



# 愛研技術通信

## ○ 創立50周年を迎えました。

1971年の創業以来、本年12月をもって、創立50周年を迎えました。これもひとえに多くのパートナー企業の皆様方のご指導とお力添えのおかげと心から深く感謝申し上げます。

弊社は、これまで環境測定分析業務を通じて、安全で安心な環境づくりに取り組んできました。これからも、さまざまな環境問題と真摯に向き合い、自らの技量と知識を高め、私たちの使命である「信頼性の高い試験結果」を提供してまいります。

### 会社はみんなのもの ～仲間を愛し、仕事を愛し、会社を創る～

1971年、「研究を愛する」7人の創立者たちによって、手造りの愛研が設立されました。化学とアイデア、多くのお客様に支えられ成長してまいりました。

50年という時の積み重ねの中で得た、一番大切なものは信頼という絆です。お客様との信頼、仲間との信頼、互いに助け合い思いやる心、50年の宝です。

「会社はみんなのもの」という創立者たちの平等と利他の想いは、今も企業理念として私たちに受け継がれています。そして、私たちは企業の行動規範として三つのことばをその想いに繋ぐこととしました。

#### ～仲間を愛す～

愛研は、お客様はもとより、従業員、取引先、株主・債権者など、支えてくださるすべての方々への感謝の気持ちを持って誠実な事業活動を行います。

#### ～仕事を愛す～

愛研は、仕事に誇りを持ち、自らの技術・専門性を高め、お客様の満足向上と地域社会への貢献・共生を図ります。

#### ～会社を愛す～

愛研は、すべての法令の遵守、平等・透明性を尊重した公明正大な企業経営により社会からの信頼に応えます。

代表取締役 角 信彦

○ 地球の限界 “プラネタリーバウンダリー” & 循環型社会

国立環境研究所 地球環境研究ニュース 2020年12月号 抜粋

プラネタリーバウンダリーについて

プラネタリーバウンダリーはストックホルム・レジリエンス・センターのヨハン・ロックストローム博士（現ポツダム気候影響研究所所長）たちにより開発された概念です。地球の環境容量を科学的に表示し、地球の環境容量を代表する9つのプラネタリーシステム（気候変動、海洋酸性化、成層圏オゾンの破壊、窒素とリンの循環、グローバルな淡水利用、土地利用変化、生物多様性の損失、大気エアロゾルの負荷、化学物質による汚染）を対象として取り上げ、そのバウンダリー（臨界点、ティッピング・ポイント）の具体的な評価を行ったものです。真ん中の青い線の中に入っていれば健康な状態ですが、オーバーしている領域は危険な状態、赤い枠を超えてしまうと不可逆的で壊滅的な変化を起こすといわれています。

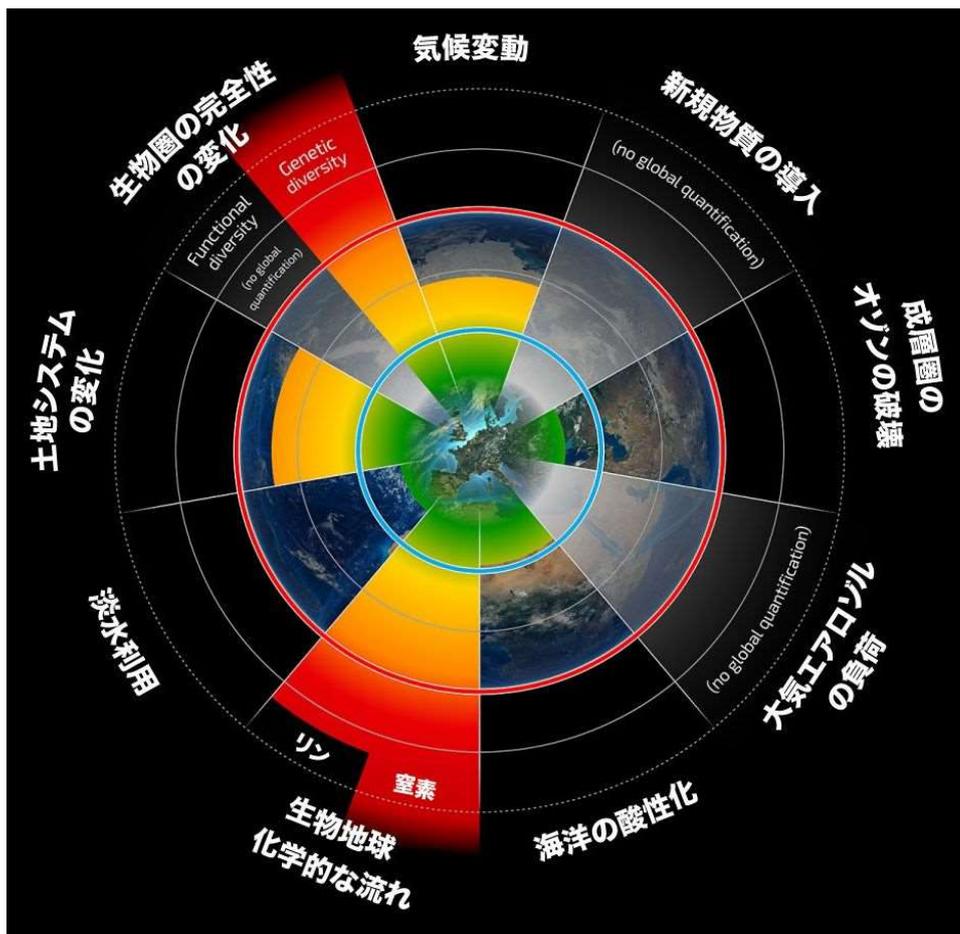


図1 プラネタリーバウンダリー

「人類のために安全動作領域」を定義するように設計されたフレームワーク。

## ～ プラネタリーバウンダリー（特に窒素とリン）をめぐる世界的な動き ～

2015年に出されたプラネタリーバウンダリーの図では、9つの指標のうち窒素とリンの循環は地球の持続可能な限界を超えていると紹介されています。

その原因は食料を作るために使われる化学肥料（主成分は窒素・リン・カリウム）だといわれています。世界で使われる化学肥料は年間1億4500万トンで、それが川や海に流出し、汚染物質となっています。そして、低い酸素レベルで増殖する微生物は二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）より300倍強力な温室効果ガスである亜酸化窒素（N<sub>2</sub>O）を多く排出しますから、気候変動問題とも関連してきます。

プラネタリーバウンダリーの中でも、「窒素とリンの循環」の問題について焦点をあてた、国立環境研究所の伊藤昭彦氏の講演資料を紹介します。

### 持続可能な限界はどう決まるのか、なぜ限界を超えてしまったのか

窒素は大気からの沈着で陸や海に入り、再び大気に放出されるという自然循環が行われているのですが、そこに人間が肥料など人工的に固定した窒素を加えると、地球全体の窒素の循環を乱してしまいます。ロックストローム博士らの分析によると、大気から陸域に入ってくるところが窒素循環での制御変数で、それが閾値を超えたときに地球が支えきれなくなって、破綻しかねないレベルになるということです。

窒素循環でもう一つ重要なのが、窒素カスケードという考え方です。人間社会のなかで窒素が使われると、それが環境中を移動する各段階で悪影響を及ぼすのです（図2）。

リンの循環は比較的シンプルで、閉鎖的な循環です。大気にはほとんど飛んでいかないので、岩石が風化したリンがその場所で植物に使われ、枯れ葉となってまた地面に戻り、一部は河川に溶けて海洋に流れていきます。しかし、農地でリンを肥料として大量に投入したことから、河川に流れていく量が増えました。ロックストローム博士らは、岩石が風化して自然に海洋に流れていく量の10倍をリン循環の閾値として設定しています。

### 本当にその限界を超えているのか、気候変動より深刻なのか

ロックストローム博士らの図では、気候変動よりも窒素やリンの循環の方が大きくプラネタリーバウンダリーを超えているように見えます。2015年に示された限界はモデル分析に基づいて決められたものです。閾値として、窒素は年間6200万トン、リンは年間1100万トンです。それに対して現状は、窒素が15000万トン、リンは2200万トンで、どちらも2倍以上です。ただし、窒素の閾値は過去の論文でもどういう要素を閾値にするかで変わってきました。研究が進むにつれて分析結果も変わってきていますから、注意が必要です。窒素やリンの循環の変化による影響は、気候変動ほど大きくニュースで取り上げられることは少ないでしょう。それでも、地域によっては最も深刻な環境問題になっており、早急な対策が必要になっていることは確かです。

また、最近ロックストローム博士のグループが出した論文では、バウンダリー間の相互作用を考慮すると、気候変動、窒素・リンの循環のうち不可逆的で壊滅的な変化を起こすものがより多くなっていくとしています。それが複合的な人間活動によって駆動されていることを、論文では明らかにしています。

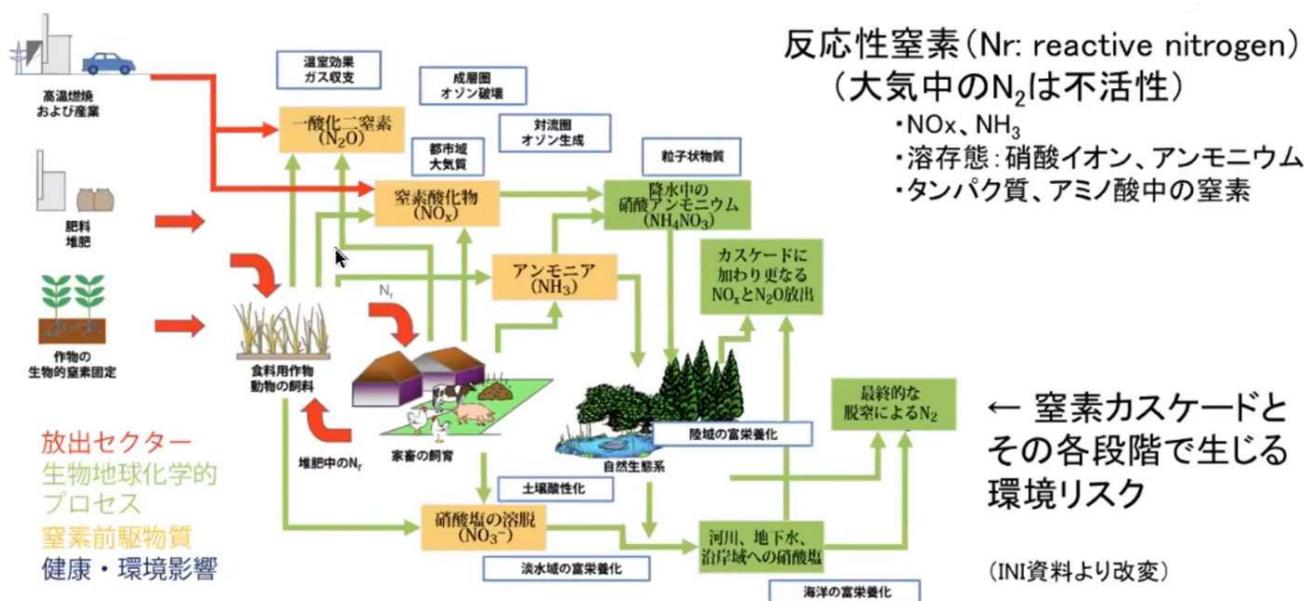


図2 窒素カスケードの説明

工業的な窒素固定で作られた肥料は農地に投入され、農地で作られた作物は家畜の飼育に使われて、最終的には自然生態系に流れていく。その途中で温室効果ガスである  $N_2O$  の排出や、大気汚染ガスである窒素酸化物 ( $NO_x$ ) の排出が起きる。硝酸態の窒素は水に溶けて流れていき、河川や湖沼、海洋の富栄養化をもたらす。

### 超えたら何が起こるのか、持続可能な開発目標 (SDGs) には見当たらないが

窒素もリンも生物にとって必須元素なのですが、過剰に使用し環境中に流出することでさまざまな環境問題を引き起こします。バウンダリーを超えてしまうと環境中で  $N_2O$  (温室効果ガス) を排出して温暖化を引き起こし、河川に流れて富栄養化や貧酸素水塊をつくってしまいます。土壌汚染や大気汚染につながる物質も出すため、生物多様性にも影響を与えてしまいます。

SDGs の 17 の目標のなかに窒素やリンを削減しましょうと直接は書かれていませんが、上述のとおり、窒素やリンは直接・間接的にすべての目標に関連しているのです。

### 持続可能な範囲に戻すことは可能か

2017年の分析によると、プラネタリーバウンダリーの8~9割は農業が寄与していますから、窒素やリンの循環を持続可能な範囲に収めるには、肥料投入量の最適化、耕起や灌漑といった管理方法の改善など、農業分野での対策が必要です。

ここで私の研究についてご紹介いたします。東アジア地域では窒素の投入量(肥料、堆肥、大気の沈着)が大きく増えてきました。それが窒素循環を変えて  $N_2O$  の排出を増加させてきましたが、地域によって大きく状況が違うことがモデルの分析結果で明らかになりました(図3)。

食料生産に関しては、窒素やリンの使用量増加や農地拡大などの追加の環境負荷なしで食料需要

を満たせるかという分析が行われています。アメリカの研究者の分析によると、既存の農地で収量を最適化することにより、食料需要を満たしつつ環境負荷を増加させない解決方法はありうると解説しています。

プラネタリーバウンダリーの限界の設定や解釈にはまだ不確実性があります。一つのバウンダリーのなかでより細かい指標を設置するなど、窒素やリンの循環に関する詳細な分析と管理を行うことが科学的な課題となっています。

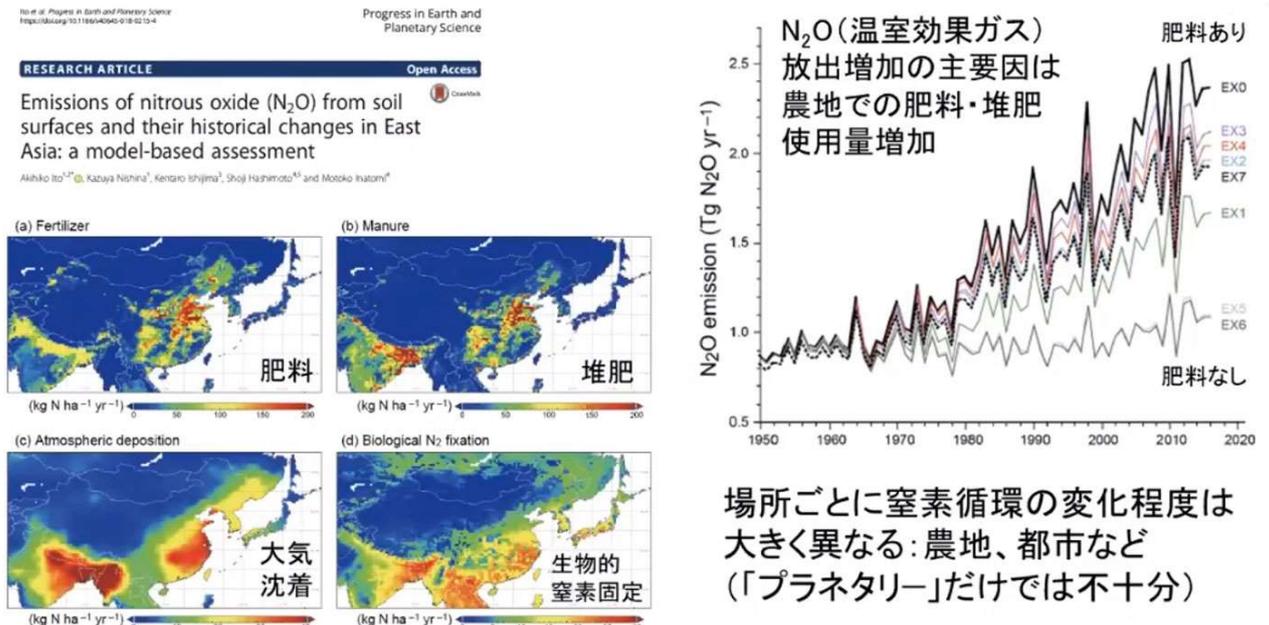


図3 東アジア地域の窒素循環変化

左の4つのマップは、現在の陸域への窒素インプット量の分布を示す。右の図は、窒素インプットを変化させた場合のモデルで推定された N<sub>2</sub>O 排出量を示しており、農地への肥料投入が最も強い影響を与えていたことがわかった

## ○ 世界の主要温室効果ガス濃度は観測史上最高を更新

～ 「WMO 温室効果ガス年報第16号」の公表 ～

2020年11月23日 気象庁報道発表資料抜粋

気象庁は、1990年から世界気象機関（WMO）の温室効果ガス世界資料センター（World Data Centre for Greenhouse Gases: WDCGG）を運営しており、本年で30年を迎えました。同センターでは世界中の温室効果ガス観測データの収集、解析を行っており、2019年までの温室効果ガスの世界平均濃度に関する解析結果等に基づいて、WMOは11月23日に「温室効果ガス年報（Greenhouse Gas Bulletin）第16号」を公表しました。

本年報によると、大気中の主要な温室効果ガス（二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素）の増加が続いており、2019年の世界平均濃度はいずれも観測史上最高を更新しました。WDCGGが解析した結果、2018年から2019年までの濃度の増加量は、二酸化炭素は過去10年間平均より大きい2.6 ppmで、メタンは過去10年間平均よりわずかに大きい8 ppbとなりました。

表 主要温室効果ガスの2019年の世界平均濃度と増加量

	二酸化炭素 CO <sub>2</sub>	メタン CH <sub>4</sub>	一酸化二窒素 N <sub>2</sub> O
2019年の世界平均濃度	410.5±0.2 ppm	1877±2 ppb	332.0±0.1 ppb
前年からの増加量	2.6 ppm	8 ppb	0.9 ppb
前年からの増加分の比率	0.64 %	0.43 %	0.27 %
最近10年間の平均年増加量	2.37 ppm/年	7.3 ppb/年	0.96 ppb/年
工業化以降の増加分の比率 (カッコ内は工業化以前の濃度)	48 % (約 278 ppm)	160 % (約 722 ppb)	23 % (約 270 ppb)

### 【 二酸化炭素 】

大気中の二酸化炭素濃度は、2019年に工業化以前の148%に達しました。これは、主として化石燃料の燃焼とセメント生産及び森林伐採とその他の土地利用変化からの放出による結果です。

2018年から2019年までの年平均値の増加量（2.6ppm）は、2017年から2018年までの増加量より大きく、最近10年間の平均年増加量（2.37ppm/年）よりも大きくなりました。

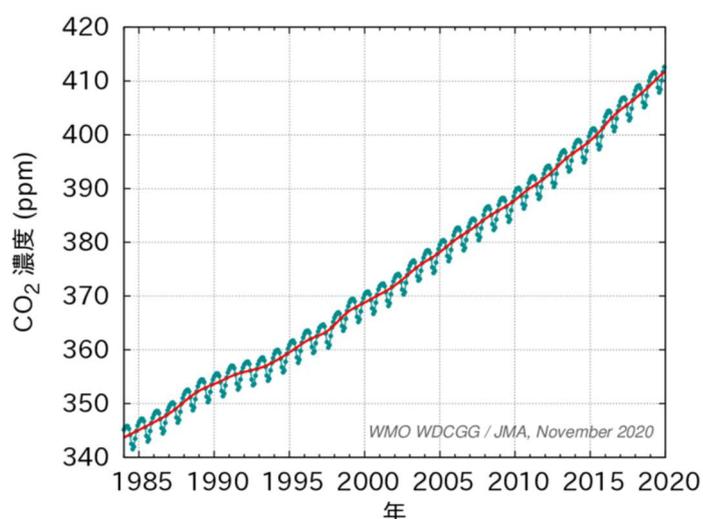


図1 二酸化炭素の世界平均濃度の経年変化

### 【 メタン 】

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%です。

観測によるメタンの2019年の世界平均濃度は、解析開始以来の最高値を更新する1877±2ppbであり、前年から8ppb増加しました。この増加は2017年から2018年までの増加量（9ppb）よりは小さいものの、最近10年間の平均年増加量よりわずかに大きくなりました。

## 【 一酸化二窒素 】

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ます。

一酸化二窒素の2019年の世界平均濃度は $332.0 \pm 0.1$ ppbであり、前年から0.9ppb増加して、工業化以前（270ppb）の123%となりました。2018年から2019年までの増加量は、2017年から2018年までの増加量より小さく、最近10年間の平均年増加量（0.96ppb/年）とほぼ同等でした。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7.300（4.200～11.400）万トン/年となりました。この増加が、主に大気蓄積の増加の原因です。

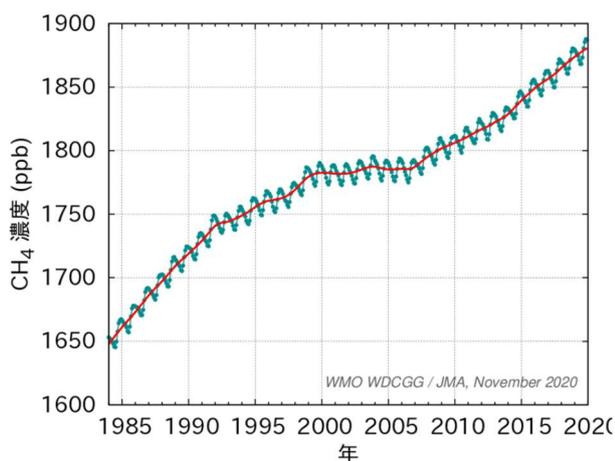


図2 メタンの世界平均濃度の経年変化

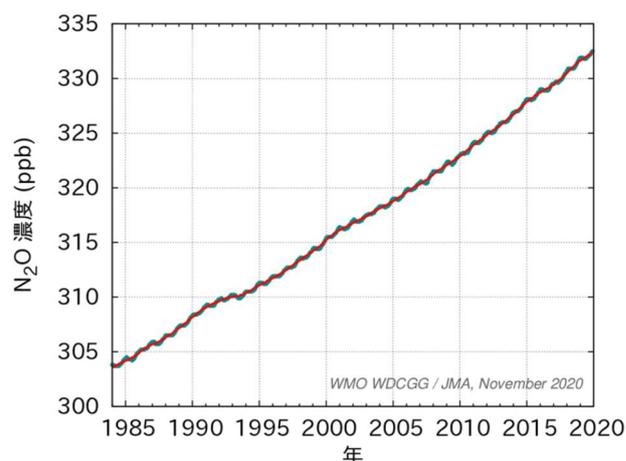


図3 一酸化二窒素の世界平均濃度の経年変化

## ○ WEB 会議始めました

弊社は、年に4回全社員が集まり「全体会議」を行っています。「全体会議」では、決算報告やISOマネージメントレビュー報告などを行っています。11月の会議から新型コロナウイルス対策でWEB会議を始めました。これまでも、WEBによるセミナーや商談に参加してきましたが、ホストとして開催するのは初めてです。いくつか課題が見つかりましたが、今後、通信環境などを整備し、対面会議に劣らぬ会議体になりたいと思います。



写真. 本社会議室での会議の様子

## 編集後記

創立 50 周年を記念して、従業員全員に、似顔絵入りのメッセージカードを添えたマイボトルを配りました。今年の夏も猛暑で、ゴミ箱に沢山のペットボトルがたまってしまうのを見た社長が発案しました。似顔絵は社長の奥さんが描いたものです。会ったことが無い人でもその人の特徴をよくとらえているのに驚きです。

(A.K)



マイボトルに入れたメッセージカード

おかげさまで、愛研は創業 50 周年を迎えます。



株式会社 愛 研

(<http://www.ai-ken.co.jp>)

本 社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749