

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：13901

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2019～2023

課題番号：19KK0265

研究課題名（和文）植生 - エアロゾル - 気候間の相互作用解明に向けた欧州北方林エアロゾルの吸湿性解析

研究課題名（英文）Analysis of the hygroscopicity of European boreal forest aerosol toward a better understanding of the interactions among vegetation, aerosol, and climate

研究代表者

持田 陸宏（Mochida, Michihiro）

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授

研究者番号：10333642

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,000,000円

研究成果の概要（和文）：フィンランドのヒューティアラ森林ステーションで各季節に採取されたエアロゾル試料から得た抽出物に対するオフラインエアロゾル質量分析により、有機画分の大気濃度や炭素/酸素比などの化学構造の特徴を得た。また、同試料の水抽出物に対する吸湿成長測定により、水溶性成分の吸湿性パラメータを取得し、その吸湿性が有機物と硫酸塩の相対的な存在量に強く影響を受けていることを確認した。他地点のエアロゾル試料を対象とした取り組みも行い、都市エアロゾルの水溶性成分に対して、硫酸アンモニウム・水溶性有機物の濃度と表面張力の関係を得たほか、他のプロジェクトと連携し北海道の森林エアロゾルの特徴付けにも寄与した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた知見や今後の更なる解析で期待される知見は、北方林において植生から大気に放出されるガスから生成するエアロゾル（微粒子）が気候に影響を及ぼし、また逆に気候が植生に影響を及ぼすフィードバックの仕組みを理解する上で基礎となる知識を与えるものである。

研究成果の概要（英文）：Based on the offline analysis of an aerosol mass spectrometer for the extracts of aerosol samples collected in Hyttiala Forest Station, Finland in respective seasons, the atmospheric concentrations and chemical structural characteristics of organic fractions were obtained. Further, based on the hygroscopic growth measurement of the water extracts from the samples, their hygroscopicity parameter were obtained and the strong influence of the relative abundances of organics and sulfate to the hygroscopicity was confirmed. Aerosol samples collected in other sites were also studied; for the water-soluble component of urban aerosols the relationship of the concentrations of ammonium sulfate and water-soluble organics with the surface tension was obtained. Characterization of atmospheric aerosol over a forest in Hokkaido was performed in collaboration with other projects.

研究分野：大気化学

キーワード：有機エアロゾル 北方林 吸湿性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

陸域の植生から放出される揮発性有機化合物 (Biogenic Volatile Organic Compounds: BVOC) は、大気中の光化学反応を経てその一部が生物起源有機エアロゾル (Biogenic Secondary Organic Aerosol: BSOA) と呼ばれる微粒子成分となる。この BVOC や BSOA に関して、気温の上昇や二酸化炭素の増加により BVOC の放出が増え、BSOA の生成を経てエアロゾルや雲凝結核が増加し、放射収支に影響を与えて気温の低下をもたらす、そして生物活動に伴う BVOC 放出に影響を及ぼすというフィードバック機構の存在が指摘されている。このような陸域の自然起源エアロゾルが関わるフィードバック機構は、生態系と気候の相互作用を理解する上での重要課題である。これまでに、植生からの BVOC 放出とそれに引き続く BSOA 生成が関わるフィードバック機構が重要であることを示す報告があるが、モデル研究が示す寄与の大きさは入手可能な限られた知見に基づくものであり、大きな不確かさを含むと考えられる。このような状況のもと、大気有機エアロゾルの吸湿性の推定値には大きな幅があり、森林域におけるこの吸湿性の不確かさを低減することが BSOA の雲粒生成への寄与を評価する上で必要であると考えられる。BSOA の吸湿性に関する知見は未だ乏しく、BSOA の吸湿性の時間変動の大きさや、地域・植生による BSOA 吸湿性の違いやその原因など、多くの点が未解明のまま残されている。

2. 研究の目的

陸域植生から大気に放出される揮発性有機化合物の一部は、光化学反応により生物起源有機エアロゾル (BSOA) となり、雲凝結核としての働きなどにより放射収支に関与し、気候ひいては陸域植生に影響を及ぼすというフィードバック機構を形作ると指摘されている。しかし、エアロゾルの放射影響に関わる有機エアロゾルの吸湿性の推定値には大きな幅があり、BSOA の吸湿性や、その雲粒生成への寄与には大きな不確かさがある。そこで本研究では、北方森林圏を対象として BSOA の吸湿性・放射影響の解明を目指すこととした。具体的には、ヘルシンキ大学のグループと連携してフィンランドの北方林サイトで大気エアロゾルを採取し、BSOA の吸湿性と全エアロゾルの吸湿性に対するその寄与を定量化すること、そして、大気モデルを用いて北方林における BSOA の放射収支への寄与を評価し、BSOA が関わるフィードバック機構を考察することを当初の目的とした。

3. 研究の方法

当初、日本側の研究者がフィンランドのヒューティアラ森林ステーションを訪問し、本研究に用いる大気エアロゾル試料を採取することを計画していた。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大のため、現地の訪問を見送ることとなった。そして、これに代わり、ヒューティアラ森林ステーションにおいて名古屋大学のハイポリウムエアサンブラをヘルシンキ大学の関係者が運用して採取される試料を用いて、本研究のエアロゾル化学組成・吸湿性の解析を行う方針に変更した。このため、サンブラを用いて大気エアロゾル採取を行うための手順書を作成し、共同研究を行うヘルシンキ大学側に提供して試料採取の協力を得た。エアロゾル試料の採取のため、PM_{0.95} (粒径が 0.95 マイクロメータ以下の粒子) を捕集するフィルタと、粒径が 0.95 マイクロメータよりも大きな粒子を除去するインパクト用基材の加熱処理を行い、それらを輸送・保存用の容器に入れてエアロゾル試料の採取に供した。ヒューティアラ森林ステーションにおける大気エアロゾル試料の採取は、ヘルシンキ大学側の協力により 2021 年 6 月から 2023 年 9 月までの約 2 年間に渡って行われ、これにより各季節の PM_{0.95} 試料を得た。なお、PM_{0.95} の捕集時には、粒径が 0.95 マイクロメータ以上の 4 段階の粒径別試料も得ており (時間分解能は下がる) 本研究では使用していないが、今後の研究に利用することができる。

2021 年および 2022 年にヒューティアラで石英繊維フィルタ上に採取された大気エアロゾル試料 (PM_{0.95} 試料) のうち 24 試料を選択し、エアロゾル試料に含まれる化学成分の抽出とその質量分析を行った。この抽出では、まず、フィルタ上の試料に含まれる水溶性成分を、水を用いて超音波で抽出し、続いて非水溶性成分を有機溶媒 (メタノールおよびジクロロメタン/メタノール混合溶液) を用いて超音波で抽出した。さらに、水抽出物を含む水溶液試料に対して固相抽出を行い、フミン様物質および高極性水溶性有機物の 2 つの画分を得た。これらの 4 画分の抽出溶液をアトマイザで噴霧して微粒子を発生させ、高分解能飛行時間型エアロゾル質量分析計に導入して微粒子成分の質量スペクトルを測定した (オフラインエアロゾル質量分析)。この質量分析では、抽出溶液に含まれる有機物を定量して大気濃度を求めるため、標準物質として既知量のフタル酸を添加した試料に対しても同様の測定を行った。そして、得られた質量スペクトルをもとに抽出物に含まれる有機物の化学構造の解析を行い、また、フタル酸添加試料の質量スペクトルにおける純試料とフタル酸のそれぞれの寄与を、純試料・フタル酸のスペクトルを用いる最小二乗法で求めることで有機物の定量を行った。また、ヒューティアラのエアロゾル試料に含まれる水溶性成分の吸湿性の分析も行った。水抽出で得たエアロゾル成分の水溶液をアトマイザ

で微粒子化して吸湿特性測定用タンデム DMA (HTDMA) に導入し、発生させたエアロゾル粒子の吸湿成長を相対湿度 85% (設定値) の条件で測定した。

そのほか、ヒューティアラ森林ステーションの大気エアロゾル以外を対象とする取り組みも、本研究の一環として実施した。大気エアロゾルの放射収支への影響を議論する上では、エアロゾルに含まれる界面活性物質による粒子表面張力の低下がその雲凝結核能力に及ぼす影響が関係し、本研究では、都市(名古屋)で採取された大気エアロゾル試料から抽出した成分の水溶液と、それに硫酸アンモニウムを加えた溶液試料を用いて、表面張力低下の現象について調べた。また、森林大気の有機エアロゾルの光学特性や種別も本研究の目的と結びついており、北海道大学苫小牧研究林で過去に採取された大気エアロゾル試料から得た抽出物の光吸収スペクトル(有機エアロゾルの光学特性に関係)、蛍光スペクトル(有機エアロゾル種別に関係)についても本研究で取り扱った。

4. 研究成果

日本側研究者のヒューティアラへの訪問による集中観測を行う方針から、ヘルシンキ大学側の協力によるエアロゾル試料採取に切り替えたことで、当初の予定よりも幅広い季節のエアロゾル試料の採取が可能となり、季節変動を含むエアロゾルのキャラクタリゼーションに利用可能な試料を得ることができた。エアロゾル試料から抽出した化学成分に対するオフラインエアロゾル質量分析で得たデータの解析では、非水溶性有機化合物・フミン様物質・高極性有機化合物の大気濃度を計算し、それら 3 画分の割合を求めた。高分解能エアロゾル質量分析では、分析装置内で生成し検出されたイオンの元素組成を推定することが可能であり、水溶性有機物と非水溶性有機物、さらに水溶性成分の分画で得られたフミン様物質と高極性水溶性有機物の 4 つの画分に対して、有機物の化学構造の特徴を示す指標(炭素/酸素比など)を得た。また、各試料に含まれる非水溶性有機物、フミン様物質、高極性有機物の質量分析において生成したフラグメントイオンの元素組成タイプごとの割合も、元の有機物の化学構造を反映する情報として得た。さらに、エアロゾル試料から得られた 4 画分を対象に、有機エアロゾル成分に由来する質量スペクトル信号を用いて大気有機エアロゾルの発生源を解析する Positive Matrix Factorization (PMF) を試行した。

水抽出物粒子のオフラインエアロゾル質量分析で得られた硫酸塩に由来するスペクトル強度を有機物由来のスペクトルの強度と共に用いることで、水抽出物に含まれる SO_4 と有機物の相対的な存在量を推定することができる。そこで、水溶性無機塩を硫酸アンモニウムと仮定し、質量分析で得た組成に基づく水溶性成分の吸湿成長パラメータを見積もった。推定した吸湿成長パラメータは、HTDMA による吸湿成長測定から得た吸湿成長パラメータと正の相関を示し、エアロゾル水溶性成分の吸湿性が有機物と硫酸塩の相対的な存在量に強く影響を受けていることを確認した。ただし、オフラインエアロゾル質量分析による大気エアロゾル抽出物中の SO_4 の定量性については、他の分析法による定量との比較による検証が望まれる。

これらの取り組みのほか、ヒューティアラ森林ステーションとは異なる地点で採取された大気エアロゾル試料を対象とする取り組みも行った。研究手法の欄で述べた界面活性物質による表面張力低下に関する解析では、水で抽出した大気エアロゾル成分の水溶液や硫酸アンモニウムを加えたエアロゾル抽出物の水溶液に対して、懸滴法により表面張力の測定を行い、硫酸アンモニウム・界面活性物質の濃度と表面張力の関係についてデータを得た。また、他のプロジェクトとの連携により、北海道大学苫小牧研究林の大気有機エアロゾル試料に基づく光吸収性の特徴付けにも寄与した。さらに、苫小牧研究林の大気エアロゾル試料から得た抽出物に対する 3 次元蛍光スペクトル測定で得られたデータを解析した結果について、まとめを進めた。

上述したように、ヒューティアラ森林ステーションのエアロゾル試料を用いた解析では、春夏秋冬の 4 つの季節に採取した試料に含まれる有機エアロゾル画分の化学構造の特徴と水溶性エアロゾルの吸湿性のデータを得ることができた。これらのデータの最終化のために品質管理を今後進める可能性があるが、本研究で得たデータは、北方林におけるエアロゾル吸湿性に対する有機エアロゾルの寄与を理解する上で有用であり、さらに解析を進めることで、エアロゾル気候影響に関わる北方林有機エアロゾル吸湿性のより定量的な記述が可能になると考えられる。本研究の期間中には BSOA の定量やそれに基づく放射影響に関する評価や考察にまでは至らなかったものの、ヒューティアラ森林ステーションにおける試料採取を通年で実施したことから、観測域における BSOA の寄与を、その季節性を含めて評価できる可能性がある。BSOA の有機エアロゾルおよび水溶性エアロゾルの吸湿性に対する寄与の推定には、取得したデータに加えて、吸湿成長に寄与する無機イオンの正確な定量が望まれ、今後の課題のひとつとなっている(本報告書の作成時において、ヒューティアラ森林ステーションの試料に対して、硫酸塩などの無機イオン成分の定量を進めている)。ヒューティアラ森林ステーション以外で採取された大気エアロゾル試料を利用した取り組みのうち、表面張力測定で得られた実験の結果は、大気エアロゾルの雲凝結核活性の評価において塩析効果をどのように取り扱うかを判断する上で、有用な知見になることが考えられる。苫小牧研究林の有機エアロゾルの光吸収に関する取り組みは、今後、欧

州北方林のエアロゾルを対象とする光吸収の研究にも応用できると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 21件）

1. 著者名 Afsana Sonia, Zhou Ruichen, Miyazaki Yuzo, Tachibana Eri, Deshmukh Dhananjay Kumar, Kawamura Kimitaka, Mochida Michihiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Abundance, chemical structure, and light absorption properties of humic-like substances (HULIS) and other organic fractions of forest aerosols in Hokkaido	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14379
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-18201-z	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 松井仁志、大畑祥、當房豊、松木篤、板橋秀一、大島長、鈴木健太郎、佐藤陽祐	4. 巻 48
2. 論文標題 エアロゾル-放射・雲相互作用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大気化学研究	6. 最初と最後の頁 048A01
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 Liu Mingxu, Matsui Hitoshi, Hamilton Douglas S., Lamb Kara D., Rathod Sagar D., Schwarz Joshua P., Mahowald Natalie M.	4. 巻 5
2. 論文標題 The underappreciated role of anthropogenic sources in atmospheric soluble iron flux to the Southern Ocean	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 npj Climate and Atmospheric Science	6. 最初と最後の頁 28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41612-022-00250-w	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 Matsui Hitoshi, Mori Tatsuhiro, Ohata Sho, Moteki Nobuhiro, Oshima Naga, Goto-Azuma Kumiko, Koike Makoto, Kondo Yutaka	4. 巻 22
2. 論文標題 Contrasting source contributions of Arctic black carbon to atmospheric concentrations, deposition flux, and atmospheric and snow radiative effects	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 8989 ~ 9009
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5194/acp-22-8989-2022	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 -

1. 著者名 Rathod S. D., Hamilton D. S., Li L., Mahowald N. M., Matsui H., Pierce J. R., Bond T. C.	4. 巻 49
2. 論文標題 Atmospheric Radiative and Oceanic Biological Productivity Responses to Increasing Anthropogenic Combustion Iron Emission in the 1850-2010 Period	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2022GL099323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022GL099323	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 Matsui Hitoshi, Liu Mingxu	4. 巻 127
2. 論文標題 Substantial Uncertainties in Arctic Aerosol Simulations by Microphysical Processes Within the Global Climate Aerosol Model CAM ATRAS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2022JD036943
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JD036943	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 Zhong Qirui, Schutgens Nick, van der Werf Guido, van Noije Twan, Tsigaridis Kostas, Bauer Susanne E., Mielonen Tero, Kirkevag Alf, Seland Oyvind, Kokkola Harri, Checa-Garcia Ramiro, Neubauer David, Kipling Zak, Matsui Hitoshi, et al.	4. 巻 22
2. 論文標題 Satellite-based evaluation of AeroCom model bias in biomass burning regions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 11009 ~ 11032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-22-11009-2022	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 Liu Mingxu, Matsui Hitoshi	4. 巻 49
2. 論文標題 Secondary Organic Aerosol Formation Regulates Cloud Condensation Nuclei in the Global Remote Troposphere	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2022GL100543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022GL100543	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 Zhong, Q., Schutgens, N., van der Werf, G., van Noije, T., Bauer, S. E., Tsigaridis, K., Mielonen, T., Checa-Garcia, R., Neubauer, D., Kipling, Z., Kirkevag, A., Olivie, D. J. L., Kokkola, H., Matsui, H., Ginoux, P., Takemura, T., Le Sager, P., Remy, S., Bian, H., Chin, M.	4. 巻 13
2. 論文標題 Using modelled relationships and satellite observations to attribute modelled aerosol biases over biomass burning regions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5914
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-33680-4	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 Liu Mingxu, Yao Huan, Matsui Hitoshi	4. 巻 17
2. 論文標題 Marked rebound of agricultural fire emissions in Asia after the outbreak of COVID-19	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 114059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-9326/ac9e69	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 持田陸宏、伊藤昭彦、松田和秀、谷晃	4. 巻 47
2. 論文標題 陸域生態系と大気化学	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 大気化学研究	6. 最初と最後の頁 047A05
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Liu, M. and Matsui, H.	4. 巻 21
2. 論文標題 Aerosol radiative forcings induced by substantial changes in anthropogenic emissions in China from 2008 to 2016	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 5965-5982
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-21-5965-2021	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 Matsui, H. and Liu, M.	4. 巻 34
2. 論文標題 Importance of Supersaturation in Arctic Black Carbon Simulations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 7843-7856
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0994.1	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 Kawai, K., Matsui, H., and Tobo, Y.	4. 巻 126
2. 論文標題 High Potential of Asian Dust to Act as Ice Nucleating Particles in Mixed Phase Clouds Simulated With a Global Aerosol Climate Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2020JD034263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JD034263	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 Su, W., Liang, L., Myhre, G., Thorsen, T. J., Loeb, N. G., Schuster, G. L., Ginoux, P., Paulot, F., Neubauer, D., Checa-Garcia, R., Matsui, H., Tsigaridis, K., Skeie, R. B., Takemura, T., Bauer, S. E., and Schulz, M.	4. 巻 13
2. 論文標題 Understanding Top of Atmosphere Flux Bias in the AeroCom Phase III Models: A Clear Sky Perspective	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advances in Modeling Earth Systems	6. 最初と最後の頁 e2021MS002584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021MS002584	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 Kawai, K., Matsui, H., Kimura, R., and Shinoda, M.	4. 巻 17
2. 論文標題 High Sensitivity of Asian Dust Emission, Transport, and Climate Impacts to Threshold Friction Velocity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 239-245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2021-042	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 持田 陸宏	4. 巻 36
2. 論文標題 紀伊半島の森林における大気エアロゾル粒子の生成・成長とその雲凝結核としての寄与	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 25 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11203/jar.36.25	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 Lamb K. D., Matsui H., Katich J. M., Perring A. E., Spackman J. R., Weinzierl B., Dollner M., Schwarz J. P.	4. 巻 4
2. 論文標題 Global-scale constraints on light-absorbing anthropogenic iron oxide aerosols	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 npj Climate and Atmospheric Science	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/s41612-021-00171-0	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 Liu Mingxu, Matsui Hitoshi	4. 巻 126
2. 論文標題 Improved Simulations of Global Black Carbon Distributions by Modifying Wet Scavenging Processes in Convective and Mixed Phase Clouds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	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) 10.1029/2020JD033890	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 Ching Joseph, Kajino Mizuo, Matsui Hitoshi	4. 巻 3
2. 論文標題 Resolving aerosol mixing state increases accuracy of black carbon respiratory deposition estimates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 One Earth	6. 最初と最後の頁 763 ~ 776
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oneear.2020.11.004	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 Matsui Hitoshi	4. 巻 125
2. 論文標題 Black Carbon Absorption Efficiency Under Preindustrial and Present Day Conditions Simulated by a Size and Mixing State Resolved Global Aerosol Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	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) 10.1029/2019JD032316	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 Matsui Hitoshi, Moteki Nobuhiro	4. 巻 47
2. 論文標題 High Sensitivity of Arctic Black Carbon Radiative Effects to Subgrid Vertical Velocity in Aerosol Activation	5. 発行年 2020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) 10.1029/2020GL088978	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 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Afsana, S., Zhou, R., Miyazaki, Y., Tachibana, E., Deshmukh, D. K., Kawamura, K., Mochida, M.
2. 発表標題 Light absorption of forest organic aerosol fractions with different polarity
3. 学会等名 EGU General Assembly 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河合 慶, 松井 仁志, 木村 玲二, 篠田 雅人
2. 発表標題 アジアダストの発生・輸送・気候影響に対する臨界摩擦速度の重要性
3. 学会等名 日本気象学会2022年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井 仁志
2. 発表標題 粒子の微物理特性を表現した全球エアロゾルモデルの開発と気候影響評価
3. 学会等名 日本気象学会2022年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Uemura, R., Masaka, K., Iizuka, Y., Hirabayashi, M., Matsui, H., Matsumoto, R., Uemura, M., Fujita, K., Motoyama, H.
2. 発表標題 Sulfur isotope ratio of sulfate aerosols in an Antarctic Dome Fuji ice core during the last glacial period: a potential contribution from the Atacama Desert
3. 学会等名 PAGES 6th OSM 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 植村 立, 眞坂 昂佑, 飯塚 芳徳, 平林 幹啓, 松井 仁志, 松本 理誠, 植村 美希, 藤田 耕史, 本山 秀明
2. 発表標題 最終氷期における南極ドームふじ氷床コアの硫酸塩エアロゾルの硫黄同位体を用いた起源推定: アタカマ砂漠からの寄与の可能性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河合 慶, 松井 仁志, 木村 玲二, 篠田 雅人
2. 発表標題 High sensitivity of Asian dust emission, transport, deposition, and climate impacts to threshold friction velocity
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井 仁志, 大畑 祥, 當房 豊, 松木 篤, 板橋 秀一, 大島 長, 鈴木 健太郎, 佐藤 陽祐
2. 発表標題 大気化学の将来構想: エアロゾルの動態と放射・雲過程との相互作用
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Liu, M., Matsui, H.
2. 発表標題 The underappreciated role of anthropogenic sources in atmospheric soluble iron flux to the Southern Ocean
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Liu, H., Matsui, H.
2. 発表標題 Secondary organic aerosol formation regulates cloud condensation nuclei in the global remote troposphere
3. 学会等名 AGU fall meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kim, D., Chin, M., Schuster, G., Takemura, T., Tuccella, P., Ginoux, P., Liu, X., She, Y., Matsui, H., Tsigaridis, K.
2. 発表標題 Assessment of dust source attribution to the global land and ocean regions
3. 学会等名 AGU fall meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tobo, Y., Adachi, K., Matsui, H., Kawai, K., Ohata, S., Kondo, Y., Inoue, J., Koike, M.
2. 発表標題 A full-year record of ice nucleating particles and related aerosols over Svalbard during MOSAiC 2019/20
3. 学会等名 2nd MOSAiC Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井 仁志
2. 発表標題 エアロゾルとその放射・雲影響の全球シミュレーション
3. 学会等名 エアロゾル・雲・降水に関する研究集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河合慶、松井仁志、當房豊
2. 発表標題 混合相雲における氷晶核の全球数値シミュレーション：アジアダストの重要性
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 河合慶、松井仁志、當房豊
2. 発表標題 全球モデルを用いたアジアダストの混合相雲における氷晶核としての重要性の評価
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Liu, M. and Matsui, H.
2. 発表標題 Improved simulations of global black carbon distributions by modifying wet scavenging processes in convective and mixed-phase clouds
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河合慶、松井仁志、當房豊
2. 発表標題 アジアダストの氷晶核に関する全球数値シミュレーション
3. 学会等名 2021年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Phuong Nguyet Phung, Michihiro Mochida, Sho Ohata, Yuzo Miyazaki, Eri Tachibana
2. 発表標題 Assessment of the role of saltingout effect on the hygroscopicity of urban atmospheric aerosol
3. 学会等名 JPGU - AGU Joint Meeting 2020: Virtual (国際学会)
4. 発表年 2020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	大畑 祥 (Ohata Sho) (70796250)	名古屋大学・高等研究院(宇宙)・助教 (13901)	

6. 研究組織（つづき）

	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	松井 仁志 (Matsui Hitoshi) (50549508)	名古屋大学・環境学研究科・准教授 (13901)	

	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	孫 錢哲 (Sun Qianzhe)		
研究協力者	ペタヤ トゥーカ (Petaja Tuukka)		
研究協力者	アホネン ラウリ (Ahonen Lauri)		
研究協力者	クルマラ マルク (Kulmala Markku)		
研究協力者	フン フン・グエ (Phung Phuong Nguyet)		
研究協力者	アフサナ ソニア (Afsana Sonia)		

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			
フィンランド	ヘルシンキ大学			
米国	コーネル大学	アメリカ海洋大気庁 (NOAA)		
フィンランド	ヘルシンキ大学			