

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04319

研究課題名（和文）火山ガスの広域輸送と中部山岳域における硫酸エアロゾル生成量および水銀の動態解明

研究課題名（英文）Wide-range transport of volcanic gases and the formation of sulfate aerosols and the behavior of mercury at the central mountain sites

研究代表者

渡辺 幸一（WATANABE, Koichi）

富山県立大学・工学部・教授

研究者番号：70352789

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）：活発化している日本国内の火山活動による中部日本の大気環境への影響を評価するため、立山、乗鞍岳や小矢部市の山間部において大気観測を行った。山岳での観測と並行し、ヘリコプターを利用した上空大気の大気観測を行った。霧水中の化学成分は以前と比べ低濃度となる傾向がみられたが、暖候期に桜島由来と考えられる高濃度の二酸化硫黄やエアロゾル粒子が観測された。上空の過酸化水素は暖候期では二酸化硫黄より高濃度であった。

融雪期の立山における表層雪の化学成分を分析した結果、未ろ過で冷蔵保存中に硫酸が多量に生成され、火山由来の硫黄が硫酸へと酸化されたためと考えられた。また、粒子状水銀も濃縮されていることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究から、中国の大気汚染が大幅に改善されている現在では、国内の硫酸エアロゾルの重要な起源として火山ガスによる影響が無視できない可能性が示唆された。また、ヘリコプターが上空大気観測に非常に有効利用できることが明らかとなった。ヘリコプター観測から暖候期の中部日本上空では過酸化水素が十分に存在し、二酸化硫黄を酸化させる能力が高いことが示された。ただし、火山ガスが直接輸送される際には酸化剤が不足する可能性がある。また、融雪期の立山では表層雪中に火山由来の非水溶性の硫黄や粒子状水銀が濃縮されていることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：To evaluate the impact of increasing volcanic activity in Japan on the atmospheric environment over central Japan, atmospheric observations were conducted at Mt. Tateyama, Mt. Norikura, and the mountain site of Oyabe City. In addition to mountain observations, atmospheric observations at high-altitude atmosphere were also performed using a helicopter. Chemical components in fog water tended to be in lower concentrations than before. During the warm seasons, high concentrations of sulfur dioxide and aerosol particles derived from Sakurajima were observed. Hydrogen peroxide was higher than sulfur dioxide at high altitude during the warm months.

Analysis of the chemical compositions in the surface snow at Mt. Tateyama in the summer season revealed that a large amount of sulfuric acid was produced during unfiltered storage in a refrigerator, which is due to the oxidation of volcanic sulfur to sulfuric acid. It was revealed that particulate mercury derived from volcano was concentrated.

研究分野：大気物理化学

キーワード：火山ガス 硫酸 水銀 二酸化硫黄 過酸化水素 ヘリコプター 立山 乗鞍岳

### 1. 研究開始当初の背景

近年、日本国内の火山活動が活発化しており、桜島など活火山の噴火が増加している。研究代表者らは、2012年7月の能登半島において桜島の噴火による高濃度の二酸化硫黄や硫酸エアロゾルを観測し、中部日本への影響について初めて論文報告した(渡辺ら, 2015)。他にも火山噴煙の影響と考えられる現象が頻繁に観測されている。特に南西方向からの気流が卓越する暖候期では九州南部方面の火山の影響を受けやすくなる。また、2020年8月上旬には小笠原諸島の西之島の噴煙、火山ガスが沖縄方面へ移動し、さらに九州地方など西日本に輸送され、PM2.5の注意喚起が発令されるなど大きな社会問題となった。西之島の噴火活動の影響は北陸地方にも及んでおり、富山県においても高濃度の二酸化硫黄やPM2.5が観測された(Watanabe et al., 2021)。活発化している火山活動により、国内の大気環境へ大きな影響が及んでいると考えられるが、これまで国内の火山由来の影響は越境汚染と比較し過小評価されていた懸念がある。特に、中国の二酸化硫黄排出が大幅に削減された現在において、東アジア域の大気環境を評価する上で火山噴煙由来の影響解明が非常に重要となる。

火山噴煙中には火山灰やさまざまなガス成分、粒子状物質が含まれ、それらが輸送されることにより、遠方の大気環境まで大きな影響を及ぼす。火山ガスには二酸化硫黄が豊富に含まれ、硫酸エアロゾルを多量に生成することとなる。硫酸塩粒子は大きな負の放射強制力を持つため、気候システムに多大な影響を与える。また、火山噴煙中には水銀も高濃度に含有しており、九州などの火山から3000m級の北アルプス中部山岳域など遠方まで広域輸送されている可能性が極めて高い。さらに、水俣条約が2017年に発効され、条約の前文で水銀の長距離に渡る大気中の移動が述べられており、その動態解明は環境システムにおいて非常に重要となる。なお、西日本には2000m以上の山岳は存在せず、3000m級が存在する中部山岳域は火山由来の成分やその広域輸送を観測するのに最適な地点である。研究代表者らは、これまで立山や乗鞍岳において、高濃度のエアロゾル粒子や強い酸性霧を観測し、東アジアなどからの人為起源由来の大気汚染の影響評価してきた(Watanabe et al., 2010)。高濃度の水銀が観測された事例においても、人為由来と関連づけられてきた(芹川ら, 2011)。しかしながら、活火山の噴火活動が非常に活発化している現在において、火山由来の成分が国内の大気環境に大きな影響を与えている可能性が極めて高いが、それらの動態や環境システムへの影響についてはほとんど理解されていない。近年、中国の大気汚染の排出量が大幅に減少していることから火山由来の影響解明が非常に重要となる。

### 2. 研究の目的

活発化している桜島や諏訪之瀬島などの噴出物による硫酸エアロゾル生成と毒性が高い水銀の広域輸送について、二酸化硫黄排出量を把握しながら、山岳および航空機観測を中心として解明する。過小評価されてきた懸念のある火山由来による影響を、人為起源由来と比較・検討し、定量的に評価されていない火山起源物質による高所でのエアロゾル生成や水銀の輸送・沈着について評価する。

本研究から、これまでに解明されていない3000m級の山岳が点在する中部日本の高所への噴煙の広域輸送、過酸化水素を酸化剤とする二酸化硫黄の液相酸化・硫酸エアロゾル生成、山岳域への水銀の輸送・沈着過程について大気環境や気候システムへの影響および環境毒性についての多くの新しい知見が得られる。

### 3. 研究の方法

山岳での定点観測と回転翼航空機観測を実施し、過氧化物や、火山性ガス・粒子状物質や人為的大気汚染の空間的・鉛直的な分布を把握する。観測および分析は研究代表者の研究室メンバーが中心となり、適宜研究協力者の補助の下で実施していく。桜島、諏訪之瀬島や西之島などの活火山についてはNASAが公開しているGlobal Sulfur Dioxide Monitoring Home Page <https://so2.gsfc.nasa.gov/index.html>により二酸化硫黄排出状況を常時把握しておく。また、富山県環境科学センターに設置され常時利用可能なライダーのデータから上空大気中の球形(硫酸塩粒子など)・非球形粒子(火山灰など)の鉛直分布について理解しておく。

#### 大気観測・サンプリング

3000 m級の立山や乗鞍岳および小矢部市山間部において、エアロゾル粒子、霧水・降水・積雪・表層雪の採取を行う。二酸化硫黄測定器、ガス状水銀モニター、粒子カウンターやオゾン測定器などで計測を行う。火山性および風成ダスト性の粒子、大気汚染の長距離輸送の現状把握や、硫酸粒子とその前駆物質である二酸化硫黄との比較から、硫酸粒子への酸化過程についての定量的な情報を取得する。

#### 各種分析

主要イオン成分や水銀などの分析を現有備品であるイオンクロマトグラフィーおよび加熱気

化水銀測定器で行う。雲水・降水試料については、pH、主要イオン成分濃度、過酸化水素やアルデヒド類の測定を HPLC 法により行う。また、試料をろ過したフィルターについて SEM-EDX 観察・分析を行う。

#### 回転翼航空機観測

回転翼航空機（アドバンスドエアー社保有 R44 型ヘリコプター）を利用し、上空の観測を行い、越境汚染や火山由来物質の大空間的な拡散を把握する。過酸化物、アルデヒド類、二酸化硫黄、オゾン、ガス状水銀および粒径別粒子個数濃度の測定も同時に行う。

#### データ解析

本研究期間および以前に計測したエアロゾル粒子個数濃度、微生物粒子個数濃度や二酸化硫黄などのデータについて、火山由来の影響を評価する。

### 4. 研究成果

#### (1) 山岳観測

図 1 に、立山・室堂平（標高 2450 m）における霧水中の化学成分加重平均濃度の経年変化を示す。2010 年以前の室堂平では、霧水中の  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の平均値が約  $100 \mu\text{eq/L}$  と高く、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  比が 2 以上であったが、2017 年以降低下し、2023 年の観測では  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度が  $50 \mu\text{eq/L}$  程度まで減少した。また、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$  比も 1.32 と大きく低下し、全イオン成分に対する  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の割合も減少した（Watanabe et al., 2022a）。一方、 $\text{NO}_3^-$  濃度については 2008 年から大きな低下はみられず、全イオン成分に対する割合も 2017 年から 2021 年を除き大きな変化はみられなかった。中国では  $\text{SO}_2$  排出量の減少率が最大で  $\text{NO}_x$  減少率はその 1/3 程度である。一方で、アンモニア排出量の経年変化は非常に小さく、従来は硫酸アンモニウム形成に使用されたアンモニアが余剰となり、硝酸アンモニウムの生成量が増加し、硝酸塩の越境輸送が活発化している可能性が考えられる。硝酸アンモニウムは硝酸ガスと比べて長距離輸送されやすいため、立山などにおける霧水中の硝酸イオン濃度が増加する可能性も考えられる。

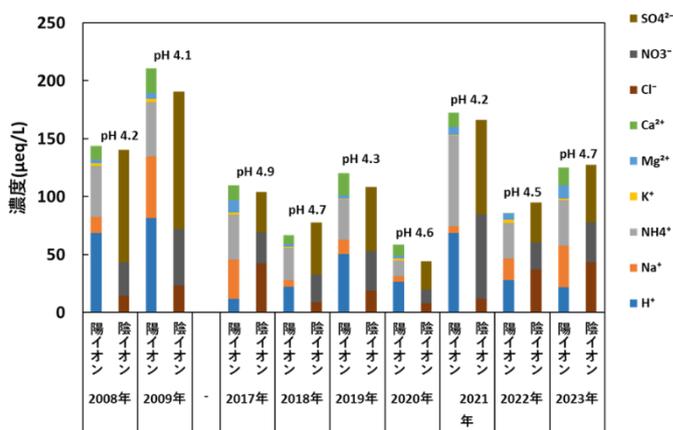


図 1 立山・室堂平における霧水中の化学成分加重平均濃度の経年変化

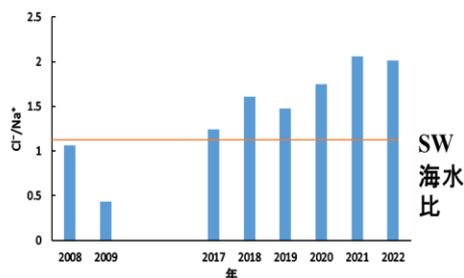


図 2 立山・室堂平における霧水中の  $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$  比の加重平均濃度の経年変化

図 2 に、立山・室堂平における霧水中のナトリウムイオンに対する塩化物イオンの比 ( $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$ ) 比の加重平均濃度の経年変化を示す。2010 年以前と比較し、近年  $\text{Cl}^-$  が過剰となり、 $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$  比の増加傾向がみとめられる。過剰の  $\text{Cl}^-$  は付近の弥陀ヶ原火山由来の塩化水素ガスの影響と考えられ、その活動が最近さらに活発化している懸念がある。なお、上述のように、硫酸イオンへの影響はほとんどないと考えられる。

2022 年および 2023 年夏季には乗鞍岳山頂付近（標高 2770 m）において霧水、降水、ガス成分などの観測を行ったが、乗鞍岳で大気観測が実施されたのは約 20 年ぶりのことである（Kagawa et al., 2021）。霧水中の  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度は 20 年前（Watanabe et al., 1999）と比べ大幅に低下しており（pH 上昇）、（特に日本国内の）大気汚染の改善が反映されたものと考えられる。2023 年 8 月に比較的高濃度の  $\text{Ca}^{2+}$  が観測され、夏季のバックグラウンド黄砂の影響を受けていたものと考えられる。乗鞍岳での観測期間中には火山由来の影響はみられなかったが、多くの学術的に新しい知見を得ることができた。

小矢部市山間部で連続測定したエアロゾル粒子個数濃度や二酸化硫黄データから、2021 年 5 月や 2022 年 8 月などにおいて桜島など九州南部方面の火山噴煙由来の影響が度々観測された。

## (2) ヘリコプター観測

図3に、2021年9月23日、2022年5月25日および2023年6月25日の富山県射水市上空における微量気体成分濃度の鉛直プロファイルを示す。後方流跡線解析の結果などから、これら3回のヘリコプター観測期間中はすべてアジア大陸由来の気塊の影響を受けていた。2021年9月と2022年5月はエアロゾル粒子個数濃度が高く越境大気汚染の影響を受けていたが、2023年6月は粒子個数濃度が低く、大気が清浄であった。また、2022年5月はO<sub>3</sub>やSO<sub>2</sub>が比較的高く、上空でのHCHOも高かった。上空のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>濃度は2022年5月25日および2023年6月25日で高く、酸化剤が不足する寒候期とは異なり(Watanabe et al., 2024a)、SO<sub>2</sub>を硫酸へと酸化させる潜在的な能力が十分に高いと考えられる。また、ガス状水銀濃度はバックグラウンド濃度程度であった(火山噴煙や越境汚染などによるガス状水銀の増加はみとめられなかった)。

本研究期間内3回の観測日においては火山噴煙由来の影響はほとんどみられなかったが、(西之島由来の火山噴煙の影響を大きく受けていた)2020年8月上旬に実施したヘリコプター観測結果(Watanabe et al., 2021)では、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>濃度が夏季としては非常に低く、火山ガス由来のSO<sub>2</sub>の酸化によりH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>が大きく消費されていたものと考えられる。本研究から、以前の測定データとの比較の為に非常に重要な観測結果が得られた。

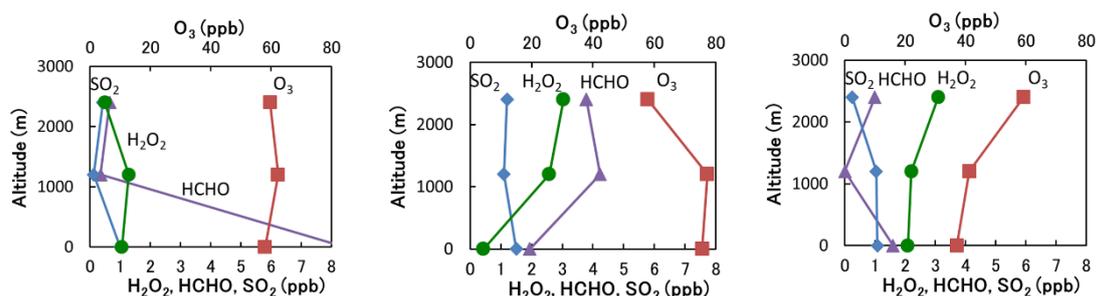


図3 2021年9月23日(左)、2022年5月25日(中)および2023年6月25日(右)の富山県射水市上空における微量気体成分濃度の鉛直プロファイル

## (3) 山岳域における積雪・表層雪中の化学成分および保存中の濃度変化

2021~2023年の4月に立山・室堂平で積雪断面観測(積雪底部までは掘らず、約2.5m深まで)を実施した。2021年4月の積雪層は、主にざらめ雪で形成されており、化学成分の大幅な溶脱がみられたが、2022年4月の積雪については化学成分が比較的良く保存されていた。

融雪期の室堂周辺で採取した表層雪のイオン成分は通常低濃度であったが雪氷藻類によって着色された「赤雪」試料については、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度やK<sup>+</sup>濃度が比較的高く、(4月の積雪断面観測ではほとんどみられない)リン酸イオンおよびギ酸イオンなどの有機酸類も検出された。ハイマツ林内からの栄養塩の溶出が雪氷藻類の生育に影響している可能性が考えられる。

融雪期の立山・室堂周辺で採取された着色表層雪試料では、未ろ過状態で冷蔵保存している間にpHが大幅に低下し、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が大きく増加する現象が(特に黒く着色した雪試料で)みられた(その一例を図4に示す)。一方で、ろ過した試料についてはpHの低下(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の増加)はみとめられなかった。(詳細は現時点で未解明であるが)硫黄酸化細菌による(未酸化状態の硫黄成分からの)硫酸生成が起こっていた可能性が考えられる。また、「赤雪」試料については、冷蔵保存中にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度も大きく増加した。有機態窒素のアンモニア化が保存中に進行したのと考えられる。

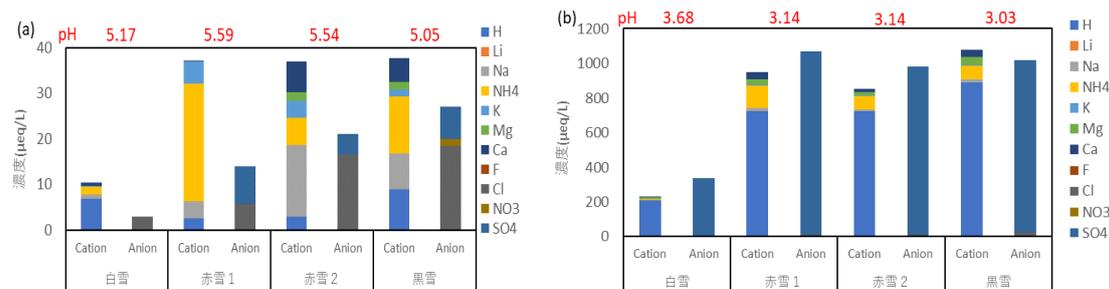


図4 立山・室堂周辺における融雪期の表層雪(2022年7月7日採取)中の無機イオン成分濃度(a;7月8日分析, b;9月5日分析)

室堂周辺の着色雪試料をろ過したフィルターについて SEM-EDX で観察，元素分析した結果，フィルター上に非水溶性の硫黄が顕著に存在していたことが確認され（図 5），硫化水素ガスから酸化された硫黄が融雪期に濃縮されたものと考えられる。なお，新潟県の十日町試験地や山形県月山で採取した着色雪試料については，冷蔵保存中の大幅な  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度増加や pH の低下は認められず，保存中の硫酸生成は立山・室堂周辺に限られた現象であると考えられ，室堂近郊に存在する弥陀ヶ原火山の噴気孔である地獄谷由来の硫黄が原因と考えられる。

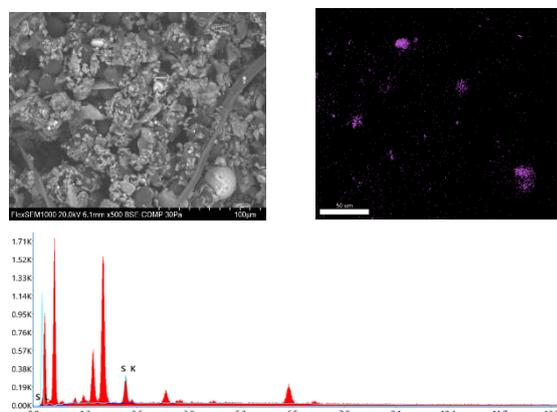


図 5 立山・室堂東部における赤雪試料（ろ過フィルター）の顕微鏡画像（500 倍で撮影）と硫黄(S)のマッピング像および赤雪試料で確認された元素のピーク

図 6 に，融雪期の室堂周辺における表層雪試料（未ろ過）中の水銀濃度を示す。水銀濃度は通常の降水や 4 月の室堂平の積雪中の濃度（10 ng/L 以下）よりも非常に高く，非水溶性硫黄などと同様に，火山由来の非水溶性の粒子状水銀も融雪期の表層雪中に大きく濃縮しているものと考えられる。今後の自然環境等への影響評価が必要となる。

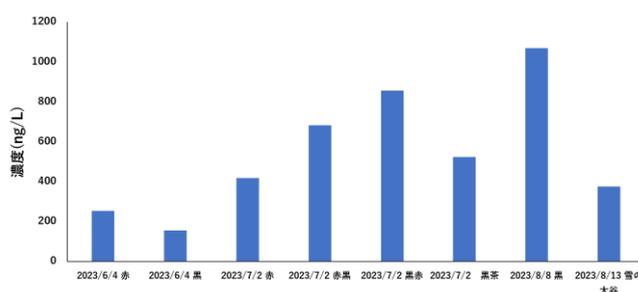


図 6 立山・室堂周辺における融雪期の表層雪中の水銀濃度

#### (4) データ解析

富山県射水市において以前に測定した粒径別エアロゾル粒子個数濃度，微生物粒子数濃度や硫酸塩粒子濃度などのデータを解析したところ，暖候期に桜島など九州南部方面の火山噴煙の影響だけでなく，小笠原諸島の西之島由来の影響を受けている事例がみられた（Watanabe et al., 2024b）。黄砂現象時には粗大粒子個数濃度と共に微生物粒子も増加していたが，西之島由来の火山灰の影響で粗大粒子数濃度が黄砂現象時と同様に高かったものの微生物粒子は大きく減少する事例が確認された（Watanabe et al., 2022b）。

#### 参考文献

- Kagawa et al. (2021) *Water Air Soil Pollut.*, 232, 177.
- 芹川ら (2011), 環境工学研究論文集, 48, III 735-740.
- Watanabe et al. (1999) *J. Meteor. Soc. Japan*, 77, 997-1006.
- Watanabe et al. (2010) *Water Air Soil Pollut.*, 211, 379-393.
- 渡辺ら (2015) *天気*, 63, 201-208.
- Watanabe et al. (2021) *SOLA*, 17, 109-112.
- Watanabe et al. (2022) *Water Air Soil Pollut.*, 233, 300.
- Watanabe et al. (2022) *SOLA*, 18, 104-109.
- Watanabe et al. (2024) *Aerosol Air Qual. Res.*, 24, 230232.
- Watanabe et al. (2024) *SOLA*, 20, 39-46.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Watanabe Koichi, Jin Mei Jia, Song Xiao Jing, Yang Liu, Genmoto Kaede, Ichikawa Yumeko, Nagahori Yu, Chimura Kanji, Nagamura Haruka	4. 巻 24
2. 論文標題 Atmospheric Observations over Central Japan Using a Helicopter: Measurements of Hydrogen Peroxide and Formaldehyde	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Aerosol and Air Quality Research	6. 最初と最後の頁 230232
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4209/aaqr.230232	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 Watanabe Koichi, Yamazaki Nobuhiro, Takeuchi Motoki, Matsubara Hiroki, Fukai Kensuke	4. 巻 20
2. 論文標題 Semi-Continuous Measurements of Sulfate in Fine Particles in Central Japan: On High Concentration Events and Comparison with Measurement Concentrations by a Commercial Sulfate Monitor	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 39-46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2151/sola.2024-006	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 Watanabe Koichi, Satoh Hirohito, Maki Teruya	4. 巻 18
2. 論文標題 Continuous Measurements of Microbial Particles in Central Japan Using a Real Time Viable Particle Counter	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 104-109
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2151/sola.2022-017	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 Watanabe Koichi, Ji Jiujiu, Harada Hideyuki, Sunada Yutaro, Honoki Hideharu	4. 巻 233
2. 論文標題 Recent Characteristics of Fog Water Chemistry at Mt. Tateyama, Central Japan: Recovery from High Sulfate and Acidity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water, Air, & Soil Pollution	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） 10.1007/s11270-022-05778-4	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 Watanabe Koichi, Yang Liu, Nakamura Satoru, Otani Takuya, Mori Kenzaburo.	4. 巻 17
2. 論文標題 Volcanic Impact of Nishinoshima Eruptions in Summer 2020 on the Atmosphere over Central Japan: Results from Airborne Measurements of Aerosol and Trace Gases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 109-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2021-017	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29件(うち招待講演 3件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Watanabe Koichi, Yang Liu, Nakamura Satoru, Nagamura Haruka, Chimura Kanji, Chatani Michiyo, Mitsutsuji Nanami, Nakanishi Ayami, Maki Chisato
2. 発表標題 Measurements of Hydrogen Peroxide and Formaldehyde Concentrations Over Central Japan
3. 学会等名 10th International Conference on Acid Deposition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 樋掛辰真・赤堀泰晟・鍛冶柊兵・中西彩水・牧ちさと・渡辺幸一
2. 発表標題 立山における霧水および積雪中の化学成分の特徴
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 赤堀泰晟・鍛冶柊兵・樋掛辰真・三辻奈波・茶谷通世・牧ちさと・中西彩水・和佐田有希・渡
2. 発表標題 ヘリコプターを利用した富山県上空における過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 三辻奈波, 茶谷通世, 赤堀泰晟, 鍛冶柇兵, 高橋立, 篠原和将, 篠崎大樹, 大河内博, 速水洋, 米持真一
2. 発表標題 北陸地方および首都圏における大気中の過酸化水素濃度の測定
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 中西彩水, 牧ちさと, 樋掛辰真, 鍛冶柇兵, 赤堀泰晟
2. 発表標題 山岳域における霧水および積雪中の化学成分の特徴 ( )
3. 学会等名 第64回大気環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 茶谷通世, 三辻奈波, 赤堀泰晟, 鍛冶柇兵, 樋掛辰真
2. 発表標題 富山県上空における過酸化物質およびアルデヒド類の測定
3. 学会等名 第64回大気環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 中西彩水, 牧ちさと, 竹内由香里, 岩本玲佳, 田中大祐, 酒徳昭宏, 中村省吾
2. 発表標題 融雪期の山岳域における積雪中の化学成分および保存中の濃度変化
3. 学会等名 雪氷研究大会 (2023・郡山)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 牧輝弥, 保坂健太郎, 北和之
2. 発表標題 リアルタイム浮遊菌カウンタによる微生物粒子の計測：一般大気中および林内における観測
3. 学会等名 第 40 回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 中西彩水, 牧ちさと, 増田竜之, 竹内由香里, 岩本玲佳, 田中大祐, 酒徳昭宏, 中村省吾
2. 発表標題 融雪期の山岳域における積雪中の化学成分の特徴および保存中の濃度変化
3. 学会等名 2023年度北信越支部総会および研究発表会・製品発表検討会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 長村遥, 千村勘二, 茶谷通世, 三辻奈波, 牧ちさと, 中西彩水
2. 発表標題 北陸地方における上空大気中の過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定 ( )
3. 学会等名 日本地球化学会第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺幸一, 増田竜之, 森藤孝太郎, 中西彩水, 牧ちさと, 三辻奈波, 茶谷通世
2. 発表標題 融雪期の山岳域における積雪中の化学成分の特徴
3. 学会等名 日本地球化学会第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺幸一, 長村遥, 茶谷通世, 三辻奈波, 牧ちさと, 中西彩水, 千村勘二
2. 発表標題 富山県上空における過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺幸一, 中西彩水, 牧ちさと, 三辻奈波, 茶谷通世, 増田竜之, 森藤孝太郎
2. 発表標題 山岳域における霧水および積雪中の化学成分の特徴
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 ヘリコプターを利用した上空大気観測－過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定を中心に－
3. 学会等名 第11回航空機観測セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 回転翼航空機を利用した上空の大気化学観測
3. 学会等名 2022年度「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺幸一, 牧輝弥, 保坂健太郎, 北和之
2. 発表標題 リアルタイム浮遊菌カウンタによる微生物粒子の計測 一般大気中および林内における観測
3. 学会等名 第 14 回大気バイオエアロゾルシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 立山における霧水、降水、積雪中の化学成分に関する調査報告
3. 学会等名 中部山岳国立公園における生物多様性保全に向けた気候変動等への適応に関するコンソーシアム（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 ヘリコプターを利用した上空大気観測－光化学オキシダント関連物質の測定－
3. 学会等名 第12回無人航空機の活用による極地観測の展開（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺幸一, 楊柳, 中村賢, 大谷拓也, 森絢三朗, 荒木幸洋, 加藤咲
2. 発表標題 2020年夏季の西之島噴火活動による北陸地方の大気環境への影響：上空のエアロゾル粒子および微量気体成分の計測
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 渡辺幸一, 楊柳, 姫玖玖, 中村賢, 大谷拓也, 森絢三朗
2. 発表標題 寒候期の富山県上空における過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定
3. 学会等名 2021年度北信越支部総会および研究発表会・製品発表検討会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一, 牧輝弥, 保坂健太郎, 北和之, 五十嵐康人
2. 発表標題 植物園林内におけるリアルタイム浮遊菌カウンタによる微生物粒子の計測
3. 学会等名 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一, 楊柳, 中村賢, 大谷卓也, 長村遥, 増田竜之
2. 発表標題 北陸地方における上空大気中の過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定 ( )
3. 学会等名 日本地球化学会第68回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Watanabe, K, Yang, L., Nakamura, S., Otani, T., Mori, K.
2. 発表標題 Measurements of hydrogen peroxide and formaldehyde concentrations over Toyama Prefecture in central Japan
3. 学会等名 16th IGAC Conference, Atmospheric Chemistry from a Distance: Real Progress through Virtual Interaction (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一, 楊柳, 姫玖玖, 中村賢, 大谷卓也, 長村遥, 増田竜之
2. 発表標題 富山県上空における過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定
3. 学会等名 雪氷研究大会 (2021・千葉-オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一, 楊柳, 姫玖玖, 中村賢, 大谷拓也, 長村遥, 増田竜之
2. 発表標題 富山県における地上および上空の過酸化水素とホルムアルデヒド濃度の測定 ( )
3. 学会等名 第62回大気環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一, 森絢三郎, 荒木幸洋, 加藤咲
2. 発表標題 立山における霧水・降水の化学成分の特徴：火山噴煙由来の影響について
3. 学会等名 第62回大気環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一, 楊柳, 中村賢, 大谷卓也, 長村遥, 増田竜之, 千村勲二, 森藤孝太郎, 中澤暦
2. 発表標題 ヘリコプターを利用した富山県上空の過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の測定
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 渡辺幸一
2. 発表標題 ヘリコプターを利用した富山県上空の大気観測－微量気体成分とエアロゾル粒子個数濃度の測定－
3. 学会等名 2021年度「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 ヘリコプターを利用した富山県上空の大気観測－微量気体成分とエアロゾル粒子個数濃度の測定－
3. 学会等名 2021年度「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会
4. 発表年 2021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

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