

令和元年8月26日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00626

研究課題名(和文) 極域に生息する植物病原菌の発生生態と遺伝子資源価値の解析

研究課題名(英文) Ecological and biological evaluation of plant pathogenic microorganisms in polar regions

研究代表者

東條 元昭 (Tojo, Motoaki)

大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授

研究者番号：90254440

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：極域に生息する植物病原系状菌の発生生態と遺伝子資源価値を明らかにすることを目的に1)高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調査と、2)極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価と同定を行った。主な結果として1)では、コケ類に感染し枯死を起こすこともあるPythium属菌を主な材料として2003年から1～2年毎に実施してきた菌量の定点観測データに2016年と2018年のデータを加えて、より長期的な分析を行い、菌量の変化が極地の夏期の気温や雨量の変化に関係している可能性を示唆する結果を得た。2)では、南極域キングジョージ島のコケに感染する雪腐病を起こす担子菌の種記載を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究代表者は、2003年に北極に設置した半永久試験区を1～2年間隔で2014年までモニタリングしてきた。スピッツベルゲン島では2005～2012年の温度上昇率が観測史上最高を記録し、異常降雨も多発している。このような変化は極域の植物病原菌が宿主に及ぼすダメージや病原菌自体の生存に大きく影響している可能性がある。本研究により極域の植物病原菌の一部について近年大きく変化している状況が明らかになった。南極も含め未知の植物病原菌の分布も確認された。これらの情報は極域植物病原菌の動態や人類共通の資源としての価値を客観評価する資料となる。また将来の温帯域での植物病原菌の動態予測するモデルになり得る。

研究成果の概要(英文)：Terrestrial plant pathogens in polar regions were studied on their ecological and biological characteristics. Part of the study was conducted on Pythium spp. which known as soilborne plant pathogens and indigenously habit in moss colonies in Spitsbergen Island in the high arctic. Changes of population and species construction of moss inhabiting fungi were investigated in summer seasons from 2003 to 2018 at Ny-Alesund, Spitsbergen Island. The Pythium population was significantly ( $P < 0.05$ ) increased during 2003 to 2010, significantly decreased ( $P < 0.05$ ) from 2010 to 2014, and stabled from 2014 to 2018. Patterns of population change was different among the six Pythium spp. In another part of the study, a basidiomycetes fungus inhabiting in moss in King Jorge Island, Antarctic area was characterized on its taxonomic status. Ecological and biological characterizations has been done on plant pathogens in polar regions and other extreme environments.

研究分野：植物病理学

キーワード：極域 植物病原菌 生物多様性 遺伝子資源

## 1. 研究開始当初の背景

### 1) 本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ

植物病原菌は農作物だけでなく野生植物の成育や集団形成にも大きな影響を及ぼす (Gilbert 2002 Annual Review of Phytopathology)。近年の事例として樹木病原菌の *Phytophthora ramorum* による北米や欧州における広葉樹林の大規模な自然林の喪失は良く知られる (Grünwald et al. 2012 Trends in Microbiology 等)。極域野生植物でもムカゴトラノオの黒穂病 (Tojo and Nishitani 2005 Canadian Journal of Botany) やナンキョクコメスキでの *Pythium* 菌による被害 (Bridge et al. 2008 Plant Pathology) が宿主生存に影響を及ぼす事例が報告されている。一方で極域の植物病原菌の中には低温環境での植物への感染を可能にするために凍結耐性タンパク質を産生するものがあり冷凍食品技術への応用など産業利用のための遺伝子資源としても注目されている (Hoshino et al. 2009 Mycoscience)。また、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 2014 年報告によると南極と北極は地球上で最も急速に温暖化が進む地域とされ、極域固有種の絶滅が危惧される状況にあり、極域植物病原菌についても生態や遺伝子資源価値を速やかに明らかにする必要性に迫られている。このように極域植物病原菌研究は世界的にも喫緊の課題として重要性を増しているが、その実施例は国内外で皆無であった。研究代表者は 1999 年に極域植物病原菌研究をフィールド調査と室内実験の両面から開始し、調査・実験環境の整備や低温下での実験手法開発を行いながら、2003 年からは高緯度北極域スピッツベルゲン島に位置する日本北極基地で 1~2 年毎に極域植物病原菌の定点調査を行い、独自の研究を行ってきた。

### 2) 研究代表者のこれまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯と、研究成果を踏まえた発展の方向

研究代表者らは植物病理学的見地から極域植物病原菌を 1999 年から調査し、これまでに以下の 5 つの主要成果を得てきた。

i) 極域植物病原菌に関する情報収集： スピッツベルゲン島およびその周辺の高緯度北極の島々で発生する植物病原菌の文献情報を集約し、これらの地域で 578 種の菌類が報告され、その中の 176 種 (内訳：子のう菌 100 種、不完全菌 45 種、担子菌 25 種、ツボカビ 3 種、卵菌 3 種) が植物寄生菌と推定されることがわかった (東條 2004, Tojo et al. 2013)。

ii) 実験法の確立： 極域の現地の限られた実験環境で効率的に実験を行うために、極域の植物病原菌を簡易に分離・同定する方法の開発 (Morita and Tojo 2007, 東條・築尾 2013, 築尾・東條 2013, 東條 2010, 東條 2011a; 2011b; 2013, Uzuhashi et al. 2010) や、効率的に培養する方法の開発 (Ahmad et al. 2012) を行った。

iii) 新種記載： 上述 ii) で開発した方法でスパールバル諸島や南極半島周辺で土壌や水伝搬性の植物病原菌を調査し、これまでに極域植物病原菌の 2 つの新種, *Pythium polare* (Tojo et al. 2012) と *Rhytisma polaris* (Masumoto et al. 2014) を記載した。これらの内, *Pythium polare* は南極と北極の両地域に生息し、両極でカギハイゴケの褐変に関与していることが明らかになった。

iv) 遺伝子資源価値評価： 極域植物病原菌の中には凍結耐性タンパク質産生や (Hoshino et al. 2013, Xiao et al. 2010)、低温性植物病原菌に対する抗菌物質産生 (東條・細江 特許出願中) など、温帯域や熱帯域の菌類では見られない特性を示すものが存在することが明らかになった。

v) 生態解明： 極域植物病原菌は宿主に感染しても通常は植物個体が発病には至らないが、宿主植物に過度なストレスが加わると死滅する (Tojo and Nishitani 2005, Yamazaki et al. 2010, Tojo et al. 2012)。このように極域植物病原菌は従来考えられていたよりも地域的固有種が多く、多様性に富んでいることがわかった。また、宿主植物の消長に影響を及ぼしたり、耐凍タンパク質の産生など遺伝子資源としても有用な性質を備えているものが存在することが明らかになった。研究代表者はこれらの成果をとりまとめて総説や国際会議で報告した (東條 2014, Tojo 2014)。

その一方で、高緯度北極域スピッツベルゲン島に位置する日本北極基地周辺のカギハイゴケ群落で 2003 年~2014 年間の 1~2 年毎に、主要病原菌の *Pythium* 属菌 6 種 (未知種を含む) の菌密度調査を今後も継続したいと考えている。これまでの結果を解析したところ、これらの極域植物病原菌と温度や降水量との間には一定の関係が見られるものの、明確な関係性を求めるにはより長期的な調査継続が必要と考えられた。また、これまでに北極と南極で独自に収集した約 1000 株の植物病原菌が大阪府立大学に保存されているが、多くが未同定で有用性も未調査となっている。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 2014 年報告によると南極と北極は地球上で最も急速に温暖化が進む地域とされ、そこに棲む生物に大きな影響が及ぶとされる。極域の植物病原菌でも温暖化にともなう消滅が危惧される。また宿主植物との間で保たれてきたバランスが崩れ極地の植生の集団形成にも影響が及ぶ可能性がある。とくに土壌や水媒介性の極域植物病原菌の多くは子実体などの肉眼で見える指標を作らないため、顕微鏡観察、分離法、DNA 分析を組み合わせた手法で早急に調査する必要性に迫られている。

## 2. 研究の目的

i) 発生生態： スピッツベルゲン島ロングヤービン（北緯 78 度 13 分 東経 15 度 33 分）のトロムソ大学演習地内の植生変化長期試験区で植物病原菌のサンプリングを実施する。そして同演習地での 10 年以上にわたる植生変化のデータと病原菌の関係を解析する。さらに同島ニールスン（北緯 78 度 55 分 東経 11 度 56 分）の日本基地周辺に自生する数種の植物を対象に 2003 年から 2014 年まで 1~2 年毎に実施してきた定点調査を継続し、2016 年と 2018 年の各夏期に計 2 回、植物病原菌による感染と枯死の頻度を調べる。同時に植物病原菌の種類と密度、宿主植物の数、地表面の温度、降水量などについても調査し、2003 年から実施してきた同一地点での同じ方法によるデータと合わせて解析する。この野外調査によって極域の 1 つの定点における植物病原菌の消長を 15 年間にわたって評価する。同島では 2005 年以降急激に温暖化が進行しているが（Nordli et al. 2014）、この間の植物病原菌への影響を本研究で明らかにする。

ii) 遺伝子資源価値： 研究代表者らが極地の広範な地域（高緯度北極のスピッツベルゲン島、南極のキングジョージ島など）から独自に収集した植物病原菌の未報告種、計約 1000 菌株について種同定を行い、低温菌に対する抗菌物質や耐凍タンパク質の産生を調べる。これらの実験により南北両極地の広い範囲にどのような植物病原菌が分布しどのような遺伝子資源的価値を持つかを評価する。

### 3. 研究の方法

スピッツベルゲン島ロングヤービエンのトロムソ大学演習地内の植生変化長期試験区で 2015 年夏期に植物病原菌のサンプリング調査を行った。これにより、同じ場所で同じ方法で 2014 年夏期に実施した結果と比較するとともに、トロムソ大学でこれまでに実施してきた植生変化の結果との関係についても解析した。次に同島ニールスンの日本基地周辺に設置した定点観測地点で 2016 年と 2018 年の各夏期に植物病原菌の種類と密度、宿主植物の数、および気象データを計測し、同じ場所で 2003 年から同じ方法で研究代表者らが得てきた結果を総合して日本基地周辺での最近 15 年間における植物病原菌の消長と気候変化と相関分析を行った。また研究全期間を通じ、上述の調査で得られる植物病原菌とこれまでに北極と南極の広範な地域から収集した植物病原菌の同定と病原性調査を大阪府立大学の実験施設で行った。

### 4. 研究成果

#### 2015 年度

極域に生息する植物病原系状菌の発生生態と遺伝子資源価値を明らかにすることを目的に高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調査と、北極と南極でこれまでに収集した植物病原菌の同定と遺伝子資源価値の評価を行った。

スピッツベルゲン島での調査では、同島ロングヤービエ近郊に設置されているトロムソ大学演習地内の植生変化長期試験区で 2015 年 8 月に植物病原菌のサンプリング調査を行った。その結果、調査地の主要植生であるカギハイゴケ計 54 試料から *Pythium okanoganense* 4 菌株と *P. polare* 4 菌株の計 8 菌株の植物病原菌が分離された。*P. okanoganense* は麦類等に褐色雪腐病を引き起こす卵菌であり、これまで日本や北米西岸に分布することが知られていたが、北極圏での分布が本研究で初めて明らかになった（東條ら未発表）。またコケ類からの分離もこれまで知られていなかった。*P. polare* はカギハイゴケに弱い病原性を示す菌であり、今回の調査地にも分布していることが確認された。

同定と遺伝子資源価値の評価では *P. polare* の凍結耐性をフリーザーを用いた実験で調べ、近縁の温帯性の植物病原菌よりも強い凍結耐性をもち、宿主に感染すると凍結耐性がより高くなることを明らかにした（Murakami et al. 2015）。また、極域の植物感染菌と遺伝的・生態的に近縁の温帯域に生息する植物病原菌の新種記載を行い、このうち国内では長野県のヤナギから、キョクチャヤナギ黒紋病菌 (*Rhizyctis polare*) に近縁の *R. filamentosum* を (Masumoto et al. 2015)、堺市からコケ感染性の *Pythium barbulae* を (Ueta and Tojo 2016)、イラン・タブリーズ市の積雪下から低温でペレニアルライグラスに感染する *P. kandovanense* を (Bouket et al. 2015) それぞれ記載した。*P. barbulae* については DNA の解析と形態観察の結果、極域生息性の植物病原菌である *P. polare* や麦類等の褐色雪腐病菌である *P. iwayamai* に近縁で、これらと同様に 0℃でも菌糸を伸長させることができる低温性の *Pythium* 属菌であることがわかった。*P. kandovanense* で 0℃で生育する特性を示した。

#### 2016 年度

高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調査と、極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価と同定を行った。

植物病原菌の定量的調査については、スピッツベルゲン島の日本北極基地に夏期に滞在し、植物病原菌として知られる *Pythium* 属菌について、基地付近の 1 地点のカギハイゴケ群落を対象にその生息数を分離法で種毎に調べた。その結果、*Pythium* sp. 1 は 2003 年から 2004 年までは 6 つの種の中で最も高い割合で分離されたがその後は有意に減少し、2016 年まで低い割合を保った。*Pythium* sp. 4 は 2003 年には全く分離されずに 2004 年になって初めて分離され、2005 年以降には 6 つの種の中に占める割合が最も高くなったが、2016 年には有意に低下し 3 番目に多い種となった。その他 4 種では 2003 年から 2016 年に有意な割合の変化が見られなかった。近年、調査地でのこれらの月の降水量の年次変動が大きくなっており、7~8 月に月間降

水量 70 mm を超える北極としては異常多雨の年があった。そのため、2003 年から 2014 年にかけて *Pythium* sp. 4 のように遊走子を形成しやすい菌種が増加した可能性が示唆された。また、同じ地点でキョクチャナギの葉に発生する *Rhizyctis polare* による黒紋病の発生頻度を調査し、降水量の増加とコケの地面被覆率の増加が、本病の発生率を高める結果を得た。

極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価については、スピッツベルゲン島のカギハイゴケから分離した *Trichoderma* が褐色雪腐病菌に対する抑制物質物質を特定した (Kamo et al. 2016)。また、極域の植物感染菌の遺伝的近縁種を含むイラン北部高原の植物病原菌を記載した (Bouket et al. 2016a, b, c)。

2017 年度

前年に引き続き、高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調と、極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価と同定を行った。

高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調査の一環として、2016 年度までのデータについて、コケ類に感染し枯死を起こすこともある *Pythium* 属菌種の発生頻度と気象情報との関連を解析した。その結果、スピッツベルゲン島ニーオルスンのカギハイゴケ群落に生息する *Pythium polare* 等の 6 種の低温本属菌の分離頻度の年次変化は菌種ごとに違いが見られるとともに、これらの変化は調査地における夏期の雨量の変化と関係していることが確認された (Tojo 2017; Tojo et al. 2017)。また、同じ地点でキョクチャナギの葉に発生する *Rhizyctis polare* による黒紋病が宿主の光合成に影響を与えることを明らかにした (Masumoto et al. 2018)。さらに同島ロングイヤーピエンにおいて積雪量の違いがコケに生息する低温性の本属菌の分離頻度と種構成に及ぼす影響についてのデータを解析し、*Pythium polare* がすべての積雪深の部分において優占種として見られ、積雪量の増加に伴う本属菌の分離頻度の上昇していることを確認した。この研究の中で本属菌の未知の 1 種は積雪深が浅い場所のみで生息が認められた (Yamaguchi et al. 2017)。

極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価では、南極域キングジョージ島のコケに感染する雪腐病を起こす担子菌を *Typhula* cf. *subvariabilis* として記載した (Yajima et al. 2017)。

2018 年度

前年に引き続き、高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調と、極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価と同定を行った。

高緯度北極域のスピッツベルゲン島における植物病原菌の定量的調査では 2003 年から 1~2 年毎に実施してきた菌量の定点観測データに 2016 年と 2018 年のデータを加えて、より長期的な分析を行い、本属菌全体の分離頻度が近年低下していることや、菌量の年次変化が菌種ごとに違いがあること、さらにこれらの変化は調査地における夏期の気温や雨量の変化に関係している可能性を確認した。

極域の植物感染菌やその近縁種の資源価値の評価では、北極産の *Trichoderma polysporum* から雪腐病菌の 1 種に抗菌性を示す物質を単離した。また南極域キングジョージ島のコケに感染する雪腐病を起こす担子菌を記載した。加えて、極域産植物病原糸状菌に近縁のいくつかの温帯産糸状菌の種同定を行った。さらに極域産の *Pythium* 属菌に近縁の温帯産の同属菌の 1 種 1 株が人工培養条件下で リノレイン酸を吸収して EPA を生産することを示唆する結果を得た。カギハイゴケから分離された *Pythium polare* に新奇トテウイルスが感染している結果も得た。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 15 件)

- 1) Masumoto S, Tojo M, Uchida M, Imura S (2015) Morphological and molecular characterization of *Rhizyctis filamentosum* sp. nov. from Nagano Prefecture, Japan. *Mycological Progress* 14: 44 (online 6 pages) (査読有) doi: 10.1007/s11557-015-1056-9
- 2) Bouket AC, Arzanlou M, Tojo M, Babai-Ahari A (2015) *Pythium kandovanense* sp. nov., a fungus-like eukaryotic microorganism (Stramenopila, Pythiales) isolated from snow covered ryegrass leaves. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 65 (8): 2500-2506. (査読有) doi: 10.1099/ijs.0.000291
- 3) Murakami R, Yajima Y, Kida K, Tokura K, Tojo M, Hoshino T (2015) Surviving freezing in plant tissues by oomycetous snow molds. *Cryobiology*, 70: 208 - 210. (査読有) doi:10.1016/j.cryobiol.2015.01.007
- 4) Kamo M, Tojo M, Yamazaki Y, Itabashi T, Takeda H, Wakana D, Hosoe T. (2016) Isolation of growth inhibitors of the snow rot pathogen *Pythium iwayamai* from an arctic strain of *Trichoderma polysporum*. *Journal of Antibiotics* 69: 451-455. (査読有) doi:10.1038/ja.2015.130
- 5) Ueta S, Tojo M (2016) *Pythium barbulae* sp. nov. isolated from the moss, *Barbula unguiculata*; morphology, molecular phylogeny and pathogenicity. *Mycoscience* 57: 11-19. doi:10.1016/j.myc.2015.07.002
- 6) Bouket AC, Arzanlou M, Babai-Ahari A, Tojo M (2016) Morphological and molecular characterization of *Phytophythium litorale* and *Pp. oedochilum* from Iran. *Nova*

- Hedwigia 102: 257-270 ( 査読有 )
- 7) Bouket AC, Arzanlou M, Babai-Ahari A, Tojo M (2016) Morphological and molecular identification of newly recovered *Pythium* species, *P. sylvaticum* and *P. glomeratum* from Iran and evaluation of their pathogenicity on cucumber seedlings. *Austrian Journal of Mycology* 25: 23-38 ( 査読有 )
  - 8) Bouket AC, Arzanlou M, Babai-Ahari A, Tojo M (2016) Morphological and molecular identification of newly recovered *Pythium* species, *P. abappressorium* and *P. spinosum* from Iran, and evaluation of their pathogenicity on cucumber seedlings. *Austrian Journal of Mycology* 25: 39-50 ( 査読有 )
  - 9) Tojo M (2017) Selective media for practical isolations of *Pythium* spp. from natural and agricultural environments. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal (ARTOAJ)* 555723 ( 査読無 ) 10.19080/ARTOAJ.2017.07.555723
  - 10) Yajima Y, Tojo M, Chen B, Hoshino T (2017) *Typhula* cf. *subvariabilis*, new snow mold in Antarctica. *Mycology: An International Journal of Fungal Biology* 8: 147-152. ( 査読有 ) <https://doi.org/10.1080/21501203.2017.1343753>
  - 11) Masumoto S, Uchida M, Tojo M, Herrero ML, Mori A, Imura S (2017) The effect of tar spot pathogen on host plant carbon balance and its possible consequences on a tundra ecosystem. *Oecologia* 186: 843–853 ( 査読有 ) DOI: 10.1007/s00442-017-4037-7
  - 12) Masumoto S, Tojo M, Imura S, Herrero ML, Uchida M (2018) Occurrence pattern of the parasitic fungus *Rhytisma polare* (Ascomycota) on the polar willow (*Salix polaris*) under limited water conditions in a high-Arctic semi-desert. *Polar Biology* 41: 1105–1110. ( 査読有 ) <https://doi.org/10.1007/s00300-018-2269-6>
  - 13) Sasai S, Tamura K, Tojo M, Herrero ML, Hoshino T, Ohki ST, Mochizuki T (2018) A novel non-segmented double-stranded RNA virus from an Arctic isolate of *Pythium polare*. *Virology* 522: 234-243. ( 査読有 ) DOI: 10.1016/j.virol.2018.07.012
  - 14) 永峰 賢, 吉田磨仁, 松下貴子, 田中淳和, 松浦昌平, 東條元昭 (2018) ピシウムによるEPA 生産の可能性 *New food industry*. 60 (8): 7-14. ISSN 0547-0277. ( 査読無 )
  - 15) Bouket C, Tanaka Y, Uzuhashi S, Tojo M, Belbahri L (2018) *Saprolegnia maragheica*. In: *Fungal Systematics and Evolution: FUSE*. 70: 252-255. ( 査読有 ) DOI 10.12905/0380.sydwia70-2018-0211

[ 学会発表 ] ( 計 10 件 )

- 1) Tojo M ( 招待講演 ) “Practical notes: isolation of *Pythium*, a fungus-like organism (Stramenopila, Pythiales), from shoots and roots of mosses and grasses” and “Practical notes: enumeration of fungi in grass and forb roots” AB-336 Arctic Mycology Course, The University Centre in Svalbard, Longyearbyen, Norway 2015. 8.16 ~ 21
- 2) Bouket CA, Babai-Ahari, Arzanlou AM, Tojo M. *Pythium kandovanense* sp. nov., a fungus – like eukaryotic microorganism (Stramenopila, Pythiales) isolated from snow covered ryegrass leaves. 2th Iranian Mycological Congress will be held at 2015/08/23 to 2015/08/25 in College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran (Karaj City, Tehran Province)
- 3) 山口貴大, 本多範行, 星野 保, 荒井治喜, 東條元昭. 福井県内のオオムギで2015年に発生した雪腐病の原因菌の同定. ( 口頭 ) 日本植物病理学会関西西部会 2015. 9.29 ~ 30 あわぎんホール徳島県郷土文化会館 ( 徳島市 )
- 4) Masumoto S, Uchida M, Tojo M, Imura S. Genetic diversity of *Melampsora* on Spitsbergen Island, Svalbard, Norway. 2015年11月16-17日, The Sixth Symposium on Polar Science. 国立極地研究所, 東京都立川市
- 5) 増本翔太, 内田雅己, 東條元昭, 伊村 智, 植物病原菌 *Rhytisma polare* がキョクチャナギの光合成生産に与える影響. 日本生態学会大会 2016. 3.20 ~ 24 仙台市情報・産業プラザ ( 仙台市 )
- 6) 増本翔太, 内田雅己, 伊村智, 東條元昭. 植物病原菌がツンドラ生態系における炭素循環に及ぼす影響. 2016年3月3-4日, GRENE 北極気候変動研究事業 研究成果報告会, 国立極地研究所, 東京都立川市
- 7) Tojo M, Hoshino T, Yagi H, Kawaguchi-Yamashita Y, Kida K, Tokura K, Herrero ML, Uchida M, Imura S. Population changes of moss-inhabiting *Pythium* at the north side cliff of Japanese Ny-Alesund observatory, Spitsbergen Island, Norway from 2003 to 2016. The Eighth Symposium on Polar Science. 2017年12月5日 ( 火 ) 国立極地研究所, 東京都立川市
- 8) Yamaguchi T, Tojo M, Cooper EJ. Effects of snow depth on moss-inhabiting *Pythium* spp. in an Arctic region. 日本植物病理学会関西西部会 口頭発表要旨 堺市 2017年9月19日
- 9) Uchida M, Mori AS, Takahashi A, Watanabe Y, Imura S, Tanabe Y, Tsuji M, Kaneko R, Thiebot J-B, Kitagawa R, Masumoto S, Uetake J, Tatsuzawa S, Osono T, Hasegawa M, Tojo M, Hoshino T, Hirota M, Vincent WF, Iimura Y, Doi H, Matsuoka S, Naganuma T,



- Higuchi M, Harada E, Naud MJ, Sawa Y, Ikeuchi T, Okhlopkov IM, Solomonov NG, Bêty J Biodiversity studies through international collaborative initiatives in ArCS (Arctic Challenge for Sustainability) ISAR-5 / Fifth International Symposium on Arctic Research. January 15-18, 2018 Hitotsubashi Hall, National Center of Sciences Building 2F, 2-1-2 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo
- 10) 笹井晋作, 東條元昭, 大木 理, 望月知史. カギハイゴケから分離された *Pythium polare* に見出された新奇トテウイルス. 日本植物病理学会大会, 2018年3月25日, 神戸市

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

大阪府立大学生命環境科学研究科 植物生体防御学 グループホームページ

<http://www.biosci.osakafu-u.ac.jp/plantpath/>

## 6. 研究組織

(1)研究分担者 無し

(2)研究協力者

研究協力者氏名: Maria L. Herrero

ローマ字氏名: Maria L. Herrero

研究協力者氏名: 増本翔太

ローマ字氏名: Masumoto Shota

研究協力者氏名: 内田雅己

ローマ字氏名: Uchida Masaki

研究協力者氏名: 伊村智

ローマ字氏名: Imura Satoshi

研究協力者氏名: 星野保

ローマ字氏名: Hoshino Tamotsu

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、研究者個人に帰属されます。