

令和 3 年 6 月 5 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(B)（特設分野研究）

研究期間：2017～2020

課題番号：17KT0067

研究課題名（和文）津軽半島における大気バイオエアロゾル観測：リンゴ感染症原因菌監視システムの構築

研究課題名（英文）The observation of atmospheric bioaerosol over Tsugaru Peninsula: development of monitoring system for apple pathogens and infectious diseases

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） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、青森県の主要農作物であるリンゴ生産を守るために、感染症原因菌の大気濃度を観測し、大気感染地域を推定する。弘前大学農学生命科学部附属リンゴ農園に観測装置を設置し、回収したメンブレンフィルターからDNAを抽出し、ITS領域におけるメタゲノム分析を行った。リンゴ黒星病原菌の大気濃度は、2019年では9月20日前後に、2020年では8月19日前後に、最大のピークが検出された。流跡線解析の結果、リンゴ黒星病原菌を多く含む空気塊はロシア東部等から日本海を通過して青森県弘前市に流れ込み、太平洋へ輸送されていることがわかった。うどんこ病など他のリンゴ感染症原因菌でも同様に分析、解析できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果の学術的意義は、理工学研究者、農学研究者と気象学研究者によるリンゴ感染症菌の大気観測システムの構築および気象観測データとの相関調査である。新規な観測手法開発から、種々のリンゴ感染症原因菌の大気濃度を同時に測定できる。

研究成果の社会的意義は、リンゴ感染症原因菌の大気濃度実測と流跡線解析を用いた拡散地域予報である。リンゴ感染症の被害拡大防止や適時農薬散布とその地域の特定ばかりでなく、環境影響リスク低下とコスト削減のための農薬減量化など、津軽半島地域特有の農資源リンゴの機能性を活用するための社会システム研究およびリンゴ栽培等個性豊かな津軽半島地域社会形成を支える技術基盤開発である。

研究成果の概要（英文）：In this study, in order to protect the apple production that is main farm products of Aomori, the concentrations of the pathogens of the apple infectious diseases in the air were observed and predicts the infected area. We carried out the observation at the apple farm attached to Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University. DNAs extracted from the membrane filter and performed the metagenome analyses in the ITS regions. The maximum peak of the apple scab pathogen in the air was detected on around September 20 in 2019 and around August 19 in 2020. From calculated values using the NOAA HYSPLIT Trajectory Model, the air mass contained many apple scab pathogens flowed into Hirosaki through the Sea of Japan from the eastern Russia, etc., and transported to the Pacific coast through Aomori. Other pathogens of the apple infectious disease, including powdery mildew et al., could be carried out the observations, analyses, and predictions by the same methods.

研究分野：環境生物学

キーワード：大気バイオエアロゾル リンゴ感染症原因菌 津軽半島 黒星病

1. 研究開始当初の背景

以前から生物学者らは、空気中に微生物が浮遊し、雑菌汚染などを引き起こしていると考えていたが、その実証的な知見はほとんどなかった。近年、Kellogg や Griffin)といった研究者らがサハラ砂漠のダストに乗って多くの微生物が大西洋を渡っていることを明らかにして以来、世界中で大気バイオエアロゾル(大気浮遊微生物)の研究が、有力な研究グループによって活発に始められるようになった。申請者らも黄砂バイオエアロゾルを中心に大気バイオエアロゾルの研究を始め、2007年に発表した学術論文)は、2008年エアロゾル学会論文賞を受賞するに至った。その後も申請者らの研究グループは、南極観測など大気バイオエアロゾルに関する研究を精力的に発展させ、現在に至っている。

一方、青森県は本州最北端に位置し、本州の都府県において唯一、太平洋と日本海に接している県である。さらに、津軽海峡を含めると三方を海に囲まれており、西に白神山地・岩木山、中央に八甲田山、北に津軽半島や下北半島と日本でも特異な地形をもち、気象条件としても大変興味深い地域である。特に、津軽半島地域は、偏西風の影響を強く受ける地域であり、風向・風速の予測など気象シミュレーション解析が有用な地域といえる。この津軽半島地域は、「リンゴ栽培」が最も主要な産業であり、国内ばかりか国際的にも有名な産地である。日本のリンゴの輸出は、2015年に大きく拡大し、2014年から42%も増加、1億1,121万ドルに達している)。しかしながら、リンゴは感染症に弱く、無農薬で栽培することは非常に難しい。例えば、2016年(平成28年)6月に、津軽半島地域において、リンゴ黒星病が発生、拡大し、大きな被害が出たと報告されている)。また、その主要因が黒星病菌のEBI剤に対する薬剤感受性低下であることが言われており)、今後も黒星病発生報告後の農薬散布だけでは感染拡大を防止することは難しいと考えられる。リンゴ黒星病の原因菌は、*Venturia inaequalis*という糸状菌の一種で、子のう胞子の飛散により生存地域を広げる。他にもリンゴ感染症原因菌には、カビやキノコといった糸状菌が多く、大気中を孢子・芽胞が輸送されることにより感染拡大されることが多い。研究代表者らの大気バイオエアロゾル研究者の間では、孢子や芽胞が高高度大気から多く検出されるので、芽胞、孢子が大気を通じて長距離輸送・拡散することは十分可能であると思われる。

そこで本研究では、研究代表者の小林(環境生物学)がこれまでのバイオエアロゾル観測経験を活かしリンゴ農園内の大気バイオエアロゾルを直接採集・生物分析し、分担者の佐野(植物病理学)とともにリンゴ感染症原因菌の探索と濃度を推定する。さらに、分担者の島田(気象学)とともに風向・風速の気象シミュレーションから拡散する地域を予測する。図1は、本研究の概略を示す。リンゴ感染症の拡大の防止や農薬散布の適時化と軽減のために、大気バイオエアロゾル学、リンゴ病理学、気象学、大気物理化学(氷晶活性：霜沈着)などの研究者が一同に会して、感染症原因菌の観測と拡散地域予測を実施・検討する。また、連携研究者の牧(バイオエアロゾル学)と岩坂(地球物理学)は、これまでの大気バイオエアロゾル観測・分析の経験と知識を生かした助言、研究協力者である葛西(2019年度弘前大学理工学部4年)、對馬(2020年度弘前大学理工学部4年)、仙台(2020年度弘前大学理工学部4年)、および今(2020年度弘前大学理工学部4年)は、本研究の観測とメタゲノムデータの分析・解析を補助した。

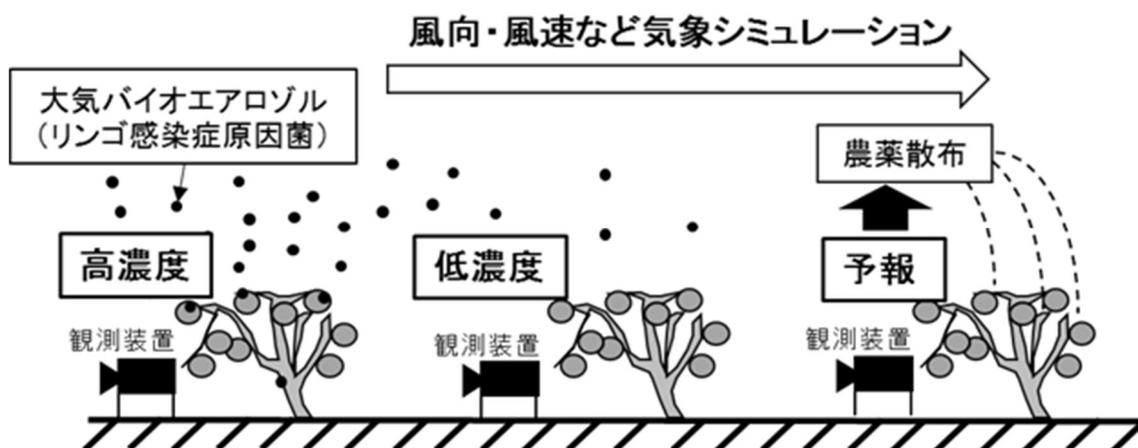


図1 大気バイオエアロゾル観測によるリンゴ感染症拡大防止概略図

2. 研究の目的

本研究の目的・アウトプットは、リンゴ感染症の被害拡大防止、適時農薬散布とその地域の特定、さらに環境影響リスク低下とコスト削減のための農薬減量化などによる津軽半島地域特有の農資源リンゴの機能性活用するための社会システム研究およびリンゴ栽培等個性豊かな津軽

半島地域社会形成を支える技術基盤開発である。

3. 研究の方法

(1) リンゴ感染症菌の大気濃度測定のための観測システム

大気バイオエアロゾル観測は、弘前大学農学生命科学部附属リンゴ農園内(40.59N, 140.47E)のビニールハウス内に装置類を設置し、インレット(大気吸引口)はビニールハウスの外に設置して行った(図2)。分析装置類は、微生物センサー、OPC(Optical Particle Counter)を用いた。また、大気バイオエアロゾルのメタゲノム解析のため、あらかじめ滅菌されたフィルターホルダーとメンブレンフィルターを吸引ポンプに接続し、継続的に吸引した。大気吸引とは別に、ビニールハウスのインレットの近くにガンマ線滅菌済50 mL遠沈管を設置し、雨水も採取した。サンプリングは2019年(令和元年)は、8月6日に開始し、積雪でインレットが埋まることから降雪初期の12月9日まで24時間継続して行われ、フィルターメンブレンの交換は1週間に1度行った。2020年(令和2年)では、3月20日から11月25日まで8カ月間、2019年と同様の方法で実施された。

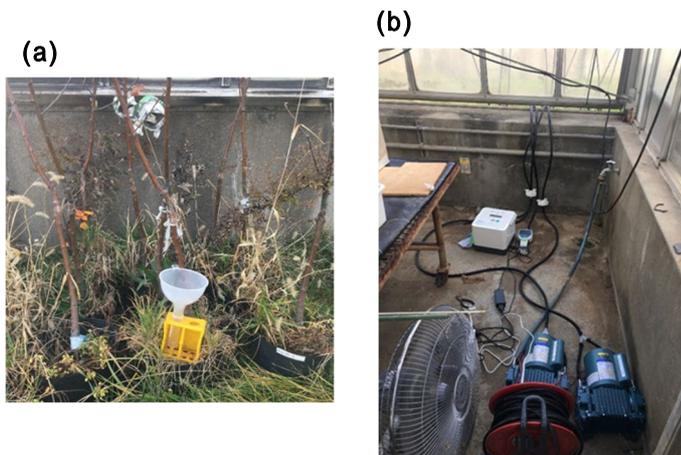


図2 リンゴ農園内大気バイオエアロゾル観測

(a: インレットと雨水採集器, b: 観測装置類)

(2) 生物分析
採取されたメンブレンフィルターと雨水は、DNA抽出処理後、ITS(gITS7-ITS4)領域のPCR増幅とビーズ濃縮、MiSeqの次世代シーケンサーによってメタゲノム解析を行った。DNAの抽出とメタゲノム解析は、ファスマック株式会社に分析委託した。この場を借りて感謝の意を表します。

(3) 流跡線解析

採集した菌を含む空気塊がどこから輸送され、どこへ運ばれるかを調べるために流跡線解析を行った。流跡線解析は、NOAA(アメリカ海洋大気庁)のHYSPLIT Modelを用いた。この場を借りて感謝の意を表します。

4. 研究成果

(1) 弘前大学農学生命科学部附属リンゴ農園におけるバイオエアロゾル観測と生物分析

図3は、2019年(令和元年)8月6日から12月9日まで実施した大気バイオエアロゾル観測におけるリンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)と比較としてナシ黒星病原菌(*V. nashicola*)の大気コピー数濃度と降水量を示す。リンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)の大気コピー数濃度は、9月17日から9月20日に高くなり1つのピークを持ち、ナシ黒星病原菌(*V. nashicola*)は、8月27日から9月3日および9月17日から9月20日の二つのピークを持つことがわかった。また、2020(令和2年)の降雪時を除くほぼ一年間(3月20日から11月25日まで8カ月間)の観測でも、リンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)の大気濃度は、8月19日前後に最大のピークが検出された(図4)。農学分野において、リンゴ黒星病感染予測に必要な葉の濡れ時間は、降水量及び降水時刻より推定でき、梅雨時期にリンゴ黒星病が増加する傾向があるといわれている。しかしながら、本研究結果では梅雨時期にあまり検出されなかった。一般に孢子や芽胞などの大気バイオエアロゾルは雲核や氷晶核の形成活性が高く、リンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)が雨滴の核となり、雨滴に含まれ易い。本研究の大気を直接インレットから吸引している観測方法では、雨滴中のバイオエアロゾルを物理的に吸引できなかったことが考えられる。本報告書では紙面の都合上割愛したが、雨水中のリンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)コピー数濃度は、梅雨時期にわずかに増加していたことも上記原因を示唆している。両年において雨水中のリンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)のコピー数濃度は、7月下旬や8月上旬に最大のピークが生じていた。黒星病は、4月から5月上旬のリンゴの花の開花時期、初夏に飛散のピークがあり(第一次伝染源)、初秋に病斑部にできた分子子が飛散して第二次伝染が起きる。このため、今回大気と雨水で検出したピークは、第二次伝染で飛散した黒星病原菌(*V. inaequalis*)であると考えられる。黒星病原菌(*V. inaequalis*)の生存適温は15~20であることから、平均気温が15以下である10月以降は増殖できず、大気中にも雨水中にも検出されなくなると思われる。本研究観測手法は、大気と雨水の採取、分析および解析を適宜、駆使することによって、第一次伝染と第二次伝染の黒星病原菌(*V. inaequalis*)を検出できることがわかった。青森県産業技術センターりんご研究所によると、本研究で観測を実施した2019年と2020年のリンゴ黒星病の発病果率は、大量発生・拡大した2016年などと比べて非常に低く、観測研

究としては発病果率の高い年において実施し、その結果との比較が必要かつ重要と思われる。

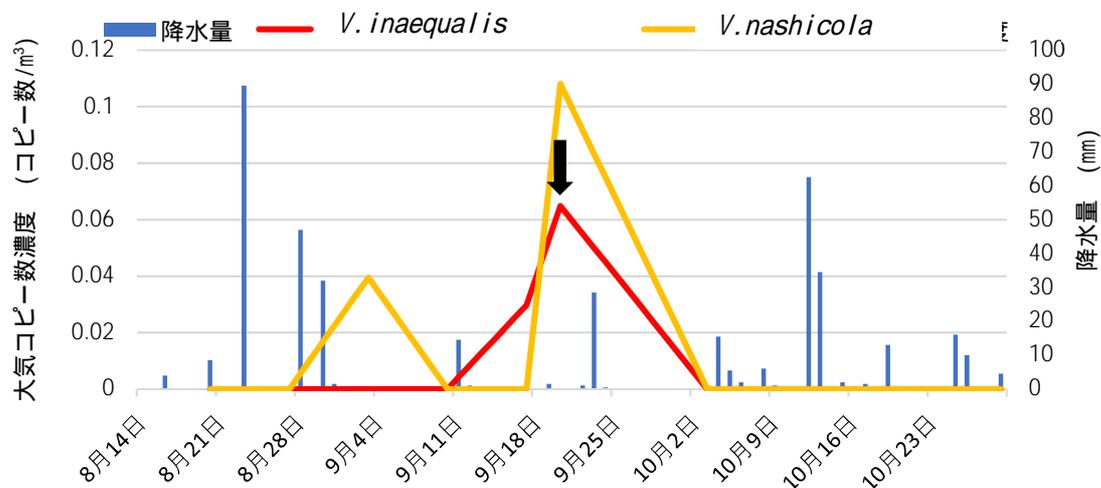


図3 *V. inaequalis* と *V. nashicola* の大気コピー数濃度と降水量の経日変化[2019年] (2019年8月6日～12月9日)

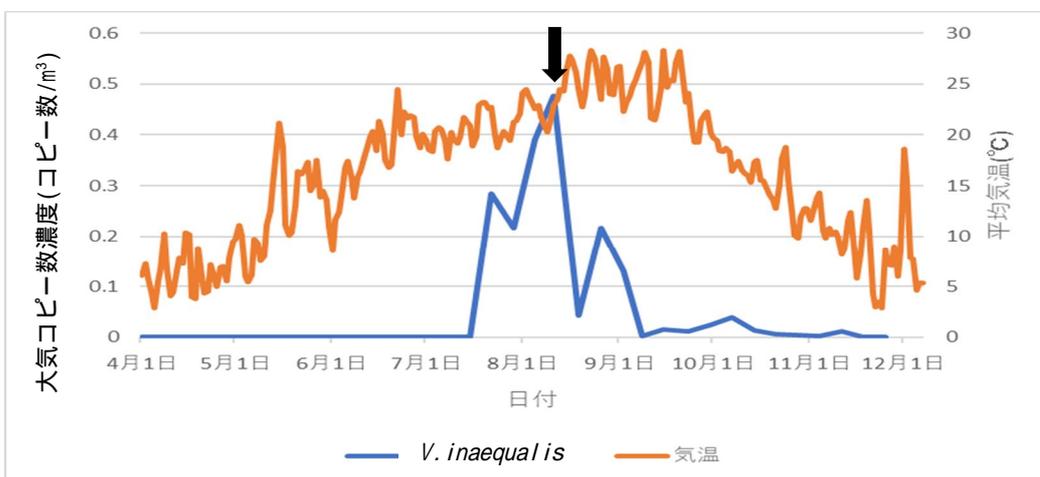


図4 *V. inaequalis* の大気コピー数濃度と平均気温の経日変化[2020年] (2020年3月20日～11月25日)

(2) 黒星病原菌を多く含む空気塊の後方・前方流跡線解析

2019年度(令和元年度)においては、9月20日付近に黒星病原菌(*V. inaequalis*)の大気コピー数濃度が高いことがわかったので(図3矢印)、2019年9月20日の流跡線解析を行った(図5)。2019年度の黒星病原菌(*V. inaequalis*)を多く含む空気塊は、ロシア東部などから日本海を通過して弘前市へ流れ込み、そのほとんどが北上して太平洋へ輸送されていることがわかった。

2020年度においては、黒星病原菌(*V. inaequalis*)の大気コピー数濃度が8月19日付近にピークをもつことがわかったので(図4矢印)、2020年8月19日の流跡線解析を行った(図6)。後方流跡線解析結果から、2020年の黒星病原菌(*V. inaequalis*)は、中国北東部あるいはロシア東部から日本海を南下してから北上して弘前に到達し、青森県を横切り、下北地方沿岸から太平洋に抜けていることがわかった。

(3) 雨水や他のリンゴ病原菌

頁数の関係から雨水中のリンゴ黒星病原菌(*V. inaequalis*)のコピー数濃度や、他のリンゴ感染症病原菌(銀葉病:*Chondrostereum purpureum*; うどんこ病:*Podosphaera leucotricha*; 青かび病:*Penicillium expansum*; こうじかび病:*Aspergillus niger*; 輪紋病:*Botryosphaeria dothidea*)についても検討を行った結果、それぞれの菌種も本研究で開発した大気バイオエアロゾル採集と生物分析法で大気あるいは雨水中コピー数濃度を検出することができた。

今後の課題としては、これらリンゴ感染症病原菌の舞い上がり・沈着メカニズムを明らかにし、継続した観測値との因果関係解明から予報の緻密化をはかることによって、さらなるリンゴ感染症の被害拡大防止、適時適地農薬散布、さらに環境負荷、環境リスク低減とコスト削減のための農薬減量化である。

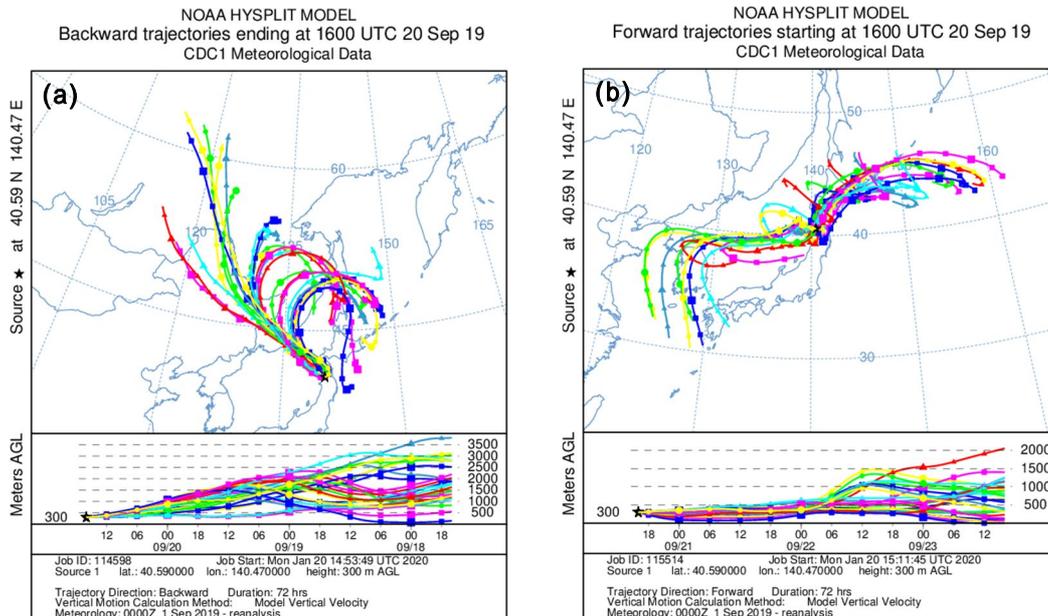


図5 2019年に黒星病原因菌 (*V. inaequalis*) が多く検出された空気塊の2019年9月20日の後方(a)および前方(b)流跡結果

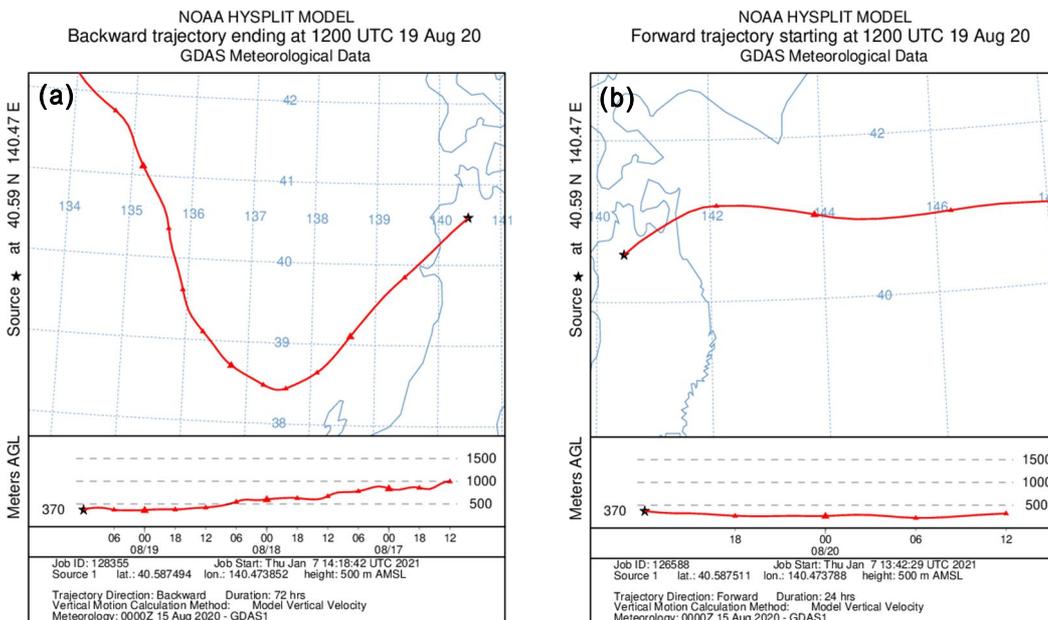


図6 2020年に黒星病原因菌 (*V. inaequalis*) が多く検出された空気塊の2020年8月19日の後方(a)および前方(b)流跡結果

<引用文献>

C.A.Kellogg, D.W.Griffin, TRENDS in Ecology and Evolution, 21(11), 638-644(2006)
 小林史尚, 柿川真紀子, 山田丸, 陳彬, 石廣玉, 岩坂泰信, 黄砂発生源におけるバイオエアロゾル拡散に関する研究, エアロゾル研究, 22(3), 218-227(2007)
<http://www.iti.or.jp/column028.htm>
https://www.applenet.jp/wp-content/uploads/rev00/55_193_3002.pdf
https://www.aomori-itc.or.jp/_files/00036900/H29-1.pdf
http://fasmac.co.jp/ngs_how_to_use_miseq
<https://www.ready.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtime=archive>
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/3010006727>
<https://www.pref.nagano.lg.jp/nogi/ringo-kurohoshi.html>
<https://www.pref.aomori.lg.jp/release/2019/63649.html>
<https://www.applenet.jp/kaju-byougai-chuu/kaju-byougai-chuu-172568/>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 牧輝弥, 小林史尚, 岩坂泰信	4. 巻 -
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 -
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 Wirasatriya, A., H. Kawamura, M. Helmi, D. N. Sugianto, T. Shimada, K. Hosoda, G. Handoyo, Y. D. G. Putra, and M. Koch	4. 巻 -
2. 論文標題 Thermal structure of hot events and their possible role in maintaining the warm isothermal layer in the Western Pacific warm pool	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ocean Dynamics	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 Uetake, J., Tobo, Y., Uji, Y., Hill, T. C. J., DeMott, P. J., Kreidenweis, S. M., Misumi, R.	4. 巻 10
2. 論文標題 Seasonal changes of airborne bacterial communities over Tokyo and influence of local meteorology	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 1572
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 當房 豊	4. 巻 41
2. 論文標題 混相雲内でのエアロゾルの氷晶核としての役割	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 大気化学研究	6. 最初と最後の頁 2
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 松木 篤, 岩田 歩, 張 代洲, 小島 知子, 山田 丸, 當房 豊	4. 巻 -
2. 論文標題 黄砂の混合状態が持つ気候学的重要性 個別粒子観察の見地から	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 -
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 小林史尚	4. 巻 52
2. 論文標題 大気を通じて長距離・越境輸送される微生物 大気バイオエアロゾル -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第52回緑膿菌感染症研究会講演記録集	6. 最初と最後の頁 1-4
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 小林史尚	4. 巻 10
2. 論文標題 南極上空の微生物	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ロータリー週報卓話	6. 最初と最後の頁 1-3
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 Tobo, Y., Adachi, K., DeMott, P. J., Hill, T. C. J., Hamilton, D. S., Mahowald, N. M., Nagatsuka, N., Ohata, S., Uetake, J., Kondo, Y. & Koike, M.	4. 巻 12
2. 論文標題 Glacially sourced dust as a potentially significant source of ice nucleating particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 253-258
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 Hiranuma, N., Adachi, K., Bell, D. M., Belosi, F., Beydoun, H., Bhaduri, B., Bingemer, H., Budke, C., Clemen, H.-C., Conen, F., Cory, K. M., Curtius, J., DeMott, P. J., Tobo, Y., et al.	4. 巻 19
2. 論文標題 A comprehensive characterization of ice nucleation by three different types of cellulose particles immersed in water	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 4823-4849
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 Misumi, R., Uji, Y., Tobo, Y., Miura, K., Uetake, J., Iwamoto, Y., Maesaka, T. & Iwanami, K.	4. 巻 96
2. 論文標題 Characteristics of droplet size distributions in low-level stratiform clouds observed from Tokyo Skytree	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 405-413
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 DeMott, P. J., Mason, R. H., McCluskey, C. S., Hill T. C. J., Perkins, R. J., Desyaterik, Y., Bertram, A. K., Trueblood, J. V., Grassian, V. H., Qiu, Y., Molinero, V., Tobo, Y., Sultana, C. M., Lee, C. & Prather, K. A.	4. 巻 20
2. 論文標題 Ice nucleation by particles containing long-chain fatty acids of relevance to freezing by sea spray aerosols	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Science: Processes and Impacts	6. 最初と最後の頁 1559-1569
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 小林史尚	4. 巻 53
2. 論文標題 南極上空大気中の微生物 第54次南極観測同行者報告	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 極地	6. 最初と最後の頁 61-64
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 T.Maki, K.Hara, A.Iwata, K.C.Lee, K.Kawai, K.Kai, F.Kobayashi, S.B.Pointing, S.Archer, H.Hasegawa, Y.Iwasaka	4. 巻 17
2. 論文標題 Variations of airborne bacterial communities at high altitudes in response dust events, over Asian-dust downwind area (Japan)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 11877-11897
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 T. Shimada, Y. Kanno, T. Iwasaki	4. 巻 31
2. 論文標題 Low-level cool air over the mid-latitude oceans in summer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 2075-2090
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 P. J. DeMott, T. C. J. Hill, M. D. Petters, A. K. Bertram, Y. Tobo, et al.	4. 巻 17
2. 論文標題 Comparative measurements of ambient atmospheric concentrations of ice nucleating particles using multiple immersion freezing methods and a continuous flow diffusion chamber	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 11227-11245
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

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 M.Kuji, S.Hirose, N.Nakatsuji, M.Hori, N.Kurita, F.Kobayashi
2. 発表標題 Characteristics of cloud fraction from whole-sky camera and ceilometer observations onboard R/V Shirase during JARE60
3. 学会等名 10th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K.Hara, M.Yabuki, H.Kobayashi, S.Matoba, Y.Iizuka, N.Takenaka, S.Hattori, H.Takashima, F.Kobayashi, S.Ishino, N.Hirasawa, M.Hayashi
2. 発表標題 Antarctic Study on Tropospheric Aerosol and Snow Chemistry (ASTASC) in Jare Phase X
3. 学会等名 10th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F.Kobayashi, Y.Kon, T.Harada
2. 発表標題 Bioaerosol observation at S17 and Syowa station, Antarctica, with the 60th Japanese Antarctic Reserach ZEspedition (JARE)
3. 学会等名 10th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林史尚, 原田大聖
2. 発表標題 60次におけるカイトプレーンを用いたS17上空の大気バイオエアロゾル観測
3. 学会等名 第9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 2019年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 津軽半島における大気バイオエアロゾル観測：リンゴ感染症原因菌監視システムの構築
3. 学会等名 特設分野研究の研究代表者交流会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林史尚, 高原亮樹, 浅田元子, 中村嘉利
2. 発表標題 台風(熱帯低気圧)の移動による大気バイオエアロゾル輸送
3. 学会等名 環境科学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 第60 次南極観測隊における大気バイオエアロゾル観測
3. 学会等名 第22回南極エアロゾル研究会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inovasita Alifdini, Teruhisa Shimada, and Anindya Wirasatriya
2. 発表標題 Climatology of surface winds in the Indonesian seas based on satellite observations and reanalysis data, 11th Conference on Weather, Climate, and the New Energy Economy
3. 学会等名 American Meteorological Society 100th Annual Meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 島田照久
2. 発表標題 襟裳岬周辺の洋上風況
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 當房 豊
2. 発表標題 北極域での雲凝結核・氷晶核の研究
3. 学会等名 2019年度 エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tobo, Y., Uetake, J., Matsui, H., Uji, Y., Iwamoto, Y., Miura, K., Misumi, R
2. 発表標題 Variation of atmospheric INP number concentrations during continuous monitoring on Tokyo Skytree in 2016/2017
3. 学会等名 3rd Atmospheric Ice Nucleation Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 當房 豊, 植竹 淳, 松井 仁志, 宇治 靖, 岩本 洋子, 森 樹大, 三浦 和彦, 三隅 良平
2. 発表標題 黄砂飛来時における東京スカイツリーでの氷晶核の観測：2017年5月の事例
3. 学会等名 日本気象学会 2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tobo, Y.
2. 発表標題 High-latitude dust and its potential impact on atmospheric ice nucleation
3. 学会等名 3rd PACES Open Science Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 當房 豊
2. 発表標題 大気中のダスト・微生物とその雲微物理への影響
3. 学会等名 ニールスン新基地を利用した研究の新展開に関する研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tobo, Y., Uetake, J., Uji, Y., Iwamoto, Y., Mori, T., Miura, K., Misumi, R.
2. 発表標題 Routine measurements of atmospheric ice nucleating particles on Tokyo Skytree: Preliminary results in 2016/2017
3. 学会等名 11th Asian Aerosol Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 南極上空の微生物
3. 学会等名 弘前ロータリー卓話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 南極と自然エネルギー
3. 学会等名 白神自然学校インストラクター養成講座 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 60次における大気バイオエアロゾル観測と問題点
3. 学会等名 第21回南極エアロゾル研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 カイトプレーンによるバイオエアロゾルサンプリング計画
3. 学会等名 第8回無人機航空機の活用による極地観測の展開（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 空飛ぶ微生物
3. 学会等名 しらせ大学（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島田照久
2. 発表標題 陸奥湾の風況
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tobo, Y., Adachi, K., DeMott, P. J., Hill, T. C. J., Hamilton, D. S., Mahowald, N. M., Nagatsuka, N., Ohata, S., Uetake, J., Kondo, Y., Koike, M., Mazzola, M. & Cappelletti, D.
2. 発表標題 Recent progress and perspectives in ice nucleation studies at Ny-Årnes, Svalbard
3. 学会等名 Ny-Årnes Atmosphere Flagship open workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tobo, Y., Moteki, N., Adachi, K., Ohata, S., Yoshida, A., Koike, M. & Kondo, Y.
2. 発表標題 Evaluation of immersion freezing properties of dark-colored particles under mixed-phase cloud conditions
3. 学会等名 10th International Aerosol Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tobo, Y.
2. 発表標題 Potential influence of aerosols on ice nucleation in mixed-phase clouds
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 大気を通じて長距離・越境される微生物 大気バイオエアロゾル
3. 学会等名 第52回緑膿菌感染症研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 南極上空大気バイオエアロゾルの生物分析による環境解析
3. 学会等名 環境科学会2017年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 係留気球を用いた南極上空の大気バイオエアロゾルの採集と生物分析
3. 学会等名 第69回日本生物工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 黄砂バイオエアロゾルの紫外線耐性と紫外線量増加にともなう影響評価
3. 学会等名 オゾン層破壊が及ぼす地球環境の影響を考えるシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 60次における大気バイオエアロゾル観測計画案
3. 学会等名 第20回南極エアロゾル研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 F.Kobayashi
2. 発表標題 Future prospects and previous observation results for atmospheric bioaerosols over the Antarctica
3. 学会等名 8th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 南極の空の微生物～第54次南極観測隊員として～
3. 学会等名 七戸理科クラブ(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 大きな風船を飛ばして上空の風を観測してみよう!
3. 学会等名 七戸理科クラブ(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林史尚
2. 発表標題 ARE60カイトプレーンによるバイオエアロゾルサンプリング
3. 学会等名 第7回無人航空機の活用による極地観測の展開
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 島田照久
2. 発表標題 北日本周辺の洋上風況に対する地形性強風の影響
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Tobo, K. Murata
2. 発表標題 A novel and simple approach for measuring ice nucleating particles in the atmosphere
3. 学会等名 The 8th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究結果であるリンゴ感染症菌の大気拡散について、FMアップルウェブより取材を受け、1時間の内容で再放送を含め計4回「こうぎょくカレッジ」で放送された（2021年3月7日、3月14日、4月11日、4月18日、いずれも19時から20時）。この放送によって、本研究内容の意義と成果を日本国民であり、リンゴ生産者が多い青森県弘前市民へ情報発信することができた。

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	佐野 輝男 (SANO teruo) (30142699)	弘前大学・農学生命科学部・教授 (11101)	

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	島田 照久 (SHIMADA teruhisa) (30374896)	弘前大学・理工学研究科・准教授 (11101)	
研究分担者	當房 豊 (TOBO yutaka) (60572766)	国立極地研究所・研究教育系・助教 (62611)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	田中 和明 (TANAKA kazuaki)		
研究協力者	葛西 由季 (KASAI yuki)		
研究協力者	對馬 綾乃 (TSUSHIMA ayano)		
研究協力者	仙台 さと実 (SENDAI satomi)		
研究協力者	今 雅道 (KON masamichi)		

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
連携研究者	牧 輝弥 (MAKI teruya) (70345601)	金沢大学・物質化学系・准教授 (13301)	
連携研究者	岩坂 泰信 (IWASAKA yasanobu) (20022709)	滋賀県立大学・理事会・理事 (24201)	

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