

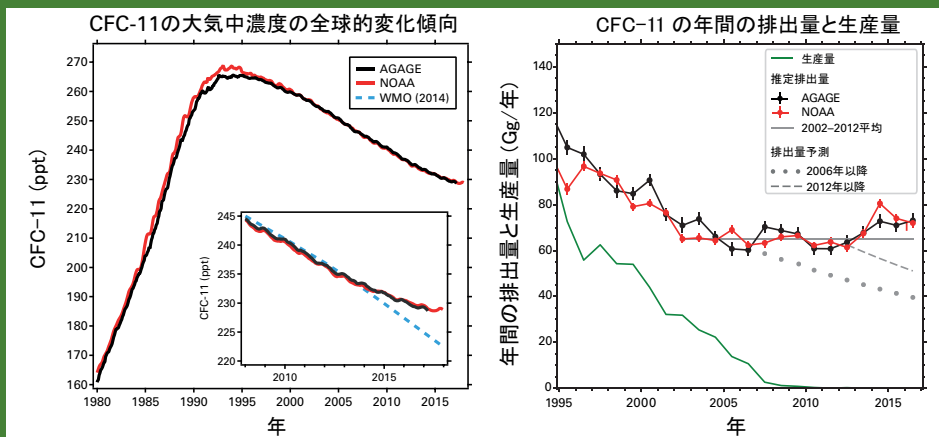


WMO 温室効果ガス年報

2017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14号 | 2018年11月22日

CFC-11 全球排出量の予期せぬ増加



(Advanced Global Atmospheric Gases Experiment; 黒線)と NOAA (米国海洋大気庁; 赤線)による全球的な濃度変化傾向が示されている。また、モントリオール議定書が遵守されているという仮定の下に、WMO が2014年に予測した変化傾向(青破線)[3]が挿入図に示されている。

数値モデルの結果によると、減少速度の低下は大気輸送の変化などによるものではなく、

強力な温室効果ガスであり、モントリオール議定書の下で規制されているオゾン層破壊物質でもあるCFC-11の大気中濃度の観測によると、2012年以降の濃度減少速度はそれ以前の10年間の減少速度のおよそ3分の2に低下していることが分かった[1, 2]。この減少速度の低下は、東アジアにおけるCFC-11生産により排出量が増加したことが原因である可能性が極めて高い。この発見は、排出規制策を効率的に補助したり、追加の制限を与えたりするうえで、WMO全球大気監視計画の下で実施される大気組成の長期的観測が重要であることを示すものである。

オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書は、クロロフルオロカーボンなどのオゾン層破壊物質の生産を規制し、成層圏オゾンを保護するために策定された。結果として、議定書の下で報告されたCFC-11(トリクロロフルオロメタン、 CCl_3F)の生産量は2010年までにゼロとなった。段階的な廃止に伴い、CFC-11の大気中濃度は1990年代前半にピークに達したあと減少に転じた。この減少の速度は、生産量の減少とCFC-11を使用した既製品(“バンク”)から徐々に漏出する量が概ね説明できる。

独立した2つの全球観測ネットワークによるCFC-11大気観測の結果、2012年以降のCFC-11濃度の減少速度が、2002年から2012年までの期間の減少速度の約3分の2に低下していることが判明した[1, 2]。左図に、AGAGE

CFC-11排出量の増加が主たる原因であることが確実である。南北半球間の濃度差が近年拡大していることもこの結論を裏付けている。さらに、CFC-11と他のガスの濃度変動の相関から、この増加は東アジアにおける排出に起因していることが示唆される[1]。

右図はWMO/UNEP オゾン層破壊の科学アセスメント:2018[2]から引用した図であり、AGAGE(黒線)とNOAA(赤線)のそれぞれのデータに基づいてモデル計算されたCFC-11排出量の経年変化が示されている。比較のため、モントリオール議定書の下で報告されたCFC-11生産量(緑線)も示されている。図によると、2005年頃からCFC-11排出量が横ばいになり、2012年以降に排出量が約15%増加したことがわかる。灰色の点線と破線は、それぞれ2006年及び2012年時点の、大気観測データ、報告された生産量、“バンク”からの漏出量に基づいて予測した排出量である。

この事例は、特にオゾン層回復や人為的な気候変動への対処を目的とした協定に関連した文脈において、観測に基づく情報提供により国別排出インベントリの信頼性を高めるうえで、WMO全球大気監視計画の下での観測のような、大気組成の長期観測が重要であることを示している。

要旨

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、2017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、405.5±0.1 ppm⁽²⁾、1859±2 ppb⁽³⁾、329.9±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(1750年)以前の、それぞれ146%、257%、122%である。二酸化炭素の2016年から2017年までの濃度増加量は、2015年から2016年までの増加量より小さく、最近10年間の平均年増加量とほぼ同じだった。2015年から2016年の増加量の伸びに寄与したエルニーニョ現象^(訳注1)の影響は2017年には急速に低下した。メタンの2016年から2017年までの濃度増加量は、2015年から2016年までの増加量より小さく、最近10年間の平均年増加量とほぼ同じだった。一酸化二窒素の2016年から2017年までの濃度増加量は、2015年から2016年までの増加量より大きく、最近10年間の平均年増加量とほぼ同じだった。米国海洋大気庁(NOAA)年次温室効果ガス指標(AGGI)[4]によると、1990年から2017年までに、長寿命の温室効果ガス(LLGHG)による放射強制力は41%増加しており、二酸化炭素がそのうちの約82%を占める。

2017年のGAW現場観測ネットワークによる観測結果の概要

このWMO温室効果ガス年報第14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⁾を占める(図1)。

GAW計画(<http://www.wmo.int/gaw>)は、大気中の温室効果ガス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WMO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[6]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

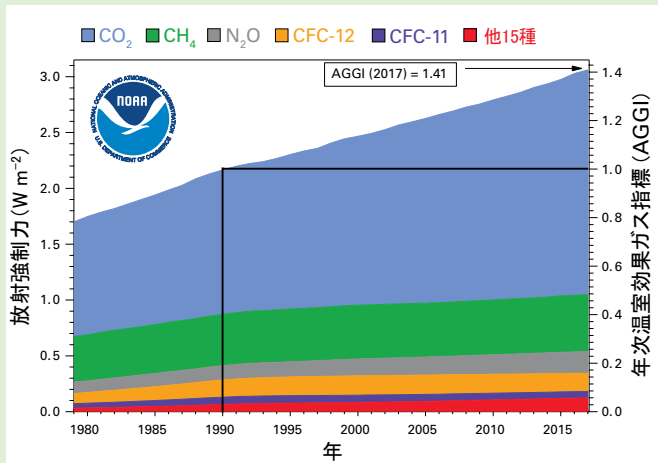


図1 長寿命の温室効果ガスによる放射強制力(1750年を基準)の経年変化と2017年のNOAA年次温室効果ガス指標(AGGI)[4]。

表1 WMO 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(2017年)と増加量。単位は乾燥空気のモル分率で誤差幅は68%の信頼限界による[5]。平均手法は[7]に記載している。解析に使用した観測点数は、CO₂(129地点)、CH₄(126地点)、N₂O(96地点)。

| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 世界平均濃度(2017年) | 405.5±0.1 ppm | 1859±2 ppb | 329.9±0.1 ppb |
| 1750年と比較した存在比* | 146% | 257% | 122% |
| 2016年から2017年までの増加量 | 2.2 ppm | 7 ppb | 0.9 ppb |
| 2016年からの増加分の比率 | 0.55% | 0.38% | 0.27% |
| 世界平均濃度の最近10年間の平均年増加量 | 2.24 ppm/年 | 6.9 ppb/年 | 0.93 ppb/年 |

*工業化以前の濃度を、二酸化炭素(CO₂)は278 ppm、メタン(CH₄)は722 ppb、一酸化二窒素(N₂O)は270 ppbと仮定した。

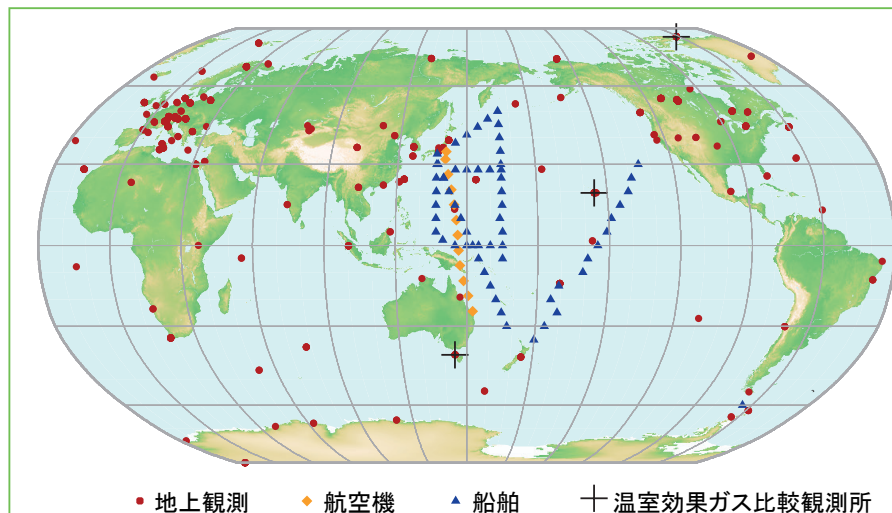


図2 GAW観測ネットワークを構成する最近10年間の二酸化炭素観測地点。メタンの観測ネットワークもこれと同様である。

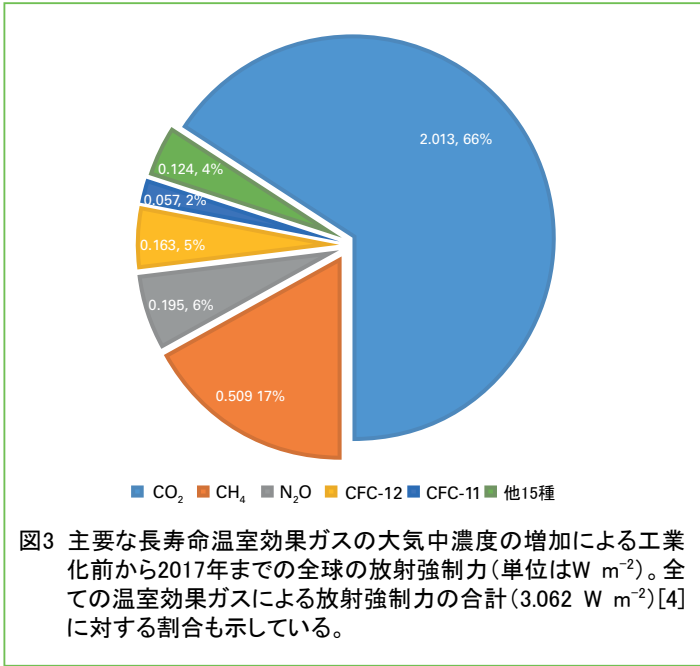


表1の3種の温室効果ガスは人間活動と密接に結びついており、生物圏や海洋とも強い相互作用がある。大気中の温室効果ガスの将来変化を予測するには、その様々な放出源や吸収源、大気中の化学反応についての定量的な理解が必要である。GAW計画に基づく観測成果は、これらのガス及び他の長寿命温室効果ガスの収支を解明するための貴重な手掛かりを与えるとともに、温室効果ガスの排出インベントリ作成への支援や衛星から求めた長寿命温室効果ガスの気柱平均データの評価に利用されている。WMOが推進する統合全球温室効果ガス情報システム(IG³IS)は、国や地方行政区レベルで温室効果ガスの放出源についての更なる見識を与える。この年報の中央ページに、IG³ISプロジェクトが提供する情報の具体例について記載している。

2017年のNOAA年次温室効果ガス指標(AGGI)[4]は1.41で、長寿命温室効果ガスによる放射強制力の合計は、1990年以降2017年までに41%⁽⁴⁾、2016年からは1.6%増加した(図1)。2017年の全ての長寿命温室効果ガスによる放射強制力の合計(3.062 W m⁻²)は、二酸化炭素等価換算濃度で493 ppmに相当する[4]。工業化前からの放射強制力の合計に対するその他のガスの相対的な寄与を図3に示す。

二酸化炭素

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全体の約66%⁽⁴⁾を占めている。また最近10年間及び最近5年間の放射強制力の増加のうちの約82%⁽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約278 ppmであった。大気中の二酸化炭素濃度は、2017年に工業化以前の

手法の違い、及び値が代表する期間の若干の違いによる。WDCGGはGAWレポートNo.184[7]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2017年の大気中濃度の世界平均と、2016年から、及び1750年からの濃度変化を表1に示す。移動体観測によるデータ(図2の青の三角と橙の菱形)は、NOAAによる太平洋東部の観測を除き、この解析には使っていない。

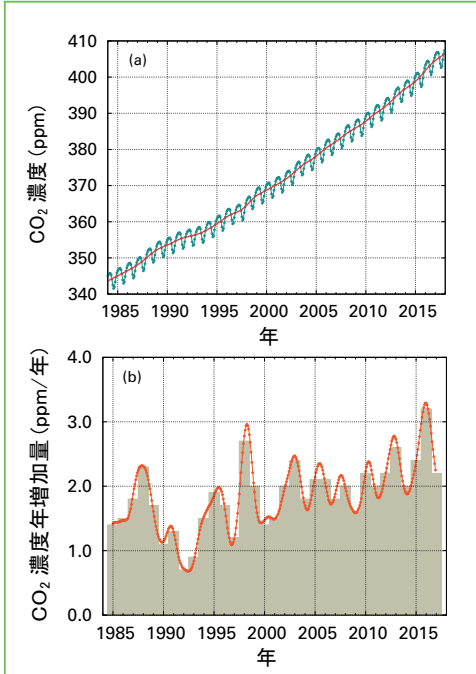


図4 二酸化炭素の1984年から2017年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この解析に使用した観測点は129地点。

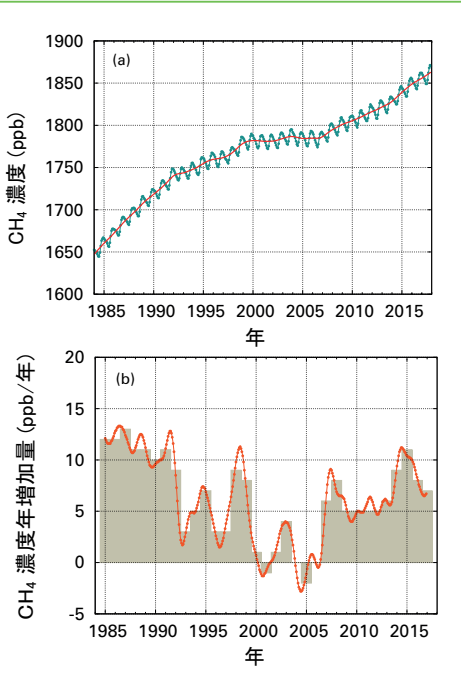


図5 メタンの1984年から2017年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この解析に使用した観測点は126地点。

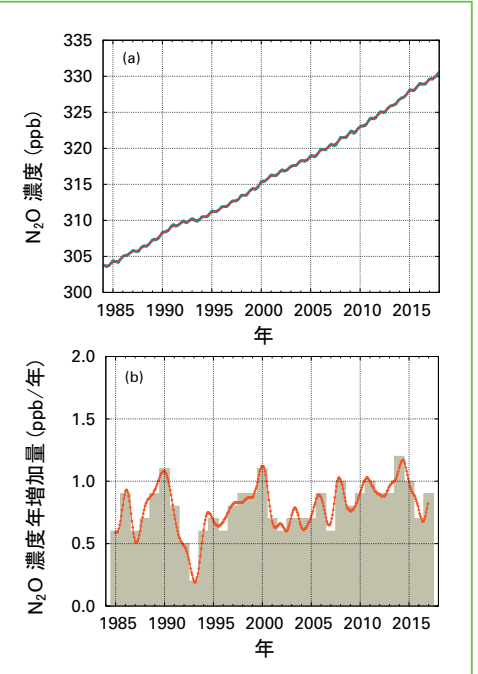


図6 一酸化二窒素の1984年から2017年までの(a)世界平均濃度と(b)その一年あたりの増加量。(b)の塗りつぶし棒グラフは前年からの濃度差。(a)の赤線は季節変動を除いた月平均値、線で結んだ青点は月平均値を表す。この図では月平均値を表す青点と重なっている。この解析に使用した観測点は96地点。

温室効果ガス排出量削減策に生きる大気の観測と解析

GAW IG³ISの3つのプロジェクトを例に

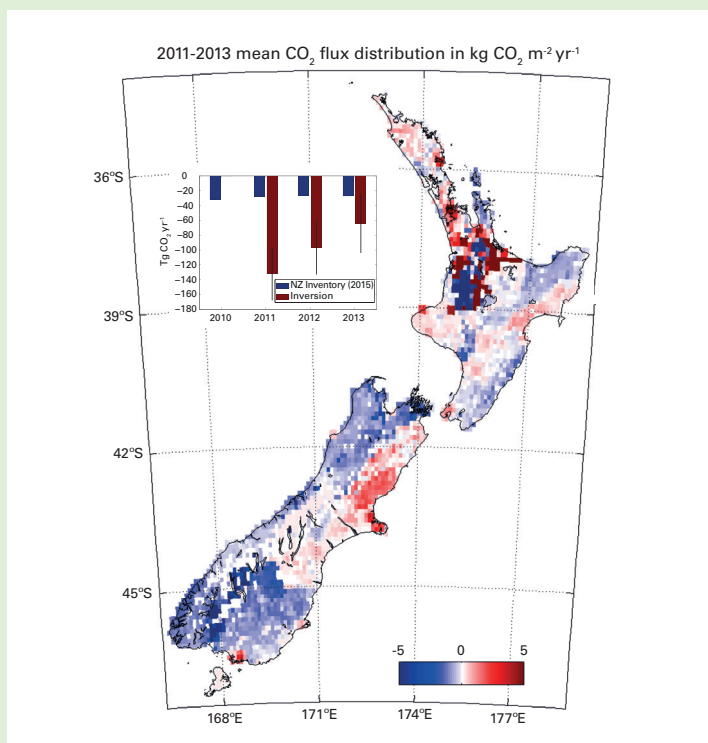


図8 陸域と大気の間を出入りするCO₂の量(1m²あたりの年間量を2011年から2013年まで平均)[10]。青色と赤色はそれぞれ陸域への吸収、陸域からの放出を表す。海洋と大気の間を出入りするCO₂の量は非常に小さいため図示されていない。化石燃料消費のため放出量が20 kgCO₂ m⁻² yr⁻¹もの値に達している地点もあるが(オークランド周辺)、配色は自然由来の量に着目するように設定している。挿入図: 逆解析結果の年平均値[12]と温室効果ガスインベントリ報告書の値との比較。

1. 大気観測が明かすニュージーランドの炭素吸収量

Sara Mikaloff-Fletcher (国立水・大気圏研究所, ニュージーランド)
Joceyn Turnbull (GNSサイエンス, ニュージーランド)

ニュージーランドの温室効果ガス排出量のうち約30%は、土地利用、土地利用変化、森林によるCO₂の吸収によって相殺されている[10]。このような陸上の吸収源はニュージーランドがこれまでに気候変動枠組条約(UNFCCC)に基づく温室効果ガス排出量目標を満たすうえで重要な役割を果たしてきた。そして将来の温室効果ガス削減政策においても主要な役割を担うと期待される。ニュージーランドの温室効果ガスインベントリ報告書(NIR)では森林による炭素吸収量を、国内研究所による樹径と樹高の測定結果を相対成長式に照らして推定している。この手法は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の現行のガイドラインに則ったものであるものの[11]、不確かな点を多く抱えている。

図8に示すように、CO₂の大気観測と逆解析モデルを用いたシミュレーションの結果[12]は、ニュージーランドの森林による吸収量がNIR[10]と陸面過程モデル[12]による推計量を大幅に

上回ることを示唆している。さらに大気観測の結果は、NIRの手法では検知できない有意な年々変動も明らかにしている。この研究は観測所ネットワークによる大気中CO₂の現場観測と、高解像度大気モデルを組み合わせたものである。青色の地点の分布は、見逃されている炭素吸収の多くが自生樹木に覆われた多雨地域であるフィヨルドランドで起きていることを示唆する。ニュージーランドの研究チームはこの吸収源の仕組みを解明するため、新たな研究プログラムの立ち上げに取り組んでいる。この政府出資プログラムは、炭素量集計、土地管理、政策分野の緊密な連携を通して、温室効果ガスに関する科学と政策の橋渡しをするというIG³ISの使命を後押しするであろう。

2. 温室効果ガス観測が英国のインベントリの修正に貢献

Alistair Manning (英国気象庁)

IPCCの手順に従って算出され、UNFCCCへ毎年報告される排出量推定(ボトムアップ推定)[11]の信頼性を高めるため、英国は国内の温室効果ガス排出量推定においてまったく独立した手法(トップダウン推定)[13]を利用している。この手法は大気観測とモデルとの組み合わせによるもので、その結果もNIRに含めてUNFCCCへ毎年報告されている。両手法による推定量の間の有意な差異を基に、英国政府のビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)はさらなる調査を要する地域を特定している。

2012年にBEISは英国DECCネットワーク(図9)と呼ばれる観測ネットワークに出資した[14]。これは主として通信塔を利用したタワー観測所から成り、CO₂、CH₄、N₂O、HFC、PFC、SF₆、NF₃を高精度・高品質で観測するための最新式装置を備えている。

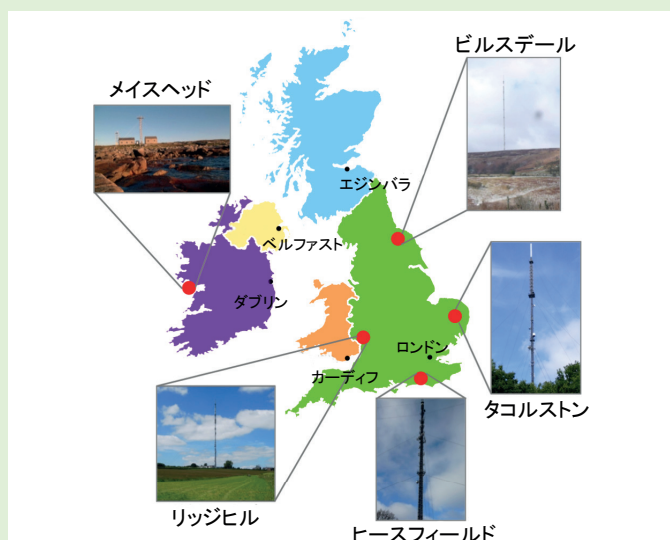


図9 英国DECCネットワーク

3. カナダ・アルバータ州の石油・ガス生産によるメタン排出—政策に活かす大気観測データ収集

Daniel Zavala-Araiza (環境防衛基金, 米国)

カナダでは石油・ガス生産によるメタン排出量が国内インベントリの全排出量のおよそ半分を占めている[16]。政府は近年、石油・ガス産業によるメタン排出を2025年までに2012年比で40~45%削減することを目標とする規制策を発表した[17]。

排出量削減の目標を達成するには、主な排出源の特徴や現在の排出ベースラインに関する知識が欠かせない。そこで、2016年秋にアルバータ州の石油・ガス生産地域を対象としたマルチスケール観測が実施された[18-20]。まず、地域ごとの石油・ガス生産によるメタン排出量を推定(物質収支法による)するため、航空機観測が実施された。これにより得られた推定量は、空間的に明示的な地域別インベントリ、および産業界により報告された排出量と比較された。さらに、地上で移動型観測(追跡用の物質を放出する方法とガウス型拡散モデルを用いた風下観測により地点全体の排出量を評価)により、排出源の分布や主な排出源が特定された(図11(a))。

アルバータ州ロイドミンスター界隈では、生産設備から大気への直接通気が主なメタン排出をもたらしている。本観測の結果は、この地域での排出量がインベントリの数値の3~5倍であることを示唆する。カナダの排出量規制・削減策を議論する上で、このような大きな食い違いは特に重大である。この結果がアルバータ州の他の多くの地域にもある程度当てはまるとすると、州内の実際の石油・ガスによるメタン排出量は25~50%多いと考えられる(図11(b))。

この記事で引用している文献は下記リンク先にある拡張オンライン版に掲載。

<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/ghg-bulletin14.html>

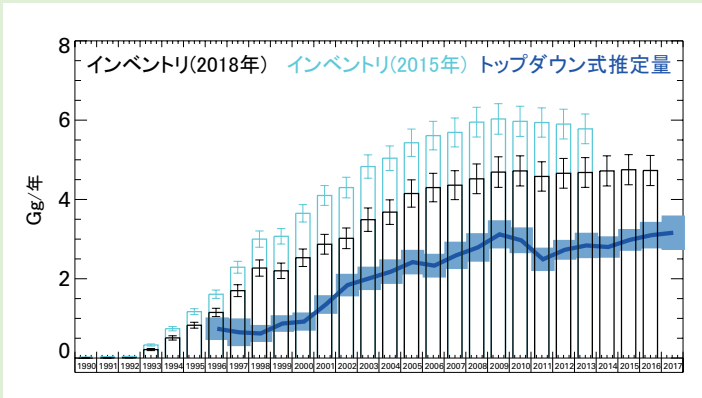


図10 英国におけるHFC-134aの推定放出量。2015年および2018年報告のインベントリに基づく推定量と、トップダウン式の推定量(InTEM)が示されている。

図10は、英国内のHFC-134a(訳注: 主に車のエアコンに使用されるガス)の排出量のボトムアップ推定量が、トップダウン推定の影響を受けて修正された例を示している。2015年時点のボトムアップ推定によるHFC-134a排出量が、8%の不確かさと併せて水色の棒で示されている。この値と比較して、トップダウン式の推定量は観測が始まった1994年から、使用したインベントリの最終年である2013年までのすべての年で50%程度である。この結果と後続の研究結果[15]を受けて、BEISはさらに調査を進め、有識者により英国のHFC-134a排出インベントリの一部が修正された。

図10の黒色の棒は修正後のボトムアップ式推定量を示しており、2015年のものに比べてトップダウン推定量に大きく近づいていることがわかる。残っている差異は、再充填頻度(訳注: 1年間に車のエアコン修理のため交換される冷媒の量)の仮定に起因していると考えられている。

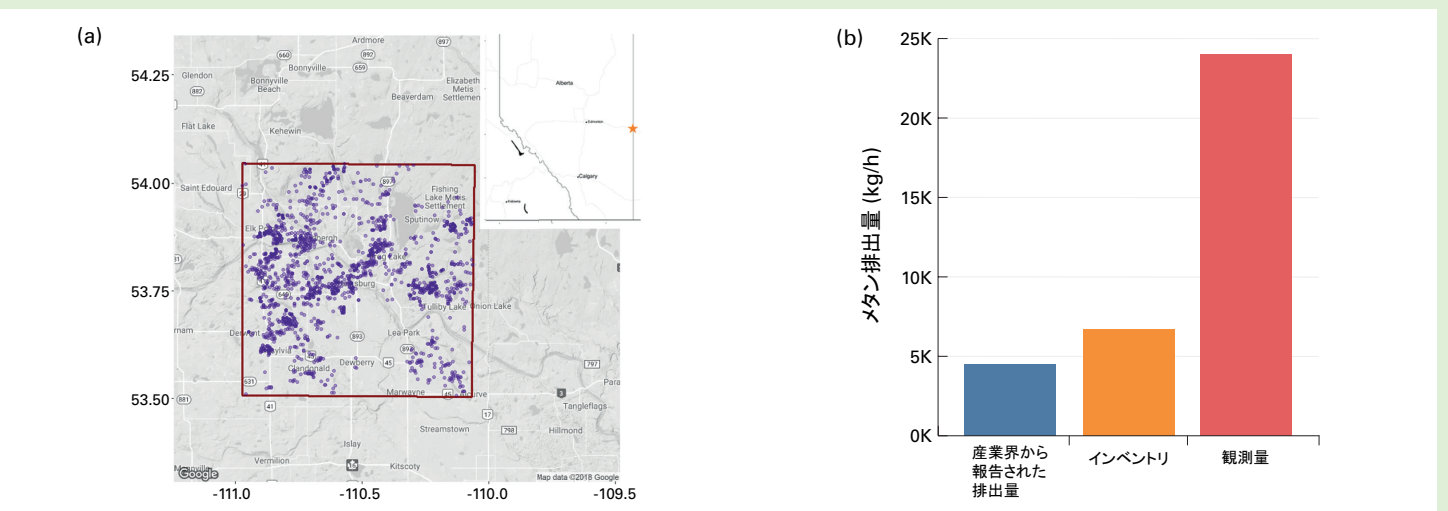


図11 (a) アルバータ州ロイドミンスター周辺のサンプリング領域。赤色の囲みは航空機観測の対象となる排出源の分布の外縁を表し、紫色の点は掘削中の油井を表す。(b) 航空機観測で得られたCH₄放出量と、インベントリや産業界からの報告に基づくボトムアップ式の推定量との比較。

146%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(2016年の両者の二酸化炭素排出量合計は炭素換算で99±5億トン⁽⁵⁾[8])及び森林伐採とその他の土地利用変化(2007年から2016年までの平均で13±7億トン)からの放出による結果である。2007年から2016年の期間の人間活動による放出のうち、約44%が大気、22%が海洋、28%が陸上に蓄積され、5%は蓄積先が特定されなかった残差である[8]。化石燃料の燃焼により放出され大気中に残留する二酸化炭素の比率(大気残留比)は、二酸化炭素吸収源の大きな自然変動によって年々変動し、世界全体での変化傾向は確認されていない。

二酸化炭素の2017年の世界平均濃度は405.5±0.1 ppmである(図4)。2016年から2017年までの年平均値の増加量(2.2 ppm)は、2015年から2016年までの増加量(3.2 ppm)より小さく、最近10年間の平均年増加量(2.24 ppm/年)とほぼ同じだった。2015年及び2016年の増加量が、2016年以前の増加量及び2016年から2017年の増加量に比べて大きくなった理由の一部は、温室効果ガス年報第12号で説明したように、直近のエルニーニョ現象^(訳注1)に関連した二酸化炭素の自然放出が大きかったためである。

メタン

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17%⁽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(反芻動物、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。人為的な排出が増加した結果、2017年には大気中のメタンの濃度は工業化以前(約722 ppb)の257%に達した。現場観測による2017年の世界平均濃度は、解析開始以来の最高値を更新する1859±2 ppbであり、前年から7 ppb増加した(図5)。この増加は2015年から2016年までの増加量より小さく、最近10年間の平均年増加量とほぼ同じである。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年の間はほぼゼロだった。2007年以降は再び大気中のメタン濃度が増加している。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。

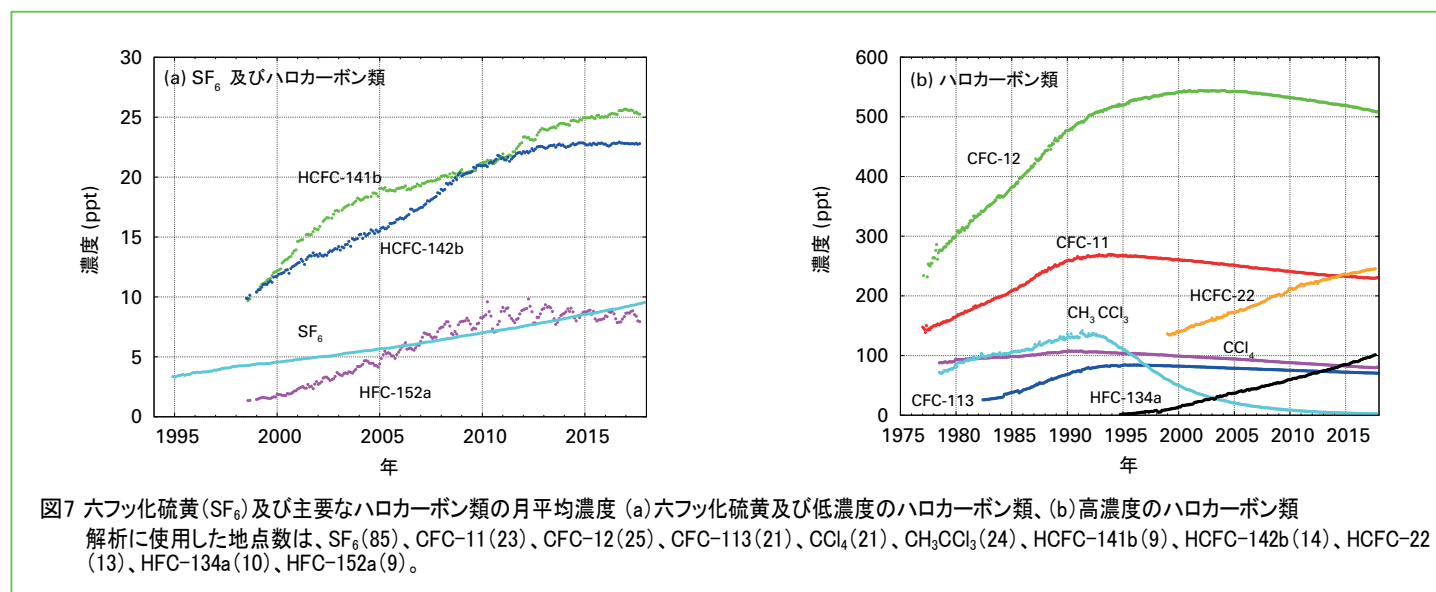
一酸化二窒素

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60%)と人間活動(約40%)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2017年の世界平均濃度は329.9±0.1 ppbであり、前年から0.9 ppb増加して(図6)、工業化以前(270 ppb)の122%となった。2016年から2017年までの増加量は、2015年から2016年までの増加量より大きく、最近10年間の平均年増加量(0.93 ppb/年)とほぼ同じである。大気中の一酸化二窒素濃度の増加は、農業における肥料の使用の増加と、大気汚染物質由来の大気中窒素が過剰に沈着することにより、土壌からの一酸化二窒素放出が増加したことが原因である可能性が高い。

他の温室効果ガス

六フッ化硫黄(SF₆)は、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。現在の大気中の濃度は1990年代半ばに比べて2倍以上に増加している(図7(a))。オゾン層破壊物質であるクロロフルオロカーボン(CFC)類は、他のハロゲン化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11%⁽⁴⁾を占める。大気中のCFC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(HCFC)類やハイドロフルオロカーボン(HFC)類のいくつかは、今のところ量は少ないものの(ppb⁽⁶⁾の水準)、比較的急速に増加している。

この年報は主に長寿命温室効果ガスを取り扱う。対流圏のオゾン[9]はこれらに比べて短寿命だが、ハロカーボン類に匹敵する放射強制力を持つ。その他多くの汚染物質(一酸化炭素、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。ここで述べた全てのガス及びエアロゾルは、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。



謝辞とリンク

WMO加盟国のうちの53カ国が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41%がNOAA地球システム調査研究所(ESRL)と協力する観測ネットワークで得られたものである。その他のネットワークや観測所は、GAWレポートNo.229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観測所は、図2に示すとともに、WDCGGウェブサイト(<https://gaw.kishou.go.jp/>)の一覧表に掲げる。また、スイス気象局によって運営されるGAW観測所情報システム(<https://gawsis.meteoswiss.ch/>)にも掲載されている。

参考文献

[1] Montzka, S. A. et al., 2018: An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC 11. *Nature*, 557:413–417, doi:10.1038/s41586-018-0106-2.

[2] World Meteorological Organization, 2018: *Executive Summary: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018*. World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 58. 67 pp., Geneva.

[3] World Meteorological Organization, 2014: *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014*. World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 55. 416 pp., Geneva.

[4] Butler, J.H. and S.A. Montzka, 2018: The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (AGGI), <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>.

[5] Conway, T.J., P.P. Tans, L.S. Waterman, K.W. Thoning, D.R. Kitzis, K.A. Masarie and N. Zhang, 1994: Evidence for interannual variability of the carbon cycle from the National Oceanic and Atmospheric Administration/Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory Global Air Sampling Network. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, 99:22831–22855, doi:10.1029/94JD01951.

[6] National Oceanic and Atmospheric Administration Earth System Research Laboratory, 2018: Trends in atmospheric carbon dioxide, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>.

[7] World Meteorological Organization, 2009: *Technical Report of Global Analysis Method for Major Greenhouse Gases by the World Data Center for Greenhouse Gases*. (Y. Tsutsumi, K. Mori, T. Hirahara, M. Ikegami and T.J. Conway). GAW Report No. 184 (WMO/TD-No. 1473), Geneva, https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/TD_1473_GAW184_web.pdf.

[8] Le Quéré, C. et al., 2018: Global carbon budget 2017. *Earth System Science Data*, 7(10):405–448, doi:10.5194/essd-10-405-2018.

[9] World Meteorological Organization, 2018: WMO Reactive Gases Bulletin No. 2: Highlights from the Global Atmosphere Watch Programme, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5244.

連絡先

世界気象機関 研究部大気環境研究課(ジュネーブ)

Email: gaw@wmo.int

Website: <http://www.wmo.int/gaw>

気象庁 温室効果ガス世界資料センター(東京)

Email: wdcgg@met.kishou.go.jp

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

- (1) モル分率で表した濃度:モル分率は混合ガスまたは流体の濃度を表すのに用いられる。大気化学分野では濃度を乾燥空気分子に対する着目する成分の分子の存在比率(モル数の比)で表す。
- (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。
- (5) 炭素換算で10億トン(10^{15} g)は 1 PgC(ペタグラムカーボン)とも表記される。
- (6) pptは乾燥空気分子1兆個中の当該ガスの分子数。

(訳注1) 2014年夏から2016年春に発生したエルニーニョ現象のこと。

(付録)年報中の主な用語

放射強制力: 地球・大気システムに出入りするエネルギーのバランスを変化させる影響力の尺度で、気候を変化させる能力の大きさを示す。1平方メートルあたりのワット数($W m^{-2}$)で表す。

排出インベントリ: 大気中に排出される人為起源及び自然起源の大気微量成分の量を推計しデータベース化したもの。

日本語訳について

この WMO 温室効果ガス年報第14号(気象庁訳)は、WMO が2018年11月22日に発行した WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 14 を気象庁が翻訳したものである。



気象庁 地球環境・海洋部 環境気象管理官
温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)
〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4
電話: 03-3212-8341(代表)
E-mail: wdcgg@met.kishou.go.jp

統合炭素観測システム(ICOS)大気観測ネットワーク



ICOS大気観測所ネットワーク。黄色の点は大気および生態系観測、赤色の点は大気観測のみを実施している観測所を示す。フランス領ギアナ、レユニオン、カーボベルデに所在する観測所は示されていない。例として4つの観測所の写真が掲載されている: パッラス(フィンランド)、ユングフラウヨッホ(スイス)、スヴァルトベリエット(スウェーデン)、ランベドゥーザ(イタリア)。

Konsta Punkka and Alcide di Sarra

ICOS研究基盤 (<https://www.icos-ri.eu>)によるヨーロッパの大気観測所ネットワークは33地点の観測所(うち22地点はタワー観測所)で構成されており、2018年半ばよりGAW協賛ネットワークとなった。ICOSの大気観測所の多くはすでに長期間の観測を続けているが、今般新規に観測所が設けられ、新たな地域へネットワークが広がられた。ICOSは標準的な観測計画法と実施手順を策定してきたが、大気中温室効果ガス観測についてはデータ互換性、WMO濃度スケールに基づく校正、およびデータライフサイクルの透明性に関するWMOの推奨事項に準じて構築、拡張されている。ICOSのすべての観測所は合意された基準を満たさねばならない。観測データはすべて大気領域センターで処理され、各観測所の担当管理者によって日ごとに点検と注釈付けがなされる。中央解析研究所はフラスコサンプル解析を請け負っており、例えば放射性炭素¹⁴CO₂の検出によって化石燃料由来の排出を識別する。また、WMOスケールに基づいて校正された観測用標準ガスをすべての観測所に提供している。最終品質評価を経たICOSの大気観測データはすべてICOS 炭素ポータル (<https://data.icos-cp.eu/portal>)にてオープンデータとして公開されており、更新頻度は現在およそ年2回である。これとは別に、自動的な品質評価を経た準リアルタイムのデータが最大でも1日の遅れで公開されている。大気観測データは、WDCGGからも入手可能となる予定であり、NOAA Obspackデータの定期更新の一部でもあり、COPERNICUSデータサービス (<http://www.copernicus.eu/main/overview>)にも毎日送付されている。

調査船インヴェスティゲーター: GAWネットワーク初の移動式観測所

オーストラリア国立海洋施設の調査船インヴェスティゲーターは専用の大気観測室を2つ備えており、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素に加えて、一酸化炭素、対流圏オゾン、ラドンなどの重要な微量気体の継続的かつ高品質な現場観測をしている。また、さまざまな種類のエアロゾルや気象学的要素の観測もしている。2018年に、インヴェスティゲーターはGAWネットワーク初の移動式観測所となった。

インヴェスティゲーターは赤道から南極氷縁までのオーストラリア周辺海域を年間300日航海し、観測データが極めて少ない地域における大気組成データを絶え間なく収集している。遠方の南極海を頻繁に航海しながら、この新たなGAW観測所はほとんど自然のままの大気に関する見識をもたらしている。新しく得られた知見は気候モデルの改良において極めて貴重なものとなる。



南極海の巨大な氷山の前を通過する調査船インヴェスティゲーター

CSIRO