

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26281005

研究課題名(和文) 風送バイオエアロゾル監視システムの構築：大気環境学の新展開

研究課題名(英文) The building of atmospheric bioaerosol monitoring system: Novel development of atmospheric environment

研究代表者

小林 史尚 (Kobayashi, Fumihisa)

弘前大学・理工学研究科・教授

研究者番号：60293370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：現在、大気汚染物質の広域監視システムが注目されている。大気に含まれる生物粒子(風送バイオエアロゾル)の中に、強い感染力はないもの日和見感染症原因菌などが存在しており、風送バイオエアロゾルによる健康影響が危惧されつつある。これまでに我々が培った黄砂バイオエアロゾル研究における経験から、大気環境監視項目としての風送バイオエアロゾルの定点観測を提案する。風送バイオエアロゾルに関するサンプラー、最近の遺伝子工学を駆使した大気DNA分析手法、気象情報としてのバイオエアロゾル濃度経日計測を試みる。このデータは、健康影響のみならず、日々の国民の多方面にわたる生活データとして生かされる。

研究成果の概要(英文)：The wide area monitoring system of the air pollution material attracts attention now. In the atmospheric bioaerosols the pathogen diseased opportunistic infection not to be the strong infection power exists. Healthy influence by atmospheric bioaerosol is felt uneasy about. We suggested the atmospheric bioaerosol monitoring system as one of atmospheric observations from our previous study of Kosa bioaerosol (bioaerosol in Asian dust). The development of atmospheric bioaerosol sampler, atmospheric DNA analytical method by full use of recent genetic engineering and the monitoring atmospheric bioaerosol as weather information were tried. These results will be made use of as life data for many aspects such as health and agriculture and so on for Japanese people and others.

研究分野：生物化学工学

キーワード：風送バイオエアロゾル 大気環境学 微生物

1. 研究開始当初の背景

最近、PM_{2.5} (微小粒子状物質)、光化学オキシダントや PAH (多環芳香族炭化水素) など越境の大気汚染が注目されている。著者らは、黄砂付着微生物 (黄砂バイオエアロゾル: 黄砂と挙動をともにする生物粒子) に検出された *Bjerkandera* sp. などの β -グルカン成分は、花粉症の症状を悪化させることを発見した。黄砂観測日に花粉が飛散していなくても花粉症の症状が悪化するメカニズムが、以上の研究により明らかになった。風送バイオエアロゾルの中には、日和見感染症原因菌、健康なヒトには感染症を引き起こさないような病原体 (弱毒微生物・非病原微生物・平素無害菌などと呼ばれる) も含め、感染力や毒性が強くないものの、老人や子供といった免疫力の低いヒトに対して病原性を示す微生物が多く含まれることがわかっている。

2. 研究の目的

近年、大気汚染物質の広域監視システムが注目されている。大気に含まれる生物粒子 (風送あるいは大気バイオエアロゾル) の中に、強い感染力はないものの日和見感染症原因菌などが存在しており、風送バイオエアロゾルによる健康影響が危惧されつつある。これまで著者らが培った黄砂バイオエアロゾルに関する研究の経験から、大気環境監視項目としての大気バイオエアロゾル濃度計測を提案する。大気バイオエアロゾルに関するサンプラーと最近の遺伝子工学を駆使した大気 DNA 分析手法の開発および気象情報としての大気バイオエアロゾル濃度の経日計測を試みる。このデータは、健康影響のみならず、農作物影響など日々の国民の多方面にわたる生活データとして生かされる。

3. 研究の方法

(1) 計測方法: 大気バイオエアロゾル採集法

本研究では、最大流量 25 L/min と最大流量 30 L/min の 2 台のエアポンプを用いてメンブレンフィルターに大気バイオエアロゾルを直接採集した。計測場所は、金沢大学自然科学 1 号館 4 階ベランダ (北緯 36 度 54 分、東経 136 度 71 分、標高 125 m、地上高 15 m) にて行った。計測期間は、2015 年 4 月 18 日から 8 月 9 日 10 月 20 日、12 月 16 日、2016 年 1 月 6 日から 1 月 13 日の午前 10 時から 16 時の間に行った。使用するメンブレンフィルターは、人為起源などのコンタミネーションを防ぐため、1121 で 10min 蒸気滅菌処理した。

(2) 計測方法: 生物分析法

濁度法

安全キャビネット内において、サンプリング後のフィルターを、蒸気滅菌した 100 mL 容量フラスコ内の 20 mL ニュートリエン液体培地に加えた。培養振とう機を用いて 37 °C、110 rpm、24 h 培養を行い、吸光度計を用いて波長 660 nm の濁度を測定し、濁度とした。

ATP 濃度

ATP 濃度は菌の活性と比例すると仮定し、大気中の微生物の生死を含めた活性を ATP 濃度として観測する。サンプリング後のフィルターは、安全キャビネット内で、蒸気滅菌した 100 mL 容量フラスコ内の 20 mL ニュートリエン液体培地に加えた。培養振とう機を用いて 37 °C、110 rpm、18 h 培養を行った。ATP 抽出試薬を 0.1 mL を加えて 5 秒間攪拌した後、ATP 発光試薬 0.1 mL を加え、5 秒間攪拌しルミノメーターを用いて発光量を測定した。測定した発光量から ATP 濃度を算出した。

平板培養法

メンブレンフィルターをニュートリエン寒天培地とポテトデキストロス寒天培地の中央付近にエアロゾル粒子が捕集された面が触れるようにおいた。恒温槽において 37 °C、24 h 培養した後、コロニー数をカウントした。

DNA 濃度

フィルターサンプルから直接、ビーズ破砕器、酵素による細胞壁溶解、フェノール・クロロホルム抽出、エタノール沈殿法などを用いて大気中 DNA を抽出した。そのサンプルの DNA 濃度はフルオロメーターを用いて測定した。

4. 研究成果

(1) 濁度の経日変化

図 1 は、大気バイオエアロゾルの濁度の経日変化をしめす。大気バイオエアロゾルの濁度は著しく変化し、検出されないゼロの日が 16 日あることがわかった。気象条件により大気中のバイオエアロゾル濃度が激しく影響を及ぼされたと考えられる。本方法で、大気中のバイオエアロゾル濃度を定点観測することができることがわかった。

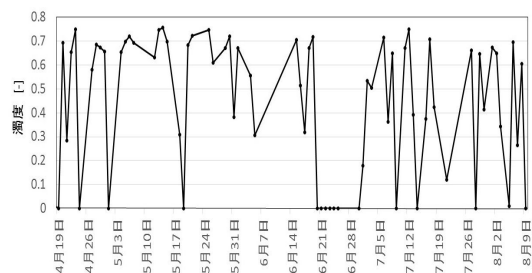


図 1 濁度の経日変化

(2) ATP 濃度の経日変化

図 2 は、大気バイオエアロゾルの ATP 濃度の経日変化を示す。春先の 4 月 22 日と 23 日はそれぞれ 5.5×10^{-8} mol/L および 7.5×10^{-8} mol/L と非常に高い値をしめした。その後、急激に減少し、大気中に含まれる菌の活性も種々変化することがわかった。この原因は、気温、湿度だけでなく風速、風向などの気象条件も影響すると考えられる。本分析法で、大気中のバイオエアロゾル濃度を定点観測が可能であることがわかった。

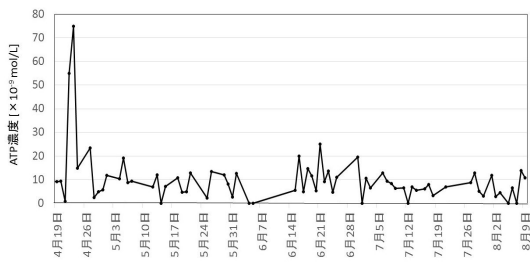


図2 ATP濃度の経日変化

(3) 平板培養法およびDNA測定法

平板培養法では、糸状菌などが幅広い細菌類のコロニーの計測を阻害し、食品衛生に関する指標などとは異なり、大気バイオエアロゾルの測定に適していないことがわかった。また、本研究で使用したDNA測定法では、大気に含まれるDNA濃度としては、ほとんどのサンプルが検出できなかった。本研究で採用したフルオロメーターを用いたDNA濃度測定法は、PCR増幅の確認などには可能であるが、大気に含まれる微生物が少ないので、直接的に計測するためには、より微量なDNA濃度が測定できる技術革新が必要である。

(4) 大気バイオエアロゾル濃度に及ぼす気象条件の影響

金沢気象台からの平均気温、平均湿度、平均風速、最多風向のデータ、および、大気バイオエアロゾル観測と同時同場所においてパーティクルカウンター(OPC)によって測定した大気エアロゾル濃度との相関を試みた。図3は、その中の一例として平均湿度と濁度(大気バイオエアロゾル)の関係を示す。相関係数0.249と負の弱い相関があることがわかった。微生物の増殖や生死を含めた活性は、乾燥や水分と深い関係があると思われる。因果関係が相関として示されたと考えられる。0.3から0.5 μmの比較的小さいサイズのエアロゾルと濁度(大気バイオエアロゾル)とも弱い相関関係(相関係数0.203)がみられた。その他は、ほとんど相関はみられなかった。大気バイオエアロゾルは、約0.3から0.5 μmのサイズで浮遊しているものが多く、湿度に関係があることがわかった。

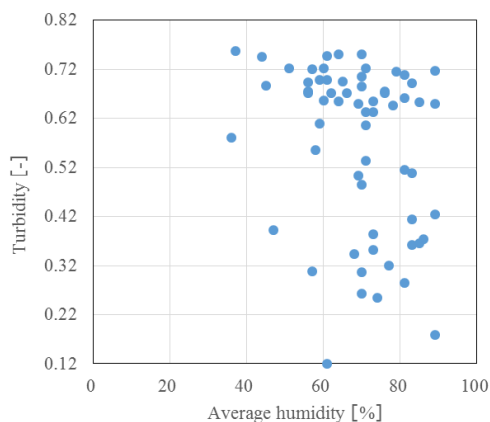


図3 平均湿度と濁度(大気バイオエアロゾル)の関係

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計25件)

小林史尚、南極上空大気の中の微生物、極地、査読無、105号、2017、掲載確定。
 T.Maki, 他10名, F.Kobayashi 番目, Variations of airborne bacterial communities at high altitudes in response dust events, over Asian-dust downwind area, Atmospheric Chemistry and Physics, 査読有, 2017, 掲載決定。
 J.Schmale, 他63名, A.Matsuki 57番目, Collocated observations of cloud condensation nuclei, particle size distributions, Scientific Data, 査読有, 4, 2017, pp.170003.
 朝日裕也、牧輝弥、他7名、中国大陸からの越境エアロゾルが貧栄養海域微生物に及ぼす生態学的影响の解明、日本海水学会、査読有、70、2016、pp.28-40。
 T.Maki, 他8名, Variations in the structure of airborne bacterial communities in Tsogt-Ovoo of Gobi Desert, Air Quality, Atmosphere and Health., 査読有, 10, 2016, pp.249-260。
 T.Maki, 他11名, Atmospheric aerosol deposition influences marine microbial communities in oligotrophic surface waters, Deep-Sea Research Part I, 査読有, 118, 2016, pp.37-45。
 F.Taketani, 他7名, A.Matsuki 番目, Property of black carbon particles measured by a laser-induced incandescence technique in the spring at Noto peninsula, Japan, Earozoru Kenkyu, 査読有, 31, 2016, pp.194-202。
 Y.Sadanaga, 他5名, A.Matsuki 番目, Thermal dissociation cavity attenuated phase shift spectroscopy for continuous measurement of total peroxy and organic nitrates, Review of Scientific Instruments, 査読有, 87, 2016, pp.074102。
 T.Kameda, 他7名, A.Matsuki 番目, Mineral dust aerosols promote the formation of toxic nitropolycyclic aromatic compounds, Scientific Reports, 査読有, 6, 2016, pp.24427。
 K.Hara, 他4名, F.Kobayashi 番目, Effects of different temperature treatments on biological ice. Atmospheric Environment, 査読有, 140, 2016, pp.415-419。
 F.Kobayashi, 他7名, Atmospheric bioaerosols originating from Adélie penguins, Polar Science, 査読有, 10, 2016, pp.71-78。
 K.Hara, 他5名, F.Kobayashi 番目, Variations of ice nuclei concentration induced by rain and snowfall, Atmospheric Environment, 査読有, 127,

- 2016, pp.1-5.
 牧輝弥、他 5 名、小林史尚 番目、プロダクトイノベーション:「そらなっとう」開発秘話、化学と生物、査読有、54、2016、pp.289-293.
F.Puspitasari、他 6 名、F.Kobayashi 番目、Phylogenetic analysis of bacterial species compositions in sand dunes and dust aerosol in an Asian dust source area, the Taklimakan Desert, Air Quality, Atmosphere and Health, 査読有、9、2016、pp.631-644.
 M.He、他 9 名、F.Kobayashi 番目、The role of Toll-like receptors and MyD88 in *Bjerkandera adusta*-induced lung inflammation, International Archives of Allergy and Immunology, 査読有、168、2016、pp.96-106.
F.Kobayashi、他 7 名、Evaluation of the toxicity of a Kosa event from view of food poisoning: observation of Kosa cloud behavior and real-time PCR analyses of Kosa bioaerosols during May 2011 in Kanazawa, Japan, Air Quality, Atmosphere and Health, 査読有、9、2016、pp.3-14
 M.He、他 10 名、F.Kobayashi 番目、Silica-carrying particulate matter enhances *Bjerkandera adusta* induced murine lung eosinophilia, Environmental toxicology, 査読有、31、2016、pp.93-105.
T.Maki、他 9 名、F.Kobayashi 番目、Vertical distribution of airborne bacterial communities in an Asiandust downwind area, Noto Peninsula, Atmospheric Environment, 査読有、119、2015、pp.282-293.
F.Kobayashi、他 5 名、Bioprocess of Kosa bioaerosols: effect of ultraviolet radiation on airborne bacteria within Kosa, Journal of Bioscience and Bioengineering, 査読有、119、2015、pp.570-579.
M.Yamada、他 8 名、F.Kobayashi 番目、Function of rayon fibers with metallophthalocyanine derivatives, Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 査読有、63、2015、pp.38-42.
- 21 T.Higashi、他 12 名、F.Kobayashi 番目、Reprint of: Effects of Asian dust on daily cough occurrence in patients with chronic cough: A panel study, Atmospheric Environment, 査読有、97、2014、pp.544-551.
- 22 T.Higashi、他 11 名、F.Kobayashi 番目、Exacerbation of daily cough and allergic symptoms in adult patients with chronic cough by Asian Dust: A hospital-based study in Kanazawa, Atmospheric Environment, 査読有、97、2014、pp.537-543.
- 23 T.Maki、他 7 名、F.Kobayashi 番目、Variations in the structure of airborne bacterial communities in a downwind area, Science of the Total Environment, 査読有、488、2014、pp.75-84.
- 24 東朋美、他 11 名、小林史尚 番目、黄砂とアレルギー疾患、エアロゾル研究、査読有、29、2014、pp.212-217.
- 25 B.Liu、他 11 名、F.Kobayashi 番目、Lung inflammation by fungus, *Bjerkandera adusta* isolated from Asian sand dust aerosol and enhancement of ovalbumin-induced lung eosinophilia, Allergy, Asthma, and Clinical Immunology, 査読有、10、2014、pp.1-12.
- [学会発表](計 6 1 件)
小林史尚、8 期の大気バイオエアロゾル観測、南極エアロゾル研究会、2016.8.3、極地研究所(東京都、立川市)
小林史尚、津軽半島における大気の状態、市民公開講座 2016、2016.8.20、五所川原会館(青森県、五所川原市)
F.Kobayashi、The summary of atmospheric bioaerosols observation during the JARE54, 7th SPS, 2016.11.29、NIPR (Tachikawa, JPN)
小林史尚、南極の生活と自然エネルギー、弘前アップルロータリークラブ講話会(招待講演)、2016.12.5、弘前市総合学習センター(青森県、弘前市)
小林史尚、黄砂とともに微生物がやってくる?弘前ロータリークラブ外部卓話会講演(招待講演)、2016.12.5、ホテルニューキャッスル(青森県、弘前市)
 牧輝弥、バイオエアロゾル(大気中の微生物)の現地観測、JSPS 研究拠点形成事業公開セミナー、2017.2.23、名古屋大(愛知県、名古屋市)
 牧輝弥、東アジアにおけるバイオエアロゾルの細菌群集構造の変化、第 10 回バイオエアロゾルシンポジウム、2017.2.20、金沢大(石川県、金沢市)
 牧輝弥、空飛ぶ菌から納豆開発秘話、平成 27 年度北陸 4 大学セミナー、2016.11.3、福井大(福井県、福井市)
 牧輝弥、風で運ばれる微生物たち、第 19 回風サミット、2016.10.28、ラポルトすず(石川県、珠洲市)
 牧輝弥、他 8 名、黄砂・PM2.5 の沈着地におけるバイオエアロゾル微生物群集構造、微生物生態学会第 31 回大会、2016.10.23、文化会館(神奈川県、横須賀市)
T.Maki、他 9 名、Origins of airborne bacterial communities transported from Gobi Desert, 3rd JSPS Seminar, 2016.8.9、Nat. Univ.MGL (Ulaanbaatar, MGL)

- T.Maki, Lecture for the investigation of atmospheric bioaerosols, 3rd JSPS Seminar, 2016.8.9, Nat. Univ.MGL (Ulaanbaatar, MGL)
- T.Maki, 他 11 名, The effects of Asian dust events on Variations in airborne bacterial communities, ICAD, 2016.6.12, CCC (Castellan Marina, ITA)
- 表野宏之、松木篤、能登半島における新粒子生成の観測、日本地球惑星科学連合 2016 年大会、2016.5.25、幕張メッセ(千葉県、千葉市)
- 加藤祥生、松木篤、他 2 名、大気エアロゾルの Sr-Pb 同位体比の季節変化、日本地球惑星科学連合 2016 年大会、2016.5.25、幕張メッセ(千葉県、千葉市)
- A.Matsuki, 他 7 名, Carbonaceous aerosols observed in Noto peninsula, GS 2016, 2016.6.29, Paci. Yokohama (Yokohama, JPN)
- A.Iwata, A.Matsuki, characterization of ice nucleating particles by combined AFM, GS 2016, 2016.6.29, Paci. Yokohama (Yokohama, JPN)
- 松木篤、他 6 名、能登で観測される炭素性エアロゾルの起源について、低温研研究集会「有機エアロゾル」、2016.8.1、北海道大(北海道、札幌市)
- A.Matsuki, 他 7 名, Analysis of physical properties of individual Asian dust, 3rd JSPS Seminar, 2016.8.9, Nat.Univ.MGL(Ulaanbaatar, MGL)
- 松木篤、他 6 名、原子間力顕微鏡を用いた個別黄砂粒子の物性評価、第 33 回エアロゾル科学・技術研究討論会、2016.9.1、大阪府立大(大阪府、堺市)
- 21 岩田歩、松木篤、個別液滴凍結法による実大気中氷晶核の特性評価、第 33 回エアロゾル科学・技術研究討論会、2016.9.1、大阪府立大(大阪府、堺市)
- 22 定永靖宗、他 9 名、松木篤 番目、能登半島珠洲における大気汚染物質濃度の経年トレンド、第 57 回大気環境学会、2016.9.7、北海道大(北海道、札幌市)
- 23 表野宏之、松木篤、能登半島における新粒子生成イベント発生要因の解明、2016 年度日本地球化学会年会、2016.9.15、大阪府立大(大阪府、堺市)
- 24 A.Matsuki, 他 7 名, Source apportionment of carbonaceous aerosols collected, 18th ICIHSS, 2016.9.15, Kanazawa Univ.(Kanazawa, JPN)
- 25 松木篤、能登学舎での大気観測研究：スーパーサイトへの道のり、能登学舎開設記念式典、2016.10.22、能登半島里山里海自然学校(石川県、珠洲市)
- 26 松木篤、越境大気汚染解明における能登半島の役割、能登半島の自然環境を活用した国際研究拠点形成、2016.11.4、七尾プラザ(石川県、金沢市)
- 27 松木篤、個別粒子レベルで観る黄砂の物理・化学過程、大気環境学会近畿支部反応と測定部会 2016 年度講演会、2016.12.6、大阪府立大(大阪府、堺市)
- 28 加藤祥生、松木篤、大気エアロゾル中 Sr, Nd, Pb 同位体比を用いた大気汚染物質、第 6 回同位体環境学シンポ、2016.12.22、総合地球環境学研究所(京都府、京都市)
- 29 F.Kobayashi, 他 7 名, The observation of atmospheric bioaerosol on the Antarctic Ocean, 6th SPS, 2015.11.16, NIPR(Tachikawa, JPN)
- 30 小林史尚、昭和基地における大気バイオエアロゾル定点観測と長距離輸送、第 18 回南極エアロゾル研究会、2015.7.30、国立極地研究所(東京都、立川市)
- 31 小林史尚、第 IX 期におけるバイオエアロゾル観測計画、第 18 回南極エアロゾル研究会、2015.7.30、国立極地研究所(東京都、立川市)
- 32 F.Kobayashi, Atmospheric bioaerosol observation using UAV, TAW in Auckland Univ.Tech., 2015.10.29, Auckland Univ. Tech. (Auckland, NZ)
- 33 牧輝弥、小林史尚、他 2 名、アジア大陸から越境輸送されてくる大気バイオエアロゾル、第 90 回感染症学会、2016.4.15、国際センター(宮城県、仙台市)
- 34 F.Kobayashi, 他 5 名, The effects of airborne bacteria within Asian Duststorm on the forest ecosystem, 8th IWSDAD, 2016.5.2, CV (Lisbon, PT)
- 35 T.Maki, 他 6 名, Variations in the structure of airborne bacterial communities in Gobi desert area, 8th IWSDAD, 2016.5.2, CV (Lisbon, PT)
- 36 Y.Iwasaka, 他 4 名 F.Kobayashi 番目, Microorganisms transported long-range in the free atmosphere, 8th IWSDAD, 2016.5.2, CV (Lisbon, PT)
- 37 T.Maki, F.Kobayashi, 他 3 名, Species variations in airborne bacterial communities in Asian Dust, 2014AAAR AC, 2014.10.23, SDCC (San Diego, USA)
- 38 T.Maki, J.Betsugi, F.Kobayashi, 他 9 名, Vertical distribution of airborne bacterial communities, 2014IAC, 2014.8.31, BECC(Busan, KOR)
- 39 F.Puspitasari, 他 6 名, F.Kobayashi 番目, Comparison of bacterial structures between sand dune and dust, 2014IAC, 2014.8.31, BECC (Busan, KOR)
- 40 K.Kawai, T.Maki, F.Kobayashi, 他 7 名, MLST analysis targeting targeting airborne bacteria bioaerosols, 2014IAC, 2014.8.31, BECC (Busan, KOR)
- 41 T.Maki, F.Kobayashi, 他 5 名, Characteristics of airborne bacteria in Taklamakan Desert, 11th AAOGS, 2014.7.28, Hokkaido Univ. (Sapporo, JPN)

- 42 F.Kobayashi, 他 7 名, The observation of bioaerosol in the boundary layer at Syowa Station, 5th SPS, 2014.12.2, NIPR(Tachikawa, JPN)
- 43 F.Kobayashi, 他 7 名, Direct sampling and bioanalyses of bioaerosols on Hukuro Cove, 5th SPS, 2014.12.2, NIPR (Tachikawa, JPN)
- 44 Y.Kumamoto, F.Kobayashi, 他 6 名, Study of the bioaerosols on the Yukidori Valley, 5th SPS, 2014.12.2., NIPR (Tachikawa, JPN)
- 45 S.S.Sekhon, 他 8 名, F.Kobayashi 番目, Toxicity level monitoring of bioaerosol, 第 9 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 2015.1.29, B-Con Plaza (大分県、別府市)
- 46 W.-R.Shin, F.Kobayashi 番目, Screening and development of DNA aptamer specific to pathogenic, 第 9 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 2015.1.29, B-Con Plaza (大分県、別府市)
- 47 牧輝弥, 小林史尚, 他 9 名, 超並列シーケンサーを用いた高高度浮遊細菌の群集構造解析, 第 9 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 2015.1.29, B-Con Plaza (大分県、別府市)
- 48 牧輝弥, 小林史尚, 他 8 名, 黄砂バイオエアロゾルの長距離輸送, 乾燥地研究会, 2014.12.7, 鳥取大乾燥地研究センター (鳥取県、鳥取市)
- 49 牧輝弥, 小林史尚, 他 4 名, 大気バイオエアロゾルの細菌群集構造解析, 第 7 回北陸バイオシンポジウム, 2014.11.28, 八尾ゆめの森館 (富山県、八尾市)
- 50 川合賢人, 他 9 名, 小林史尚 番目, 遺伝子核酸配列の MLST 解析による微生物群, 7th 北陸バイオシンポジウム 2014.11.28, 八尾ゆめの森館 (富山県、八尾市)
- 51 川合賢人, 他 9 名, 小林史尚 番目, MLST 解析を用いた黄砂バイオエアロゾル長距離輸送検討, 2014 年度地球化学会, 2014.9.18, 富山大 (富山県、富山市)
- 52 牧輝弥, 小林史尚, 中国砂漠地帯から長距離輸送される黄砂バイオエアロゾルのシーケンス解析, 第 63 回分析化学会, 2014.9.18, 広島大 (広島県、東広島市)
- 53 牧輝弥, 他 4 名, 空飛ぶ研究者, 空飛ぶ納豆菌を語る, 富山三友会, 2014.6.18, 富山 ANA ホテル (富山県、富山市)
- 54 小林史尚, 南極海・昭和基地・ラングホブデにおけるバイオエアロゾル採集, 大気・雪氷間の物質循環研究会, 2014.10.29, 極地研究所 (東京都、立川市)
- 55 小林史尚, 南極域の大気バイオエアロゾルの直接採集と次世代シーケンス法, 第 17 回南極エアロゾル研究会, 2014.7.28, 極地研究所 (東京都、立川市)
- 56 小林史尚, 他 8 名, 南極生態系に及ぼすアデリーペンギン起源バイオエアロゾルの影響, 第 9 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 2015.1.28, B-Con Plaza (大分県、別府市)
- 57 小林史尚, 他 4 名, 黄砂バイオエアロゾルに及ぼす紫外線影響, 第 66 回日本生物工学会大会, 2014.9.9, 北海道札幌コンベンションセンター (北海道、札幌市)
- 58 小林史尚, 他 5 名, 黄砂バイオエアロゾルの直接採集と紫外線照射実験, 環境科学会 2014 年会, 2014.9.18, 国際会議場 (茨城県、つくば市)
- 59 岩田佳奈, 他 6 名, 小林史尚 番目, 黄砂バイオエアロゾルの微生物同定法, 環境科学会 2014 年会, 2014.9.18, 国際会議場 (茨城県、つくば市)
- 60 熊本洋平, 小林史尚, 他 8 名, 南極域における大気バイオエアロゾルの種組成解析, 環境科学会 2014 年会, 2014.9.18, 国際会議場 (茨城県、つくば市)
- 61 小林史尚, 空飛ぶ微生物を追い続けて, 日本海イノベーション会議 (招待講演), 2014.8.23, 北国新聞ホール (石川県、金沢市)
- [図書] (計 2 件)
牧輝弥, 朝倉書籍, 低温環境の科学事典, 2016, pp.44-45.
 B.Chen, F.Kobayashi, その他, China Meteorological Press, Climate-environmental responses and countermeasure study on atmospheric component changes, 2014, pp.3-14.
- ## 6. 研究組織
- (1) 研究代表者
 小林 史尚 (KOBAYASHI, Fumihisa)
 弘前大学・理工学研究科・教授
 研究者番号: 60293370
- (2) 研究分担者
 ・ 牧 輝弥 (MAKI, Teruya)
 金沢大学・物質化学系・准教授
 研究者番号: 70345601
 ・ 柿川 真紀子 (KAKIKAWA, Makiko)
 金沢大学・電子情報学系・准教授
 研究者番号: 10359713
 ・ 松木 篤 (MATSUKI, Atsushi)
 金沢大学・環日本海域環境研究センター・准教授
 研究者番号: 90505728
- (3) 連携研究者
 ・ 岩坂 泰信 (IWASAKA, Yasunobu)
 名古屋大学・名誉教授
 研究者番号: 20022709
 ・ 山田 丸 (YAMADA, Maromu)
 労働安全衛生総合研究所・環境計測管理研究グループ・研究員
 研究者番号: 40436829
- (4) 研究協力者
 小森 悠輝 (KOMORI, Yuki)