

アジア低緯度域からの放出増加により大気メタン濃度が急上昇 (2020–2022 年)

— 多様なプラットフォームの観測データを活用した放出量推定 —

(筑波研究学園都市記者会、環境省記者クラブ、環境記者会、宮城県政記者会、東北電力記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会、大学記者会（東京大学）、立川市政記者クラブ同時配付)

2025 年 7 月 7 日(月)

国立研究開発法人国立環境研究所

国立大学法人東京大学

国立大学法人東北大学

気象庁気象研究所

獨協大学

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構国立極地研究所

国立環境研究所地球システム領域の丹羽洋介主幹研究員らの研究チームは、2020-2022 年の間に地球規模で起こった大気メタン濃度の急上昇の要因を明らかにしました。

研究チームによる解析の結果、この急激な濃度上昇は、主に、熱帯から北半球低緯度（南緯 15 度から北緯 35 度）にかけての湿地や水田などの農業、埋立地などにおける微生物が起源のメタン放出が増加したことによって生じたことが分かりました。また、その中でも特に東南アジアや南アジアといったアジアの低緯度地域における影響が大きいと推定されました。

この結果は、地上観測局や船舶、航空機、人工衛星といった様々なプラットフォームによる観測データをそれぞれ数値シミュレーションに基づく解析に入力し、異なる解析間の整合性をみることによって得られました。

このように、メタンに関する様々な観測データを統合して解析することにより、メタン放出が増加している地域や起源を推定することが可能となり、地球温暖化対策（緩和策）への貢献が期待されます。

本研究の成果は、2025 年 7 月 7 日付で欧州地球科学連合の専門誌『Atmospheric Chemistry and Physics』に掲載されます。

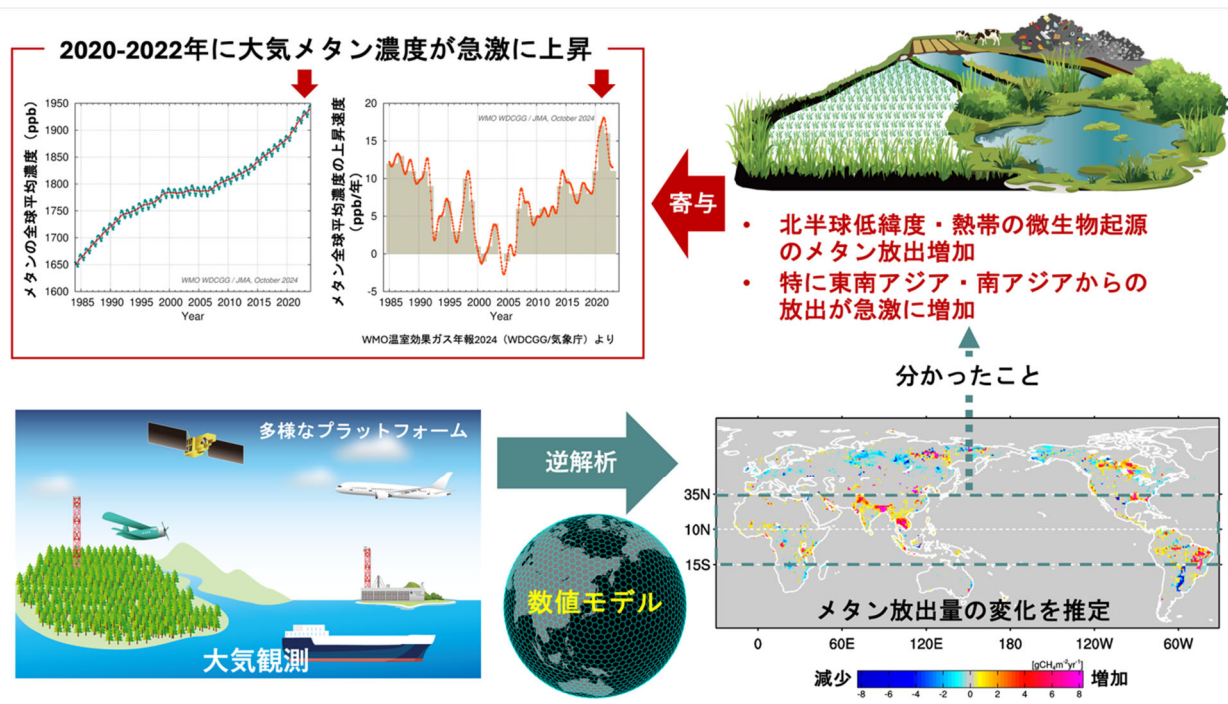


図1：本研究の概要

1. 研究の背景と目的

メタンは、二酸化炭素に次ぐ重要な温室効果ガスです。近年では、グローバル・メタン・プレッジ^{注釈1}といったメタン排出量削減に向けた国際的な枠組みが立ち上がるなど、メタン排出量の削減に大きな関心が寄せられています。現状では、大気中のメタン濃度は上昇の一途を辿っています。最近では2020年から2022年にかけて、大幅に濃度が上昇し、観測史上最大の濃度上昇幅が記録されました^{注釈2}。この急激な濃度上昇が地球全体で生じていたことが、世界各地の観測によって確認されましたが、その詳細な要因は分かっていません。2020年の濃度増加は、メタンの消失源である大気中の水酸化ラジカルが減少したことが原因とする研究もありますが^{注釈3}、3年間という長期にわたって高い濃度上昇が続いたことは、それだけでは説明がつかず、メタン放出量が増加している可能性が考えられます。

そこで、国立環境研究所地球システム領域の丹羽主幹研究員らの研究チーム（以下「当研究チーム」という。）は、大気観測のデータから、数値シミュレーションをベースとした「逆解析」と呼ばれる手法を使って、メタンの放出量変化の推定を行い、地球のどこで、どのような発生源による放出が増加した可能性があるかを調べました。また、この解析では、多様なプラットフォームによる観測データを駆使して、今までにない多面的な解析を行うことで、放出量推定の確度を高めました。

2. 研究手法

逆解析

当研究チームでは、「結果（大気濃度）」から「原因（放出量）」を推定する逆解析と呼ばれる手法を用いました。本研究による逆解析では、NICAM-TMと呼ばれる大気の流れを計算するシミュレーションモデルに世界各地で得られた観測データを入力し、何度も修正を加えながらシミュレーションを繰り返すことで、観測データと整合性のあるメタン放出量の空間分布や時間的な変化を推定しま

した。本研究では、濃度上昇が加速する前の期間も含めた 2016–2022 年を対象とし、地上観測データを使った場合（船舶観測を含む）、地上観測に加えて航空機観測のデータも使った場合、また、温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT を使った場合の 3 通りの逆解析を実施し、相互に比較しながら解析を行いました。

大気観測

本研究で用いた地上観測や航空機観測は、メタン濃度を高精度に測定することが可能ですが、観測空白域が多く存在します（図 2 -a,b）。一方、衛星観測は世界中を広く範囲にわたって比較的まんべんなく観測することが可能ですが（図 2 -c）、地表から大気上端までの間の平均濃度のデータとなっています。さらに太陽光の反射光を観測に使うため、冬の高緯度地域や雲が多い地域では、観測データが少なくなっています。これらの異なるタイプの観測データによる逆解析結果を比較し、整合性を見ることで、メタン放出量の変化傾向をより高い確度で推定できると期待されます。

GOSAT は、環境省・国立環境研究所・宇宙航空研究開発機構が共同で実施している衛星観測ですが、地上や航空機の観測についても、国立環境研究所や気象庁・気象研究所、東北大学、国立極地研究所といった日本の機関が実施しているものが多くあります（図 2 -d）^{注釈 4}。

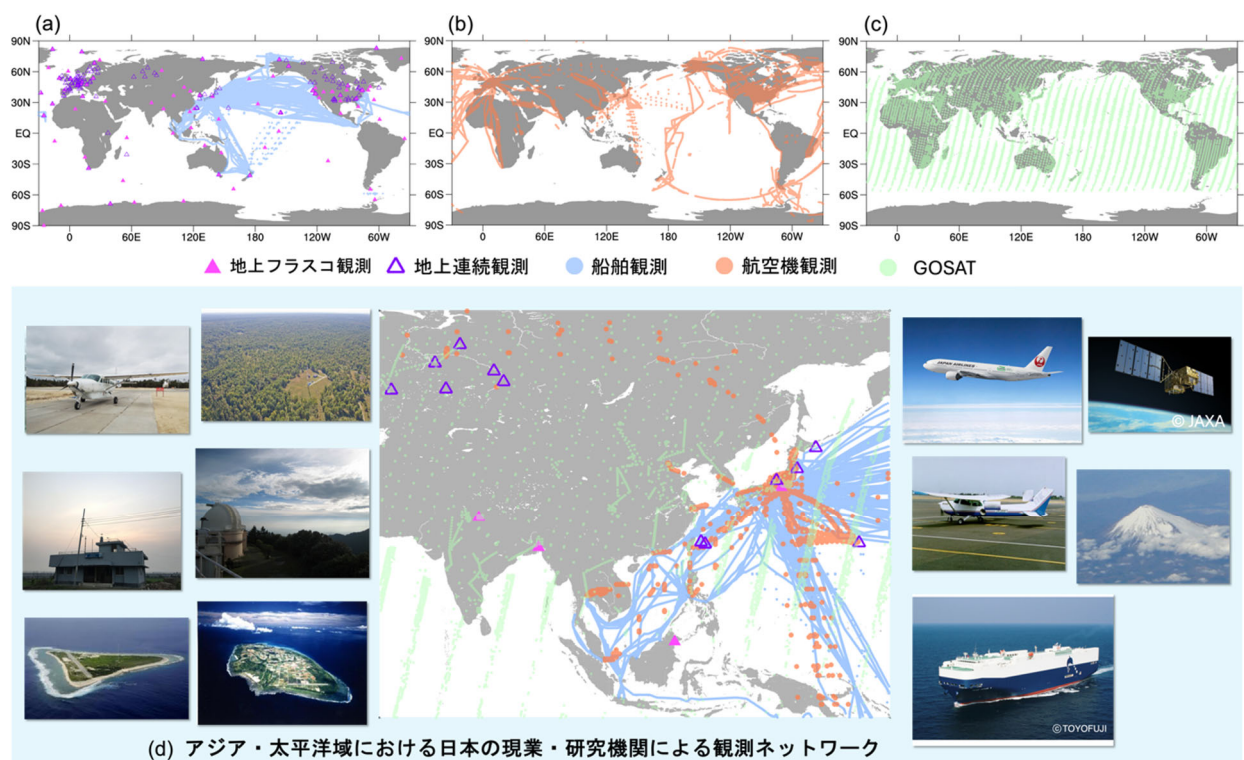


図 2：本研究で用いた (a) 地上観測（地上観測局における連続観測やフラスコサンプリング観測、船舶観測）、(b) 航空機観測、(c) GOSAT の観測の分布（2020 年の 1 年間分）。地上・航空機観測のデータは、アメリカ海洋大気庁が世界の各機関による観測データを収集・統合したデータセット ObsPack からのものに加え、日本の機関による独自データを更に追加した。GOSAT のデータは、国立環境研究所 GOSAT プロジェクトによる L2 プロダクト（GOSAT-L2-SWIR version 2.95/96）を用いた。(d) (a)–(c) のうち日本の気象庁、大学、研究機関による観測を抽出したもの。

3. 研究結果と考察

図3に逆解析（地上観測データのみを用いた場合）で得られたメタン放出量の分布と2016–2019年から2020–2022年の間に生じた放出量の変化を示しました。この図から、世界の様々な場所でメタンの放出量が増加した可能性があることが分かりますが、熱帯から北半球低緯度（南緯15度から北緯35度）にかけての緯度帯での放出増加は、他の二つの逆解析でも同様な傾向が見られました。

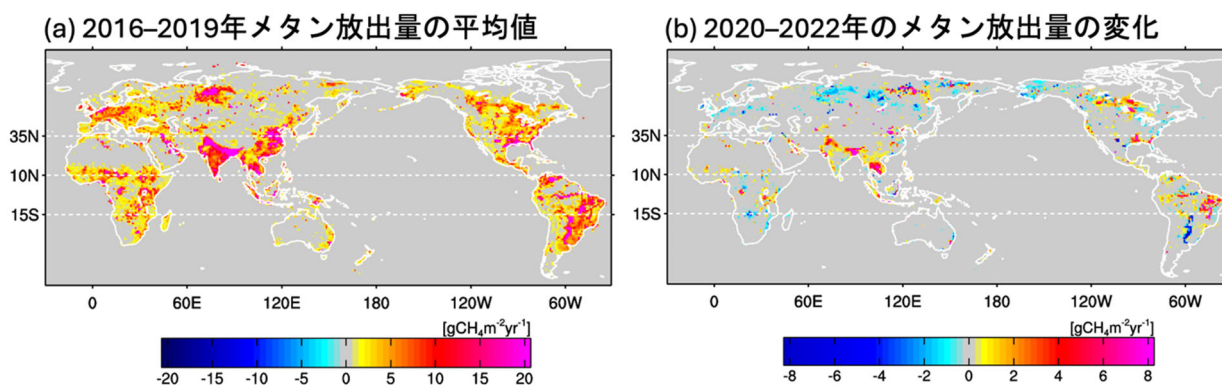


図3：地上観測データのみを用いた場合の逆解析によって推定されたメタン放出量の (a) 2016–2019 年間の平均値と (b) 2020–2022 年における変化量（2016–2019 年の平均値からの偏差）

地域別にメタンの放出量（年平均値）の変化を示した図4では、低緯度帯の中でも、東南アジア北部（インドシナ半島周辺）や南アジア、また、南米アマゾンで2019年から2020–2022年にかけて顕著に増加しており、この傾向も、三つの逆解析で共通で見ることができます。また、本研究では、図5で示すように、これらの地域における放出量の増加は、湿地や農業、埋立地が主な発生源となっている可能性も示唆されました。これらの起源は空間的に重なっている部分が大きいため、正確にそれぞれの起源を分離できていない可能性があります。微生物からの放出である点は共通しています。この結果は、2020年、2021年の濃度増加に対して低緯度帯の微生物起源の放出が影響した可能性を示した先行研究の結果と整合的ですが、本研究では、その傾向が2022年まで継続していたことを初めて示しました。

また、2019年から2020年にかけての急激な濃度上昇については、東南アジア北部や南アジアにおける放出増加が影響したと考えられます。図4で示すように、これらの地域では、2019年から2020年にかけて放出量が大幅に増加していますが、南米アマゾンではそれより前の2016年から継続して増加傾向であることが見て取れます。

本研究は、日本の様々な機関によって得られた観測データを最大限に活用していますが、地上観測局や船舶、航空機による高精度観測がアジア地域で充実しているのが1つの特徴です。これらの観測に加え、GOSATによる広範囲な観測データも用いることで、高い確度をもって南アジアや東南アジアにおけるメタン放出量の増加傾向を捉えることに成功しました。

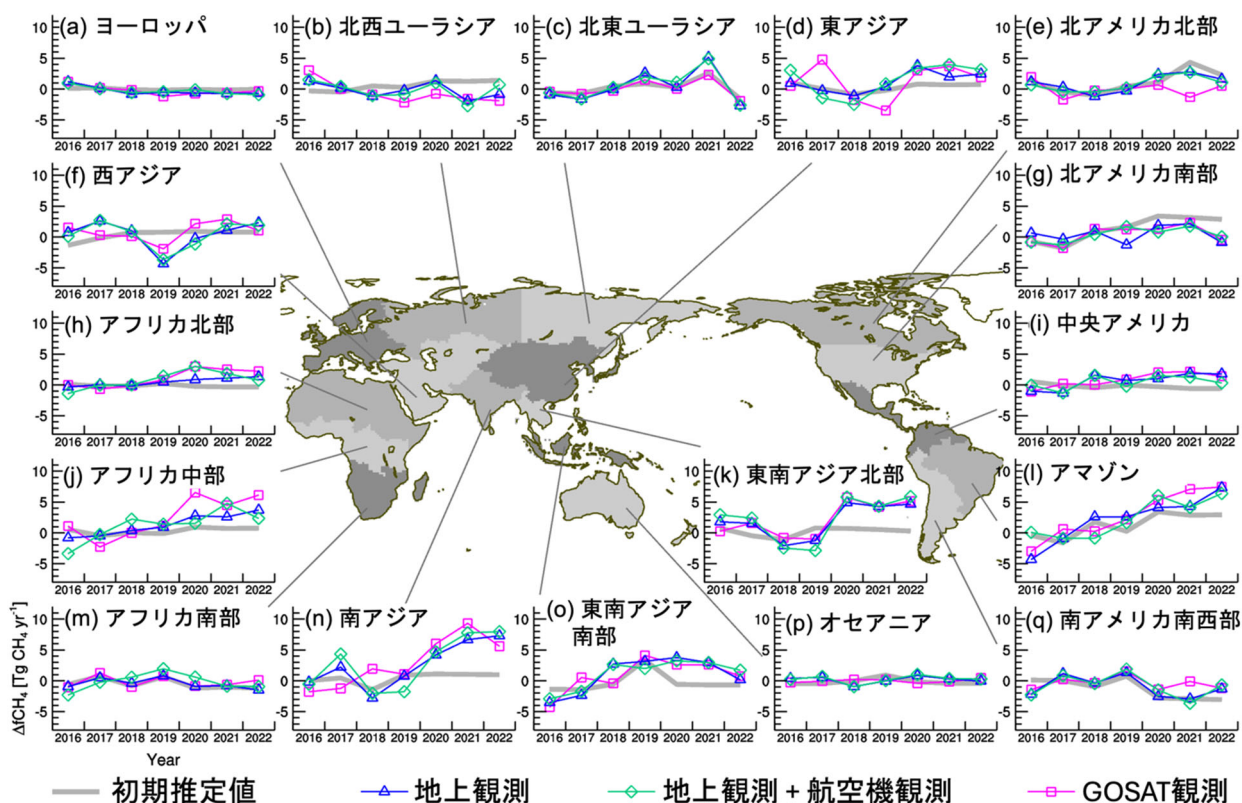


図 4：各地域におけるメタン放出量の変化（年平均値。2016–2019 年の平均値からの偏差）

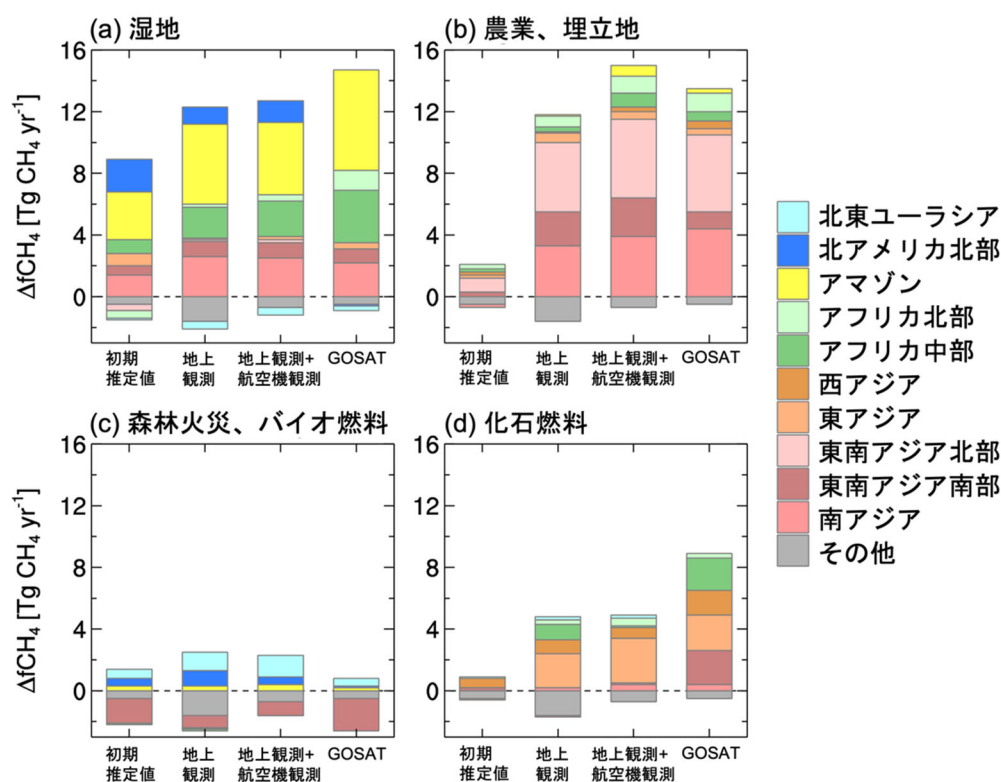


図 5：主な放出源におけるメタン放出量の変化（2020–2022 年の平均値から 2016–2019 年の平均値を引いたもの）。色で地域の別を示す（各地域の範囲は図 4 を参照）。

4. 今後の展望

地球温暖化によって永久凍土が融解し、大量のメタンが大気に放出されるというシナリオが危惧されていますが、今回の解析で 2020-2022 年の放出量が増加したと考えられる地域は永久凍土が主に存在する北極域ではなく低緯度の地域でした。しかし、なぜ放出量が増加したのか、微生物起源で生じた可能性は示されたものの、そのメカニズムの解明にまでは至っていません。今後は、本研究で確立した解析を継続していくことで、メカニズム解明に資するデータを蓄積していきます。また、2023 年以降は大気メタン濃度の増加上昇幅は減少し、比較的落ち着いていることが観測されます（ただし濃度増加は続いています）が、再びメタン濃度の急激な上昇が発生した際には、即時に放出量の変化を把握できるよう、解析体制を整えていきます。

5. 注釈

注釈 1 グローバル・メタン・プレッジ

第 26 回国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP26）で発足した、2030 年までに世界全体のメタン排出量を 30%（2020 年比）削減することを目標とした国際的な枠組み。

注釈 2 2020-2022 年のメタン濃度増加

国立環境研究所・環境省 報道発表

“メタンの全大気平均濃度の 2021 年の年増加量が 2011 年以降で最大になりました～温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT（「いぶき」）の観測データより～”

<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20220310/20220310.html>

「気候変動監視レポート」気象庁

“2021 年の大気中メタン濃度の年増加量が観測史上最大を記録”

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2022/pdf/ccmr2022_news4.pdf

注釈 3 2020 年の水酸化ラジカルの減少

2020 年は新型コロナウイルス感染症の大流行により、世界的に経済活動が低下し、二酸化窒素といった大気汚染物質の排出量が低下したことが報告されています。これにより、メタンの消失源である大気中の水酸化ラジカルの濃度が減少し、メタン濃度が増加した可能性が指摘されていますが、その推定値には大きな幅があります。

注釈 4 日本の温室効果ガス観測

国立環境研究所

地上観測局：<https://db.cger.nies.go.jp/gem/ja/ground/>

アジア観測：<https://www.nies.go.jp/kanko/news/36/36-3/36-3-05.html>

シベリアタワー観測：<https://www.cger.nies.go.jp/ja/climate/pj1/tower/>

シベリア航空機観測：<https://db.cger.nies.go.jp/gem/ja/warm/siberia/>

船舶観測：<https://db.cger.nies.go.jp/gem/ja/warm/>

富士山頂観測：<https://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201304/269004.html>

気象庁

地上観測局：https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/env/ghg_obs/station/index.html

航空機観測：https://www.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/info_aircraft.html

CONTRAIL プロジェクト（国立環境研究所・気象庁気象研究所）

<https://cger.nies.go.jp/contrail/ja/index.html>

国立極地研究所

南極・昭和基地：<https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan10/kihon-glaciology01.html>

東北大学

航空機観測：<https://caos.sakura.ne.jp/tgr/observation/aircraft-2>

GOSAT プロジェクト（環境省・国立環境研究所・宇宙航空研究開発機構）

<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gosat.html>

<https://www.gosat.nies.go.jp/index.html>

<https://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/>

6. 研究助成

本研究は、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF21S20800, JPMEERF24S12200）、JSPS 科研費（JP22H05006, JP23H00513）の支援を受けて実施しました。また本研究の数値シミュレーションは、気象庁気象研究所（FUJITSU PRIMERGY CX2550M5）、国立環境研究所（NEC XS-Aurora TSUBASA）のスーパーコンピューターシステムを用いて行いました。本研究で用いた日本の観測データは地球環境保全試験研究費（地球一括計上）（環 0752, 環 1253, 環 1254, 環 1652, 環 1752, 環 1851, 環 2151, 環 2251, 環 2351, 環 2452）、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20152002, JPMEERF20182002）の支援により得られています。

7. 発表論文

【タイトル】

Multi-observational estimation of regional and sectoral emission contributions to the persistent high growth rate of atmospheric CH₄ for 2020–2022

【著者】

Yosuke Niwa, Yasunori Tohjima, Yukio Terao, Tazu Saeki, Akihiko Ito, Taku Umezawa, Kyohei Yamada, Motoki Sasakawa, Toshinobu Machida, Shin-Ichiro Nakaoka, Hideki Nara, Hiroshi Tanimoto, Hitoshi Mukai, Yukio Yoshida, Shinji Morimoto, Shinya Takatsuji, Kazuhiro Tsuboi, Yousuke Sawa, Hidekazu Matsueda, Kentaro Ishijima, Ryo Fujita, Daisuke Goto, Xin Lan, Kenneth Schuldt, Michal Heliasz, Tobias Biermann, Lukasz Chmura, Jarsolaw Necki, Irène Xueref-Remy, Damiano Sferlazzo

【掲載誌】 Atmospheric Chemistry and Physics

【URL】 <https://doi.org/10.5194/acp-25-6757-2025>（外部サイトに接続します）

【DOI】 10.5194/acp-25-6757-2025（外部サイトに接続します）

8. 発表者

本報道発表の発表者は以下のとおりです。

国立環境研究所

地球システム領域物質循環モデリング・解析研究室

主幹研究員

丹羽 洋介

地球システム領域物質循環観測研究室

シニア研究員	遠嶋 康德
主任研究員	寺尾 有希夫
主任研究員	梅澤 拓
客員研究員	向井 人史

地球システム領域衛星観測センター

主任研究員	佐伯 田鶴
-------	-------

地球システム領域大気・海洋モニタリング推進室

主幹研究員	笹川 基樹
主任研究員	中岡 慎一郎

地球システム領域地球大気化学研究室

主任研究員	奈良 英樹
-------	-------

地球システム領域衛星観測研究室

主任研究員	吉田 幸生
-------	-------

地球システム領域

領域長	谷本 浩志
特命研究員	町田 敏暢

東京大学大学院農学生命科学研究科

教授	伊藤 昭彦
----	-------

東北大学大学院理学研究科

教授	森本 真司
----	-------

気象研究所気候・環境研究部

室長	澤 庸介
研究官	藤田 遼
併任職員	坪井 一寛（気象庁大気海洋部 全球大気監視調整官）
併任職員	石島 健太郎（気象庁大気海洋部環境・海洋気象課 調査官）

獨協大学

教授	松枝 秀和
----	-------

国立極地研究所

助教	後藤 大輔
特任研究員	山田 恭平

9. 問合せ先

【研究に関する問合せ】

国立研究開発法人国立環境研究所 地球システム領域
物質循環モデリング・解析室 主幹研究員 丹羽 洋介
niwa.yosuke（末尾に"@nies.go.jp"をつけてください）

029-850-2537

【報道に関する問合せ】

国立研究開発法人国立環境研究所 企画部広報室

kouhou0（末尾に"@nies.go.jp"をつけてください）

029-850-2308