

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K20441

研究課題名(和文)北極広域に沈着した光吸収性粒子の測定手法の開発とその空間分布の観測的研究

研究課題名(英文)Black carbon and iron oxide aerosols in Arctic Snowpack, based on advanced techniques

研究代表者

森 樹大(Mori, Tatsuhiro)

東京理科大学・理学部第一部物理学科・助教

研究者番号：60801181

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：光吸収性粒子が雪氷面に沈着すると太陽放射を一層吸収し、雪氷の反射率を低下させる。北極圏における気候影響を定量的に理解するため、まず水中の黒色炭素粒子(BC)と黒色酸化鉄粒子(FeOx)の質量濃度を高精度に測定する世界初の技術を確認した。次にその手法を用いて、北極域に沈着したBCとFeOxの質量濃度、粒径、沈着量の広域分布を明らかにした。従来広く参照されている積雪中BC質量濃度は、本測定結果に比べて10倍程度も過大評価し、雪面反射率の推算値にも波及的に大きな不確実性を持つ可能性を示唆した。また、北極低緯度から高緯度にかけて濃度と粒径が小さくなり、低緯度からの輸送時の降水除去の重要性も示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

北極広域に沈着したBCやFeOx粒子の質量濃度、粒径、沈着量の高精度な測定データは、北極圏の気候を予測するモデルの検証に非常に有効である。特に、積雪中BC質量濃度の測定技術の確立により、従来法ではBC濃度が10倍程度も過大評価し、雪面反射率の予測値にも波及的に不確実性を含む可能性を明らかにした。この結果は、次回の北極評議会の作業部会の報告書でも重要な知見として取り上げられる見込みである。本研究成果は今後の北極圏の気候変動への理解に貢献するだけでなく、適切な社会政策を行う上でも重要な知見となりうる。

研究成果の概要(英文)：Black carbon (BC) and iron oxide (FeOx) aerosols deposited on snow lowers its albedo, potentially contributing to warming in the Arctic. Atmospheric distributions of BC and FeOx, which contribute directly and indirectly to radiative forcing, are also greatly influenced by depositions. To quantify these effects, we developed an improved technique for measuring the size distributions of BC and FeOx aerosols in liquid water and made an accurate measurement of the spatial distributions of BC and FeOx in snowpack in Arctic regions. Our measurements revealed that BC mass concentrations in the snowpack were lower by a factor of ~ 13 than previous measurements. The average size distributions of BC in Arctic snowpack shifted to smaller sizes with decreasing BC concentration in snowpack due to an increase in the removal efficiency of larger BC particles during transport from lower latitudes.

研究分野：大気環境科学

キーワード：北極 黒色炭素粒子 黒色酸化鉄粒子 レーザー誘起白熱法 粒径別質量濃度 沈着量 広域分布

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1)光吸収性粒子は雪面に沈着すると太陽放射を一層吸収し、雪面の反射率を低下させる効果がある。その効果は特に北極域で著しいが、その不確定性も大きい。なかでも黒色炭素粒子(BC)は、メタンに次ぐほど高い大気加熱効果があり、全球的に、そして特に北極域において、温暖化を促進する物質として知られている。黒色酸化鉄粒子(FeOx)は近年の装置開発によって初めて検出され、光吸収性有機炭素に匹敵するほど高い大気加熱率を持つと推算されている。海洋に沈着すると植物性プランクトンの光合成を促し、二酸化炭素を海洋に取り込む働きもある。このような影響を定量的に理解するためには、積雪中の光吸収性粒子から粒子種を同定し、粒子種ごとの質量濃度の北極広域分布を明らかにする必要がある。

(2)従来のフィルター分析法では、BC以外の光吸収性粒子の同時計測やフィルターに堆積した鉱物粒子による多重散乱の干渉から、BC質量濃度を約40%も過大評価していた(引用文献1)。さらに、「粒径」は粒子の雪面反射率の推算や大気から雪氷面への沈着過程の理解に重要な物理量であるが、従来法では測定できなかった。また、積雪中のFeOx粒径別濃度の高精度な測定手法はこれまでに確立されていなかった。そのため、早急な技術開発とその測定評価が必要である。

### 2. 研究の目的

(1)北極域の積雪に含まれるBCとFeOxの濃度を解明するため、水中のBCとFeOxの数濃度と質量濃度を高精度に測定する、オリジナルな測定法を確立する。

(2)北極圏の6つの領域(アラスカ、フィンランド、北シベリア、南シベリア、グリーンランド、ニーオルスン)で採取した積雪試料を分析し、積雪中のBCとFeOxの濃度、粒径、沈着量の北極広域分布を明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1)ネブライザーとレーザー誘起白熱法を用いた装置(Single-Particle Soot Photometer; SP2)を組み合わせ、水中のBCとFeOxの質量濃度を測定する手法を確立する(引用文献2,3)。SP2では、レーザー光に照射させた光吸収性粒子の蒸発温度の違いを検出することで、異なる光吸収性粒子の中から特定の粒子種を同定する。その手法を水中の測定手法に適用する。

次に、単分散の標準試料であるポリスチレンラテックス粒子の懸濁液を用いて、水試料からの粒子抽出効率を粒径毎に決定する。数値シミュレーションを用いた抽出効率の推算も同時に行う。

(2)2012~2016年の3~4月に北極圏で捕集した約300の積雪試料を分析する。それらの試料分析により、北極域に沈着したBCとFeOxの数濃度と質量濃度、粒径、沈着量の広域分布を明らかにする。

### 4. 研究成果

(1)BCとFeOxを選択的に区別し、それぞれの質量をSP2で定量化するアルゴリズムを開発すると同時に、標準試料を用いた実験においても、その分離を確かめた。水中のBC質量濃度とFeOx質量濃度の測定精度は、それぞれ16%、30%と推算された。

(2)室内実験と数値シミュレーションを組み合わせ、ネブライザーの粒子抽出効率を決定した。BCとFeOxともに粒径に依存せず(BC: 0.07~2.0 $\mu\text{m}$ , FeOx: 0.07~1.0 $\mu\text{m}$ )、高い効率(50%)で抽出できることを推算した。FeOxは粒子密度が大きいため、配管内での粒子損失がBCよりも大きかった。

(3)積雪試料の保管中(1カ月~27カ月)に水中のBC質量濃度や粒径分布が変化しないことを確かめるため、融解初日に分析した積雪中BC濃度分布と10カ月後に再分析した結果を比較した(図1a)。さらに、融解13カ月後と42カ月後に分析した結果も比較した(図1b)。BC質量濃度は20%以内

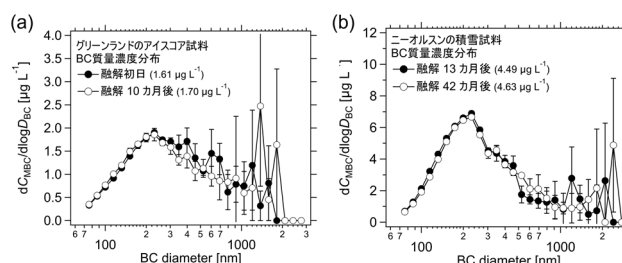


図1(a). グリーンランドで採取したアイスコア中のBC質量濃度分布。融解1日目(●)と融解10カ月(○)経過した結果を示す。(b)ニーオルスンで採取した積雪試料中のBC質量濃度分布。13カ月(●)と42カ月(○)経過した結果を示す。エラーバーは、ポアソン分布を仮定した標準不確かさを表す。本図は引用文献4をもとに作成した。

で一致し、さらに粒径分布の形もよく再現していた。FeOx の質量濃度分布もよく一致していた。この結果から、水中での長期保管時において、BC と FeOx の濃度分布が非常に安定であることを実験的に確かめた。

(4) 積雪中の BC 質量濃度の北極広域分布を図 2a に示す。以下、要点を記述する (引用文献 4)。

- 1)北極広域の積雪試料に対して、SP2 を用いた高精度な測定が初めて行われた。
- 2)本研究で測定された積雪中の BC 質量濃度は、先行研究に比べて 2-25 倍も低く、従来の気候モデルの再検証が必要である。
- 3)発生源から離れた場所に沈着した BC 粒子は、より低緯度からの輸送と降水の影響を受けた。
- 4)北極圏に沈着した BC 質量濃度の広域分布は、大気境界高度や降水量、地形、排出量などの影響を受けた。

(5) 積雪中の FeOx 質量濃度の北極広域分布を図 2b に示す。以下、要点を記述する。

- 1)アラスカと北シベリアで採取した試料では、FeOx と BC 質量濃度の間に良い相関関係が見られ、FeOx が人為起源由来であった可能性を示唆した。
- 2)グリーンランドやニーオルスンの試料では両者の間に相関関係が見られず、FeOx は自然起源由来であった可能性を示唆した。
- 3) FeOx の数濃度は BC よりも約 100 倍も少ないが、FeOx の質量濃度は BC に匹敵した。

(6)これらの BC や FeOx の数濃度や質量濃度、粒径、沈着量の高精度な北極広域データは、これまでに報告例はなく、北極の雪面反射率や気候を予測するモデルを検証する上で非常に有効となる。

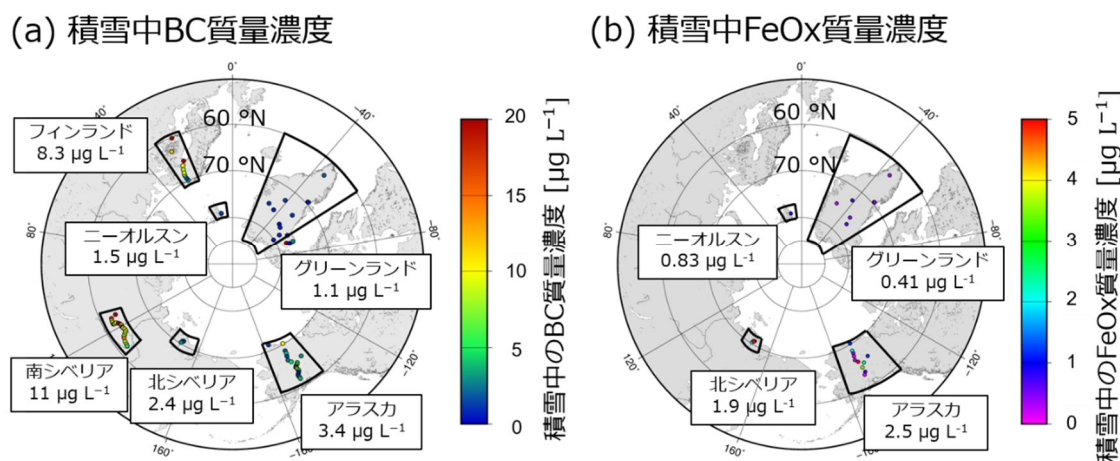


図 2. (a) 積雪中 BC の質量濃度 [引用文献 4]と(b) 積雪中 FeOx の質量濃度 (カラープロット) の北極広域分布。枠内はそれぞれの質量濃度の中央値を表す。

#### < 引用文献 >

- (1) Doherty, S. J., Warren, S. G., Grenfell, T. C., Clarke, A. D., & Brandt, R. E. (2010). Light absorbing impurities in Arctic snow. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 11,647-11,680.
- (2) **Mori, T.**, Moteki, N., Ohata, S., Koike, M., Goto-Azuma, K., Miyazaki, Y., & Kondo, Y. (2016). Improved technique for measuring the size distribution of black carbon particles in liquid water. *Aerosol Science and Technology*, 50(3), 242–254. <https://doi.org/10.1080/02786826.2016.1147644>
- (3) Yoshida, A., Moteki, N., Ohata, S., **Mori, T.**, Tada, R., Dagsson-Waldhauserová, P., & Kondo, Y. (2016). Detection of light-absorbing iron oxide particles using a modified single-particle soot photometer. *Aerosol Science and Technology*, 50(3), 1–4. <https://doi.org/10.1080/02786826.2016.1146402>
- (4) **Mori, T.**, Goto-Azuma, K., Kondo, Y., Ogawa-Tsukagawa, Y., Miura, K., Hirabayashi, M., et al. (2019). Black carbon and inorganic aerosols in Arctic snowpack. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(23), 13,325–13,356. <https://doi.org/10.1029/2019JD030623>

## 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 4件/うちオープンアクセス 7件）

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Mori T., Kondo Y., Ohata S., Goto Azuma K., Fukuda K., Ogawa Tsukagawa Y., Moteki N., Yoshida A., Koike M., Sinha P. R., Oshima N., Matsui H., Tobo Y., Yabuki M., Aas W. | 4. 巻<br>126                   |
| 2. 論文標題<br>Seasonal Variation of Wet Deposition of Black Carbon at Ny Alesund, Svalbard   | 5. 発行年<br>2021年               |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Geophysical Research: Atmospheres  | 6. 最初と最後の頁<br>-               |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1029/2020JD034110  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |
| 1. 著者名<br>Mori T., Kondo Y., Ohata S., Zhao Y., Sinha P. R., Oshima N., Matsui H., Moteki N., Koike M.  | 4. 巻<br>125                   |
| 2. 論文標題<br>Seasonal Variation of Wet Deposition of Black Carbon in Arctic Alaska  | 5. 発行年<br>2020年               |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Geophysical Research: Atmospheres  | 6. 最初と最後の頁<br>-               |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1029/2019JD032240  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |
| 1. 著者名<br>Koike M., Goto-Azuma K., Kondo Y., Matsui H., Mori T., Moteki N., Ohata S., Okamoto H., Oshima N., Sato K., Takano T., Tobo Y., Ukita J., Yoshida A.                      | 4. 巻<br>27                    |
| 2. 論文標題<br>Studies on Arctic aerosols and clouds during the ArCS project  | 5. 発行年<br>2021年               |
| 3. 雑誌名<br>Polar Science   | 6. 最初と最後の頁<br>100621 ~ 100621 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.polar.2020.100621   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |
| 1. 著者名<br>森樹大   | 4. 巻<br>44                    |
| 2. 論文標題<br>積雪中のブラックカーボンの北極広域分布  | 5. 発行年<br>2021年               |
| 3. 雑誌名<br>大気化学研究  | 6. 最初と最後の頁<br>044A02          |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1. 著者名<br>Yoshida Atsushi, Moteki Nobuhiro, Ohata Sho, Mori Tatsuhiro, Koike Makoto, Kondo Yutaka, Matsui Hitoshi, Oshima Naga, Takami Akinori, Kita Kazuyuki | 4. 巻<br>125     |
| 2. 論文標題<br>Abundances and Microphysical Properties of Light Absorbing Iron Oxide and Black Carbon Aerosols Over East Asia and the Arctic                      | 5. 発行年<br>2020年 |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Geophysical Research: Atmospheres  | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1029/2019JD032301  | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>佐藤陽祐, 當房 豊, 山下克也, 荒木健太郎, 岩崎杉紀, 三隅良平, 大竹秀明, 茂木信宏, 齋藤 泉, 川合秀明, 中島 孝, 中野 諭, 森 樹大, 橋本明弘, 郭威鎮, 勝山祐太, 瀬戸里枝, 古藤慎之, 山田怜史, 折笠成宏, 田尻拓也, 遠藤幸生, 近藤 誠, 大畑 祥, 松嶋俊樹 | 4. 巻<br>67            |
| 2. 論文標題<br>2019年度 エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究会 報告  | 5. 発行年<br>2020年       |
| 3. 雑誌名<br>天気   | 6. 最初と最後の頁<br>665-671 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1. 著者名<br>Mori, T., Goto-Azuma, K., Kondo, Y., Ogawa-Tsukagawa, Y., Miura, K., Hirabayashi, M., Oshima, N., Koike, M., Kupiainen, K., Moteki, N., Ohata, S., Sinha, P. R., Sugiura, K., Aoki, T., Schneebeli, M., Steffen, K., Sato, A., Tsushima, A., Makarov, V., Omiya, S., Sugimoto, A., Takano, S., Nagatsuka | 4. 巻<br>124                 |
| 2. 論文標題<br>Black Carbon and Inorganic Aerosols in Arctic Snowpack  | 5. 発行年<br>2019年             |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Geophysical Research: Atmospheres   | 6. 最初と最後の頁<br>13325 ~ 13356 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1029/2019JD030623   | 査読の有無<br>有                  |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Yoshizue Momoka, Taketani Fumikazu, Adachi Kouji, Iwamoto Yoko, Tohjima Yasunori, Mori Tatsuhiro, Miura Kazuhiko | 4. 巻<br>11                |
| 2. 論文標題<br>Detection of Aerosol Particles from Siberian Biomass Burning over the Western North Pacific                     | 5. 発行年<br>2020年           |
| 3. 雑誌名<br>Atmosphere   | 6. 最初と最後の頁<br>1175 ~ 1175 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/atmos11111175  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>-                 |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1. 著者名<br>Kinase T., Adachi K., Oshima N., Goto Azuma K., Ogawa Tsukagawa Y., Kondo Y., Moteki N., Ohata S., Mori T., Hayashi M., Hara K., Kawashima H., Kita K. | 4. 巻<br>125     |
| 2. 論文標題<br>Concentrations and Size Distributions of Black Carbon in the Surface Snow of Eastern Antarctica in 2011   | 5. 発行年<br>2020年 |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Geophysical Research: Atmospheres   | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1029/2019JD030737   | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| 1. 著者名<br>Ohata Sho, Kondo Yutaka, Moteki Nobuhiro, Mori Tatsuhiro, Yoshida Atsushi, Sinha Puna R., Koike Makoto | 4. 巻<br>53                |
| 2. 論文標題<br>Accuracy of black carbon measurements by a filter-based absorption photometer with a heated inlet     | 5. 発行年<br>2019年           |
| 3. 雑誌名<br>Aerosol Science and Technology   | 6. 最初と最後の頁<br>1079 ~ 1091 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1080/02786826.2019.1627283  | 査読の有無<br>有                |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する              |

|  |                 |
|--|-----------------|
| 1. 著者名<br>Moteki Nobuhiro, Mori Tatsuhiro, Matsui Hitoshi, Ohata Sho   | 4. 巻<br>2       |
| 2. 論文標題<br>Observational constraint of in-cloud supersaturation for simulations of aerosol rainout in atmospheric models | 5. 発行年<br>2019年 |
| 3. 雑誌名<br>npj Climate and Atmospheric Science  | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1038/s41612-019-0063-y  | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>森樹大   |
| 2. 発表標題<br>北極圏に沈着した光吸収性エアロゾル粒子に関する研究                                   |
| 3. 学会等名<br>Kickoff Symposium of Water Frontier Research Center (WaTUS) |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|         |  |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Tatsuhiko Mori, Yutaka Kondo, Sho Ohata, Kumiko Goto-Azuma, Kaori Fukuda, Yoshimi Ogawa-Tsukagawa, Nobuhiro Moteki, Atsushi Yoshida, Makoto Koike, Puna Ram Sinha, Naga Oshima, Hitoshi Matsui, Yutaka Tobo, Masanori Yabuki, and Wenche Aas |
| 2. 発表標題 | Seasonal Variations of Wet Deposition of Black Carbon at Ny-Alesund in Svalbard and at Barrow in Alaska  |
| 3. 学会等名 | PACES 4th Open Science Meeting (国際学会)  |
| 4. 発表年  | 2021年  |

|         |  |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | 森樹大, 近藤豊, 大畑祥, 東久美子, 福田かおり, 塚川佳美, 茂木信宏, 吉田淳, 小池真, Sinha P. R, 大島長, 松井仁志, 當房豊, 矢吹正教, Wenche Aas |
| 2. 発表標題 | ニールスンに沈着した黒色炭素粒子の湿性沈着に関する研究  |
| 3. 学会等名 | 日本地球惑星科学連合大会2021年大会  |
| 4. 発表年  | 2021年  |

|         |  |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Tatsuhiko Mori, Sho Ohata, Kumiko Goto-Azuma, Yutaka Kondo, Yoshimi Ogawa-Tsukagawa, Nobuhiro Moteki, Atsushi Yoshida, Makoto Koike, Puna Ram Sinha, Naga Oshima, Hitoshi Matsui, Yutaka Tobo, Masanori Yabuki, and Wenche Aas |
| 2. 発表標題 | Seasonal Variation of Wet Deposition of black Carbon at Ny-Alesund, Svalbard   |
| 3. 学会等名 | The Ninth Symposium on Polar Science 13th (国際学会)   |
| 4. 発表年  | 2020年  |

|         |  |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Tatsuhiko Mori, Sho Ohata, Kumiko Goto-Azuma, Yutaka Kondo, Yoshimi Ogawa-Tsukagawa, Nobuhiro Moteki, Atsushi Yoshida, Makoto Koike, Puna Ram Sinha, Naga Oshima, Hitoshi Matsui, Yutaka Tobo, Masanori Yabuki, and Wenche Aas |
| 2. 発表標題 | Seasonal Variation of Wet Deposition of Black Carbon at Ny-Alesund in Svalbard and Barrow in Alaska  |
| 3. 学会等名 | Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion (国際学会)   |
| 4. 発表年  | 2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tatsuhiko Mori, Kumiko Goto-Azuma, Yutaka Kondo, Yoshimi Ogawa-Tsukagawa, Kazuhiko Miura, Motohiro Hirabayashi, et al |
| 2. 発表標題<br>Black Carbon and Inorganic Aerosols in Arctic Snowpack  |
| 3. 学会等名<br>Sixth International Symposium on Arctic Research (ISAR-6) (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tatsuhiko Mori, Yutaka Kondo, Sho Ohata, Yongjing Zhao, Sinha Puna Ram, Naga Oshima, Hitoshi Matsui, Nobuhiro Moteki, and Makoto Koike. |
| 2. 発表標題<br>Seasonal Variation of Wet Deposition of Black Carbon in Arctic Alaska   |
| 3. 学会等名<br>JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>森樹大, 近藤豊, 福田かおり, 當房豊, 東久美子, 大畑祥, 松井仁志, Sinha P. R, 大島長, 矢吹正教, 茂木信宏, 小池真 |
| 2. 発表標題<br>ニールスンに沈着した黒色炭素粒子濃度の季節変化   |
| 3. 学会等名<br>第37回エアロゾル科学・技術討論会   |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>森樹大, 近藤豊, 大畑祥, Y. Zhao, P. R. Sinha, 大島長, 松井仁志, 茂木信宏, 小池真 |
| 2. 発表標題<br>BarrowにおけるBC粒子の湿性沈着に関する研究                                 |
| 3. 学会等名<br>2019年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究会                              |
| 4. 発表年<br>2020年  |



|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>K. Goto-Azuma, Y. Ogawa-Tsukagawa, Y. Kondo, R. Dallmayr, M. Hirabayashi, J. Ogata, K. Kitamura, K. Kawamura, H. Motoyama, S. Matoba, T. Aoki, N. Moteki, S. Ohata, T. Mori, et al |
| 2. 発表標題<br>Changes in concentrations and size distributions of black carbon in Northwest Greenland over the past 350 years  |
| 3. 学会等名<br>Sixth International Symposium on Arctic Research (ISAR-6) (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Kumiko Goto-Azuma, Nobuhiro Moteki, Yoshimi Ogawa-Tsukagawa, Kaori Fukuda, Sho Ohata, Atsushi Yoshida, Tatsuhiro Mori, et al |
| 2. 発表標題<br>Continuous flow analysis of iron oxide in a Greenland ice core using a modified single-particle soot photometer              |
| 3. 学会等名<br>The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2020年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kumiko Goto-Azuma, Yoshimi Ogawa-Tsukagawa, Yutaka Kondo, Remi Dallmayr, Jun Ogata, Nobuhiro Moteki, Sho Ohata, Tatsuhiro Mori, et al |
| 2. 発表標題<br>A biomass burning record over the past 350 years in an ice core from Northwest Greenland  |
| 3. 学会等名<br>日本地球惑星科学連合大会2021年大会   |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>森樹大, 東久美子, 近藤豊, 塚川佳美, 三浦和彦, 平林幹啓, 大島 長, 小池 真, Kaarle Kupiainen, 茂木信宏, 大畑 祥, Sinha Puna Ram, 杉浦幸之助, 青木輝夫, Martin Schneebeli Konrad Steffen, 佐藤篤司, 對馬あかね, Vladimir Makarov, 大宮 哲, 杉本敦子, 鷹野真也, |
| 2. 発表標題<br>Black carbon and inorganic aerosols in snowpack over the Arctic   |
| 3. 学会等名<br>日本地球惑星科学連合大会2019年大会   |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>森樹大, 東久美子, 近藤豊, 塚川佳美, 平林幹啓, 小池 真, Kaarle Kupiainen, 茂木信宏, 大畑 祥, 大島 長, 三浦和彦, 杉浦幸之助, 青木輝夫, Konrad Steffen, Martin Schneebeli, 佐藤篤司, 對馬あかね, Vladimir Makarov, 大宮 哲, 杉本敦子, 鷹野真也, |
| 2. 発表標題<br>北極域に沈着した黒色炭素粒子と無機エアロゾルの空間分布  |
| 3. 学会等名<br>第36回エアロゾル科学・技術討論会  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>森樹大, 近藤豊, 大畑祥, Y. Zhao, P.R.Sinha, 大島長, 松井仁志, 茂木信宏, 小池真 |
| 2. 発表標題<br>BarrowにおけるBC粒子の湿性沈着フラックスの季節変動                           |
| 3. 学会等名<br>2019年度大気化学討論会   |
| 4. 発表年<br>2019年  |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|