

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：82405

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00535

研究課題名(和文)人為起源粒子(PM1)の高時間分解測定と北東アジアの実態解明

研究課題名(英文)High-time resolution measurement of PM1 and its characterization in the Northeast Asia

研究代表者

米持 真一 (Yonemochi, Shinichi)

埼玉県環境科学国際センター・大気環境担当・担当部長

研究者番号：90415373

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：国内ではほとんど計測事例のない粒径 $1\mu\text{m}/\text{m}^3$ 以下の粒子(PM1)の実態解明を行った。PM714を用いたPM1とPM2.5-1の1時間値測定の結果、PM2.5が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日のうち、年間で6～13日は自然起源粒子の増加が原因と考えられた。富士山頂でPM1を昼夜別に採取し、化学分析を行った結果、夜間のPM1に含まれるAs/V比が特に高値になった期間は気塊が大陸方面から直接運ばれていた。また、韓国済州島のPM1中のAs/VとPb/Znには経年的な減少が見られ、中国の大気汚染対策の効果が現れていた。元素間の相関を調べた結果、AsのほかMoとSbが指標として有効である可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

PM1は燃焼等の人為起源粒子に特化した評価が可能になると期待されるが、これまでほとんど測定されてこなかった。PM1の1時間値を測定することで、PM2.5濃度増加の原因が人為起源か自然起源かが分かるようになり、また、富士山頂や韓国済州島をフィールドとした本研究によって、大陸から長距離輸送されるPM1の指標として有効な元素を抽出することができた。

研究成果の概要(英文)：We measured PM1 that has less observed in Japan. Hourly mass concentrations of PM1 and PM2.5-1 were measured with PM714. The increase of PM2.5 concentration on ten days a year were caused by increasing of PM2.5-1 originated from natural sources. We collected PM1 samples in the daytime and the night at the top of Mt.Fuji and measured elements in order to clarify long-range transportation. As/V ratio of PM1 in the night obviously increased and the air mass was directly transported from Asia continental. As/V and Pb/Zn clearly decreased year by year in Jeju island because of the effect of improvement of air pollution in China. Correlation between elements in PM1 collected at Mt.Fuji and Jeju was calculated. As, Mo and Sb were thought to be useful as indicator of long-range transportation from China.

研究分野：大気環境工学

キーワード：PM1 無機元素 高時間分解測定 人為起源 長距離輸送 富士山頂

## 1. 研究開始当初の背景

我が国では PM<sub>2.5</sub> の環境基準が設定され、削減対策が進められている。大気エアロゾルの粒径分布は粒径 2 μm 前後を谷とする二山分布であることが知られている。PM<sub>2.5</sub> には主に燃焼等の人為活動により発生する粒子が含まれるが、海塩粒子や土壌粒子など自然起源の粗大粒子の一部が含まれ、例えば黄砂飛来時は PM<sub>2.5</sub> 濃度にも上昇が見られる。サブミクロン粒子 (PM<sub>1</sub>) に着目した場合には、これらの自然起源粒子をほぼ除外でき、人為起源粒子のみを評価することが可能と考えられるが、日本国内や北東アジアでは、PM<sub>1</sub> の長期的な測定事例は少なく、国内では AMS (Aerosol Mass Spectrometer) を用いた SIA (Secondary Inorganic Aerosol) SOA (Secondary Organic Aerosol) の連続観測<sup>1)</sup>以外には、申請者による 1 週間単位の通年観測のみである。なお、申請者がこれまでにを行った、PM<sub>1</sub> に関する観測では以下の事が分かっている。

2005 年 1 月から行っている埼玉県加須の PM<sub>2.5</sub> と PM<sub>1</sub> の週間単位のフィルター捕集による通年観測の結果、週平均値ベースの PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> は 0.6 ~ 0.9 であった<sup>2)</sup>。また、主要成分では PM<sub>1</sub> 中の Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup> が PM<sub>2.5</sub> と比べて特に低濃度であった。

2010 年、2011 年と初冬期に上海市で行った各 2 週間の PM<sub>1.1</sub> と PM<sub>2.1</sub> 採取では、PM<sub>1.1</sub> / PM<sub>2.1</sub> は 0.57 と低値であった。

2013 年 1 月に中国広域で発生した高濃度 PM<sub>2.5</sub> 汚染時に北京市で 2 週間の PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>1</sub> 採取を行った結果、PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> は 0.95 以上であった<sup>3)</sup>。

## 2. 研究の目的

PM<sub>2.5</sub> には人為起源の粒子以外に、自然起源の粒子も一部含まれるが、PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> は地点や季節によって大きな差が見られた。しかし、これらは数日から 1 週間単位のフィルター採取によるものであり、PM<sub>1</sub> の詳細な濃度変動は分からない。もし PM<sub>1</sub> の成分を含めた高時間分解観測を行うことができれば、人為起源粒子の動態を詳細に知ることができ、PM<sub>2.5</sub> 高濃度時の人為起源粒子の寄与を解明できる。

国内では PM<sub>1</sub> の実態はほとんど報告が無い。そこで本課題では、埼玉県加須をはじめとする国内や北東アジアにおける PM<sub>1</sub> の実態を明らかにすることを目的とする。また、PM<sub>1</sub> の成分を詳しく調べることで、中国等から輸送された PM<sub>1</sub> の指標元素の検討を行う。これらの情報は PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇時における人為起源の粒子の寄与を明らかにでき、PM<sub>2.5</sub> 対策の効果を検証することにも繋がる。

## 3. 研究の方法

本研究では、以下の 4 つの項目について検討した。まず埼玉県加須(環境科学国際センター)において PM<sub>1</sub> の高時間分解測定を行い、成分を調べることで人為起源粒子と自然起源粒子の濃度変動を詳しく調べた。次に富士山頂や北東アジアの主要都市において PM<sub>1</sub> を採取し、各地点の PM<sub>1</sub> の濃度レベル、化学成分の特徴を明らかにするとともに、指標元素の検討を行った。

### (1) PM<sub>1</sub> の高時間分解通年測定

埼玉県加須にて PM<sub>1</sub> の高時間分解測定を行った。測定には PM714(紀本電子工業)を用いた。本機は PTFE 製テープフィルターに PM<sub>1</sub> をスポット状に採取するが、この試料表面を別の PTFE 製カバーテープで保護する機能を有しており、濃度上昇時の試料の化学成分分析が可能である。同時に PM<sub>2.5-1</sub> 試料も採取するため、高濃度時における PM<sub>2.5</sub> と PM<sub>1</sub> の化学組成の変動を知ることができる。

### (2) 富士山頂における PM<sub>1</sub> の観測による長距離輸送の評価

自由対流圏に位置する富士山頂は、大陸方面などから長距離輸送されてきた PM<sub>1</sub> を採取するのに最適である。そこで旧富士山測候所内に PM<sub>2.5</sub> シーケンシャルサンプラー (2025i) を設置し、分級器を PM<sub>1</sub> (Sharp Cut Cyclon, SCC) に換えて PM<sub>1</sub> 採取を行った。24 時間採取を基本とするが、これまでの PM<sub>2.5</sub> の観測研究から、日中は谷風や周辺の表土粒子の影響を受ける可能性がある。そこで昼夜別の 12 時間採取も試みた。

### (3) 中国・韓国における PM<sub>1</sub> の実態解明

都心と中国上海市、北京市、韓国済州島をフィールドとして、夏季、冬季に PM<sub>1</sub> の採取を計画した。採取装置は都心は早稲田大学西早稲田キャンパス 51 号館屋上に PM<sub>2.5</sub> シーケンシャルサンプラー (Thermo Scientific 2025) を設置し、分級器を PM<sub>1</sub> 用 (SCC) に換えて 24 時間採取を行った。

中国および韓国の地点では、各地点の研究協力者に試料採取を依頼した。採取にはマルチノズルカスケードインパクター (MCI) サンプラーを用い、可能であれば 24 時間とした。なお、このサンプラーは PM<sub>2.5</sub> 用に設計されたものであるが、分級板を PM<sub>1</sub> (MCI-PM<sub>1</sub>) に換えて PM<sub>1</sub> の採取を行った。

#### (4)指標元素評価

得られた PM<sub>1</sub> 試料中に含まれる金属元素成分分析を行い、特徴的かつ越境汚染の指標となりうる元素を検討した。

### 4. 研究成果

#### (1) PM<sub>1</sub> の高時間分解通年測定

PM714 (紀本電子工業) は、PM<sub>2.5</sub> とともに PM<sub>1</sub> の 1 時間値が得られる国内で唯一の自動測定器である。また、測定に用いられる PTFE 製テープフィルターは、別の PTFE テープフィルターにより試料面が保護されるため、試料の化学分析も可能である。PM<sub>1</sub> 質量濃度データの解析を行ったところ、PM<sub>2.5</sub> 15 μg/m<sup>3</sup> かつ PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> 0.5 の条件を満たした日は、2017 年度は 10 日、2018 年度は 6 日、2019 年度は 13 日、2020 年度は 13 日あった。これらは自然起源粒子の濃度増加が PM<sub>2.5</sub> 上昇の原因と考えられる。

Fig.1 は 2017 年度の PM<sub>1</sub> と PM<sub>2.5</sub> の 1 日平均濃度の相関を季節別に示したものである。回帰直線の傾きは春季が 0.75 と最も小さく、冬季に 0.88 と最も大きくなった。また、春季は PM<sub>1</sub> と PM<sub>2.5</sub> の回帰直線から大きく外れる日が多いことが分かった。

PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> 0.5 は PM<sub>2.5</sub> の濃度増加が PM<sub>2.5-1</sub> の増加によって生じたことを意味する。そこで、テープフィルターを利用して、最も特徴的な期間の PM<sub>1</sub> と PM<sub>2.5-1</sub> 中の無機元素分析を試みた。分析可能な試料量を確保するため、2 スポット (4 時間分) を合わせて 1 試料とした。前処理及び分析は環境省の PM<sub>2.5</sub> 成分調査マニュアル<sup>4)</sup> に準じた。

2017 年 5 月 11 日 18 時 ~ 12 日は PM<sub>2.5</sub> が平均 18.9 μg/m<sup>3</sup> (11 ~ 31 μg/m<sup>3</sup>) であり、PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> 比は 5 月 12 日 0 時 ~ 6 時に 0.2 台まで低下した (Fig.2)。そこでこの期間のテープフィルターの化学分析を行った。PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> 比は、その後 9 時から上昇し、12 時以降は 0.7 前後となった。この間の風向は 12 日 12 時頃まで北系、その後は南系であった。PM<sub>1</sub> / PM<sub>2.5</sub> 比が低下した時間帯 (0 時 ~ 6 時) は PM<sub>2.5-1</sub> の Al、Ca、Ti、Na、Zn が増加したのに対し、9 時 ~ 12 時は PM<sub>1</sub> の V、Cd、Pb、Cr に増加が見られた。前者は自然起源元素、後者は人為起源元素である。測定地点の近傍には大規模な発生源が無く、夜間から早朝の PM<sub>2.5</sub> 増加は PM<sub>2.5-1</sub> に相当する粒径の自然起源粒子の増加、日中の PM<sub>1</sub> 増加は都市部からの輸送によるものと考えられた。

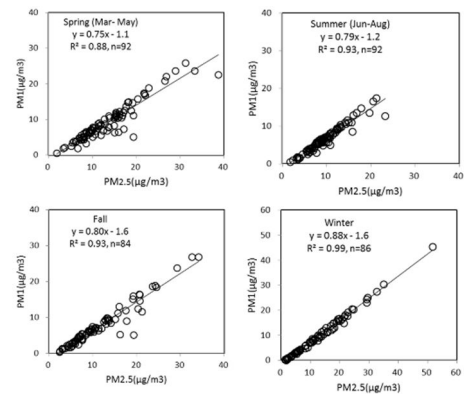


Fig.1 PM<sub>2.5</sub> と PM<sub>1</sub> (日平均値) の相関 (季節別)

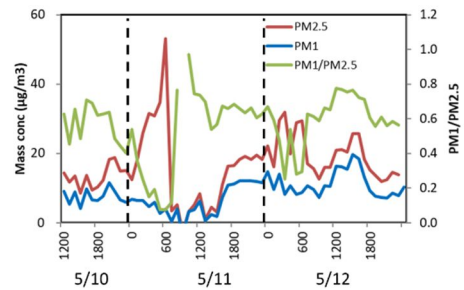


Fig.2 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>1</sub>、PM<sub>1</sub>/PM<sub>2.5</sub> の 1 時間値変化 (2017 年)

#### (2) 富士山頂における PM<sub>1</sub> の観測による長距離輸送の評価

2018 年は夏季に富士山頂で PM<sub>1</sub> の 24 時間採取を、2019 年度は昼夜別 12 時間採取を約 1 ヶ月間行った。2018 年度の観測では、人為起源と考えられる元素 (例えば Ni、Cu、Zn、As、Cd、Pb など) の濃縮係数 (EF, Enrichment Factor) は、PM<sub>1</sub> の方が PM<sub>2.5</sub> より 2 ~ 100 倍高かった。また、一般に自然起源と考えられる元素 (Mg、Ca、Fe、Sr、Ti など) は理論値である 1 に近い値となり、PM<sub>1</sub> を評価することの有効性が示された (Fig.3)。

2019 年に行った昼夜別の PM<sub>1</sub> 採取は、濃度レベルが低く秤量値がマイナスとなったものもあったが、PM<sub>1</sub> 濃度は日中 3.2 μg/m<sup>3</sup>、夜間 2.3 μg/m<sup>3</sup> であった。Fig.4 に Al と As/V 比の変動を示した。土壌粒子の指標として用いられる Al は PM<sub>1</sub> の方が PM<sub>2.5</sub> と比べて低濃度であったが、PM<sub>1</sub> 中の Al にも日内変動が見られ、富士山のような表土から巻上げ粒子の多い環境では、PM<sub>1</sub> でも完全には自然起源粒子を除外できてはいなかった。石炭燃焼の指標として As に着目し、石油燃焼の指標である V との比 (As/V) を調べると、7 月 28 日 ~ 30

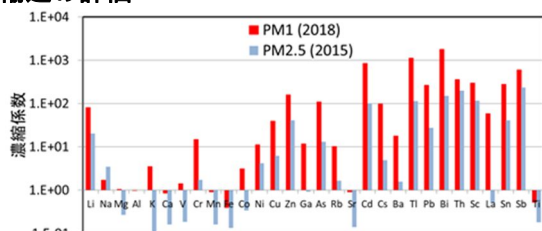


Fig.3 PM<sub>1</sub>、PM<sub>2.5</sub> 中の元素濃縮係数の比較

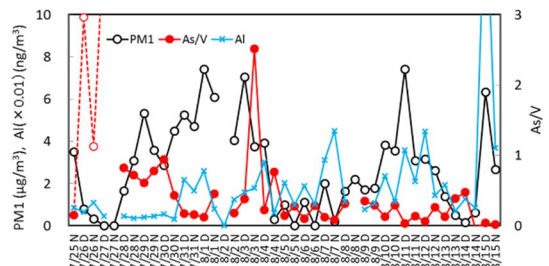


Fig.4 As/V 比と Al 濃度の昼夜変動 (2019 年)

日に0.61~0.94に上昇、8月3日夜間は2.5と特に高値となった<sup>5)</sup>。As/V比の増加する理由として、地上からの汚染気塊の上昇や周辺土壌の巻き上げなども考えられるが、これらの影響を受けた場合のAs/V比はむしろ低下することが分かっている<sup>6)</sup>。

As/V上昇時の後方流跡線解析(HYSPLIT、NOAA)を行うと、後者では後方流跡線で黄海方面から直接的な気塊の輸送が示唆された。なお、前者では7月27日に日本列島に上陸した台風6号の影響が考えられた。このようにPM<sub>1</sub>を対象とした昼夜別採取により、夜間でよりクリアに大陸方面からの長距離輸送の影響を捉えることができた。

### (3) 中国・韓国におけるPM<sub>1</sub>の実態解明

北東アジアでの実態を明らかにするために、夏季と冬季に中国上海市と韓国済州島でPM<sub>1</sub>の採取を行った。残念ながら北京では協力が得られなかった。2019年度冬季以降は新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、現地での試料採取等に支障が出たため1年間研究期間の延長を行ったが、2020年度の富士山頂の観測は中止、中国・韓国での状況には大きな変化は見られなかった。唯一経年的な試料が得られた韓国済州島における夏季PM<sub>1</sub>中の元素濃度比をFig.5に示した。As/V比は0.30(2017)、0.17(2018)、0.06(2019)と明瞭な経年的現象が見られた。また、同様にPM<sub>2.5</sub>やTSP等の指標元素比として報告されているPb/Zn比<sup>7)</sup>も0.51(2017)、0.33(2018)、0.05(2019)と明瞭な減少が見られた。As、Pbは石炭燃焼の指標と考えられ、中国による大気汚染対策の効果を反映していると考えられた。

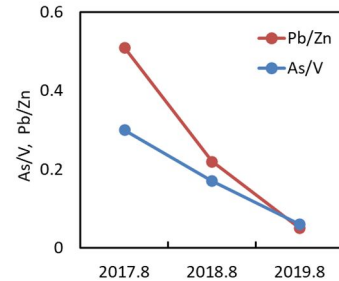


Fig.5 韓国済州島の指標元素比の変化

### (4) 指標元素評価

富士山頂における無機元素については、同じ時期で昼夜含めた約40のデータセットが得られた。そこで検出下限値以上の値が1/2以上得られた18元素を抽出して、昼夜別に元素間の相関を調べた。相関係数(r) 0.8となった組み合わせは日中はNa/Ca、Al/Ti、Al/V、Al/Pb、Mn/Feの5組であり、多くは自然由来の元素を含む組み合わせとなった。これに対して夜間は27組あり、このうち11組(Al/Ti、Al/Mn、Al/Pb、Ti/Mn、Ti/Fe、Ti/Pb、V/Fe、Mn/Fe、Mn/Pb、Fe/Pb、Zn/Ba)はr 0.9であった。

これまで大陸からの長距離輸送の指標元素として、石炭燃焼に由来するAsに着目してきたが、Asと強い正の相関を示す元素は無く、逆相関(r<0)を示す元素が14種類と最も多かった。r<0となる組合せがAsの次に多かったのはMo(10種類)であった。Moについては、日中も同じ傾向が見られ、これら2元素は他の元素とは異なる挙動を示していた。

韓国済州島は朝鮮半島南海上に位置する離島であり、これまで我々の行ってきた日中韓の同時観測から、元素組成は中国上海に類似していることが分かっている<sup>8)</sup>。(3)に示したように済州島では夏季に3年間継続して計16試料が得られたことから、これを活用して、元素間の相関を調べた。元素は検出下限値以上の値が2/3以上の試料で得られた26元素を抽出した。r 0.9となる強い正の相関が見られた組合せは29組あった。富士山頂とは異なり、Asとr 0.9となった元素は7元素(K、Mn、Cu、Rb、La、Ce、Sb)であった。我々はこれまでAs/V比を指標とした長距離輸送の評価を行ってきたが<sup>6)</sup>、富士山頂、済州島の結果からも、AsとVは異なる発生源から排出されることが確認できた。なお、Vと強い正の相関が見られた元素はNi(r=0.93)、Ti(r=0.91)、Mo(r=0.82)の3元素のみであった。特にNiはVとともに石油燃焼の指標元素として用いられることとも整合する。一方で、La、Ceなどの希土類元素は石油燃焼の指標としての報告もあるが<sup>9)</sup>、V、Niとの相関は見られず、一方で、Asとの相関係数が0.9を超えていた。

r 0.9となる組合せがAsの次に多かったのはSbの6組であった。Sbは粗大粒子中のブレーキダストの指標としてこれまでも活用されてきたが<sup>10)</sup>、PM<sub>1</sub>中のSbの報告例はほとんど見られない。以上のように、富士山頂、済州島のPM<sub>1</sub>試料の分析から、我々がこれまで着目したAs以外にMo、SbがPM<sub>1</sub>では新しい指標として活用できる可能性が示唆された。

#### <引用文献>

- 1) H. Hagino, et al.: Characterization and source presumption of wintertime submicron organic aerosols at Saitama, Japan, using the Aerodyne aerosol mass spectrometer, *Atmos. Environ.*, 41, 8834-8845 (2007).
- 2) 米持真一ほか: PM<sub>2.5</sub>との通年並行観測による大都市郊外のサブミクロン粒子(PM<sub>1</sub>)の特性解明, *大気環境学会誌*, 45(6), 271-278 (2010)
- 3) 米持真一ほか: 2013年1月に中国北京市で採取した高濃度PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>1</sub>の特徴, *大気環境学会誌*, 48(3), 140-144 (2013).
- 4) 環境省: PM<sub>2.5</sub>成分測定マニュアル 無機元素測定法第2版 (2019).

- 5) 米持真一ほか：第 13 回富士山成果報告会 要旨集, O-11 (2020).
- 6) 米持真一ほか：富士山頂と埼玉県加須を主とした PM<sub>2.5</sub> 同時観測から評価した 2015 年夏季の関東地域の PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇要因, 大気環境学会誌, 53, 144-152 (2019).
- 7) 日置正ほか：日本海沿岸で粒径別連続採取したエアロゾル中の水可溶性イオン種および微量金属成分による長距離輸送現象の解析:2002 年春の黄砂イベントを中心に, エアロゾル研究, 21, 160-175 (2006).
- 8) 米持真一ほか：希土類元素 (レアアース) に着目した中国大都市と首都圏の PM<sub>2.5</sub> の元素成分と発生源の特徴, 大気環境学会誌, 51(1), 33-44(2016).
- 9) I. Olmez, et al.: Rare Earths: Atmospheric Signatures for Oil-Fired Power Plants and Refineries, *Science*, 229, 966-968 (1985).
- 10) A. Iijima, et al.: Particle size and composition distribution analysis of automotive brake abrasion dusts for the evaluation of antimony sources of airborne particulate matter. *Atmos. Environ.*, 41, 4908-4919 (2007).



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 米持 真一, 大河内 博, 廣川 諒祐, 小西 智也, Ki-Ho Lee, Yung-Joo Kim, Senlin Lu	4. 巻 53
2. 論文標題 富士山頂と埼玉県加須を主としたPM2.5同時観測から評価した2015年夏季の関東地域のPM2.5濃度上昇要因	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 大気環境学会誌	6. 最初と最後の頁 144-152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11298/taiki.53.144	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 米持真一	4. 巻 34
2. 論文標題 近年の関東地域における夏季の大気汚染 2018年・埼玉県のO3とPM2.5の特徴	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 65-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11203/jar.34.65	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 米持真一	4. 巻 55
2. 論文標題 微小エアロゾルのフィールド研究と空気浄化用光触媒複合材料の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大気環境学会誌	6. 最初と最後の頁 10-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11298/taiki.55.10	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 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 S.Yonemochi, Y.Horii, S.Htakeyama, H.Okochi, K.Lee, S.Lu
2. 発表標題 Characterization of Daily PM1 at the top of Mt.Fuji in summer 2018
3. 学会等名 11th Asian Aerosol Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米持真一、堀井勇一、大河内博、小西智也、崎山浩太、畠山史郎
2. 発表標題 2018年夏季に富士山頂で採取したPM1の元素成分の特徴
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 崎山浩太、平栗圭、村田克、米持真一
2. 発表標題 新宿区におけるPM1及びPM2.5のケイ素を含む無機元素分析結果
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米持真一
2. 発表標題 ドローン（UAV）を活用した夏季上空1,000mのO3の計測
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米持真一
2. 発表標題 PM1との並行観測から評価したPM2.5の長期トレンド
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 崎山浩太、村田克、米持真一
2. 発表標題 新宿区における大気中微粒子 (PM1) の成分分析結果
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S.Yonemochi
2. 発表標題 Characterization of PM2.5 and O3 in summer 2018
3. 学会等名 15th Japan-Korea Environment symposium
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米持真一
2. 発表標題 富士山頂を利用したPM2.5の影響大気汚染の観測研究
3. 学会等名 日本技術士会埼玉支部・研究業績発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 米持真一、堀井勇一、畠山史郎、崎山浩太、大河内博、Liho Lee
2. 発表標題 富士山頂におけるPM1中無機元素の昼夜別変動
3. 学会等名 第13回富士山測候所を活用する会成果報告会(Web発表)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 米持真一
2. 発表標題 PM714によるPM1、PM2.5の1時間値の通年並行測定
3. 学会等名 第59回大気環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 米持真一、堀井勇一、藤井佑介、畠山史郎、小西智也、大河内博、Ki-ho Lee、SenlinLu
2. 発表標題 富士山頂で2017年夏季に昼夜別採取したPM2.5の化学組成
3. 学会等名 第59回大気環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 米持真一
2. 発表標題 微小エアロゾルPM1に関する最新の研究成果及び富士山頂におけるPM2.5計測から見えるもの
3. 学会等名 日本環境技術協会第1回技術交流会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 米持真一、堀井勇一、畠山史郎、小西智也、崎山浩太、大河内博、Ki-ho Lee、SenlinLu
2. 発表標題 富士山頂で連続採取したPM1による人為起源粒子の評価
3. 学会等名 第12回成果報告会（2018年富士山研究）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米持真一
2. 発表標題 10年間の通年観測から見たサブミクロン粒子 (PM1)の特徴
3. 学会等名 大気環境学会年会
4. 発表年 2017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
研究協力者	大河内 博  (Okochi Hiroshi)	早稲田大学理工学術院	
研究協力者	村田 克  (Murata Masaru)	早稲田大学理工学術院	
研究協力者	城 裕樹  (Jo Hiroki)	さいたま市健康科学研究センター	
研究協力者	李 起浩  (Lee Ki-Ho)	韓国済州大学校	
研究協力者	呂 森林  (Lu Senlin)	中国上海大学	

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			
韓国	済州大学校			
韓国	済州大学校			
韓国	済州大学校			