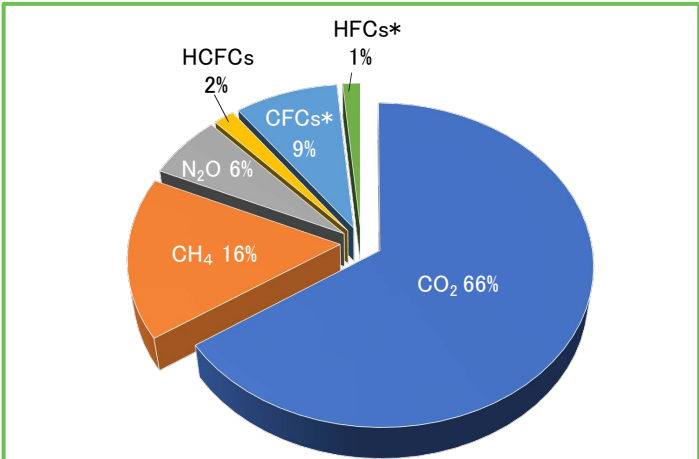


図 3 工業化以前から 2024 年までの世界全体の放射強制力の増加量に対する主要な長寿命温室効果ガスの寄与 [1]。

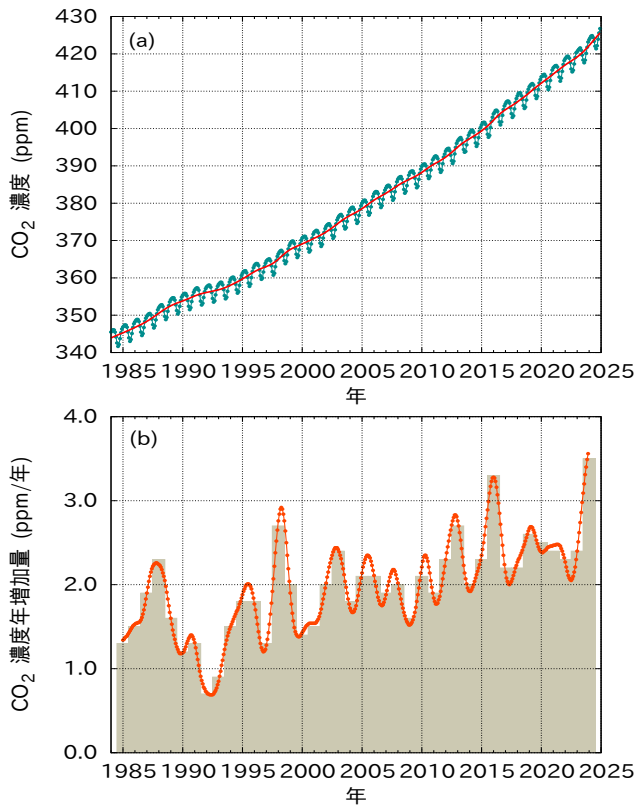


図 4 二酸化炭素の 1984 年から 2024 年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この解析に使用した観測点は 179 地点。

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⁾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。2024年の二酸化炭素の世界平均濃度は423.9±0.2 ppmとなった(図4(a))。また、工業化以前の値に比べて152%に達した。2023年から2024年までの年平均値の増加量(3.5 ppm/年)は、観測史上最も大きく、2022年から2023年までの増加量(2.4 ppm/年)を大きく上回り、また最近10年間の平均年増加量(2.57 ppm/年)をも上回った。この増加率の上昇は、本年報の表紙特集記事で述べられているように、化石燃料による排出の継続的な増加と、CO₂吸収の減少が組み合わさった結果である。

2014年から2023年の期間の人間活動による排出のうち、約53%が大気、26%が海洋、21%が陸上に蓄積され、蓄積先が特定されなかった残差は存在しなかった[6]。化石燃料の燃焼により排出された二酸化炭素のうち、大気中に残留する割合(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)。

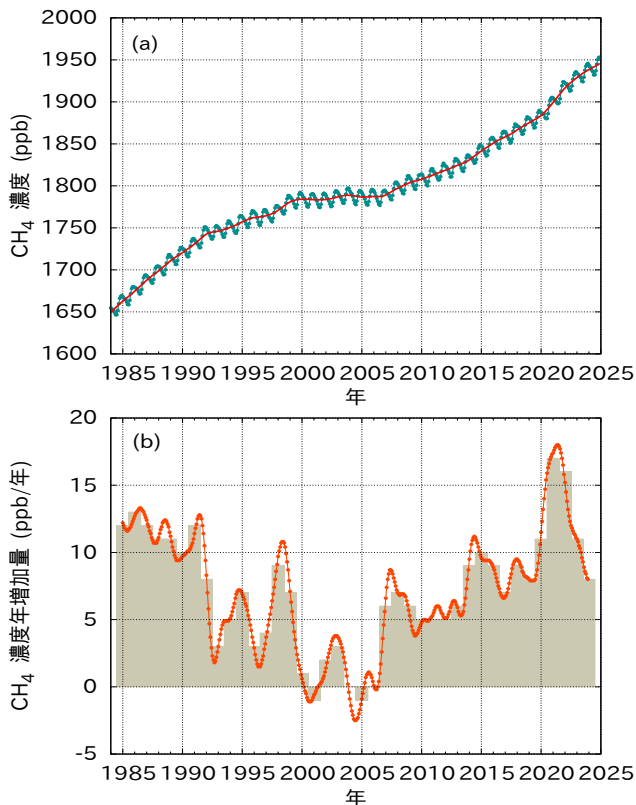


図5 メタンの1984年から2024年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この解析に使用した観測点は171地点。

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[7]。現場観測に基づいたメタンの2024年の世界平均濃度は、解析開始以来の最高値を更新する1942±2 ppbであり、前年から8 ppb増加した(図5(a))。この増加は2022年から2023年までの増加量(11 ppb/年)と最近10年間の平均年増加量(10.6 ppb/年)の両方より小さい。年増加量は、1980年代後半の約12 ppb/年から減少し、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。大気中メタン濃度は2024年に工業化以前(729.2 ppb)の266%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、農業や廃棄物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2007年以降の増加の主な原因である可能性が高い([WMO 温室効果ガス年報20号\(気象庁訳\)](#)を参照)。

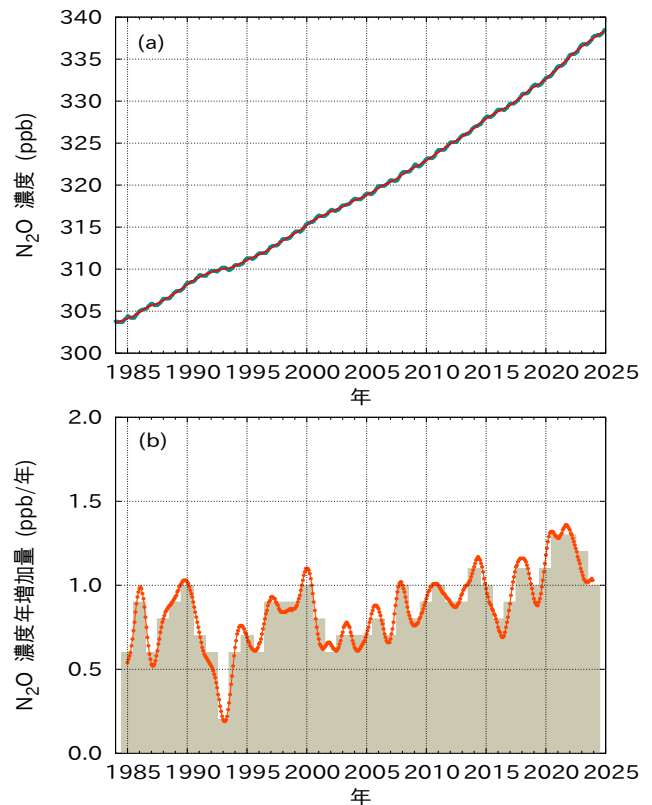


図6 一酸化二窒素の1984年から2024年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値で、この図では月平均値を表す青点と重なっている。この解析に使用した観測点は123地点。

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%)と人為起源(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、肥料の使用及び各種工業過程を含んでいる。一酸化二窒素の2024年の世界平均濃度は338.0±0.1 ppbであり、前年から1.0 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。2023年から2024年までの増加量は、2022年から2023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)よりわずかに小さかった。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/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[8]。

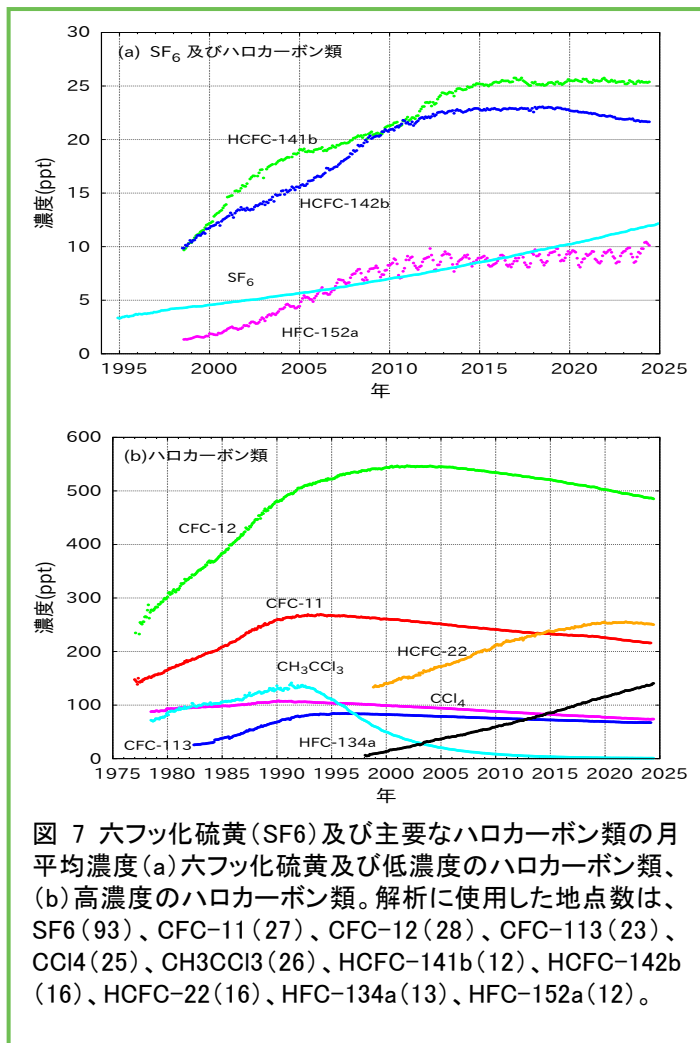


図 7 六フッ化硫黄(SF₆)及び主要なハロカーボン類の月平均濃度(a)六フッ化硫黄及び低濃度のハロカーボン類、(b)高濃度のハロカーボン類。解析に使用した地点数は、SF₆(93)、CFC-11(27)、CFC-12(28)、CFC-113(23)、CCl₄(25)、CH₃CCl₃(26)、HCFC-141b(12)、HCFC-142b(16)、HCFC-22(16)、HFC-134a(13)、HFC-152a(12)。

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⁽⁵⁾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ほぼ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は、ハロカーボン類に匹敵する放射強制力を持ち[9]、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、

WMO加盟国や協力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

主要な長寿命温室効果ガス(LLGHGs)である二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の全球の地表大気中濃度は、2024年にいずれも過去最高を更新した。2023年から2024年にかけて、全球の地表大気中の二酸化炭素濃度は3.5 ppm増加し、これは1957年に近代的な観測が始まって以来、1年間で最大の増加量となった(これまでの最高値は2015年から2016年に記録された3.3 ppm)。この増加量は、人間活動による化石燃料由来の二酸化炭素排出の継続、火災による放出の増加、2024年における陸上または海洋の吸収源の減少によってもたらされたものである。

大気中の二酸化炭素濃度は、大気への累積的な炭素排出量と、陸上生態系および海洋による一時的な吸収との正味の差によって決まる。1960年以降、人間は化石燃料の燃焼により、大量の二酸化炭素を大気中に排出してきた[4]。大気中に放出された二酸化炭素の約半分は、地球の陸上生態系と海洋に吸収されている。しかし、この吸収は恒久的なものではなく、地球の平均気温が上昇すると、海水温の上昇に伴って二酸化炭素の溶解度が低下するため、海洋による二酸化炭素吸収量は減少する[10]。極端な干ばつの頻度が増加することで、世界の森林や草原にストレスがかかり、正味の二酸化炭素吸収量が減少する[11,12]とともに火災が増加する恐れがある。

2024年の二酸化炭素増加量が多かったのは、世界の陸上生態系および海洋がその要因であると考えられている。2024年の世界平均気温は、観測が始まった1850年以降で最高値となり、観測史上初めて、工業化以前と比べて1.5°Cの閾値を超過した。これは、長期的な地球温暖化に、2023～2024年のエルニーニョ現象による追加的な熱が加わった結果である[13]。エルニーニョ現象は、地域によっては強い嵐をもたらしたり、干ばつや洪水を引き起こしたりするなど、地域的な気温や降水パターンを変化させ、結果として光合成による二酸化炭素吸収、呼吸による二酸化炭素放出、火災の頻度や規模に影響を与える[14,15]。また、2023年に記録的に高かった海面水温が2024年も継続したため、海洋の炭素吸収量も減少した可能性がある[10]。しかしながら、2024年の二酸化炭素の異常増加の主な要因は、陸上生態系による炭素の正味吸収量の減少と火災起源の排出増加である(2024年の火災による炭素排出については挿入記事を参照)。

現在、陸上および海洋の二酸化炭素吸収源の効率が低下している可能性が強く懸念されている。これにより、大気中に留まる人為起源の二酸化炭素の割合が増加し、地球温暖化の加速につながる恐れがある。

今日の大気中に排出されている二酸化炭素は、現在の地球の気候に影響を及ぼすだけでなく、大気からの二酸化炭素の除去は、炭素が貯留される各貯蔵場所間の交換過程に依存しており、その時間スケールは、数年(表層海洋)から数十万年(風化作用)にまで及ぶため、少なくとも今

後数千年にわたって影響を与え続ける。そして、二酸化炭素の排出が続く限り、地球の温暖化は際限なく進行し続ける。また、地球温暖化が進行すると、深海への人為起源二酸化炭素の取り込みがさらに遅くなり、一度大気中に放出された二酸化炭素は気候にほぼ永久的な影響を及ぼす[16][17]。そのため、気候変動対策の最優先課題は、温室効果ガス全体の大部分を占める化石燃料由来の二酸化炭素の排出を削減することである。

そしてこのような気候フィードバックの理解や排出削減の取り組みを支えるためには、温室効果ガス観測体制を維持し、さらに拡充していくことが極めて重要である。

挿入記事概要

2024年世界的林野火災の放出物が大気中二酸化炭素の増加へ及ぼした影響

2024年、大気中の一酸化炭素(CO)の濃度が遠く離れた南半球のGAW観測点において季節的な最盛期でとても高い偏差を示した、これは主に南アメリカでの非常に高い火災放出量によるものである。大気汚染や林野火災による煙の主要な指標である一酸化炭素は、酸化して二酸化炭素となる。さらに、林野火災による炭素放出のほとんどは二酸化炭素の形であることや火災による土地利用の変化も影響し、結果として林野火災は陸域の正味二酸化炭素吸収量に大きく影響を及ぼす。

アメリカ大陸において林野火災の放出物は2024年に歴史的な水準に達した。例えば、南アメリカの特にボリビア多民族国では通常以上の林野火災を経験しほとんどの月で月総放出量が過去最高となった。また、アマゾンでは過去20年間で最も高い水準の放出量となり、北アメリカのカナダでも2023年を除いて2003年以降の他のどの年よりも大幅に高く推移した。

22年間の大気再解析から得られたデータによれば、一酸化炭素の年平均濃度は南アメリカでは最も高く、世界平均でも高い水準となっていた。この林野火災の規模や強度によって、二酸化炭素の増加に加え、局所的な大気質や長距離にわたって輸送されることで遠方へも影響を及ぼした。

アマゾン地域での林野火災による二酸化炭素放出

アマゾンは森林破壊等の様々な影響を受けており、森林が減少することで乾燥した高温の状態が長期化する傾向にある。このプロセスは林野火災の重大なリスクとなる。

国立宇宙研究所(INPE)がブラジルで2010年から実施しているアマゾン炭素収支の長期研究プロジェクト(CARBAM)によれば、2023年以降のアマゾンでの強い干ばつ状態が林野火災による放出量の異常な増加につながったという。

このプロジェクトによって、アマゾンにおける二酸化炭素放出量が気象と関係していることや、炭素放出と総バイオーム交換の変動がエルニーニョ現象や北大西洋の海面水温偏差によって駆動されていることが明らかになった。この

ことにより、2010年、2015年から2016年、2024年のアマゾンにおける二酸化炭素放出量が高いという結果が得られた。

謝辞とリンク

WMO加盟国のうちの56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42%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

Xin Lan, Huilin Chen, Alex Vermeulen, Kazuhiro Tsuboi, Oksana Tarasova

著者(アルファベット順)

Andrew Croftwell (NOAA Global Monitoring Laboratory and Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado Boulder, United States of America), Lucianna Gatti (National Institute of Space Research, Brazil), Antje Inness (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), Bonn, Germany and Reading, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), Ernest Koffi (ECMWF, Bonn, Germany and Reading, UK), Casper Labuschagne (South African Weather Service, South Africa), Xin Lan (NOAA Global Monitoring Laboratory and Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado Boulder, USA), Soojeong Lee (Korea Meteorological Administration, Republic of Korea), Ingrid Luijkx (Wageningen University and Research, Netherlands (Kingdom of the)), John Miller (NOAA Global Monitoring Laboratory, USA), Anna Agusti-Panareda (ECMWF, Bonn, Germany and Reading, UK), Mark Parrington (ECMWF, Bonn, Germany and Reading, UK), Motoki Sasakawa (National Institute for Environmental Studies, Japan), Peter Sperlich (Earth Science New Zealand, New Zealand), Oksana Tarasova (WMO), Kazuhiro Tsuboi (Japan Meteorological Agency, WDCGG, Japan), Alex Vermeulen (ICOS ERIC/Lund University, Sweden), Auke Visser (ECMWF, Bonn, Germany and Reading, UK), Felix Vogel (Environment and Climate Change Canada, Canada),

Thorsten Warneke (University of Bremen, Germany), Ray Weiss (Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, USA), Camille Yver (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), Paris, 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, 2025.
<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 2025-09. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Global Monitoring Laboratory, 2025.
<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). Global Atmosphere Watch (GAW) Report No. 184; World Meteorological Organization (WMO): Geneva, 2009.
- [4] Wu, Z.; Vermeulen, A.; Sawa, Y. et al. Investigating the Differences in Calculating Global Mean Surface CO₂ Abundance: The Impact of Analysis Methodologies and Site Selection. *Atmospheric Chemistry and Physics* **2024**, 24 (2), 1249–1264. <https://doi.org/10.5194/acp-24-1249-2024>.
- [5] Turnbull, J. C.; Curras, T.; Gurney, K. R. et al. *Integrated Global Greenhouse Gas Information System: Urban Emission Observation and Monitoring Good Research Practice Guidelines* Global Atmosphere Watch (GAW) Report No. 314; World Meteorological Organization (WMO): Geneva, 2025.
- [6] Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M. W. et al. Global Carbon Budget 2024. *Earth System Science Data* **2025**, 17 (3), 965–1039. <https://doi.org/10.5194/esd-17-965-2025>.
- [7] Saunois, M.; Martinez, A.; Poulter, B. et al. Global Methane Budget 2000–2020. *Earth System Science Data* **2025**, 17 (5), 1873–1958. <https://doi.org/10.5194/esd-17-1873-2025>.
- [8] 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>.
- [9] 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.

- [10] Müller, J. D.; Gruber, N.; Schneuwly, A. et al. Unexpected Decline in the Ocean Carbon Sink under Record-high Sea Surface Temperatures in 2023. *Nature Climate Change* **2025**, 15 (9), 978–985.

<https://doi.org/10.1038/s41558-025-02380-4>.

- [11] Peters, W.; van der Velde, I. R.; van Schaik, E. et al. Increased Water-use Efficiency and Reduced CO₂ Uptake by Plants during Droughts at a Continental Scale. *Nature Geoscience* **2018**, 11 (10), 744–748.

<https://doi.org/10.1038/s41561-018-0212-7>.

- [12] van der Woude, A. M.; Peters, W.; Joetzjer, E. et al. Temperature Extremes of 2022 Reduced Carbon Uptake by Forests in Europe. *Nature Communications* **2023**, 14 (1).

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41851-0>.

- [13] Blunden, J.; Reagan, J., Eds. State of the Climate in 2024. *Bulletin of the American Meteorological Society* **2025**, 106 (8) [special supplement], Si–S513.

<https://doi.org/10.1175/2025BAMSStateoftheClimate.1>.

- [14] Betts, R. A.; Jones, C. D.; Knight, J. R. et al. El Niño and a Record CO₂ Rise. *Nature Climate Change* **2016**, 6 (9), 806–810. <https://doi.org/10.1038/nclimate3063>.

- [15] Liu, J.; Bowman, K. W.; Schimel, D. S. et al. Contrasting Carbon Cycle Responses of the Tropical Continents to the 2015–2016 El Niño. *Science* **2017**, 358 (6360).

<https://doi.org/10.1126/science.aam5690>.

- [16] Tans, P. P. Why Carbon Dioxide from Fossil Fuel Burning Won't Go Away. In *Perspectives in Environmental Chemistry*; Macalady, D. L., Ed.; Oxford University Press: New York, 1998; 271–291.

- [17] Pierrehumbert, R. T. Short-lived Climate Pollution. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* **2014**, 42, 341–379.

<https://doi.org/10.1146/annurev-earth-060313-054843>.

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モルあたりの該当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) 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21号(概要)(気象庁訳)は、WMO が2025年10月15日に発行した WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 21 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 2025年10月16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