

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03385

研究課題名(和文) 森林バイオエアロゾルを標的とした高高度大気観測：風送拡散とその気候影響の評価

研究課題名(英文) Bioaerosols transported from forest area and their impacts on climate changes

研究代表者

牧 輝弥 (Maki, Teruya)

近畿大学・理工学部・教授

研究者番号：70345601

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：氷雲の形成に必須の「氷晶核(氷核活性を持つ粒子)」は実大気において特定できず、長年、大気微生物(バイオエアロゾル)が候補になってきた。しかし、雲を形成する高度で氷核を作る微生物は検出されていない。本研究では、多様な微生物が多く浮遊する森林において、空中微生物の特性を調べる大気観測調査を実施した。その結果、森林内の大気には真菌(キノコやカビ)が優占し、特に、キノコ胞子は、夏から秋にかけて森林内で増え、森林上空(高度500m)からも検出された。さらに、上空の粒子から分離培養した微生物株約100株の内、2株で強い氷核活性が認められたため、微生物が上空の氷核形成に関わっている可能性が高まった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

雲形成過程の理解は、気象学、エアロゾル学や気候学において、化学的・物理学的に理解されており、氷晶核としては無機物(無生物)粒子が主な研究対象であった。その中、本研究では、微生物学と気象学の専門家が共同観測を進め、雲形成高度で氷核微生物の培養に成功し、微生物の雲形成への関与を強く示唆した。本成果は、大気研究に生物学的側面を切り拓き、国内外の学会での招待講演(>1回/年)や学術誌(>20報/3年)に発表され、学術書「大気微生物の世界」にまとめられた。また、基礎研究も含みながらも、気候変動予測や環境政策立案等にも貢献できる成果は、メディア(日本経済新聞、NHK)等で社会へ情報発信されている。

研究成果の概要(英文)：Airborne microorganisms transported from forest areas can influence the cloud forming initiation by ice nuclei. However, the vertical transportation of airborne microorganisms over forest areas is not well understood. We collected aerosols at the forest atmosphere to analyze the airborne microbial communities. High-throughput DNA sequencing revealed that the airborne microorganisms were composed of terrestrial and phyllospheric species. The above canopy is dominated by atmospheric-stress resistant bacteria from the phyla Actinobacteria and Firmicutes. Unlike bacteria, the fungal members of mushroom and mold types showed seasonal changes. Some microbial isolates collected at high altitudes indicated high ice nucleation. Therefore, the transports of ice-nucleating microorganisms at high altitudes over forest were demonstrated.

研究分野：微生物生態学，大気微生物学，バイオエアロゾル学

キーワード：バイオエアロゾル 気候変動 きのこと 真菌 雲形成 氷核活性微生物 森林 局所的豪雨

1. 研究開始当初の背景

大気放射や降雨量を変化させ気候影響をおよぼす氷雲（零下で形成される雲）は、気温-10度以下で「氷晶核(氷核活性をもつ粒子)」の周りに水滴が集まり、形成される(図1)。しかし、無機粒子など多くの大気粒子の氷核活性は弱く(-15度以下)、実大気で氷晶核となる粒子の特定には至っていない。その為、氷晶核の粒子密度は気候変動を予測する上で不確定因子となっている。そこで、近年、分析技術(有機分析、遺伝子解析等)の発達とともに検出されるようになった「大気浮遊微生物(バイオエアロゾル)」の氷晶核機能に注目が集まっている(Pratt et al., Nature Geosci. 2009)。申請者らも、ヘリコプターを使って高度数千mで採取した大気粒子から微生物(*Pseudomonas* など)を分離し、強い氷核活性(-2~-10度)を確認した。同様の分離株での検証例は他にもあり(Morris et al., ISME J. 2008)、微生物が氷雲形成に影響する可能性は極めて高い。さらに、申請者らは、森林地帯で地上大気観測を2年間実施したところ、上空で検出された氷核活性微生物の同種が、乾燥地や都市部に比べ、森林地帯で頻りに増えることが分かり、発生源は森林であると推察した。そこで、森林での地上観測に、高高度大気観測を併用し調査を拡充すれば、「氷核活性微生物の主要な発生源は森林地帯か?」という問に答えることができ、発生源の直接的な実証のみならず、大気中に放出される氷核活性微生物の粒子密度を見積り、気候変動予測のための新規因子の発見に繋がる。

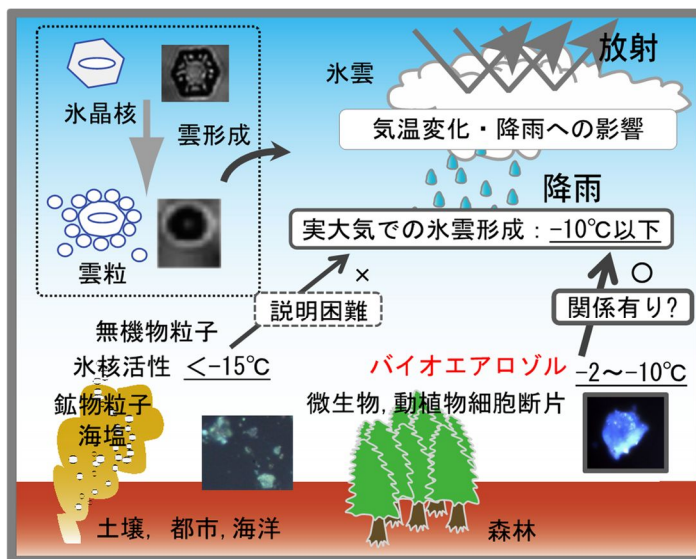


図1 バイオエアロゾルを氷晶核とした雲形成過程

2. 研究の目的

本申請研究では、森林地帯の大気観測サイトでの地上大気観測に、高度約500mに浮遊する大気粒子試料を捕集する高高度観測を併用し、試料に含まれる微生物群集の鉛直分布を遺伝子レベルで明らかにする。微生物分離株を使った室内実験(液滴凍結法、氷核計測定)によって、氷核活性の微生物種を特定し、その遺伝子識別法を使って、氷核活性細菌の森林からの放出量を測定調査することで、微生物による氷雲形成過程への関与を定量的に議論する。

3. 研究の方法

森林バイオエアロゾルの捕集調査: 夏季(2018年6月下旬, 2019年6月上旬)および秋季(2018年10月下旬, 2019年11月上旬)、冬季(2020年1月上旬)に、筑波実験植物園の森林観測サイトにおいて、“地表面”および“建物屋上”、“ヘリコプター(つくば航空)”を利用し、それぞれ林床(高度1m)、および樹冠直上(高度20m)、上空(高度500m)を浮遊する大気粒子を捕集する大気観測を行った。また、2016年から2018年までの春夏秋冬に、福島県浪江小学校の“森林林床”と“森林外のグラウンド”の地表面において大気粒子を採取する観測も実施した。大気粒子は、孔径0.22μmのポリカーボネート製フィルター(Whatman ニュークリアポトラックエッチメンブレン, 直径47mm)上にエアポンプを使って吸引捕集した(Maki et al., JGR 2019)。大気粒子を捕集した後、実験に使用するまでフィルターを-80度で保存した。また、ヘリコプター、地上建物に装備された観測機器によって、粒子の垂直混合の指標となる環境データ(粒子密度、地表面水分、温湿度、風速等)を計測した。

蛍光染色法を使った大気粒子の観察と計数: フィルターホルダーの吸引口から1%ホルムアルデヒド溶液を注ぎ、一時間静置することでフィルター上の大気粒子試料を固定し、DAPI(4',6-diamidino-2-phenylindole)染色液を加え30分間、粒子に含まれる核酸粒子(DNA)を染色した。染色液を吸引除去した後、フィルターをフィルターホルダーからスライドガラス上に移し、プレパラートを準備した。蛍光顕微鏡観察によってフィルター上の粒子を計数し、大気中の粒子濃度を求めた。

培養を経ない微生物ゲノム解析(メタゲノム解析): 大気粒子試料から直接抽出したゲノムDNAに含まれるr(リボソーム)RNA遺伝子とITS(Internal Transcribed Spacer)領域(細菌・カビ

に普遍的に存在し種の指標となる)の遺伝子情報を、超並列シーケンサー(MiSeq)によって解読した(Maki et al., Sci. Total Environ., 2021)。遺伝子情報を群集構造解析ソフト(QiimeII)によって系統分類学的に解析し、環境データと比較することで、微生物群集の鉛直分布および時系列変化を解析し、「森林から放出(鉛直混合)される微生物群」について検証した。

微生物の集積培養：大気粒子試料中の微生物を、寒天平板法および希釈培養法(液体培地)を用いて分離培養した。環境ゲノムから判った種組成情報をもとに、低栄養培地、大豆抽出液培地、ポテト抽出液培地、タケノコ抽出液培地を使用し、分離株のストックを増やした。分離株から抽出したゲノム DNA に含まれる rRNA 遺伝子と ITS 領域を解読し、系統分類学的に種を同定した。

分離株の氷核活性の評価：小滴凍結法を用いて氷核活性を評価した。小滴凍結法では、分離株の細胞懸濁液を水滴化し、凝固点が高い水滴が多いほど氷核活性が高いとする。氷核活性が高い分離株については、培養細胞を大気粒子化し、氷核活性計によって気中での氷核活性(-5度~0度で氷粒化)を確認した。同時に、雲生成チェンバーを用いて、強い活性の分離株を、実大気に近い気象条件下(現場に近い断熱膨張過程)で大気粒子化し、雲形成過程を確かめた。

4. 研究成果

筑波実験植物園の大気粒子を使ったメタゲノム解析：

筑波実験植物園で採取した大気粒子を、蛍光顕微鏡で観察した結果、1 μm ~3 μm の青い“球状粒子”と球体から糸が2本上下に生えた長さは10 μm くらいの“糸状体”が、高高度、林床、樹冠の3つの試料から共通して見られた(図2)。砂漠や都市部では5 μm 以下のサイズの粒子が主なため、森林上空を浮遊する“糸状体”は相対的に大きいと言える。“球状粒子”は細菌細胞あるいは真菌孢子であり、“糸状体”は、真菌の糸状細胞の一部あるいは真菌の孢子から発芽した“菌糸”が舞い上がったと推察できる。これら真菌と細菌の粒子を計数し、その粒子密度を計算したところ、森林上空には10⁵粒子/m³のオーダーで真菌と細菌が浮遊しており、その粒子密度はともに、林床・樹冠に比べ、1/10程度に低下した。森林内の林床から樹冠にかけて、気中を浮遊する微生物密度は一定であるのに対し、上空では密度が希薄になるとみなせる。

次に、大気粒子試料に含まれるDNAから真菌と細菌の分類指標となる核酸塩基配列を解読して、その群集構造を解析したところ、両者ともに林床と樹冠では多様性(種数)は一定であったのに対し、上空では多様性が顕著に減少した(図3)。主成分分析(Bray-Curtis解析)では、細菌は上空の試料は、林床と樹冠に比べ、グラフ上で離れてプロットされ、上空を浮遊する細菌群は林床と樹冠で異なると言えた。森林内を漂う細菌群は多様であるが、その内、乾燥や紫外線などの環境ストレスに耐性のある特定の細菌

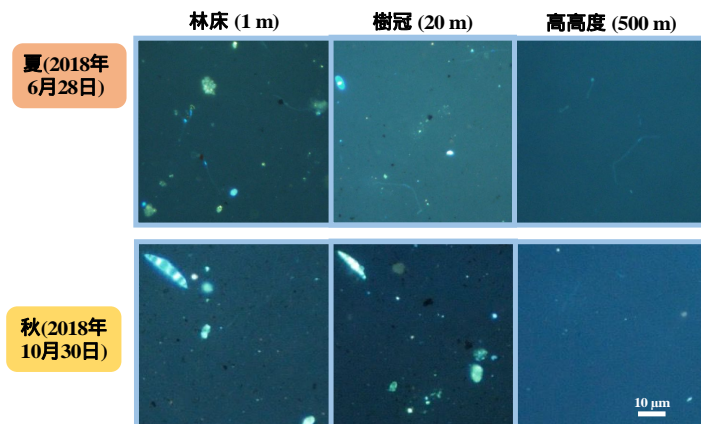


図2 筑波実験植物園の森林地帯においてバイオエアロゾルを採取し、DAPI染色した後に落射型蛍光顕微鏡で観察した写真

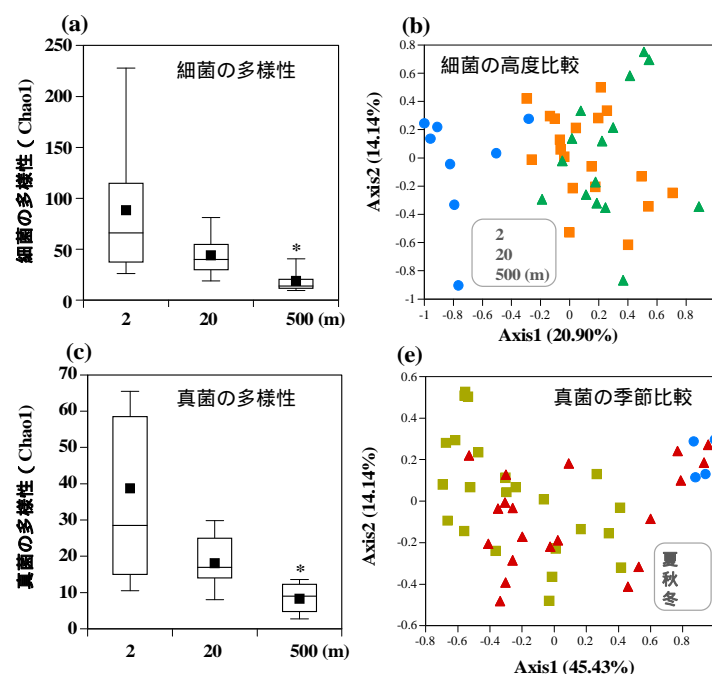


図3 真菌と細菌の多様性(a, c)とBray-Curtis解析(b, d)

群 (Firmicutes 門や Actinobacteria 門) が高高度で生残すると推察できる。一方、真菌群集は、地上と上空の試料が主成分分析のグラフ上で混在し、冬の試料が夏と秋と比較的離れた位置にプロットされた。真菌群集は、子のう菌門 (Agaricomycetes) と担子菌門 (Basidiomycota) の配列から主に構成され、森林から上空にかけて担子菌の割合が多くなる傾向にあった (図4)。Agaricomycetes 綱には、ハラタケ目 (Agaricales 目) とタマチョレイタケ目 (Polyporales 目) の種が優占した。一般的に、ハラタケ目にはマッシュルームのような傘を形成するタイプ (ハラタケ型) が占める一方、タマチョレイタケ目にはサルノコシカケのように樹木に半円の突起を形成するタイプ (サルノコシカケ型) が多く含まれる。上空では、タマチョレイタケ目の配列が増えたことから、樹木の上の方に形成されたサルノコシカケ型のキノコから孢子が放出され、上空まで巻き上がりやすい可能性がある。従って、キノコの細胞 (孢子あるいは菌糸) は、森林内から上空にかけて浮遊していることになる。一方、子実体を形成しない真菌は、キノコと区別してカビに分類される。カビが多く属す Dothideomycetes 綱の配列は、夏秋に比べると冬の上空の試料に割合が多くなった。キノコの繁茂が少なく、落葉した樹冠から上に林床の空気が往来しやすい冬は、地表面や樹皮のカビが気中へと舞いやすいと推測できる。特に、環境中に普遍的に生息している *Cladosporium* 属のカビは、森林内外で優占しやすく、遠方にまで飛散していると推測される。

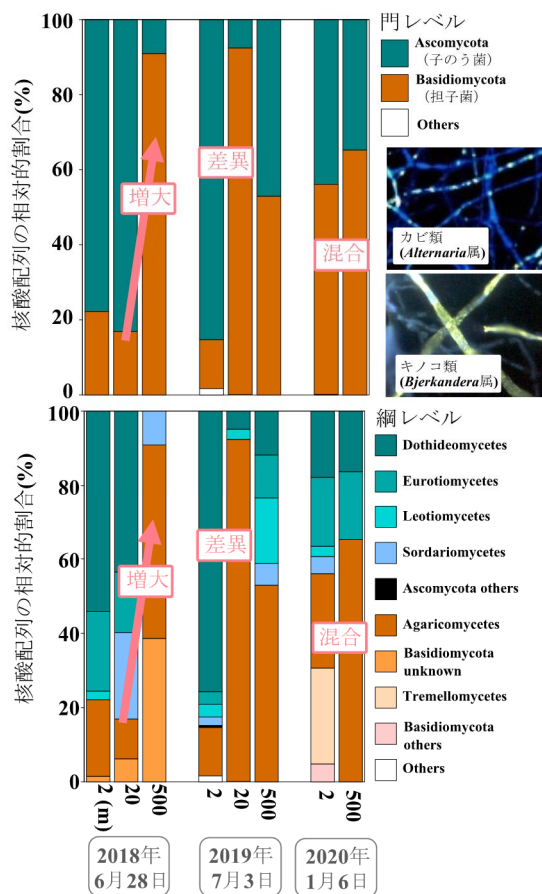


図4 筑波実験植物園の上空に浮遊する真菌類の群集構造の垂直分布

福島県浪江の大気粒子を使ったメタゲノム解析：

福島県浪江の森林観測サイトで採取した大気試料を蛍光顕微鏡で観察すると、筑波実験植物園に比べ、細菌粒子は少なく、真菌の孢子が顕著に確認された (Igarashi et al., Sci. Rep. 2019)。そこで、大気試料に含まれるゲノム DNA を使って、真菌の群集構造を重点的に解析したところ、筑波実験植物園と同様に、子のう菌門 (Agaricomycetes) と担子菌門 (Basidiomycota) の両門の配列が優占し、数十種以上の種で構成された (図5)。さらに、森林内の大気試料に含まれる担子菌門の割合は、春から秋にかけて30%から70%に増え、冬には30%にまで減少した。特に、担子菌門の Agaricomycetes 綱の割合が、春から秋にかけて2倍以上に増えた。Agaricomycetes 綱にはキノコ類の種が多く属しており、夏と秋に繁殖しやすいキノコが大気中に孢子を放出し、春から秋にかけて森林内を浮遊するバイオエアロゾルとなると考えられる。一方、森林外のグラウンドで採取した大気試料では、Agaricomycetes 綱の配列は30%から50%程度で四季を通じて推移し、季節変化は見られなかった。よって、森林内のキノコ類の孢子は、森林外まで放出されにくいのかもかもしれない。一方、グラウンドでは、四季を通じて、*Cladosporium* 属などのカビを多く含む Dothideomycetes 綱の割合は、森林内外ともに秋から春にかけて増える傾向にあり、キノコの繁殖低下に伴って、大気中に増えるともみせる。

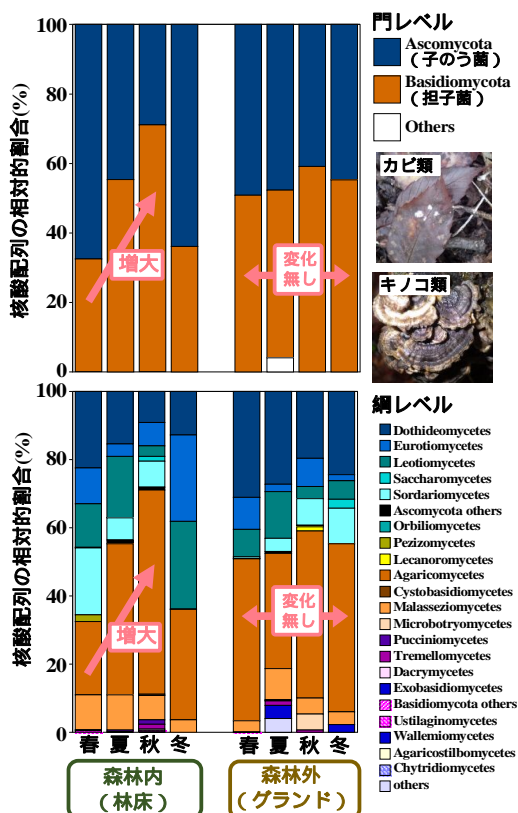


図5 福島県浪江の森林に浮遊する真菌類の群集構造の季節変化

分離株の氷核活性の評価：

メタゲノム解析では、検出された菌種の生死は判断できない上に、生理機能は近縁種から推測するしかない。特に、氷核活性種と同種であっても活性が無い場合もあるため、培養株を使った氷核活性の検証が必須となる。そこで、筑波実験植物園の大気粒子試料から計 100 株以上の微生物株を分離し、分類指標遺伝子を用いた系統分類学的に解析すると、約 20 種の真菌と細菌に分類された(牧ら, 大気化学研究 2020)。いずれも、腐食土壌あるいは葉上に生息する種 (Vorholt, Nature Rev. Microbiol. 2012)と近縁になったため、微生物の発生源は森林内であると推察できる。さらに、これら分離株の氷核活性を、小滴凍結実験によって確認すると、大部分の株では、-12 度程度から凍りはじめるものが大部分だったが、100 株

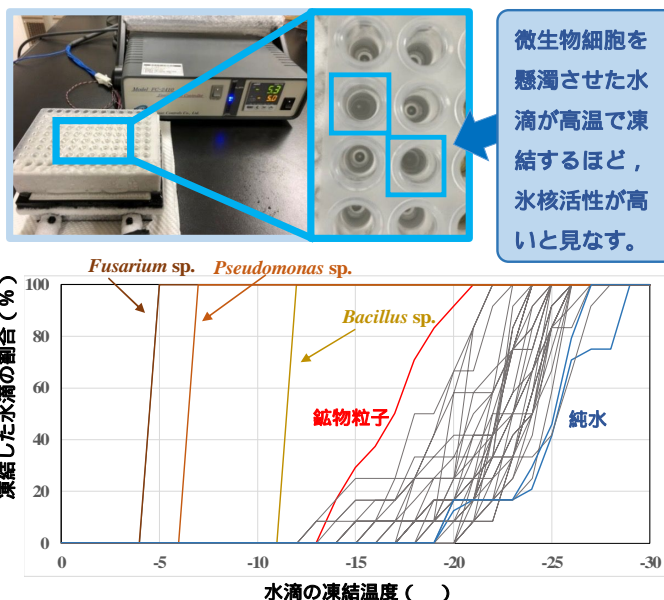


図6 筑波実験植物園のエアロゾルから分離培養した微生物株の液滴凍結実験

中 2 株 (*Fusarium* 属と *Pseudomonas* 属) で -5 度から水滴が凍結し、比較的強い氷核活性が認められた(図6)。雲チェンバーと氷晶計を使った擬似大気での検証では、エアロゾル化した数株の微生物細胞で氷核活性が認められ、大気中でも氷核として働くと見なせる。また、今回分離された *Fusarium* 属の株は、上空 500m の大気粒子試料から分離されており、強い氷核活性を持つ微生物の上空での浮遊を示唆している。ちなみに、氷核活性の高い微生物の多くは、植物細胞を氷で破壊し、植物体内に入り込み、病害枯死を引き起こす感染菌である。感染菌は、枯死した植物から気中へと放出され、上空で雲を形成し、再び降雪降雨とともに地上に戻り、新しい植物体へと生息域を拡げているように思える。微生物にとって、雲も生態系の一つなのかもしれない。

まとめ：

森林に生息するキノコやカビが、孢子や糸状細胞で大気中を浮遊し、森林由来の主要なバイオエアロゾルになることが、国内外の観測調査によって実証されるようになってきた。本研究でも、1) 森林環境から高度 500m までの大気中を微生物が浮遊している、2) 森林大気を浮遊する真菌では、春から夏にかけてキノコ類が優占し、秋から冬にかけカビ類が増えるのに対し、細菌群は四季を通じて特定の環境ストレス耐性細菌が優占する、3) 真菌と細菌の一部は強い氷核活性を持ち、高度 500m の大気中にも浮遊している、ということが判り、バイオエアロゾルが氷核として雲の形成を促している可能性は一段と高まった(図7)(牧, 大気微生物の世界, 築地書館 2022)。ただし、環境微生物の大部分は(全体の 99%以上)は、培養できないため、実大気では、未培養の微生物群が、氷晶核としてはたらいっている可能性もある。氷核活性細菌の代表格である *P. syringae* では、分子生物学的解析が進み、水の結晶化を促すタンパク質が分離精製され、そのタンパク質の構造もその合成遺伝子もデータベースとして公開されている (Roeters et al., Nat. Commun. 2021)。今後は、実大気に浮遊する微生物の氷核活性機能そのものを、タンパク質あるいは遺伝子配列を使って解析できれば、バイオエアロゾルによる氷核形成の理解がより深まるであろう。

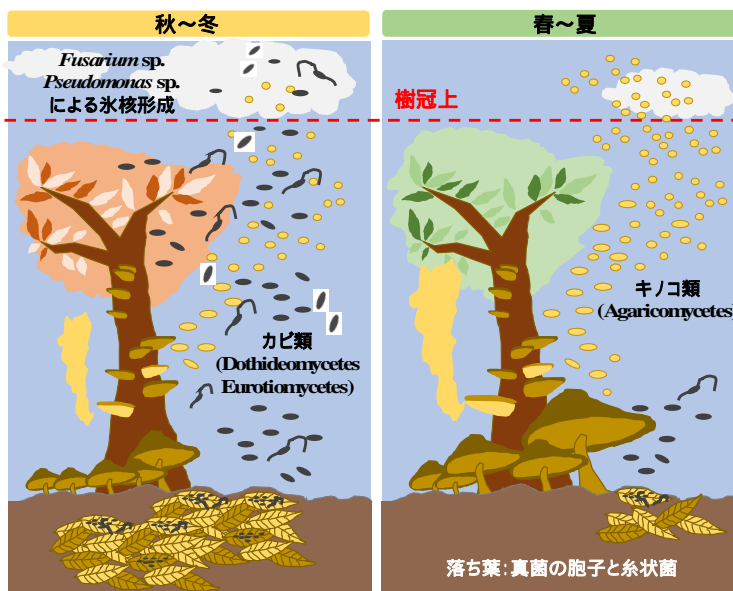


図7 森林から浮遊するバイオエアロゾル

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計42件（うち査読付論文 34件 / うち国際共著 16件 / うちオープンアクセス 26件）

1. 著者名 Dong Xiaofei, Chen Bin, Maki Teruya, Shi Guangyu, Duan Minzheng, Khalid Bushra	4. 巻 10
2. 論文標題 Characteristic Changes of Bioaerosols in Beijing and Tsogt-Ovoo During Dust Events	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Environmental 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) 10.3389/fenvs.2022.795489	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 Watanabe Koichi, Satoh Hirohito, Maki Teruya	4. 巻 -
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 -
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 Maki Teruya, Lee Kevin C., Pointing Stephen B., Watanabe Koichi, Aoki Kazuma, Archer Stephen D.J., Lacap-Bugler Donnabella C., Ishikawa Akira	4. 巻 791
2. 論文標題 Desert and anthropogenic mixing dust deposition influences microbial communities in surface waters of the western Pacific Ocean	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 148026 ~ 148026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2021.148026	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 Qi Jing, Huang Zhongwei, Maki Teruya, Kang Shichang, Guo Junming, Liu Keshao, Liu Yongqin	4. 巻 247
2. 論文標題 Airborne bacterial communities over the Tibetan and Mongolian Plateaus: variations and their possible sources	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Research	6. 最初と最後の頁 105215 ~ 105215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosres.2020.105215	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 牧 輝弥, 北 和之, 保坂健太郎, 三星かおり, 五十嵐康人	4. 巻 43
2. 論文標題 トピックス: 「陸域生態系と大気化学」 森林大気のパイオエアロゾル	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大気化学研究	6. 最初と最後の頁 1~7
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 牧輝弥, 小林史尚, 岩坂泰信	4. 巻 35
2. 論文標題 長距離輸送される黄砂バイオエアロゾルの特性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 20~26
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 牧輝弥	4. 巻 -
2. 論文標題 トピックス能登上空 3000mで採取した納豆菌で作った『そらなっとう』	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BIO九州	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) なし	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 渡辺 幸一, 山崎 暢浩	4. 巻 19
2. 論文標題 能登半島珠洲市における大気中の二酸化硫黄および硫酸塩粒子濃度の測定: 越境汚染と桜島噴煙の影響について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 エコテクノロジー研究	6. 最初と最後の頁 17~24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11190/jer.19.17	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 Davoodian, N., K. Hosaka, O. Raspe, O. A. Asher, A. R. Franck, A. De Kesel, T. P. Delaney, J. F. Ammirati, E. Nagasawa, B. Buyck, R. E. Halling	4. 巻 434
2. 論文標題 Diversity of Gyroporus (Gyroporaceae, Boletales): rpb2 phylogeny and three new species	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phytotaxa	6. 最初と最後の頁 208 ~ 218
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 Shirouzu Takashi, Matsuoka Shunsuke, Doi Hideyuki, Nagata Nobuaki, Ushio Masayuki, Hosaka Kentaro	4. 巻 10
2. 論文標題 Complementary molecular methods reveal comprehensive phylogenetic diversity integrating inconspicuous lineages of early-diverged wood-decaying mushrooms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59620-0	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 -

1. 著者名 折原貴道、保坂健太郎、山本航平、大前宗之、畠山颯太、糟谷大河	4. 巻 3
2. 論文標題 環境省レッドリスト掲載地下生菌 (スナタマゴタケ、ハハシマアコウショウロ、シンジュタケ) の再探索と分布の現状について.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Truffology	6. 最初と最後の頁 17 ~ 27
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 糟谷大河、埴祥太、保坂健太郎	4. 巻 3
2. 論文標題 茨城県の海岸砂丘において採集されたGastrosporium属 (スッポンタケ目) の一新種	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Truffology	6. 最初と最後の頁 9 ~ 16
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 保坂健太郎、細矢剛、服部力、安藤洋子、谷口雅仁、種山裕一、糟谷大河、工藤伸一、田中和明、佐野輝男	4. 巻 2
2. 論文標題 2019年度日本菌学会菌類観察会目録	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本菌学会ニュースレター	6. 最初と最後の頁 8~12
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 KASUYA TAIGA, HOSAKA KENTARO, KAKISHIMA MAKOTO	4. 巻 460
2. 論文標題 Gymnosporangium raphiolepidis comb. nov.(Pucciniales) for Aecidium raphiolepidis inferred from phylogenetic evidence.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phytotaxa	6. 最初と最後の頁 110~114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11646/phytotaxa.460.1.7	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 Shirouzu Takashi, Matsuoka Shunsuke, Doi Hideyuki, Nagata Nobuaki, Ushio Masayuki, Hosaka Kentaro	4. 巻 10
2. 論文標題 Complementary molecular methods reveal comprehensive phylogenetic diversity integrating inconspicuous lineages of early-diverged wood-decaying mushrooms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59620-0	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 -

1. 著者名 Yoshida Atsushi, Moteki Nobuhiro, Ohata Sho, Mori Tatsuhiro, Koike Makoto, Kondo Yutaka, Matsui Hitoshi, Oshima Naga, Takami Akinori, Kita Kazuyuki	4. 巻 125
2. 論文標題 Abundances and Microphysical Properties of Light Absorbing Iron Oxide and Black Carbon Aerosols Over East Asia and the Arctic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2019JD032301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JD032301	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 Kita Kazuyuki, Igarashi Yasuhito, Kinase Takeshi, Hayashi Naho, Ishizuka Masahide, Adachi Kouji, Koitabashi Motoo, Sekiyama Tsuyoshi Thomas, Onda Yuichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Rain-induced bioecological resuspension of radiocaesium in a polluted forest in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-72029-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 Igarashi Yasuhito, Kita Kazuyuki, Kinase Takashi, Hayashi Naho, Ishizuka Masahide, Adachi Kouji, Koitabashi Motoo, Onda Yuichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Rain-enhanced/induced bioecological resuspension of radiocaesium in a polluted forest in Fukushima	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In EGU General Assembly Conference Abstracts	6. 最初と最後の頁 22136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/egusphere-egu2020-22136	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 Kajino Mizuo, Watanabe Akira, Igarashi Yasuhito, Zaizen Yuji, Kinase Takeshi, Ishizuka Masahide, Kita Kazuyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Re-assessment of airborne radiocesium re-suspended from contaminated ground surface after the Fukushima Nuclear Accident	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In EGU General Assembly Conference Abstracts	6. 最初と最後の頁 19840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/egusphere-egu2020-19840	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 Shao Yaping, Zhang Jie, Ishizuka Masahide, Mikami Masao, Leys John, Huang Ning	4. 巻 20
2. 論文標題 Dependency of particle size distribution at dust emission on friction velocity and atmospheric boundary-layer stability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 12939~12953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-20-12939-2020	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 TSUDA Morimasa, ISHIZUKA Masahide	4. 巻 76
2. 論文標題 FLEXIBLE RESERVOIR FLOOD CONTROL USING A REVERSE ROUTING METHOD WITH A KINEMATIC WAVE EQUATION	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)	6. 最初と最後の頁 I_847 ~ I_852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.76.2_I_847	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 OKAZAKI Yuriko, OKAZAKI Shinichiro, KAJITANI Yoshio, ISHIZUKA Masahide	4. 巻 76
2. 論文標題 REGRESSION OF IMBALANCED RIVER DISCHARGE DATA USING RESAMPLING TECHNIQUE	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)	6. 最初と最後の頁 I_133 ~ I_138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.76.2_I_133	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 保坂健太郎	4. 巻 51
2. 論文標題 自然教育園の担子菌類相	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自然教育園報告	6. 最初と最後の頁 235 ~ 242
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 Santi-Temkiv Tina, Sikoparija Branko, Maki Teruya, Carotenuto Federico, Amato Pierre, Yao Maosheng, Morris Cindy E., Schnell Russ, Jaenicke Ruprecht, Pohlker Christopher, DeMott Paul J., Hill Thomas C. J., Huffman J. Alex	4. 巻 54
2. 論文標題 Bioaerosol field measurements: Challenges and perspectives in outdoor studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Aerosol Science and Technology	6. 最初と最後の頁 520 ~ 546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02786826.2019.1676395	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 Iwata Ayumi, Imura Mayu, Hama Moeka, Maki Teruya, Tsuchiya Nozomu, Kunihisa Ryota, Matsuki Atsushi	4. 巻 10
2. 論文標題 Release of Highly Active Ice Nucleating Biological Particles Associated with Rain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 605 ~ 605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos10100605	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 Maki Teruya, Bin Chen, Kai Kenji, Kawai Kei, Fujita Kazuyuki, Ohara Kazuma, Kobayashi Fumihisa, Davaanyam Enkhbaatar, Noda Jun, Minamoto Yuki, Shi Guangyu, Hasegawa Hiroshi, Iwasaka Yasunobu	4. 巻 214
2. 論文標題 Vertical distributions of airborne microorganisms over Asian dust source region of Taklimakan and Gobi Desert	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 116848 ~ 116848
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2019.116848	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 Maki Teruya, Lee Kevin C., Kawai Kei, Onishi Kazunari, Hong Chun Sang, Kurosaki Yasunori, Shinoda Masato, Kai Kenji, Iwasaka Yasunobu, Archer Stephen D. J., Lacap Bugler Donnabella C., Hasegawa Hiroshi, Pointing Stephen B.	4. 巻 124
2. 論文標題 Aeolian Dispersal of Bacteria Associated With Desert Dust and Anthropogenic Particles Over Continental and Oceanic Surfaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 5579 ~ 5588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JD029597	査読の有無 無
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 Archer Stephen D. J., Lee Kevin C., Caruso Tancredi, Maki Teruya, Lee Charles K., Cary S. Craig, Cowan Don A., Maestre Fernando T., Pointing Stephen B.	4. 巻 4
2. 論文標題 Airborne microbial transport limitation to isolated Antarctic soil habitats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Microbiology	6. 最初と最後の頁 925 ~ 932
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41564-019-0370-4	査読の有無 無
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 Igarashi Yasuhito, Kita Kazuyuki, Maki Teruya, Kinase Takeshi, Hayashi Naho, Hosaka Kentaro, Adachi Kouji, Kajino Mizuo, Ishizuka Masahide, Sekiyama Tsuyoshi Thomas, Zaizen Yuji, Takenaka Chisato, Ninomiya Kazuhiko, Okochi Hiroshi, Sorimachi Atsuyuki	4. 巻 9
2. 論文標題 Fungal spore involvement in the resuspension of radiocaesium in summer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-37698-x	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 牧輝弥、市瀬孝道	4. 巻 29
2. 論文標題 東アジアを越境輸送されるバイオエアロゾル: 韓国龍仁と日本米子における大気浮遊細菌群の比較	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 クリーンテクノロジー	6. 最初と最後の頁 8~12
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 牧輝弥	4. 巻 35
2. 論文標題 空飛ぶ納豆菌 ~ バイオエアロゾル学 ~	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 e教育サロン機関誌「チョウゲンボウ」	6. 最初と最後の頁 7~10
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 苗村 晶彦、奥田 知明、渡辺 幸一、福岡 義隆	4. 巻 56
2. 論文標題 広島県極楽寺山周辺におけるオゾン濃度の季節変動と渓流水質	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本生気象学会雑誌	6. 最初と最後の頁 101~107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11227/seikisho.56.101	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, Adachi Kouji, Zaizen Yuji, Igarashi Yasuhito, Kajino Mizuo	4. 巻 2
2. 論文標題 Aerosol mixing state revealed by transmission electron microscopy pertaining to cloud formation and human airway deposition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 npj Climate and Atmospheric Science	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41612-019-0081-9	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 Kajino Mizuo, Sekiyama Tsuyoshi Thomas, Igarashi Yasuhito, Katata Genki, Sawada Morihito, Adachi Kouji, Zaizen Yuji, Tsuruta Haruo, Nakajima Teruyuki	4. 巻 124
2. 論文標題 Deposition and Dispersion of Radio-Cesium Released Due to the Fukushima Nuclear Accident: Sensitivity to Meteorological Models and Physical Modules	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 1823 ~ 1845
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JD028998	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 Hosaka, K., Nam, K. O., Linn, W. W., & Aung, M. M.	4. 巻 45
2. 論文標題 First record of <i>Macrolepiota velosa</i> Vellinga & Zhu L. Yang (Agaricaceae) from Myanmar	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the National Museum of Nature and Science	6. 最初と最後の頁 71 ~ 76
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 Cabral Tiara S., Silva Bianca DB., Martin Maria P., Clement Charles R., Hosaka Kentaro, Baseia Iuri G.	4. 巻 58
2. 論文標題 Behind the veil-exploring the diversity in <i>Phallus indusiatus</i> sl (Phallomycetidae, Basidiomycota)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 MycKeys	6. 最初と最後の頁 103 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3897/mycokeys.58.35324	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 Kakishima Satoshi, Tuno Nobuko, Hosaka Kentaro, Okamoto Tomoko, Ito Takuro, Okuyama Yudai	4. 巻 -
2. 論文標題 A specialized deceptive pollination system based on elaborate mushroom mimicry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/819136	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 Maki Teruya, Furumoto Shogo, Asahi Yuya, Lee Kevin C., Watanabe Koichi, Aoki Kazuma, Murakami Masataka, Tajiri Takuya, Hasegawa Hiroshi, Mashio Asami, Iwasaka Yasunobu	4. 巻 18
2. 論文標題 Long-range-transported bioaerosols captured in snow cover on Mount Tateyama, Japan: impacts of Asian-dust events on airborne bacterial dynamics relating to ice-nucleation activities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 8155 ~ 8171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-18-8155-2018	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 Archer Stephen, Lee Kevin, Caruso Tancredi, Maki Teruya, Lee Charles, Cowan Don, Maestre Fernando, Pointing Stephen	4. 巻 -
2. 論文標題 Microbial dispersal limitation to isolated soil habitats in the McMurdo Dry Valleys of Antarctica	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 493411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/493411	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 Dongwei, Ishizuka Masahide, Mikami Masao, Shao Yaping	4. 巻 18
2. 論文標題 Turbulent characteristics of saltation and uncertainty of saltation model parameters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 7595 ~ 7606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-18-7595-2018	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 Watanabe, K., Yachi, C., Song, X.J., Kakuyama, S., Nishibe, M. and Jin, S.J.	4. 巻 75(2)
2. 論文標題 Atmospheric hydroperoxides measured over a rural site in central Japan during spring: Helicopter-borne measurements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Atmospheric Chemistry	6. 最初と最後の頁 141 ~ 153
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 渡辺幸一, 角山沙織, 宋 笑晶, 金 美佳, 市川夢子, 江尻遼介	4. 巻 80(6)
2. 論文標題 ヘリコプターを利用した晩秋季の富山県上空における大気中の過酸化水素濃度の測定: 山岳域における雪氷化学との比較	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 531 ~ 539
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計59件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 牧輝弥、作田裕也、河合慶、藤田達之、甲斐憲次、北和之、五十嵐康人、保坂健太郎、高見英人、小林史尚、黒崎泰典、石塚正秀、能田淳、渡辺幸一、洪天祥、陳彬、篠田雅人、三星かおり、西村隆、岩坂泰信
2. 発表標題 バイオエアロゾルにおける微生物群の遺伝学的特徴
3. 学会等名 第13回大気バイオエアロゾルシンポジウム (開催中止)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石塚正秀、五十嵐康人、北和之、保坂健太郎、牧輝弥、田中邦明、宮本えりか、羽田野祐子
2. 発表標題 2019年7月の筑波実験植物園におけるきのこ胞子の放出観測
3. 学会等名 第13回大気バイオエアロゾルシンポジウム (開催中止)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北和之、南光太郎、堅田元喜、反町篤行、原田晃司、林奈穂、保坂健太郎、牧輝弥、石塚正秀、渡辺幸一、羽田野祐子、五十嵐康人
2. 発表標題 森林からのバイオエアロゾル放出フラックス推定の試み
3. 学会等名 第13回大気バイオエアロゾルシンポジウム（開催中止）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 保坂健太郎、南京沃、糟谷大河
2. 発表標題 南鳥島の菌類相と風・海流・海鳥散布の可能性
3. 学会等名 第13回大気バイオエアロゾルシンポジウム（開催中止）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北和之、加納瑞季、二井矢航、木村茉央、古川純、羽田野祐子、五十嵐康人
2. 発表標題 大気エアロゾルと植物・菌類間での放射性セシウム移行可能性の研究
3. 学会等名 2019年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点年次報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Olivier, K. Kita, M. Denis, K. Harada, N. Hayashi, K. Minami, Y. Hatano, Y. Igarashi
2. 発表標題 Measurement of emission flux of radioactive cesium to the atmosphere
3. 学会等名 2019年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点年次報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石塚正秀、田中邦明、宮本えりか、羽田野祐子、保坂健太郎、北和之、牧輝弥、五十嵐康人
2. 発表標題 筑波実験植物園におけるバイオエアロゾルとセシウム濃度の時系列データ解析
3. 学会等名 2019年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点年次報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 保坂健太郎、山本航平、糟谷大河、南京沃、石庭寛子
2. 発表標題 地下生菌（トリュフ類）と小動物を介した森林内の放射性セシウムの動態把握
3. 学会等名 2019年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点年次報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 保坂健太郎
2. 発表標題 世界中のきのこを通して見た世界
3. 学会等名 第19回日本分類学会連合公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五十嵐 康人
2. 発表標題 夏季の放射性セシウム再飛散 - バイオエアロゾルの役割
3. 学会等名 第28回 放射線利用総合シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五十嵐 康人
2. 発表標題 Novel Hypothesis for Fukushima 137Cs Re-suspension: Biological Processes
3. 学会等名 第33回環境分析化学シンポジウム・第108回中国環境分析学会年次総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶野 瑞王、石塚 正秀、五十嵐 康人、北 和之、財前 祐二、木名瀬 健、渡邊 明
2. 発表標題 放射性セシウムの再飛散・再沈着モデリング
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 五十嵐 康人、北 和之、木名瀬 健、林 奈穂、南 光太郎、木村 茉央、反町 篤行、大河内 博、後藤 友里絵、石塚 正秀、牧 輝弥、保坂 健太郎、羽田野 祐子
2. 発表標題 福島県内の里山地域における大気中Cs濃度の変遷
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 市瀬 孝道、定金 香里、牧 輝弥
2. 発表標題 黄砂バイオエアロゾルから分離された4種の真菌類のマウス肺におけるアレルギー炎症の比較
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 定金 香里、市瀬 孝道、牧 輝弥
2. 発表標題 4種の黄砂付着子・菌類と加熱黄砂曝露による肺アレルギー増悪作用の比較
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 反町篤行、北和之、南光太郎、保坂健太郎、堅田元喜、五十嵐康人
2. 発表標題 緩和渦集積法を用いたバイオエアロゾルフラックスの測定
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 南光太郎、堅田元喜、北和之、反町篤行、保坂健太郎
2. 発表標題 多層陸面モデルを用いた真菌胞子の森林上空への乱流輸送過程の解析
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 渡辺幸一、姫玖玖、砂田悠太郎、尾形佳行、荒木幸洋、朴木英治
2. 発表標題 立山における積雪、降水および霧水中の化学成分
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 渡辺幸一、楊柳、金美佳、長堀友、尾形佳行、源本楓、津田貴之
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60回 大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽間 萌華、牧 輝弥、藤田 達之、石塚 正秀、黒崎 泰典、真塩 麻彩実、長谷川 浩、岩坂 泰信
2. 発表標題 黄砂バイオエアロゾルに含まれる有機物粒子の酵素反応実験による特定
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚正秀、五十嵐康人、北和之、保坂健太郎、牧輝弥、田中邦明、宮本えりか、羽田野祐子
2. 発表標題 筑波実験植物園におけるバイオエアロゾルとセシウム濃度の時系列データ解析
3. 学会等名 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点ERNCキックオフミーティング（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北 和之、佐々木 完齊、南 光太郎、木名瀬 健、足立 光司、財前 祐二、保坂 健太郎、牧 輝弥、五十嵐 康人
2. 発表標題 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北 和之、林 奈穂、南 光太郎、木村 茉央、五十嵐 康人、足立 光司、牧 輝弥、反町 篤行、石塚 正秀、古川 純、二宮 和彦、篠原 厚、 Masson Olivier
2. 発表標題 バイオエアロゾルによる放射性セシウム大気再飛散とそのフラックス推定の試み
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kawamura, K., Kunwar, B., Kita, K., Igarashi, Y.
2. 発表標題 Relationship of fungal spore-organic tracer and ¹³⁷ Cs in ambient aerosols from Fukushima: Nighttime emission of radioactive Cs by fungi
3. 学会等名 21st EGU General Assembly, EGU2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧 輝弥
2. 発表標題 黄砂に含まれる大気微生物 そらなっとう
3. 学会等名 のいちコミュニティカレッジ（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧 輝弥
2. 発表標題 空飛ぶ微生物ハンターはなぜ納豆をつくったのか？
3. 学会等名 高松第一高等学校SSH研究開発（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Maki, T. Fujita, Y. Mastuba, Y. Kurosaki, M. Ishizuka, K. Kawai, Y. Iwasaka
2. 発表標題 Comparison of airborne microbial variations in air samples from Asian-dust source and arrival regions.
3. 学会等名 JpGU2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Maki, T. Fujita, K. Kawai, E. Davaanya, K. Kai, J. Nouda, C. Bin, F. Kobayashi, Y. Iwasaka
2. 発表標題 Vertical distributions of airborne microorganisms transported by Asian dust
3. 学会等名 European Aerosol Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 北陸地方の上空大気中における過酸化水素濃度
3. 学会等名 大気環境学会近畿支部 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺幸一
2. 発表標題 富山県における地上と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 大気環境学会中部支部 公開講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺幸一、姫玖玖、砂田悠太郎、津田貴之、源本楓、島田互、青木一真、川田邦夫
2. 発表標題 立山・室堂平における積雪中の化学成分濃度の特徴()
3. 学会等名 2019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 2019年

1. 発表者名 K. Watanabe, H. Honoki, Y. Sunada, H. Harada, J. J. Ji
2. 発表標題 Fog and Rain Water Chemistry at Mt. Tateyama, Near the Coast of the Japan Sea in Central Japan
3. 学会等名 8th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺幸一、姫玖玖、尾形佳行、長堀友、砂田悠太郎、津田貴之、島田互、青木一真
2. 発表標題 立山・室堂平における積雪中のイオン成分およびアルデヒド類の特徴()
3. 学会等名 雪氷研究大会(2019・山形)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺幸一、楊柳、金美佳、長堀友、尾形佳行、源本楓、津田貴之
2. 発表標題 北陸地方における大気中の過酸化水素濃度の測定
3. 学会等名 2019年度日本地球化学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shirouzu, S. Matsuoka, N. Nagata, M. Ushio, K. Hosaka, H. Doi
2. 発表標題 Environmental DNA metabarcoding reveals the most comprehensive phylogenetic diversity and invisible lineages of early diverged wood-decomposers
3. 学会等名 Asian Mycological Congress 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 広井勝、景山志保、桧垣正吾、保坂健太郎、後藤康彦
2. 発表標題 福島県内における野生きのこの放射性セシウム濃度の動向 (2018)
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚正秀、田中邦明、保坂健太郎、牧輝弥、北和之、五十嵐康人、羽田野祐子
2. 発表標題 筑波実験植物園におけるきのこ胞子の飛散観測
3. 学会等名 第24回大気化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中邦明・石塚正秀・五十嵐康人・保坂健太郎・北和之
2. 発表標題 シイタケ胞子の形状特性と胞子飛散に関する基礎的研究
3. 学会等名 平成30年度土木学会四国支部第24回技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石塚正秀, 田中邦明, 五十嵐康人, 保坂健太郎, 北和之
2. 発表標題 シイタケ胞子の飛散機構の解明に向けた基礎的実験 -胞子の形状特性の観察
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林奈穂, 北和之, 五十嵐康人, 足立光司, 木村 徹
2. 発表標題 2013年茨城県つくば市における大気Cs-137濃度変動とバイオエアロゾルによる寄与
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉岡颯, 大河内博, 張凱, 勝見尚也, 二宮和彦, 北和之, 五十嵐康人
2. 発表標題 福島県浪江町の里山における大気エアロゾル中放射性セシウム濃度に及ぼす山林火災の影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五十嵐康人
2. 発表標題 福島第一原発事故起源の放射性セシウムの再浮遊について
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 林奈穂, 北和之, 五十嵐康人, 牧輝弥, 小坂橋基夫
2. 発表標題 降水時の森林からのバイオエアロゾル放出源変化
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五十嵐康人, 北和之, 牧輝弥, 保坂健太郎, 反町篤行, 羽田野祐子, 石塚正秀, 齊藤保典, 富田孝幸, 川端康弘, 財前裕二, 足立光司, 大河内博, 白石浩一, 水谷耕平, 河村公隆
2. 発表標題 つくば実験植物園でのバイオエアロゾル観測
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 牧輝弥, 大西一成, 洪天祥, 黒崎泰典, Kevin C. Lee, 河合慶, 甲斐憲次, 篠田雅人, S.B. Pointing, 岩坂泰信
2. 発表標題 東アジアを風送されるバイオエアロゾルの細菌群集構造の変化
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中邦明・石塚正秀・五十嵐康人・保坂健太郎・北和之
2. 発表標題 シイタケ胞子の形状計測と孢子飛散機構に関する基礎的研究
3. 学会等名 平成30年度全国大会 土木学会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Teruya Maki
2. 発表標題 Variations of airborne microbial communities emitted from forest areas
3. 学会等名 Ibaraki University-Institut de Radioprotection et de Surete Nucleaire (IRSN)/Japan-UK EICHI-project joint international workshop on radioactive particles (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧輝弥、北和之、石塚正秀、作田裕也、保坂健太郎、岩坂泰信、五十嵐康人
2. 発表標題 森林内を浮遊するバイオエアロゾルの群集構造変化
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

1. 発表者名 石塚正秀、田中邦明、小川実姫、保坂健太郎、五十嵐康人、牧輝弥、北和之
2. 発表標題 きのご孢子飛散の動画撮影
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

1. 発表者名 牧輝弥
2. 発表標題 空飛ぶ納豆菌～バイオエアロゾル研究～
3. 学会等名 e教育サロン(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧輝弥, 古本翔吾, 青木一真, 島田互, 渡辺幸一, 岩坂泰信
2. 発表標題 立山積雪に含まれるバイオエアロゾルの細菌群集構造解析: 気候変化とヒト健康への影響
3. 学会等名 立山研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 牧輝弥
2. 発表標題 納豆菌も空を飛ぶ-黄砂とともに運ばれる微生物たち-
3. 学会等名 平成30年10月28日 自然史学会連合 & 富山市科学博物館 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 牧輝弥
2. 発表標題 空飛ぶ納豆菌
3. 学会等名 サイエンスカフェ「明日授業で使いたくなる大気化学の話」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石塚正秀
2. 発表標題 黄砂の発生機構 ~黄砂はどのように飛ぶのか? ~
3. 学会等名 サイエンスカフェ「明日授業で使いたくなる大気化学の話」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Maki, K. Kita, K. Takashi, M. Ishizuka, Y. Igarashi
2. 発表標題 Sequential changes of airborne microbial communities emitted from forest ground surface in Fukushima
3. 学会等名 iCACGP-IGAC 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Ishizuka, K. Tanaka, Y. Igarashi, K. Hosaka, K. Kita
2. 発表標題 Spore emission of shiitake mushroom (<i>Lentinula edodes</i>) as one of bioaerosol particles: Shape and size characteristics
3. 学会等名 2018 joint 14th iCACGP Quadrennial Symposium/15th IGAC Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Maki, S. Furumoto, Y. Asahi, K.C. Lee, K. Watanabe, K. Aoki, M. Murakami, T. Tajiri, and Y. Iwasaka
2. 発表標題 Long-range transported bioaerosols captured in snow cover on Mount Tateyama, Japan: Impacts of Asian-dust events on airborne bacterial dynamics relating to ice-nucleation activities
3. 学会等名 AOGS (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺幸一, 深井謙佑, 佐藤博仁, 平井泰貴, 牧輝弥
2. 発表標題 リアルタイム浮遊菌カウンタによるバイオエアロゾルの計測
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 渡辺幸一, 深井謙佑, 佐藤博仁, 平井泰貴, 牧輝弥
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
3. 学会等名 2018年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計8件

1. 著者名 牧輝弥	4. 発行年 2021年
2. 出版社 築地書館	5. 総ページ数 256
3. 書名 雨もキノコモ鼻クソも大気微生物の世界	

1. 著者名 King-Miaow K., Lee K., Maki T., LaCap-Bugler D., Archer S.D.J.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 298
3. 書名 Airborne Microorganisms in Antarctica: Transport, Survival and Establishment.	

1. 著者名 佐久間博、牧輝弥	4. 発行年 2019年
2. 出版社 汐文社	5. 総ページ数 156
3. 書名 空飛ぶ微生物ハンター	

1. 著者名 大気環境学会、牧輝弥	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 464
3. 書名 大気環境の事典「コラム バイオエアロゾル」	

1. 著者名 Nakajima, T., Ohara, T., Uematsu, M., Onda, Y., Ebihara, M., Shinohara, A., Hamajima, Y., Igarashi, Y., Aono, T., Aoyama, M., Takigawa, M. and Saito, K.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Cambridge University Press	5. 総ページ数 356
3. 書名 Part I. Dynamics of Radioactive Materials in the Environment:1. Introduction : basic concepts regarding the Fukushima accident, radiation and radioactivity, In Environmental Contamination from the Fukushima Nuclear Disaster.	

1. 著者名 永益英敏、邑田仁、海老原淳、早坂英介、保坂健太郎、池谷裕幸、片桐知之、黒沢高秀、仲田崇志、中井秀樹、根本智行、大橋広好、大橋一晶、山田敏弘、米倉浩司(訳)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 北隆館	5. 総ページ数 289
3. 書名 国際藻類・菌類・植物命名規約(深セン規約)	

1. 著者名 T. Maki	4. 発行年 2018年
2. 出版社 NOVA science publishers	5. 総ページ数 214
3. 書名 The Long Range Transport of Bioaerosols over East Asia. In: K. Hayakawa, S. Nagao, Y. Inomata, M. Inoue, A. Matsuki Trans-Boundary Pollution in North-East Asia edited by, (pp. 75-108) Environmental Research Advances	

1. 著者名 King-Miaow K., Lee K., Maki T., LaCap-Bugler D., Archer S.D.J.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Polar Sciences	5. 総ページ数 -
3. 書名 Airborne Microorganisms in Antarctica: Transport, Survival and Establishment. In: Castro-Sowinski S. (eds) The Ecological Role of Micro-organisms in the Antarctic Environment.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>近畿大学 理工学部・大学院 総合理工学研究科 https://www.kindai.ac.jp/science-engineering/education/teachers/detail/03_maki_teruya.html 近畿大学 理工学部・生命科学科・環境微生物学研究室 https://sites.google.com/view/kankyobiseibutsugaku/ 環境微生物学研究室のブログ https://kankyobiseibutu.hatenablog.com/</p>

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	保坂 健太郎 (Hosaka Kentaro) (10509417)	独立行政法人国立科学博物館・植物研究部・研究主幹 (82617)	
研究分担者	北 和之 (Kita Kazuyiki) (30221914)	茨城大学・理工学研究科(理学野)・教授 (12101)	
研究分担者	石塚 正秀 (Ishizuka Masahide) (50324992)	香川大学・創造工学部・教授 (16201)	

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	渡辺 幸一 (Watanabe Koichi) (70352789)	富山県立大学・工学部・教授 (23201)	
研究分担者	五十嵐 康人 (Igarashi Yasuhito) (90343897)	京都大学・複合原子力科学研究所・教授 (14301)	
研究分担者	當房 豊 (Tobo Yutaka) (60572766)	国立極地研究所・研究教育系・准教授 (62611)	

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1件

国際研究集会 第12回バイオエアロゾルシンポジウム	開催年 2019年～2019年
------------------------------	--------------------

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