

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12155

研究課題名（和文）大気鉛直観測を輸送モデルに同化した東アジアのエアロゾル排出量の改善

研究課題名（英文）Improvement of aerosol emission estimate in East Asia from chemistry transport model with vertical observation of atmosphere

研究代表者

山下 陽介（Yousuke, Yamashita）

国立研究開発法人国立環境研究所・地球システム領域・主任研究員

研究者番号：40637766

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、秋田県立大学大湯キャンパスにおいて大気観測を行い、化学輸送モデルのシミュレーションと組み合わせて日本付近に到達するエアロゾルの動態を解析した。大気観測では地上設置した簡易ブラックカーボン(BC)計による大気エアロゾル観測、および、エアサンプラーによる捕集を継続して行った。また、ドローンに二酸化炭素濃度計測器と簡易BC計を搭載し、同時に大気鉛直観測を行った。集中観測期間の簡易BC計の観測で、秋田県付近での高濃度BCイベントが複数回検出されており、同時期の大気化学輸送モデルのBC濃度や気象場の解析を進めた結果、越境輸送に伴うBCが秋田県付近に到達していた可能性が高いことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

冬季・春季の日本周辺では、しばしばエアロゾル等の大気汚染物質が増加し、越境汚染の問題など社会的影響も大きい。しかし、東アジアのエアロゾル放出量には推定精度の低い場所の情報も含まれるため、日本付近へのエアロゾル到達量予測やエアロゾルの気候影響評価の精度を下げってしまう問題がある。本研究では、こうした課題を克服するため、放出量の推定精度の低い場所の汚染物質を検出しやすい秋田県で地上観測とドローンによる大気鉛直観測を行い、化学輸送モデルに観測情報を同化して放出量の推定精度向上を図ることを目的としている。

研究成果の概要（英文）：In this study, atmospheric observations were carried out at the Ogata Campus of Akita Prefectural University in northern Japan and combined with chemical transport model simulations to analyse the dynamics of aerosols reaching Japan. Atmospheric aerosol observations were conducted with a pocket-sized black carbon (BC) aerosol monitor and the collection with an air sampler on the ground station. The UAV was also equipped with a carbon dioxide concentration measurement and a simple BC measurement for atmospheric vertical observations. Observations from a simple BC measurement during the observation campaigns detected several high BC events near Akita Prefecture, and further analysis of BC concentrations and meteorological fields in atmospheric chemical transport models for the same period showed that the high concentration events were associated with long-term transport from the Asian continent.

研究分野：環境動態解析関連

キーワード：エアロゾル ドローン観測 化学輸送モデル

1 . 研究開始当初の背景

大気中のエアロゾルは、森林火災等の自然起源による放出や化石燃料の燃焼等の人為起源による放出により生成され、大気の流れにより輸送されて、雲粒中に取り込まれると降水等により大気中から除去される。エアロゾルのうち特に黒色炭素 (BC) は、太陽放射を吸収して大気を加熱するように働くため、大気汚染対策、地球温暖化対策として BC の削減が重要と考えられている。エアロゾルの放出量や気候への影響は、観測や数値モデルを用いて調べられてきているが (Albrecht 1989¹ ; IPCC 2013² ; Sato et al. 2018³) , 気候影響を調べる際に必要なエアロゾル放出量の推定精度は発生源によっては低いままである。そのため、気候シミュレーション性能の向上のために、推定精度の低い場所のエアロゾル放出量の改善が課題となっている。

巨大都市周辺では、主に工場や交通機関等の把握しやすい発生源からエアロゾルが放出されるため、発生源毎の積算により放出量のある程度は把握できる。他方、例えば中国東北部の冬季には家庭の暖房目的で木炭等が燃焼されており、発生源毎の放出量の把握は困難である。こうした把握が困難な放出量の場合には、下流側で観測を行なった情報を大気輸送モデルに同化させてシミュレーションし、発生源付近の放出量を逆推定する手法が有効である。放出量を逆推定する際には、輸送モデルに与えるエアロゾル除去効率を観測により求めておく必要がある。Kanaya et al. (2016)⁴ では、エアロゾルの除去効率を下流側の観測結果のみから求める手法を提案している。この手法を適用するには、遠距離輸送された汚染物質が到達する場所のうち、都市部等から離れ近くに汚染源のない場所で観測を行う必要がある。中国東北部付近で放出されたエアロゾルは、冬季～春季にはしばしば東北地方北部に到達しており、そのうち秋田県では沿岸部に都市部等の人間活動の影響の大きい汚染源がほとんど無いため、このように長距離輸送されてきたエアロゾルを捉えるのに適している。

なお、エアロゾルは主に上空で輸送され地上には一部分が到達しているため、地上観測に加えて上空でのドローン観測も行い、エアロゾルの鉛直分布情報も輸送モデルに取り入れることで、放出量の推定精度が大幅に向上することが期待される。

2 . 研究の目的

そこで、地上観測とドローンによる大気鉛直観測を行い、輸送モデルによるシミュレーションと組み合わせてエアロゾル放出量を改善し、改善された放出量を入力した輸送モデルを開発する。

3 . 研究の方法

研究分担者の所属する秋田県立大学では、大潟キャンパスにおいて本研究開始前からドローン (Matrice600 , DJI 社製) に搭載された Non-Dispersive Infrared Absorption (NDIR) センサによる二酸化炭素 (CO₂) 観測を行ってきており (Chiba et al. 2019⁵) , 本研究費で新規購入したハンディカーボンモニター (AE51 , AethLab 製) をこのドローンに搭載することで、CO₂ と同時にエアロゾルの鉛直観測を行うことができた。なおドローンによるエアロゾルの計測では、ドローン自体のプロペラの回転による空気の流れが計測結果に影響するため、プロペラの回転が BC 濃度算出に与える影響を調べる必要がある。そこで、エアロゾル観測を行う前に、ドローンにファイバースコープを取り付け、線香を使って大気の流れを可視化し外気を取り込む適切な高さを調べる実験を行った。

ハンディカーボンモニターによる観測は、秋田県立大学大潟キャンパス内に設置したやぐら (地上からの高さ 1.2m) において、2022 年 9 月 20 ~ 23 日、2022 年 12 月 9 ~ 22 日、2024 年 3 月 24 ~ 29 日に実施した。また 2024 年 3 月 25 日と 26 日には、大潟キャンパス内でドローンにファイバースコープを取り付け、実験により適切であると検証されたドローンから 1.8m 離れた上空までチューブを伸ばして外気を取り込み、ドローンに搭載した AE51 により BC 濃度を計測した。同時にドローンに搭載されている NDIR センサによる CO₂ 計測も行った。AE51 では、テフロンホウケイ酸ガラス繊維を素材としたフィルターに光を照射させてその透過光を計測し、BC 濃度に変換する。その際得られた値に対して Miyakawa et al. (2020)⁶ による補正を行った。

ハンディカーボンモニターによる観測を行った期間には、エアロゾル濃度の精度を実際にサンプリングした結果から評価するために、東京ダイレック社製の MCI サンプラーによるサンプリングも実施した。サンプラーは、周囲 3m の範囲で遮蔽物のない開けた場所に設置したアルミ製

のシェルターに入れた。サンプラーのフィルターホルダーには、あらかじめ焼き出し処理をした石英繊維フィルターを装填し、流量を 20L/min に設定してサンプリングを行った。サンプリング終了後、使用したフィルターを冷凍保存した後、海洋研究開発機構 (JAMSTEC) に移送し、実験室にて、微小画分の元素上炭素 EC (BC に相当) の濃度を熱分離・光学補正法に基づいて定量した。

大気化学輸送モデルの結果としては、NASA の GEOS-Composition Forecasting (GEOS-CF) の BC 濃度を用いた。全球 0.25 度格子、72 層気圧面で提供されており、地上付近の観測と比較するため最下層の 985 hPa 面を用いた。なお GEOS-CF のエアロゾル計算には、Goddard Chemistry, Aerosol, Radiation, and Transport (GOCART; Chin et al. 2002⁷; Colarco et al. 2010⁸) が使われている。上記の観測期間を全て含むデータを取得・解析した。

水平解像度 56 km の化学輸送モデル Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model (NICAM) Spectral Radiation Transport Model for Aerosol Species (SPRINTARS) によるシミュレーションも行った。水平解像度約 56 km、鉛直 78 層で、化学輸送モデル内でのエアロゾル計算には、SPRINTARS (Goto et al. 2011⁹; Suzuki et al. 2008¹⁰; Takemura et al. 2000¹¹; 2002¹²; 2009¹³) が用いられている。研究代表者は、所属する国立環境研究所においてスーパーコンピュータシステムを利用しており、ベクトル機による化学輸送モデル実験とスカラー機を用いたデータ変換・作図システムを構築し、観測を行なった期間について迅速にシミュレーション・解析を行う体制を確立した。NICAM-SPRINTARS では、気象場を現実大気のものに合わせるため、東西風、南北風、気温を客観解析データにナッジングしている。客観解析としては NCEP-FNL¹⁴) を用いた。計算は 2017 年 1 月から開始しており、上記の観測期間を全て含む 2024 年 3 月まで行った。

4. 研究成果

ハンディカーボンモニター-AE51 による BC 濃度の連続観測は、2022 年 9 月 20~23 日、2022 年 12 月 9~22 日、2024 年 3 月 24~29 日について行っており、MCI サンプラーのフィルターでは 2022 年 9 月 20~23 日には 1 回、2022 年 12 月 9~22 日には 7 回、2024 年 3 月 24~29 日には 2 回のサンプリングを行った。それぞれの期間について、ハンディカーボンモニターで計測された平均 BC 濃度とサンプリングしたフィルターから分析した濃度を比較し、両者は概ね一致する値となっていた。

そこで、ハンディカーボンモニターによる観測期間について、BC 濃度の 1 時間平均値の時系列変化の分析を行った。2022 年 12 月 9~22 日の AE51 による連続観測結果を解析すると、複数回の高濃度 BC イベントが観測されていた (図 1)。図 1 の赤丸は、12/14、12/15、12/18、12/20 の高濃度イベントを表す。

同期間について大気化学輸送モデル GEOS-CF の結果から秋田県大潟村付近の値を切り出した結果を解析すると、これら的高濃度イベントのタイミングやピーク時の濃度がよく再現されていた。

高濃度イベントの発生要因を調べるため、GEOS-CF の結果から、BC 濃度や風の水平分布を調べた。図 2 は、12/14、12/15、12/18、12/20 の高濃度イベント時の分布で、北日本付近の日本海では北東~東よりの風となっており、オホーツク海付近に発達した低気圧がある冬の気圧配置に対応する。それに伴い 12/14 には高濃度の BC を含む空気塊が風向のシアのある場所の北縁に沿って中国東北部から秋田付近にまで到達していた。他の 3 ケースでは、風速のシアにより生じた局所的な高濃度 BC の空気塊が到達したケース (12/15)、北海道南部に到達した高濃度 BC の空気塊が拡散して一部が秋田付近にもかかっていたケース (12/18)、大陸から北日本にかけて高濃度 BC が拡散、除去されながら一部が到達したケース

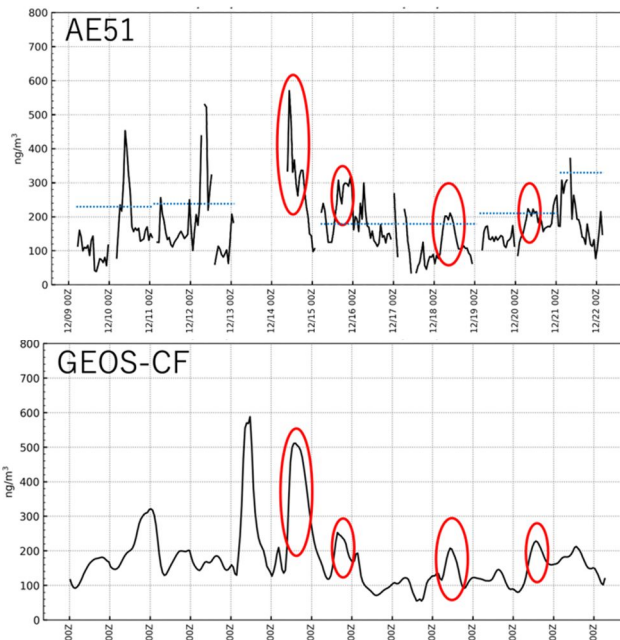


図 1 BC 濃度の時系列図。(上)ハンディカーボンモニター-AE51 の観測結果 (下)大気化学輸送モデル GEOS-CF の秋田県大潟村付近における値。MCI サンプラーの値を青点線で重ねた。

(12/20)であることが示唆された。このように、北日本付近の日本海で北東～東よりの風となっていたため、越境輸送によるBCが中国東北部から秋田県付近に到達していた可能性が高いことがわかった。

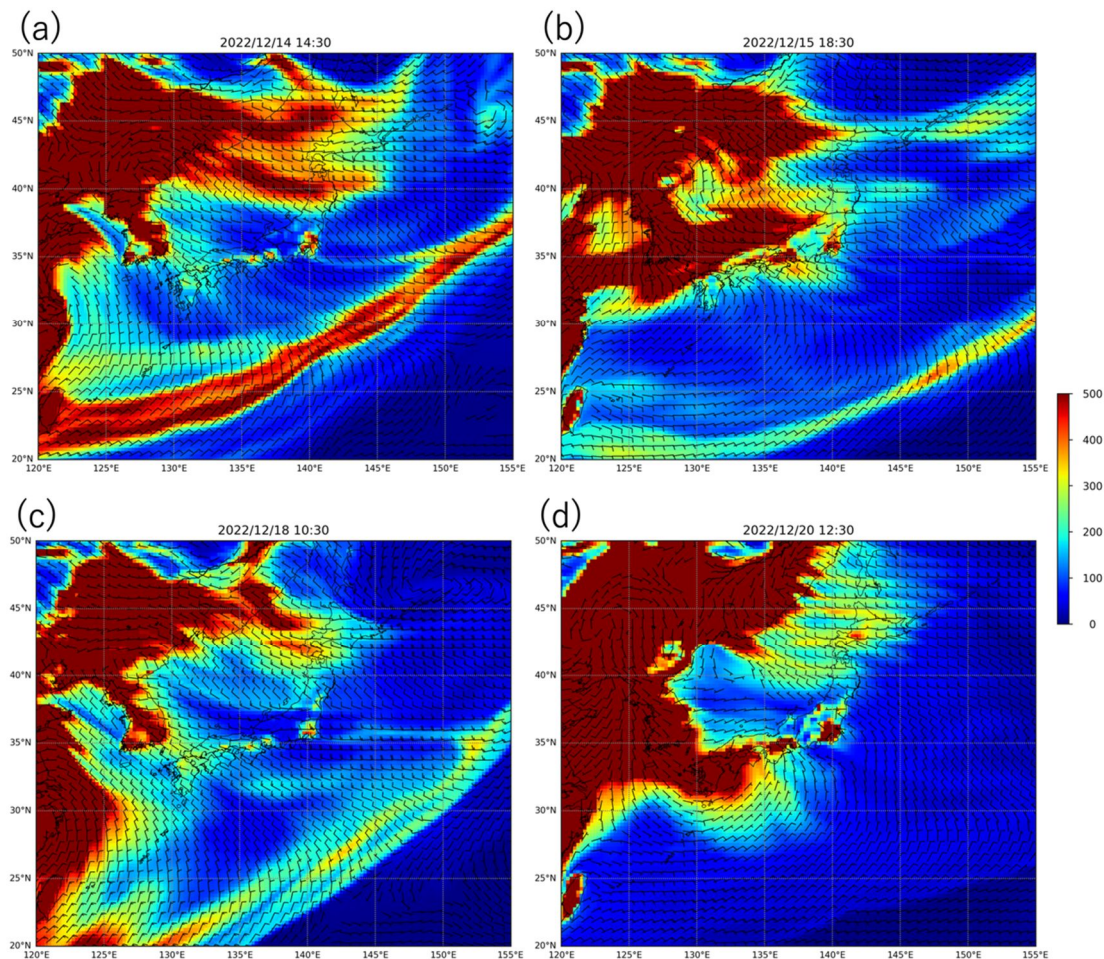


図 2 GEOS-CF の BC 濃度 (ng/m³, 色) と水平風 (矢羽)。短矢羽: 5m/s, 長矢羽: 10m/s。 (a)2022/12/14, (b)12/15, (c)12/18, (d)12/20 の高濃度イベント時。

NICAM-SPRINTARS によるシミュレーションでは、人為起源・自然起源の BC とともに気候値的なエミッションしか与えていないものの、12/18 と 12/20 のピークのタイミングについては AE51 の観測や GEOS-CF と概ね一致しており、12/20 のピークについては濃度についてもよく再現されていた。なお NICAM-SPRINTARS では、12/14 や 12/15 のピークについては再現されておらず、与えた放出量に詳細な時間変化が反映されていないことに要因があったと推測される。そこで、観測を再現できていた GEOS-CF の放出量を NICAM-SPRINTARS に与えることで、モデルの放出量を改善した輸送モデルを構築した。

2024 年 3 月 25 日と 26 日に秋田県立大学大湯キャンパス内で行った、ドローンによる鉛直観測では、地上 150m までの高度で概ね上空の BC ほど高濃度の傾向が見られた。今後、継続的な鉛直観測を行うことで、新規構築したモデリングシステムの検証に用いたい。

< 引用文献 >

1. Albrecht (1989): Aerosols, cloud microphysics, and fractional cloudiness. Science 245, 1227–1230. <https://doi.org/10.1126/science.245.4923.1227>
2. IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 1535 pp.

3. Sato et al. (2018): Aerosol effects on cloud water amounts were successfully simulated by a global cloud-system resolving model. *Nat Commun* 9, 985 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03379-6>
4. Kanaya et al. (2016): Long-term observations of black carbon mass concentrations at Fukue Island, western Japan, during 2009–2015: Constraining wet removal rates and emission strengths from East Asia. *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 10689–10705. <https://doi.org/10.5194/acp-16-10689-2016>
5. Chiba et al. (2019): Measuring Regional Atmospheric CO₂ Concentrations in the Lower Troposphere with a Non-Dispersive Infrared Analyzer Mounted on a UAV, Ogata Village, Akita, Japan. *Atmosphere* 2019, 10, 487. <https://doi.org/10.3390/atmos10090487>
6. Miyakawa et al. (2020): Evaluation of black carbon mass concentrations using a miniaturized aethalometer: Intercomparison with a continuous soot monitoring system (COSMOS) and a single-particle soot photometer (SP2). *Aerosol Sci. Technol.*, 54, 811–825. <https://doi.org/10.1080/02786826.2020.1724870>
7. Chin et al. (2002): Tropospheric Aerosol Optical Thickness from the GOCART Model and Comparisons with Satellite and Sun Photometer Measurements. *J. Atmospheric Sci.* 59, 461–483. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(2002\)059%3C0461:TAOTFT%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(2002)059%3C0461:TAOTFT%3E2.0.CO;2)
8. Colarco et al. (2010): Online simulations of global aerosol distributions in the NASA GEOS-4 model and comparisons to satellite and ground-based aerosol optical depth. *J. Geophys. Res. Atmospheres* 115, D14207. <https://doi.org/10.1029/2009JD012820>
9. Goto et al. (2011): A study of uncertainties in the sulfate distribution and its radiative forcing associated with sulfur chemistry in a global aerosol model. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10889–10910. <https://doi.org/10.5194/acp-11-10889-2011>
10. Suzuki et al. (2008): Global cloud-system-resolving simulation of aerosol effect on warm clouds. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L19817. <https://doi.org/10.1029/2008GL035449>
11. Takemura et al. (2000): Global three-dimensional simulation of aerosol optical thickness distribution of various origins. *J. Geophys. Res.*, 105, 17853–17873. <https://doi.org/10.1029/2000JD900265>
12. Takemura et al. (2002): Single-scattering albedo and radiative forcing of various aerosol species with a global three-dimensional model. *J. Climate*, 15, 333–352. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015%3C0333:SSAARF%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015%3C0333:SSAARF%3E2.0.CO;2)
13. Takemura et al. (2009): A simulation of the global distribution and radiative forcing of soil dust aerosols at the Last Glacial Maximum. *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 3061–3073. <https://doi.org/10.5194/acp-9-3061-2009>
14. NCEP-FNL: NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, continuing from July 1999, <https://doi.org/10.5065/D6M043C6>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 9件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 佐藤啓市、池田恒平、寺尾有希夫、山下陽介、町田敏暢、谷本浩志 | 4. 巻 26 |
| 2. 論文標題 将来の地球観測への期待 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 地球環境 | 6. 最初と最後の頁 89,100 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Akiyoshi Hideharu, Kadowaki Masanao, Yamashita Yousuke, Nagatomo Toshiharu | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Dependence of column ozone on future ODSs and GHGs in the variability of 500-ensemble members | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Scientific Reports | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-27635-y | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 江口菜穂, 山下陽介, 秋吉英治, 酒井哲, 長濱智生, 富川喜弘, 中島英彰, 杉田考史, 坂崎貴俊, 斉藤拓也, 水野亮 | 4. 巻 48 |
| 2. 論文標題 成層圏・中間圏の大気化学の諸問題 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 大気化学研究 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 山下陽介、滝川雅之、五藤大輔、八代尚、佐藤正樹、金谷有剛、竹谷文一、宮川拓真 | 4. 巻 55 |
| 2. 論文標題 発達した低気圧による北極域へのブラックカーボン輸送の解析 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 月刊海洋 | 6. 最初と最後の頁 180,187 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 YAMASHITA Yousuke, TAKIGAWA Masayuki, GOTO Daisuke, YASHIRO Hisashi, SATOH Masaki, KANAYA Yugo, TAKETANI Fumikazu, MIYAKAWA Takuma | 4. 巻 99 |
| 2. 論文標題 Effect of Model Resolution on Black Carbon Transport from Siberia to the Arctic Associated with the Well-Developed Low-Pressure Systems in September | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II | 6. 最初と最後の頁 287 ~ 308 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2021-014 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|------------------|
| 1. 著者名 Dupuy Eric, Akiyoshi Hideharu, Yamashita Yousuke | 4. 巻 126 |
| 2. 論文標題 Impact of Unmitigated HFC Emissions on Stratospheric Ozone at the End of the 21st Century as Simulated by Chemistry Climate Models | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres | 6. 最初と最後の頁 なし |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JD035307 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 山下陽介、谷本浩志、小田知宏 | 4. 巻 69 |
| 2. 論文標題 グローバル・ストックテイクに向けた人為起源CO2排出量推定に貢献する衛星観測計画と大気輸送モデル開発の展望 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 天気 | 6. 最初と最後の頁 61 ~ 74 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名 Amos Matt, Young Paul J., Hosking J. Scott, Lamarque Jean-François, Abraham N. Luke, Akiyoshi Hideharu, Archibald Alexander T., Bekki Slimane, Deushi Makoto, Jöckel Patrick, Kinnison Douglas, Kirner Ole, Kunze Markus, Marchand Marion, Plummer David A., Saint-Martin David, Sudo Kengo, Tilmes Simone, Yamashita Yousuke | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 Projecting ozone hole recovery using an ensemble of chemistry-climate models weighted by model performance and independence | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics | 6. 最初と最後の頁 9961 ~ 9977 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-20-9961-2020 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|---|------------------|
| 1. 著者名 Patra P. K., Krol M. C., Prinn R. G., Takigawa M., M?hle J., Montzka S. A., Lal S., Yamashita Y., Naus S., Chandra N., Weiss R. F., Krummel P. B., Fraser P. J., O'Doherty S., Elkins J. W. | 4. 巻 126 |
| 2. 論文標題 Methyl Chloroform Continues to Constrain the Hydroxyl (OH) Variability in the Troposphere | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres | 6. 最初と最後の頁 なし |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JD033862 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 山下陽介, 秋吉英治, 井上誠 |
| 2. 発表標題 The CCSRNIES CCM simulations for the variations of wave propagation and Antarctic polar vortex strength responded to the sea surface conditions |
| 3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山下陽介, 秋吉英治, 井上誠 |
| 2. 発表標題 大アンサンブル実験による海表面条件の南極渦や波伝播への影響の解析 |
| 3. 学会等名 2023年度大槌シンポジウム「多様な時空間スケールでの気象学・気候学・大気科学」 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yamashita, Y., H. Akiyoshi, Inoue M. |
| 2. 発表標題 The role of sea-surface conditions in Antarctic polar-vortex and associated wave forcing with a multi-member ensemble simulation of the CCSR/NIES-MIROC3.2 CCM |
| 3. 学会等名 CCMI 2023 Science Workshop (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山下陽介, 秋吉英治, 井上誠 |
| 2. 発表標題 化学気候モデルによる大アンサンブル実験を用いた海表面条件が南半球の波伝播や極渦強度に及ぼす影響の解析 |
| 3. 学会等名 日本気象学会2023年度秋季大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山下陽介, 丹羽洋介, 五藤大輔, 八代尚, 池田恒平, 打田純也, 齊藤誠, 佐伯田鶴, 佐藤正樹, 田上雅浩, 永島達也, Liu Guangyu, 谷本浩志 |
| 2. 発表標題 衛星観測と化学輸送モデルによる簡易的なNO ₂ 排出量推定手法の開発 |
| 3. 学会等名 第28回大気化学討論会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山下陽介, 丹羽洋介, 五藤大輔, 八代尚, 池田恒平, 打田純也, 齊藤誠, 佐伯田鶴, 佐藤正樹, 田上雅浩, 永島達也, Liu Guangyu, 谷本浩志 |
| 2. 発表標題 NICAM-Chemをベースとした簡易NO ₂ 排出量推定手法の開発 |
| 3. 学会等名 2023年度 NICAM 開発者会議 |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|----------------------------|
| 1. 発表者名 山下陽介 |
| 2. 発表標題 極渦の変動とその気候への影響 |
| 3. 学会等名 第75回 気候影響・利用研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山下陽介, 滝川雅之, 五藤大輔, 八代尚, 佐藤正樹, 金谷有剛, 竹谷文一, 宮川拓真 |
| 2. 発表標題 発達した低気圧による北極域へのブラックカーボン輸送の解析 |
| 3. 学会等名 2022年度大槌シンポジウム「多重階層結合系における対流圏大気現象の過去・現在・未来」(招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山下陽介, 秋吉英治, 井上誠 |
| 2. 発表標題 化学気候モデルを用いた海表面温度の南半球成層圏力学場への影響の解析(大アンサンブル実験) |
| 3. 学会等名 第27回大気化学討論会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yamashita Yousuke, Hiroshi Tanimoto |
| 2. 発表標題 A chemistry-transport modeling to support satellite observations of NO2 and CO2 emitted from megacities |
| 3. 学会等名 2021 16th IGAC Science Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山下陽介, 谷本浩志 |
| 2. 発表標題 GOSAT-GW衛星観測をサポートするための輸送モデル開発状況 |
| 3. 学会等名 第26回大気化学討論会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Tanimoto H., Matsunaga T., Saigusa N., Sugita T., Yashiro H., Morino I., Saito M., Ohyama H., Ikeda K., Someya Y., Fujinawa T., Yamashita Y., Saeki T., Kanaya Y., Sekiya T., Kasai Y., Sato T. |
| 2. 発表標題 Observing anthropogenic emissions of greenhouse gases and air pollutants with the GOSAT-GW satellite: Scientific targets and policy contributions |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Dupuy Eric, Akiyoshi Hideharu, Yamashita Yousuke |
| 2. 発表標題 Impact of unmitigated HFC emissions on stratospheric ozone at the end of the 21st century as simulated by chemistry-climate models |
| 3. 学会等名 Quadrennial Ozone Symposium 2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yamashita, Y., M. Takigawa, D. Goto, H. Yashiro, M. Satoh, Y. Kanaya, F. Taketani, T. Miyakawa |
| 2. 発表標題 The NICAM-SPRINTARS simulations of the transport and wetdeposition of the black carbon emitted from a Siberian forest fire in September 2016 |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union (JpGU)-American Geophysical Union (AGU) Joint Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山下陽介, 山下陽介, 谷本 浩志, 小田 知宏 |
| 2. 発表標題 グローバル・ストックテイクに向けた人為起源CO2排出量推定に貢献する衛星観測計画と大気輸送モデル開発の展望 |
| 3. 学会等名 第25回大気化学討論会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 井上 誠, 大久保 武矢, 武藤 大悟, 宮川 拓真, 永吉 武志, 山下 陽介 |
| 2. 発表標題 秋田県大瀧村における上空のブラックカーボン濃度観測の試み |
| 3. 学会等名 第28回大気化学討論会 |
| 4. 発表年 2023年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-----------|--|---|----|
| 研究 分担者 | 井上 誠 (Inoue Makoto) (00599095) | 秋田県立大学・生物資源科学部・准教授 (21401) | |
| 研究 分担者 | 宮川 拓真 (Miyakawa Takuma) (30707568) | 国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(地球表層システム研究センター)・副主任研究員 (82706) | |

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-----------|----------------------------------|-----------------------|----|
| 研究 協力者 | 滝川 雅之 (Takigawa Masayuki) | | |
| 研究 協力者 | 八代 尚 (Yashiro Hisashi) | | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|