

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：82109

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12312

研究課題名（和文）衛星観測データを活用した次世代炭素収支解析システムの構築

研究課題名（英文）Construction of next-generation carbon cycle analysis system using satellite observation data

研究代表者

眞木 貴史（Maki, Takashi）

気象庁気象研究所・全球大気海洋研究部・室長

研究者番号：50514973

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、これまで主に時間空間的に変化するバイアス等の理由で利用が難しかった衛星による二酸化炭素観測データについて、独立な逆解析を元にバイアスの時空間変動を評価・修正した後、改めて逆解析に導入する手法の開発に成功した。このことにより、観測地点数が少ないというこれまでの二酸化炭素収支解析研究の問題点を大きく改善することができた。今後の複数衛星にこの手法を活用することで更なる炭素収支解析精度の向上が見込まれる。メタン輸送モデルの構築に関しても現在開発中の気象研究所地球システムモデル（MRI-ESM3）にパッシブトレーサーの移流過程と鉛直混合過程を導入し、輸送モデルのプロトタイプを構築できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

衛星による二酸化炭素観測は2009年に日本で打ち上げられた温室効果ガス技術衛星（GOSAT）から10年以上経過するが、バイアス等の問題がありまだ本格的に二酸化炭素収支解析に利用されてこなかった。今回開発した手法により衛星観測データの時間空間的に変化するバイアスを適切に補正し、独立観測に対する精度を向上させつつ逆解析に導入できるようになった。これにより利用観測値地点数の大幅な増加が見込まれ、二酸化炭素収支解析の解像度を向上できる目処が立った。新たに開発した地球システムモデルにトレーサーの移流過程や鉛直輸送過程を組み込み、メタンフラックスやOHラジカルデータの整備によりメタン輸送モデルを構築できた。

研究成果の概要（英文）：In this study, a method was successfully developed to introduce satellite-based carbon dioxide observation data, which have been difficult to use mainly due to spatiotemporal biases, into the inverse analysis after evaluating and correcting the spatiotemporal variations of the biases based on an independent inverse analysis. This has greatly improved the problem of carbon dioxide flux analysis research to date, which is that the number of observation sites is small. Further improvement in the accuracy of carbon flux analysis can be expected by utilizing this method for multiple satellites in the future. A prototype methane transport model was also developed by introducing the advection and vertical mixing processes of passive tracers into the Meteorological Research Institute Earth System Model (MRI-ESM3), which is currently under development.

研究分野：大気化学

キーワード：炭素循環 衛星観測 逆解析 大気輸送モデル 炭素収支

## 1. 背景

2009 年に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) を始めとして、現在複数の衛星による温室効果ガスの観測が行われており、今後も多数の衛星が打ち上げられる計画である。しかし、実際に衛星観測データを全球規模の炭素収支解析に用いると、二酸化炭素の吸収源が北半球高緯度側にシフトするという研究報告がなされているなど、豊富なデータを十分に生かし切れていない状況である。この大きな要因の一つとして衛星観測データのバイアスが時間・空間的に変動していることが指摘されている。衛星観測データのバイアス評価・補正には地上分光観測網 (TCCON) の結果等がよく用いられるが、観測地点数が全球で 30 地点弱と極めて疎であり、衛星観測データにおけるバイアスの時間空間変動を十分に把握できるとはいえない。このため、衛星観測のバイアスを一貫的に評価するために、予め衛星観測データ以外の観測データ (地上、船舶、航空機) を用いた炭素収支逆解析を行うことによって得られる独立の二酸化炭素濃度分布 (以下独立解析) を用いて衛星観測データのバイアスを評価する手法が有効と考えられる。この手法を用いることにより複数衛星観測データを同時に用いた炭素収支解析を世界に先駆けて行うことが可能となる。

メタンに関してもこれまでメタン収支の国際相互比較等が行われているが、メタンの変質過程の取り扱いは極めて簡素でかつ重要な破壊物質である OH ラジカルの濃度分布も月平均値 (日内変動なし、Spivakovsky et al., 2000) を用いるモデルが大多数を占めている。2010 年頃からメタンの全球平均濃度が再び増加傾向に転じたという観測事実からの報告はなされているが、その原因となる領域はまだ十分明らかにされていない。このため、地球システムモデルをベースとした高精度のメタン輸送モデルの開発が求められている。

## 2. 研究目的

二酸化炭素に関してはこれまでに成し遂げられていなかった衛星観測データの時空間的に変動するバイアス補正で導入することにより、これまで亜大陸規模が中心であった炭素収支解析の解像度を向上させ、国家規模の二酸化炭素炭素収支解析を可能とすると共に、二酸化炭素収支解析の不確かさを減少させる。その結果を用いて、特定のイベント (例えば 2015 年秋にインドネシアで発生した大規模森林火災等) における二酸化炭素放出源の場所や規模を明らかにすることを目指す。地球温暖化の進展に伴い二酸化炭素放出のホットスポットが生じる可能性も指摘されるなか、この技術はこのような現象をこれまでより早期に検出することを可能とする。

メタンに関しては、時空間変動を考慮した OH ラジカル分布の導入と詳細な化学変質過程に含む高精度メタン輸送モデルを開発し、二酸化炭素用の逆解析技術に導入することでメタンについてもホットスポット検出技術を確立する。また、二酸化炭素と同様の手法を用いて衛星観測データの品質評価を行いメタン収支変動に関してもホットスポット監視システムを構築することを可能とする。

## 3. 研究手法

衛星観測データのバイアス補正法を開発するにあたり、現在利用可能な最も長い観測期間を有する温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) を用いた。GOSAT は 2009 年の打ち上げ以降現在に至るまで観測を続けており、単一のセンサで 10 年以上の観測を継続している。国立環境研究所 (NIES) は GOSAT データとして気柱濃度に相当する XCO<sub>2</sub> をレベル 2 プロダクトとして公開している。今回は NIES によるバイアス補正済のプロダクト (Ver.2.97-8) を用いた。時空間で変化するバイアスを評価・補正するためには XCO<sub>2</sub> の真値が必要であるが、我々は真値を知ることはできない。そこで、GOSAT のバイアスに時間トレンドはないことと、GOSAT を用いない現地観測 (地上、航空機、船舶) データを用いた逆解析により得られた XCO<sub>2</sub> の分布の期間平均 (2009 年 ~ 2020 年) を真値と

仮定して、これとの差を GOSAT のバイアスと見なす手法を考案した。次に、このようにして得られた GOSAT のバイアスを幾つかの補正法を用いて導入した逆解析を行い、二酸化炭素収支の変動や、独立観測値を用いた検証を実施した。具体的には、現地観測のみの実験を CNTL、GOSAT の XCO<sub>2</sub> をそのまま追加したものを RAW、全期間の全球平均値で一律に補正した XCO<sub>2</sub> を追加したものを FIX、バイアスの空間分布のみを補正した XCO<sub>2</sub> を追加したものを ALL、バイアスの空間及び期間月平均値で補正した XCO<sub>2</sub> を追加したものを MAV、独立解析値に置き換えたものを JMA (気象庁二酸化炭素分布情報を用いた) とした。

メタン輸送モデルに関しては、これまでの気象庁全球モデルをベースにした輸送モデル (GSAM-TM) から気象研究所において開発中の地球システムモデル (MRI-ESM3)

をベースに物質の移流過程と鉛直輸送過程 (乱流拡散、積雲対流輸送) を導入し、各種放出源インベントリや MRI-ESM2 から得られた OH ラジカルの診断値を整備するなどしてメタン輸送モデルのプロトタイプを構築した。

#### 4. 研究成果

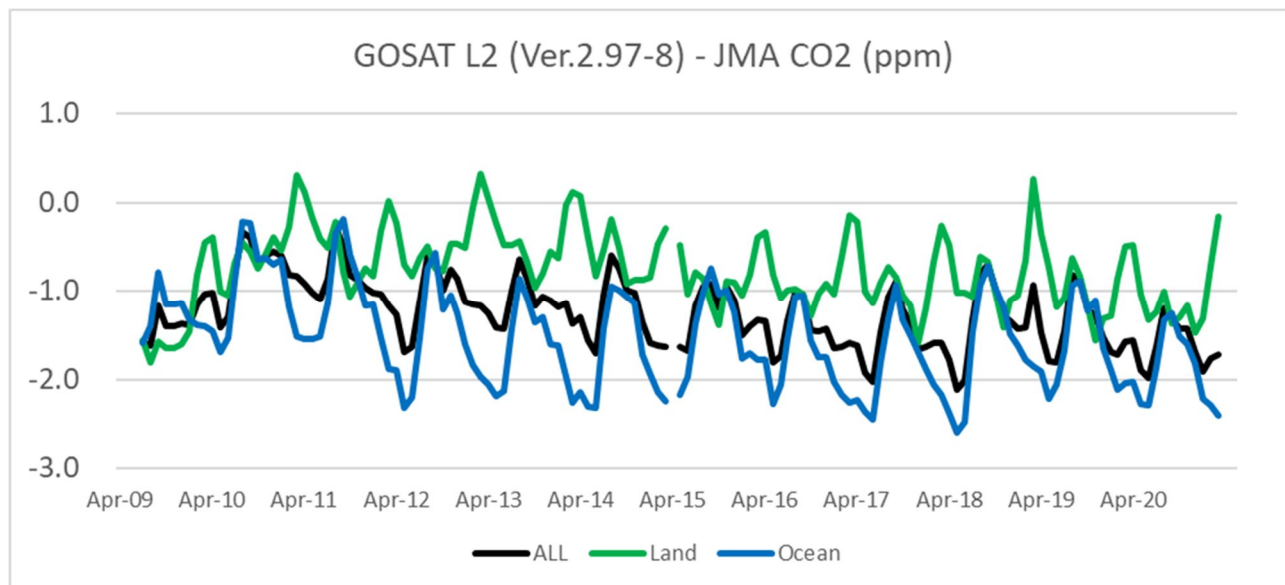


図 1: GOSAT XCO<sub>2</sub> と独立解析値との差で黒が全球、緑が陸域、青が海洋 (単位: ppm)

独立解析値で評価した GOSAT XCO<sub>2</sub> のバイアスについて、全球平均値の時間変化を図 1 に、空間分布の期間平均値を図 2 に示す。図 1 を見ると、GOSAT と独立解析の差に顕著な時間トレンドはなく、バイアスに時間トレンドはないという仮定を概ね満たしていると言える。一方でバイアスは陸域と海域において異なる時間変動を示しており、季節変化のパターンは概ね逆センスとなっている。このことは、バイアス補正において季節変化を考慮することの重要性を示している。図 2 を見ると、陸域と海洋によってバイアスの現れ方が異なると共に、観測可能域の境界付近において独立解析値との差が大きくなる傾向も見られた。また、一部領域において、解析値との差が大きくなる場所も存在した。次に、バイアスを補正した衛星観測データを導入した際の全球・領域二酸化炭素収支の変化を図 3 に示す。CNTL と RAW の結果が近く、他の実験とは異なる傾向を示した。2010 ~ 2019 年の陸域と海洋の年平均 CO<sub>2</sub> 収支は CNTL 実験で陸が -2.38 PgC/yr、海が -2.31 PgC/yr であるのに対して RAW は陸が -2.25 PgC/yr、海が -2.44 PgC/yr となったが、例えば MAV では陸が -1.60 PgC/yr、海が -3.07 PgC/yr 等となり海洋の CO<sub>2</sub> 吸収をより大きく評価する傾向が見られた。GCP2021 によると 2011 年から 2020 年の年平均海洋 CO<sub>2</sub> 吸収量が  $2.8 \pm 0.4$  PgC/yr なので、CNTL 実験よりもやや近い値を示した。

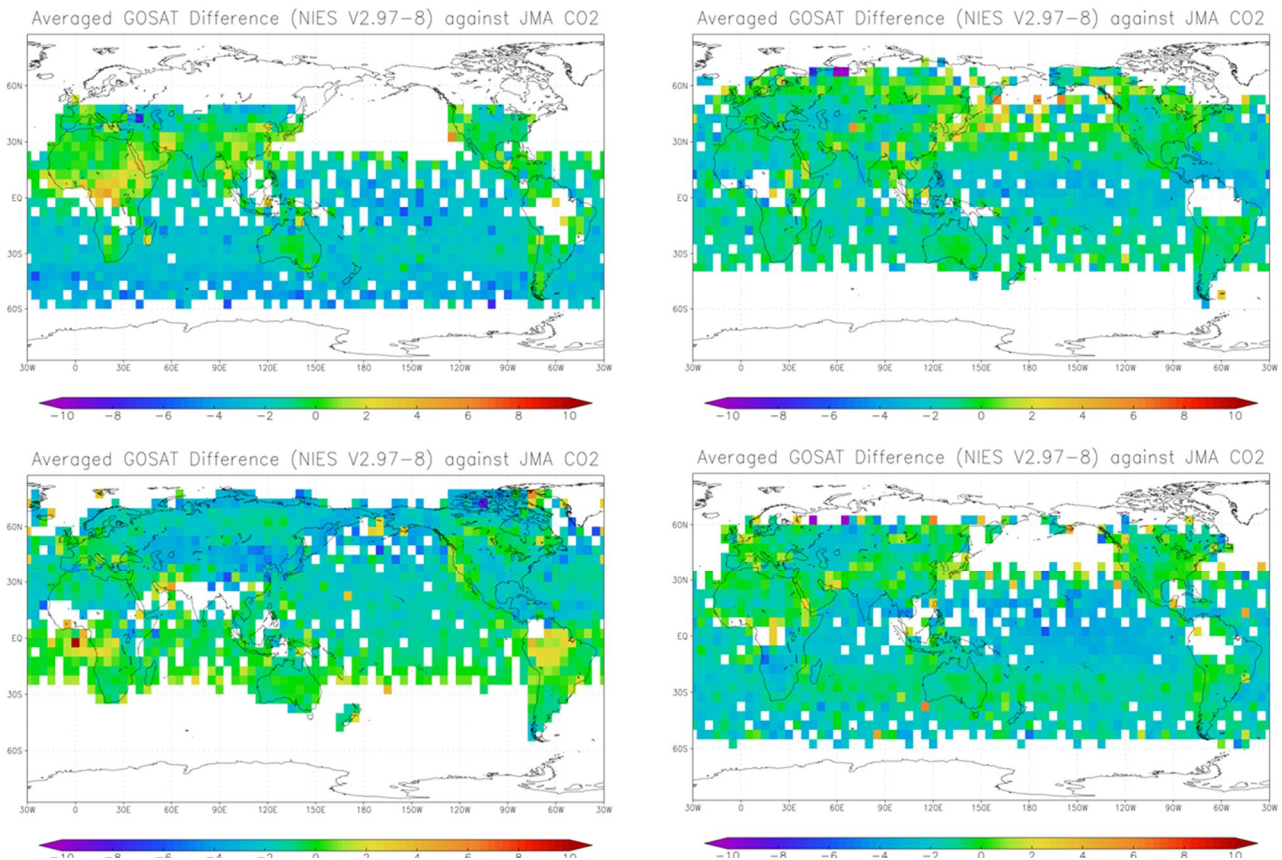


図 2:GOSAT XCO<sub>2</sub> と独立解析値との差左上から順に 1 月、4 月、7 月、10 月 (単位: ppm)

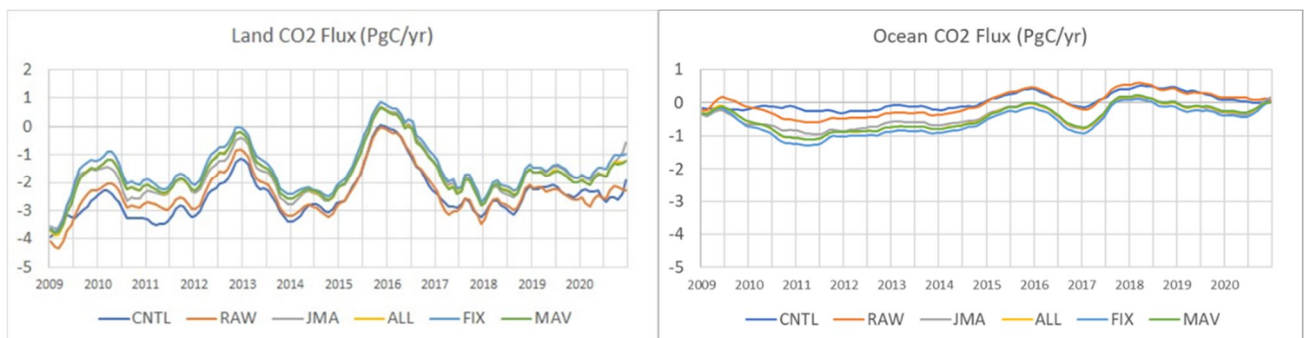


図 3:全球 CO<sub>2</sub> フラックス解析値の時系列。左:陸域、右:海洋で先験情報(-2.1PgC/yr)を除外した値。青: CNTL、橙:RAW、灰:JMA、黄:ALL、青:FIX、緑:MAV の結果 (単位:PgC/yr)

最後に、陸域における亜大陸規模での CO<sub>2</sub> 収支の変動を図 4 に示す。先行研究とは異なり、多くの地域において衛星観測データの導入による領域 CO<sub>2</sub> 収支の変化は小さく抑えられたが、南米、南北アフリカといった現地観測データが不足している領域において衛星観測データ導入の効果が見られた。海洋では南大洋の変化が大きくなった(図略)。最後に独立観測データ(CONTRAIL、Machida et al., 2008)との比較検証結果を表 1 に示す。CNTL では独立観測に対して低めの値を示しているが、RAW 実験を除いて(低濃度バイアスが残る)、バイアスは小さくなった。FIX(全球一様補正)が一見全高度のバイアスが最も小さいが、これは対流圏下層の負バイアスと他の高度の正バイアスが打ち消し合ったものであり、根平均二乗誤差(RMSE)で見ると、他の補正よりやや大き



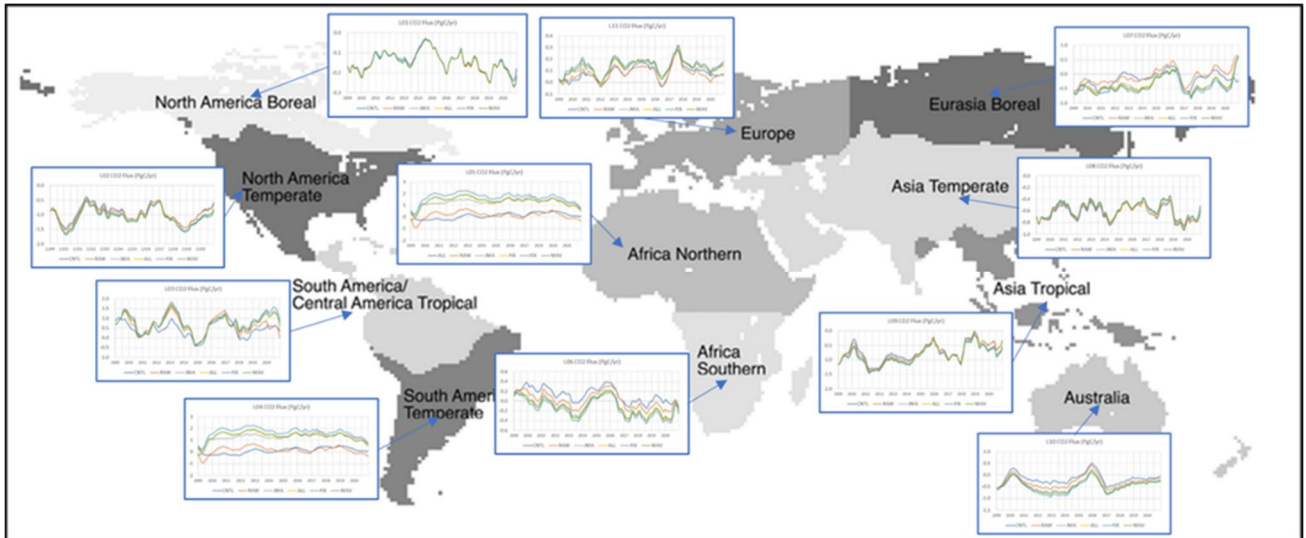


図 4: 領域 CO2 フラックス解析値の時系列。色は図 3 と同じ(単位: PgC/yr)

な差が残った。このことは、バイアスの空間分布を補正する (JMA、ALL、MAV) 必要性を示している。CONTRAIL との差の空間分布を見ると(図略)、主に北半球において RAW 実験を除いて CNTL よりも改善が見られた。一方、熱帯や南半球では CNTL と比較して中立もしくはやや改悪となった領域も見られた。これは CNTL 実験が熱帯や南半球の観測データが少なく元々精度が北半球より低かったことに加えて、GOSAT のデータも熱帯や南半球のデータが特に海洋等で十分ではなく、北半球をより強く拘束することになったためと考えられる。

表 1: 各高度における航空機観測 (CONTRAIL) と逆解析の差 (単位: ppm)

BIAS(ppm)	900-700hPa	700-300hpa	300-200hpa	All	RMSE(ppm)	900-700hPa	700-300hpa	300-200hpa	All
CNTL	-0.42	-0.07	-0.14	-0.20	CNTL	1.35	0.92	1.01	1.08
RAW	-0.42	-0.04	-0.10	-0.17	RAW	1.38	0.94	1.00	1.09
JMA	-0.37	0.02	-0.01	-0.11	JMA	1.38	0.94	1.00	1.09
ALL	-0.36	0.02	0.00	-0.10	ALL	1.39	0.94	1.00	1.09
FIX	-0.35	0.05	0.04	-0.08	FIX	1.39	0.94	1.00	1.10
MAV	-0.36	0.02	0.00	-0.11	MAV	1.39	0.94	1.00	1.09

今回、衛星観測データを現地観測のみの独立した逆解析を用いてバイアスを補正し、改めて現地観測と合わせた逆解析を行うことに成功した。先行研究で見られた衛星観測データのバイアスに起因するとみられる領域 CO2 収支の大幅な変動を避けることができ、かつ独立観測との差も主に北半球の全高度において小さくすることができた。一部南半球等においては効果を十分に得ることができなかったが、これは現地観測、衛星観測データがこの地域で不十分であることが原因として考えられる。今後はより広範囲の観測データを提供可能な衛星 (OCO-2、GOSAT-2) 等に対して今回開発した手法を応用して観測データによる拘束を強めることで時空間的なバイアスを見積もり、複数の衛星を用いることで炭素収支解析の不確かさをさらに減少させることが望まれる。

メタン輸送モデルに関しては、MRI-ESM3 のパッシブトレーサー移流過程と、乱流及び積雲対流による鉛直輸送過程を組み込んだ物質の移流テストを行い、当初の想定通りの結果を得ることができた(図略)。メタンの消失過程に大きな影響を持つ OH ラジカルに関しては、MRI\_ESM を気象再解析値でナッジングした実験を行い、3次元分布のデータセットを作成した。また、逆解析を行う際の先験情報となる各種メタンフラックスデータベースを整備し、メタン輸送モデル構築の準備を終えることができた(図略)。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Kondo Masayuki, Sitch Stephen, Ciais Philippe, Achard Frederic, Kato Etsushi, Pongratz Julia, Houghton Richard A., Canadell Josep G., Patra Prabir K., Friedlingstein Pierre, Li Wei, Anthoni Peter, Arneth Almut, Chevallier Frederic, Ganzenmeller Raphael, Harper Anna, Jain Atul K., Koven Charles, Maki Takashi, et al.,	4. 巻 36
2. 論文標題 Are Land Use Change Emissions in Southeast Asia Decreasing or Increasing?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Global Biogeochemical Cycles	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） 10.1029/2020GB006909	査読の有無 有
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 Jones Chris D., Hickman Jonathan E., Rumbold Steven T., Walton Jeremy, Lamboll Robin D., Skeie Ragnhild B., Fiedler Stephanie, Forster Piers M., Rogelj Joeri, Abe Manabu, Botzet Michael, Calvin Katherine, Cassou Christophe, Cole Jason N.S., Davini Paolo, Deushi Makoto., et al.	4. 巻 48
2. 論文標題 The Climate Response to Emissions Reductions Due to COVID 19: Initial Results From CovidMIP	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	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） 10.1029/2020GL091883	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 Zanis Prodromos, Akritidis Dimitris, Turnock Steven, Naik Vaishali, Szopa Sophie, Georgoulas Aristeidis K, Bauer Susanne E, Deushi Makoto, Horowitz Larry W, Keeble James, Le Sager Philippe, O' Connor Fiona M, Oshima Naga, Tsigaridis Konstantinos, van Noije Twan	4. 巻 17
2. 論文標題 Climate change penalty and benefit on surface ozone: a global perspective based on CMIP6 earth system models	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 024014 ~ 024014
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1748-9326/ac4a34	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 Bowman Henry, Turnock Steven, Bauer Susanne E., Tsigaridis Kostas, Deushi Makoto, Oshima Naga, O'Connor Fiona M., Horowitz Larry, Wu Tongwen, Zhang Jie, Kubistin Dagmar, Parrish David D.	4. 巻 22
2. 論文標題 Changes in anthropogenic precursor emissions drive shifts in the ozone seasonal cycle throughout the northern midlatitude troposphere	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 3507 ~ 3524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-22-3507-2022	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 Zhao Yuanhong, Saunio Marielle, Bousquet Philippe, Lin Xin, Berchet Antoine, Hegglin Michaela I., Canadell Josep G., Jackson Robert B., Deushi Makoto, J?ckel Patrick, Kinnison Douglas, Kirner Ole, Strode Sarah, Tilmes Simone, Dlugokencky Edward J., Zheng Bo	4. 巻 20
2. 論文標題 On the role of trend and variability in the hydroxyl radical (OH) in the global methane budget	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 13011 ~ 13022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-20-13011-2020	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 Allen Robert J., Horowitz Larry W., Naik Vaishali, Oshima Naga, O'Connor Fiona M., Turnock Steven, Shim Sungbo, Le Sager Philippe, van Noije Twan, Tsigaridis Kostas, Bauer Susanne E, Sentman Lori T., John Jasmin G, Broderick Conor, Deushi Makoto, Folberth Gerd A., Fujimori Shinichiro, Collins William J	4. 巻 16
2. 論文標題 Significant climate benefits from near-term climate forcer mitigation in spite of aerosol reductions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 034010-034025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-9326/abe06b	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 Derwent Richard G., Parrish David D., Archibald Alex T., Deushi Makoto, Bauer Susanne E., Tsigaridis Kostas, Shindell Drew, Horowitz Larry W., Khan M. Anwar H., Shallcross Dudley E.	4. 巻 248
2. 論文標題 Intercomparison of the representations of the atmospheric chemistry of pre-industrial methane and ozone in earth system and other global chemistry-transport models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 118248 ~ 118248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2021.118248	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 Nicely, J. M., Duncan, B. N., Hanisco, T. F., Wolfe, G. M., Salawitch, R. J., Deushi, et. al.	4. 巻 20
2. 論文標題 A machine learning examination of hydroxyl radical differences among model simulations for CMI-1	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 1341-1361
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-20-1341-2020	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 Kondo, M. P. K. Patra, S. Sitch, P. Friedlingstein, B. Poulter, F. Chevallier, P. Ciais, J. G. Canadell, A. Bastos, R. Lauerwald, L. Calle, K. Ichii, P. Anthoni, A. Arneeth, V. Haverd, A. K. Jain, E. Kato, M. Kautz, R. M. Law, S. Lienert, D. Lombardozzi, T. Maki, et. al.	4. 巻 26-3
2. 論文標題 State of the science in reconciling top down and bottom up approaches for terrestrial CO2 budget	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 1068-1084
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gcb.14917	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 Maki Takashi, Kondo Keiichi, Ishijima Kentaro, Sekiyama Tsuyoshi T., Tsuboi Kazuhiro, Nakamura Takashi	4. 巻 19
2. 論文標題 Independent Bias Correction Method for Satellite Observation Data Introduced to CO2 Flux Inversion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 157 ~ 164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2023-021	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 Flood Victoria A., Strong Kimberly, Whaley Cynthia H., Walker Kaley A., Blumenstock Thomas, Hannigan James W., Mellqvist Johan, Notholt Justus, Palm Mathias, Rohling Amelie N., Arnold Stephen, Beagley Stephen, Chien Rong-You, Christensen Jesper, Deushi Makoto, et al.,	4. 巻 24
2. 論文標題 Evaluating modelled tropospheric columns of CH4, CO, and O3 in the Arctic using ground-based Fourier transform infrared (FTIR) measurements	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 1079 ~ 1118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-24-1079-2024	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10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 眞木貴史、中村貴
2. 発表標題 現地観測と衛星観測データによるCO2収支解析
3. 学会等名 日本気象学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maki, T., T. T. Sekiyama, K. Kondo, K. Ishijima, K. Tsuboi, and T. Nakamura
2. 発表標題 Introduction of Satellite Observation Data with Independent Bias Correction Method to Carbon flux Inverse Analysis
3. 学会等名 WMO International Greenhouse Gas Monitoring Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 眞木貴史、中村貴、近藤圭一
2. 発表標題 衛星観測の炭素収支速報解析への影響評価
3. 学会等名 日本気象学会2021年度春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 眞木貴史、中村貴、近藤圭一
2. 発表標題 衛星観測を用いた領域二酸化炭素収支推定
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 眞木貴史、中村貴、近藤圭一
2. 発表標題 衛星観測データバイアス補正による炭素収支解析への影響
3. 学会等名 日本気象学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Maki, T., T. Nakamura, K. Kondo and S. Yabu
2. 発表標題 Constructing a carbon flux estimation system with originally bias corrected satellite data
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 貴、眞木 貴史
2. 発表標題 気象庁「二酸化炭素分布情報」高解像度化に向けた開発
3. 学会等名 日本気象学会2019年度春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maki, T., K. Kondo, S. Yabu and T. Nakamura
2. 発表標題 Constructing a global carbon flux estimation system with bias corrected satellite data
3. 学会等名 The 15th Meeting of the Atmospheric Composition Virtual Constellation (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maki, T., T. T. Sekiyama, K. Kondo and T. Nakamura
2. 発表標題 Constructing a carbon flux estimation system with bias corrected satellite data
3. 学会等名 The Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IG3IS) -Transcom Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maki, T., K. Kondo, K. Ishijima, T. T. Sekiyama, K. Tsuboi, and T. Nakamura
2. 発表標題 Impact of independent satellite bias correction method on CO2 flux inversion
3. 学会等名 19th International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space (国際学会)
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	出牛 真  (Deushi Makoto)  (00354499)	気象庁気象研究所・全球大気海洋研究部・主任研究官   (82109)	

	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	近藤 圭一  (Kondo Keiichi)  (00735558)	気象庁気象研究所・気象観測研究部・主任研究官   (82109)	

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
---------	---------