

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：33910

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18791

研究課題名(和文) 土壌中放射性セシウムの菌類による濃縮と孢子拡散による大気への放出

研究課題名(英文) Accumulation of <sup>137</sup>Cs by fungi and emissions to the atmosphere by fungal spores

研究代表者

河村 公隆 (Kawamura, Kimitaka)

中部大学・中部高等学術研究所・客員教授

研究者番号：70201449

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：福島原発事故の影響を強く受けた浪江町において採取したエアロゾル試料の化学分析を行った。その結果、菌類孢子トレーサーであるトレハロース、マンニトール、アラビトールと<sup>137</sup>Csの間に正の相関関係を示すことが確認された。また、相関係数は昼間よりも夜間で高いことが示された。この結果は、湿度の高い夜間に菌類の活性・孢子の放出が上昇し、<sup>137</sup>Csの拡散が増大することを意味している。これらの研究結果は、福島原子力発電所のメルトダウン事故によって大気中に放出され土壌中に蓄積されている放射性セシウムが大気中へ再飛散されるプロセスにおいてキノコなど菌類とその孢子が重要な役割を果たしていることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は、申請者らが提案した作業仮説(菌類の孢子が土壌中に蓄積した放射性セシウムの大気への重要な放出源である)を強力に支持するものであり、自然界における<sup>137</sup>Csの地球化学的・大気化学的プロセスを明らかにした大きな成果である。特に、土壌中に蓄積した放射性核種は微生物的・地球生物学的プロセスによって大気中に再放出することを示した初めての成果である。また、本研究は、放射性核種で汚染された土壌を取り除くことの重要性を示す科学的根拠を提供するものであり、社会的に大きな貢献をするものであり関連分野へのインパクトは大きいと判断できる。

研究成果の概要(英文)：A nuclear accident occurred in 2011 at the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant (F1NPP) in northeast Japan. High levels of <sup>137</sup>Cs have been reported in ambient aerosols from some areas of Fukushima after a decade of the accident. Based on the chemical analyses of atmospheric aerosols collected from Namie-cho in Fukushima, we found an increased positive relationship of <sup>137</sup>Cs and organic tracers (i.e., arabinol, mannitol and trehalose) of fungal spore origin in the nighttime samples compared to daytime samples. We proposed in this study a soil-to-air emission of <sup>137</sup>Cs via biological processes of fungi under favorable meteorological conditions. We emphasize that emissions of <sup>137</sup>Cs due to fungal activities via spore emissions in nighttime are more important than emission of higher plant activities in both spring and autumn.

研究分野：環境化学、大気化学、放射能汚染

キーワード：福島原発事故 放射性セシウム 大気エアロゾル 菌類トレーサー アラビトール マンニトール  
トレハロース 放射能汚染

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日の東日本大震災に伴う津波によって発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故によって、大量の放射性セシウムが大気中に放出された。高濃度汚染域では現在もなお大気中で高濃度のセシウムが報告されているが、土壌から大気へのセシウム放出のメカニズムはわかっていない。従来、大気中の高濃度セシウムの理由として、土壌粒子の巻き上げによる再飛散などがいわれてきた。しかし、このメカニズムでは十分な説明が出来ない現象が見つかってきている。例えば、五十嵐らは、晴天の時と降雨時に採取した大気エアロゾル中のセシウム濃度を比較した結果、降水時の方が放射性核種の濃度が高いことを見つけた(Igarashi et al., 2016)。一方、河村らは、和歌山県の森林域で大気観測を行い、大気エアロゾル中の有機物の研究を実施した。その中で各種の糖類を分析する中で、菌類の胞子に由来するマンニトールなどの糖アルコールを高濃度で検出し、その濃度が昼間よりも夜間に増加することを見つけた(Zhu et al., 2015)。原発事故によっていったん大気中に放出された放射性セシウムは、大気降下物として土壌中に沈着する。菌類は土壌中に張り巡らされた菌糸のネットワークを通して土壌中に沈着したセシウムを吸い上げ・濃集し、濃縮されたセシウムは胞子として大気中に再飛散される可能性が極めて高い。本研究では、この作業仮説を検証するために、大気エアロゾル試料中に菌類胞子に由来する有機物(アラビトール、マンニトール等の糖類)を測定し、放射性セシウムとの因果関係を明らかにする。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、森林土壌などでキノコなど菌類が福島原発事故で拡散された放射性セシウムを生物濃縮し、最終的に胞子として大気中に再飛散するメカニズムを、福島およびその周辺で採取するエアロゾル試料の放射性セシウムと菌類の胞子に特有の糖アルコール(マンニトールなど)を測定し、両者の因果関係を明らかにする。更に、キノコ類を高濃度放射能が測定されている福島とその周辺、および、原発事故の影響が殆どないと考えられるバックグラウンド域(愛知県および岐阜県)の森林・林でキノコ類を採取し、放射性セシウム濃度とマンニトールなどの糖アルコールをガスクロマトグラフ・質量分析計を用いて測定し、申請者らが提案する仮説を検証し、森林土壌からの放射性セシウムの大気への再飛散のメカニズムを明らかにする。

## 3. 研究の方法

本研究では、森林土壌などでキノコなど菌類が福島原発事故で拡散された放射性セシウムを生物濃縮し、最終的に胞子として大気中に再飛散するメカニズムを、福島・浪江町で採取したエアロゾル試料中に放射性セシウムと菌類の胞子に由来する糖アルコール(マンニトールなど)を測定し、両者の濃度相関を明らかにする。特に、昼と夜で採取した試料について詳細な分析を行い、湿度の高い夜間に、キノコ類からの胞子の放出と放射性セシウムが放出される仮説を検証する。

これまで分析したエアロゾル試料は、複数のサンプラーをタイマーで制御して数日間毎にサンプリングしたものであったために、数日間の内に変動した複雑な気象因子を含んでいた。そのため菌類トレーサーと放射性セシウム( $^{137}\text{Cs}$ )との間には、マンニトールとの相関を除き、当初予

想していた明確な関係は認められなかった。従来行った 4 日間にわたる昼夜の試料採取の複雑さに起因する研究上の弱点を補完するために、2019 年の春から秋にかけて 12 時間毎に昼と夜で採取したフィルター試料(約 50 サンプル)を用いて気象因子の複雑さを除去した試料を採取しその化学分析を行い、そのデータ解析を行った。

#### 4 . 研究成果

菌類トレーサーと放射性セシウムに関する結果を論文として 2022 年 3 月に公表した (Kawamura et al., Atmosphere, 2022, 23, 413. doi.org/10.3390/atmos13030413)。今年度は、12 時間毎に昼夜で採取した試料の分析を修了しデータ解析を行った。現在、その結果を論文に執筆中であり、近日中に国際誌に投稿予定である。以下に研究の成果の要点を示す。

本研究では、菌類胞子のトレーサーであるトレハロース、マンニトール、アラビトールと放射性セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) の間に正の相関関係が存在することが確認された。また、相関係数は昼間よりも夜間に高い傾向を示すことが明らかになった。この結果は、湿度が高くなる夜間において菌類が活性化し・胞子の放出量が増加することで、 $^{137}\text{Cs}$  の大気への拡散が増大することを意味している。これらの研究結果は、キノコなど菌類の活動とそれらの胞子の大気への放出により、福島原子力発電所のメルトダウン事故によって大気中に放出され土壤中に蓄積された放射性セシウムが大気中へ再飛散されるプロセスにおいて重要な役割を果たしていることを明らかにした。本研究の結果は、申請者らが提案した作業仮説を強力に支持するとともに、自然界における  $^{137}\text{Cs}$  の地球化学的・大気化学的プロセスを明らかにした大きな成果である。特に、土壤中に蓄積した放射性核種は微生物的・地球生物学的プロセスによって大気中に再放出することを示した初めての成果であると言える。また、本研究は、放射性核種で汚染された土壤を取り除くことの重要性を示す科学的根拠を提供するものである。本研究は、汚染土壤の除去など重要な課題を再認識させるものであり、社会的な貢献は小さくはない。また、関連分野への影響は大きいと思われる。

本研究では、低分子カルボン酸などの測定もガスクロマトグラフを用いて行った。これらカルボン酸がセシウムと塩を作る可能性についても今後のデータ解析の検討課題とする予定である。カルボン酸とセシウムの錯体が放射性セシウムの土壤中での安定化に及ぼす効果についても考察することができれば、新たな研究の展開に繋がる可能性がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計49件（うち査読付論文 49件 / うち国際共著 42件 / うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 Deng Yang, Fujinari Hiroaki, Yai Hikari, Shimada Kojiro, Miyazaki Yuzo, Tachibana Eri, Deshmukh Dhananjay K., Kawamura Kimitaka, Nakayama Tomoki, Tatsuta Shiori, Cai Mingfu, Xu Hanbing, Li Fei, Tan Haobo, Ohata Sho, Kondo Yutaka, Takami Akinori, Hatakeyama Shiro, Mochida Michihiro	4. 巻 22
2. 論文標題 Offline analysis of the chemical composition and hygroscopicity of submicrometer aerosol at an Asian outflow receptor site and comparison with online measurements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 5515 ~ 5533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-22-5515-2022	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 Deng Junjun, Ma Hao, Wang Xinfeng, Zhong Shujun, Zhang Zhimin, Zhu Jialei, Fan Yanbing, Hu Wei, Wu Libin, Li Xiaodong, Ren Lujie, Pavuluri Chandra Mouli, Pan Xiaole, Sun Yele, Wang Zifa, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 22
2. 論文標題 Measurement report: Optical properties and sources of water-soluble brown carbon in Tianjin, North China ? insights from organic molecular compositions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 6449 ~ 6470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-22-6449-2022	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 Ren Hong, Hu Wei, Yue Siyao, Wu Libin, Ren Lujie, Pan Xiaole, Wang Zifa, Sun Yele, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 841
2. 論文標題 Tracer-based characterization of fine carbonaceous aerosol in Beijing during a strict emission control period	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 156638 ~ 156638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2022.156638	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 該当する
1. 著者名 Bikkina Poonam, Bikkina Srinivas, Kawamura Kimitaka	4. 巻 848
2. 論文標題 Tracing the biomass burning emissions over the Arabian Sea in winter season: Implications from the molecular distributions and relative abundances of sugar compounds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 157643 ~ 157643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2022.157643	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 該当する

1. 著者名 Kunwar Bhagawati, Torii Kazuhiro, Aggarwal Shankar G., Takami Akinori, Kawamura Kimitaka	4. 巻 12
2. 論文標題 Comparisons of GC-Measured Carboxylic Acids and AMS m/z 44 Signals: Contributions of Organic Acids to m/z 44 Signals in Remote Aerosols from Okinawa Island	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 8017 ~ 8017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app12168017	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 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 該当する

1. 著者名 Xu Buqing, Zhang Gan, Gustafsson ?rjan, Kawamura Kimitaka, Li Jun, Andersson August, Bikkina Srinivas, Kunwar Bhagawati, Pokhrel Ambarish, Zhong Guangcai, Zhao Shizhen, Li Jing, Huang Chen, Cheng Zhineng, Zhu Sanyuan, Peng Pingan, Sheng Guoying	4. 巻 13
2. 論文標題 Large contribution of fossil-derived components to aqueous secondary organic aerosols in China	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-32863-3	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 Tong, Yang Lingxiao, Kawamura Kimitaka, Deshmukh Dhananjay Kumar, Blake Donald R., Huang Qi, Qi Anan, Yang Yumeng, Wang Wenxing	4. 巻 13
2. 論文標題 Investigation of dicarboxylic acids, oxocarboxylic acids, -dicarbonyls, and volatile organic compounds at the Yellow River Delta, northern China during summer: Contributions of anthropogenic hydrocarbons to secondary organic aerosols	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Pollution Research	6. 最初と最後の頁 101552 ~ 101552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apr.2022.101552	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 該当する

1. 著者名 Kawana Kaori, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing, Barrie Leonard A.	4. 巻 127
2. 論文標題 Hygroscopicity and CCN Activity of Water Soluble Extracts From the Arctic Aerosols in Winter to Early Summer	5. 発行年 2022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) 10.1029/2021JD035979	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 該当する

1. 著者名 Alang Ashmeet Kaur, Aggarwal Shankar G., Singh Khem, Soni Daya, Kawamura Kimitaka	4. 巻 80
2. 論文標題 Water-soluble dicarboxylic acids, oxoacids and -dicarbonyls in the tropical aerosols in coastal megacity Mumbai: molecular characteristics and formation processes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Atmospheric Chemistry	6. 最初と最後の頁 137 ~ 155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10874-022-09442-3	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 該当する

1. 著者名 Haque Md. Mozammel, Verma Santosh Kumar, Deshmukh Dhananjay K., Kunwar Bhagawati, Kawamura Kimitaka	4. 巻 311
2. 論文標題 Seasonal characteristics of biogenic secondary organic aerosol tracers in a deciduous broadleaf forest in northern Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 136785 ~ 136785
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2022.136785	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 該当する

1. 著者名 Kunwar Bhagawati, Torii Kazuhiro, Takami Akinori, Kawamura Kimitaka	4. 巻 9
2. 論文標題 Inter-Comparisons of Major Ions and Organic Matter Using Aerodyne Aerosol Mass Spectrometer, Ion Chromatography and Sunset Lab Carbon Analyzer in Aged Aerosols from Okinawa in the Western North Pacific Rim	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Separations	6. 最初と最後の頁 430 ~ 430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/separations9120430	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 Zhou Ruichen, Deng Yange, Kunwar Bhagawati, Chen Qingcai, Chen Jing, Ren Lujie, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing, Mochida Michihiro	4. 巻 127
2. 論文標題 Relationships of the Hygroscopicity of HULIS With Their Degrees of Oxygenation and Sources in the Urban Atmosphere	5. 発行年 2022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) 10.1029/2022JD037163	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 該当する

1. 著者名 Zhang Qiang, Hu Wei, Ren Hong, Yang Jianbo, Deng Junjun, Wang Dawei, Sun Yele, Wang Zifa, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 319
2. 論文標題 Diurnal variations in primary and secondary organic aerosols in an eastern China coastal city: The impact of land-sea breezes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 121016 ~ 121016
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2023.121016	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 該当する

1. 著者名 KAWAMURA Kimitaka	4. 巻 99
2. 論文標題 Geochemical studies of low molecular weight organic acids in the atmosphere: sources, formation pathways, and gas/particle partitioning	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the Japan Academy, Series B	6. 最初と最後の頁 1 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2183/pjab.99.001	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 Vodika Petr, Kawamura Kimitaka, Deshmukh Dhananjay K., Pokorna Petra, Schwarz Jaroslav, Zdimal Vladimir	4. 巻 299
2. 論文標題 Anthropogenic and biogenic tracers in fine aerosol based on seasonal distributions of dicarboxylic acids, sugars and related compounds at a rural background site in Central Europe	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 119619 ~ 119619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2023.119619	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 該当する

1. 著者名 Zhong Shujun, Chen Shuang, Deng Junjun, Fan Yanbing, Zhang Qiang, Xie Qiaorong, Qi Yulin, Hu Wei, Wu Libin, Li Xiaodong, Pavuluri Chandra Mouli, Zhu Jialei, Wang Xin, Liu Di, Pan Xiaole, Sun Yele, Wang Zifa, Xu Yisheng, Tong Haijie, Su Hang, Cheng Yafang, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 23
2. 論文標題 Impact of biogenic secondary organic aerosol (SOA) loading on the molecular composition of wintertime PM <sub>2.5</sub> in urban Tianjin: an insight from Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2061 ~ 2077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-23-2061-2023	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 Boreddy Suresh K.R., Kawamura Kimitaka, Gowda Divyavani, Deshmukh Dhananjay K., Narasimhulu K., Ramagopal K.	4. 巻 874
2. 論文標題 Sulfate-associated liquid water amplifies the formation of oxalic acid at a semi-arid tropical location over peninsular India during winter	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 162365 ~ 162365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2023.162365	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 Kawamura Kimitaka, Kunwar Bhagawati, Deshmukh Dhananjay Kumar, Vodi?ka Petr, Haque Md. Mozammel	4. 巻 14
2. 論文標題 Deposition of Potassium on Chimney Wall from Wood Stove Smoke: Implication for the Influence of Domestic Biomass Burning on Atmospheric Aerosols	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 484 ~ 484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos14030484	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 Uchida Masao, Mantoku Kanako, Kumata Hidetoshi, Kaneyasu Naoki, Handa Daishi, Arakaki Takemitsu, Kobayashi Toshiyuki, Hatakeyama Shiro, Shibata Yasuyuki, Kawamura Kimitaka	4. 巻 538
2. 論文標題 Source apportionment of black carbon aerosols by isotopes ( <sup>14</sup> C and <sup>13</sup> C) and Bayesian modeling from two remote islands in east Asian outflow region	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms	6. 最初と最後の頁 64 ~ 74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nimb.2023.02.002	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 Uchida Masao, Mantoku Kanako, Kobayashi Toshiyuki, Kawamura Kimitaka, Shibata Yasuyuki	4. 巻 536
2. 論文標題 Ultra small mass AMS 14C sample preparation and analyses at NIES-TERRA AMS facility	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms	6. 最初と最後の頁 144 ~ 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nimb.2022.12.028	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 Bikkina Poonam, Bikkina Srinivas, Kawamura Kimitaka	4. 巻 289
2. 論文標題 Role of aerosol liquid water content on the production of dicarboxylic acids in the dust-laden air masses over the Arabian Sea: Implications for heterogeneous chemistry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmospheric Research	6. 最初と最後の頁 106743 ~ 106743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosres.2023.106743	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 該当する

1. 著者名 Bikkina Poonam, Sarma V.V.S.S., Kawamura Kimitaka, Bikkina Srinivas	4. 巻 231
2. 論文標題 Dry-deposition of inorganic and organic nitrogen aerosols to the Arabian Sea: Sources, transport and biogeochemical significance in surface waters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Chemistry	6. 最初と最後の頁 103938 ~ 103938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marchem.2021.103938	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 該当する

1. 著者名 Philippe Massicotte, Kimitaka Kawamura, et al.	4. 巻 13
2. 論文標題 The MALINA oceanographic expedition: how do changes in ice cover, permafrost and UV radiation impact biodiversity and biogeochemical fluxes in the Arctic Ocean?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earth System Science Data	6. 最初と最後の頁 1561 ~ 1592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/essd-13-1561-2021	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 該当する

1. 著者名 Haque Md. Mozammel, Verma Santosh Kumar, Deshmukh Dhananjay K., Kunwar Bhagawati, Miyazaki Yuzo, Kawamura Kimitaka	4. 巻 279
2. 論文標題 Seasonal and temporal variations of ambient aerosols in a deciduous broadleaf forest from northern Japan: Contributions of biomass burning and biological particles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 130540 ~ 130540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2021.130540	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 該当する

1. 著者名 Jianing Liu, Shengzhen Zhou, Zhimin Zhang, Kimitaka Kawamura, Wanyu Zhao, Xuemei Wang, Min Shao, Fan Jiang, Junwen Liu, Xi Sun, Jian Hang, Jun Zhao, Chenglei Pei, Jingpu Zhang, Pingqing Fu	4. 巻 285
2. 論文標題 Characterization of dicarboxylic acids, oxoacids, and $\alpha$ -dicarbonyls in PM2.5 within the urban boundary layer in southern China: Sources and formation pathways	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environ. Pollution	6. 最初と最後の頁 117185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.117185	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 該当する

1. 著者名 Verma Santosh Kumar, Kawamura Kimitaka, Deshmukh Dhananjay Kumar, Haque Md. Mozammel, Pavuluri Chandra Mouli	4. 巻 126
2. 論文標題 Seasonal Characteristics of Biogenic Secondary Organic Aerosols Over Chichijima Island in the Western North Pacific: Impact of Biomass Burning Activity in East Asia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2020JD032987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JD032987	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 該当する

1. 著者名 Md. Mozammel Haque, Kimitaka Kawamura, Dhananjay K. Deshmukh, Bhagawati Kunwar, and Yongwong Kim	4. 巻 126
2. 論文標題 Biomass burning is an important source of organic aerosols in Interior Alaska: An influence on the Arctic atmosphere	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.-Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2021JD034586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JD034586	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 該当する

1. 著者名 Chen Jing, Kawamura Kimitaka, Hu Wei, Liu Cong-Qiang, Zhang Qiang, Fu Pingqing	4. 巻 797
2. 論文標題 Terrestrial lipid biomarkers in marine aerosols over the western North Pacific during 1990-1993 and 2006-2009	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 149115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2021.149115	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 該当する

1. 著者名 Xie Qiaorong, Su Sihui, Chen Jing, Dai Yuqing, Yue Siyao, Su Hang, Tong Haijie, Zhao Wanyu, Ren Lujie, Xu Yisheng, Cao Dong, Li Ying, Sun Yele, Wang Zifa, Liu Cong-Qiang, Kawamura Kimitaka, Jiang Guibin, Cheng Yafang, Fu Pingqing	4. 巻 21
2. 論文標題 Increase of nitrooxy organosulfates in firework-related urban aerosols during Chinese New Year's Eve	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 11453 ~ 11465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-21-11453-2021	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 該当する

1. 著者名 Ren Hong, Hu Wei, Wei Lianfang, Yue Siyao, Zhao Jian, Li Linjie, Wu Libin, Zhao Wanyu, Ren Lujie, Kang Mingjie, Xie Qiaorong, Su Sihui, Pan Xiaole, Wang Zifa, Sun Yele, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 21
2. 論文標題 Measurement report: Vertical distribution of biogenic and anthropogenic secondary organic aerosols in the urban boundary layer over Beijing during late summer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 12949 ~ 12963
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-21-12949-2021	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 該当する

1. 著者名 Zhang Zhimin, Zhao Wanyu, Hu Wei, Deng Junjun, Ren Lujie, Wu Libin, Chen Shuang, Meng Jingjing, Pavuluri Chandra Mouli, Sun Yele, Wang Zifa, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 291
2. 論文標題 Molecular characterization and spatial distribution of dicarboxylic acids and related compounds in fresh snow in China	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 118114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.118114	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 該当する

1. 著者名 Singh Dharmendra Kumar, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing, Kasukabe Hideki, Yanase Ayako, Barrie Leonard A.	4. 巻 5
2. 論文標題 Photochemical Processing of Inorganic and Organic Species in the Canadian High Arctic Aerosols: Impact of Ammonium Cation, Transition Metals, and Dicarboxylic Acids before and after Polar Sunrise at Alert	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 2865 ~ 2877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.1c00242	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 該当する

1. 著者名 Poonam Bikkina, Kimitaka Kawamura, Srinivas Bikkina, Hayato Yamaguchi	4. 巻 126
2. 論文標題 Decadal variations in hydroxy fatty acids over Chichijima Island in the North Pacific: Long-term seasonal variability in plant and microbial markers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research-Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2020JD033347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JD033347	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 該当する

1. 著者名 Petr Vodicka, Kimitaka Kawamura, Jaroslav Schwarz, Vladimir Zdimal	4. 巻 803
2. 論文標題 Seasonal changes in stable carbon isotopic composition in the bulk aerosol and gas phases at a suburban site in Prague	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 149767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2021.149767	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 該当する

1. 著者名 Zhang Donghuan, Ren Hong, Hu Wei, Wu Libin, Ren Lujie, Deng Junjun, Zhang Qiang, Sun Yele, Wang Zifa, Kawamura Kimitaka, Fu Pingqing	4. 巻 294
2. 論文標題 Latitudinal difference in the molecular distributions of lipid compounds in the forest atmosphere in China	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 118578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.118578	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 該当する

1. 著者名 Haque Md. Mozammel, Zhang Yanlin, Bikkina Srinivas, Lee Meehye, Kawamura Kimitaka	4. 巻 22
2. 論文標題 Regional heterogeneities in the emission of airborne primary sugar compounds and biogenic secondary organic aerosols in the East Asian outflow: evidence for coal combustion as a source of levoglucosan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 1373 ~ 1393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-22-1373-2022	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 Kawamura Kimitaka, Kunwar Bhagawati, Kita Kazuyuki, Hayashi Naho, Igarashi Yasuhito	4. 巻 13
2. 論文標題 Relationship of 137Cs with Fungal Spore Tracers in the Ambient Aerosols from Fukushima after the 2011 Nuclear Accident, East Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 413 ~ 413
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos13030413	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 該当する

1. 著者名 Bikkina Poonam, Bikkina Srinivas, Kawamura Kimitaka, Sarma V.V.S.S., Deshmukh Dhananjay K.	4. 巻 827
2. 論文標題 Unraveling the sources of atmospheric organic aerosols over the Arabian Sea: Insights from the stable carbon and nitrogen isotopic composition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 154260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2022.154260	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 該当する

1. 著者名 Bikkina Poonam, Sarma V.V.S.S., Kawamura Kimitaka, Bikkina Srinivas, Kunwar Bhagawati, Sherin C.K.	4. 巻 239
2. 論文標題 Chemical characterization of wintertime aerosols over the Arabian Sea: Impact of marine sources and long-range transport	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 117749 ~ 117749
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2020.117749	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 該当する

1. 著者名 Pokhrel Ambarish, Kawamura Kimitaka, Tachibana Eri, Kunwar Bhagawati, Aoki Kazuma	4. 巻 244
2. 論文標題 Alpine snowpit profiles of polar organic compounds from Mt. Tateyama central Japan: Atmospheric transport of organic pollutants with Asian dust	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 117923 ~ 117923
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2020.117923	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 該当する

1. 著者名 Bikkina Srinivas, Kawamura Kimitaka, Sakamoto Yosuke, Hirokawa Jun	4. 巻 769
2. 論文標題 Low molecular weight dicarboxylic acids, oxocarboxylic acids and -dicarbonyls as ozonolysis products of isoprene: Implication for the gaseous-phase formation of secondary organic aerosols	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 144472 ~ 144472
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2020.144472	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 Ram Kirpa, Thakur Roseline C., Singh Dharmendra Kumar, Kawamura Kimitaka, Shimouchi Akito, Sekine Yoshika, Nishimura Hidekazu, Singh Sunit K., Pavuluri Chandra Mouli, Singh R.S., Tripathi S.N.	4. 巻 773
2. 論文標題 Why airborne transmission hasn't been conclusive in case of COVID-19? An atmospheric science perspective	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 145525 ~ 145525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2021.145525	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 Verma Santosh Kumar, Kawamura Kimitaka, Yang Fei, Fu Pingqing, Kanaya Yugo, Wang Zifa	4. 巻 21
2. 論文標題 Measurement report: Diurnal and temporal variations of sugar compounds in suburban aerosols from the northern vicinity of Beijing, China - an influence of biogenic and anthropogenic sources	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 4959 ~ 4978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-21-4959-2021	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 該当する

1. 著者名 Tomoki Mochizuki, Kimitaka Kawamura, Yuzo Miyazaki, Bhagawati Kunwar, Suresh K.R. Boreddy	4. 巻 19
2. 論文標題 Distributions and sources of low-molecular-weight monocarboxylic acids in gas and particles from a deciduous broadleaf forest in northern Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmos. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 2421-2432
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 該当する

1. 著者名 Petr Vodicka, Kimitaka Kawamura, Jaroslav Schwarz, Bhagawati Kunwar, Vladimir Zdimar	4. 巻 19
2. 論文標題 Seasonal study of stable carbon and nitrogen isotopic composition in fine aerosols at a Central European rural background station	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmos. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 3463-3479
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 該当する

1. 著者名 Poonam Bikkina, Kimitaka Kawamura, Srinivas Bikkina, Kiichiro Tanaka and Keisuke Suzuki	4. 巻 3
2. 論文標題 Hydroxy fatty acids in remote marine aerosols over the Pacific Ocean: Impact of biological activity and wind speed	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 366-379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.8b00161	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 W. Zhao, Z. Wang, S. Li, L. Li, L. Wei, Q. Xie, S. Yue, T. Li, Y. Liang, Y. Sun, Z. Wang, X. Li, K. Kawamura, T. Wang and P. Fu	4. 巻 697
2. 論文標題 Water-soluble low molecular weight organics in cloud water at Mt. Tai Mo Shan, Hong Kong	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science of the Total Environment	6. 最初と最後の頁 134095
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2019.134095	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 該当する

1. 著者名 Srinivas Bikkina, Md Mozammel Haque, Manmohan Sarin, Kimitaka Kawamura	4. 巻 3
2. 論文標題 Tracing the relative significance of primary versus secondary organic aerosols from biomass burning plumes over a Coastal Ocean using anhydrosugars and stable carbon isotopes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 1471-1484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.9b00140	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 0件)

1. 発表者名 小野 詩織, 大塚 北斗, 大畑 祥, Dhananjay K. Deshmukh, Bhagawati Kunwar, 藤谷 雄二, 井原 雅代, 西田 千春, 吉野 彩子, 高見 昭憲, 河村 公隆, 小池 真, 持田 陸宏
2. 発表標題 福江島と名古屋の大気エアロゾルの化学組成と活性酸素産生能力
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 持田陸宏, 大畑祥, 横山容子, 五十嵐元美, Dhananjay K. Deshmukh, Bhagawati Kunwar, 河村公隆, Sonia Afsana, Clare Palton-Walsh
2. 発表標題 COALA-2020におけるオーストラリア森林火災時の大気エアロゾルの化学分析
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 Michihiro Mochida, Sho Ohata, Yoko Yokoyama, Motomi Igarashi, Dhananjay K. Deshmukh, Bhagawati Kunwar, Kimitaka Kawamura, Sonia Afsana, Quang Dang, and Clare Palton-Walsh
2. 発表標題 Atmospheric organic aerosol from terrestrial ecosystems: a field study in Australia and a plan to develop a field station in Hokkaido
3. 学会等名 iLEAPS-Japan 研究集会 2021
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Kimitaka Kawamura, Bhagawati Kunwar, Kazuyuki Kita, Yasuhito Igarashi
2. 発表標題 Relationship of fungal spore organic tracer and <sup>137</sup> Cs in ambient aerosols from Fukushima: Nighttime emission of radioactive Cs by fungi
3. 学会等名 European Geophysical Union 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Srinivas Bikkina, Md. Mozammel Haque, Manmohan Sarin, Kimitaka Kawamura
2. 発表標題 Tracing the relative significance of primary versus secondary organic aerosols in biomass burning plumes over a Coastal Ocean based on stable carbon isotopes and anhydrosugars
3. 学会等名 European Geophysical Union 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimitaka Kawamura
2. 発表標題 Molecular Distributions of Water-soluble Organic Acids in Aerosols, Rain, Snow and Ice: Implications for Atmospheric Environment and Climate Science
3. 学会等名 TROPOS
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimitaka Kawamura, Bhagawati Kunwar, Kazuyuki Kita, Yasuhito Igarashi
2. 発表標題 Fungal spores as emission sources of <sup>137</sup> Cs in ambient aerosols from Fukushima
3. 学会等名 International Workshop on Surface-Earth System Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村 公隆, B. Kunwar, D. K. Deshmukh, Petr Vodicka
2. 発表標題 薪ストーブ煙突におけるカリウムの選択的除去: バイオマス燃焼トレーサー (Kとレボグルコサン)の再考
3. 学会等名 日本地球化学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村公隆、Kunwar B、北和之、五十嵐康人
2. 発表標題 大気エアロゾル中の菌類胞子有機物トレーサーと137Csの関係：福島県で採取した昼夜試料の解析結果
3. 学会等名 日本地球化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河村公隆、Kunwar B.、北和之、五十嵐康人
2. 発表標題 福島県における大気エアロゾル中の菌類有機物トレーサーと137Csの関係：菌類胞子による土壌から大気への放出
3. 学会等名 第12回大気バイオエアロゾルシンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

河村公隆のホームページ [Kimitaka Kawamura] <a href="http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/kawamura/homepage.htm">http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/kawamura/homepage.htm</a> Kimitaka Kawamura <a href="http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/kawamuraTop-e.htm">http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/kawamuraTop-e.htm</a> 河村公隆研究室 <a href="http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/index.html">http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/index.html</a> Kawamura's Laboratory <a href="http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/index-e.htm">http://www.isc.chubu.ac.jp/kawamura/index-e.htm</a>
--

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