

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03281

研究課題名(和文) 菌類・藻類・細菌3者間相互作用 ～菌類の陸上進出と爆発的多様性創出の要因を探る～

研究課題名(英文) Interaction between fungi, algae and bacteria - elucidation of the factors for terrestrialization and explosive diversification of fungi -

研究代表者

出川 洋介 (Degawa, Yousuke)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：00311431

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：藻類、菌類、細菌の相互作用に関して、主に1)地衣化担子菌類：国内の全既知種および複数の新規分類群が発見され記載発表した。それらの共生藻(緑藻およびシアノバクテリア)も分離同定され、相互作用の微細構造がTEMにより観察された。うち一部の相互作用については培養下での地衣化相互作用の再現が可能となり、個々の菌類、藻類のドラフトゲノムを決定し、今後共生時に特異的な遺伝子発現を解析するための基盤が整備された。2)地衣化子囊菌類：複数の材料が分離3)細菌内生共生を受けたケカビ門菌類、4)藻類寄生をするトリモチカビ門菌類、5)藻類寄生をするツボカビ門・アフェリダ類を材料として相互作用の進化過程を推定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来、十分に認識されて来なかった菌類と藻類、細菌との相互作用に関する知見が蓄積され、それらの相互作用に基づく進化プロセスの再現に多いに有効であった。また確立された藻類や菌類の分離株には、脂質生産などで応用的価値を有すものも含まれており、産業利用へのシーズを提供した。

研究成果の概要(英文)：To analyze interactions between algae, fungi and bacteria, the following materials were investigated;1) Lichenized Basidiomycota, 2)Lichenized Ascomycota, 3) Mucoromycota with endosymbiotic bacteria, 4) Zoopagomycota parasitic on Conjugatophyte, 5) Chytridiomycota and Aphelida parasitic on Chlorophyta.

研究分野：菌類系統分類学

キーワード：藻類 菌類 細菌 相互作用 地衣化 寄生 相利共生 殺生

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

水中で生まれた菌類は如何にして陸上進出し、爆発的に多様化したのか？水中の藻類に寄生していた原始的な菌類は、上陸して菌糸体制を確立し、藻類や植物と地衣や菌根という共生関係を築いた。この共生には内生細菌も関わった可能性が高い。そこで菌類・藻類・細菌3者間の相互作用について幅広く俯瞰し、進化の鍵を握る分類群を広く自然界から探索する。各々の培養株を確立し、培養下で相互作用を再現し、関連する遺伝子や細胞の微細構造を分類群間で比較解析し、菌類の多様化の強力な駆動力となった藻類・細菌との相互作用を明らかにする。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は「菌類・藻類・細菌の3者間での寄生や共生等の相互作用の確立が、菌類の陸上進出と、陸上環境への適応、陸上での爆発的な多様性創出の主要因である」という作業仮説を検証することにある。このため、菌界全体を俯瞰し、藻類との相互作用を示す進化の鍵を握る分類群を、幅広くサーベイし共培養下での相互作用再現に努め、比較実験解析を進める。

### 3. 研究の方法

当初予定した研究計画は以下の通りである。1) 菌類・藻類・細菌3者相互作用データベースの構築、2) 国内外での野外調査の実施：大きく気候帯の異なる 亜熱帯域(南西諸島) 暖温帯域(九州・紀伊半島) 冷温帯域(本州中部山岳地帯・北海道)での野外調査を通して、2-1) 進化の鍵を握る相互作用を示す重要な菌類の収集、2-2) 進化の鍵を握る相互作用を示す新規菌類分類群の探索、2-3) 藻類の前培養を用いた釣菌法、3) 菌類および藻類の細胞内に内生する細菌の網羅的解析を実施し、菌類、藻類、細菌のできるだけ多くの分離培養株を確立し、インビトロでの共培養実験による培養下での相互作用系確立を進め、各々のゲノムを決め、相互作用に本質的に関わる遺伝子の確定を目指す。

### 4. 研究成果

本研究では、藻類との相互作用について、菌界の各高次分類群を俯瞰しようというものであったことから、菌類の分類群ごとに、新たに発見された藻類との相互作用や、それに関わる分類群、確立された相互作用系等について順に述べていく。

(1) 担子菌門 藻類共生菌(地衣化担子菌類): 分担者の升本により、日本産のほぼ全種の地衣化担子菌類の材料が確保され、その相互作用に関わる共生菌、共生藻の双方の正確な分類学的検討がなされ、更に複数の新規分類群も提唱された。またその一部については、培養下での地衣化誘導にも成功し、二員培養系が確立されたものに関しては、ゲノム解析も進展した。本分類群に関する一連の研究は、分担者の升本により学位論文のメインテーマとして着手され、その延長に位置づけられるものであり、本研究プロジェクト期間に目覚ましい進展があった。近年地衣化担子菌類については、分子系統解析により、従来想定されていた以上の多様性があることが判明し、注目を集めているが、升本による取り組みは、単なる系統解析にとどまらず、緻密な形態観察、時間と労力を要す地衣構成要素の丹念な分離培養と、培養下での相互作用系の確立という、地道なプロセスを手抜きせず丁寧に進めるもので、原著論文発表をはじめ、国内外の学会やシンポジウム発表等においても、国際的に高く評価されている。今後の地衣研究に向けた一つの指針を示す新しいアプローチとして広く認められつつある。

ハラタケ亜門の *Multiclavula* 属(アンズタケ目カノシタ科)の *M. mucida*(シラウオタケ)について、従来、*Coccomyxa* 属とされてきた同種の共生藻を緑藻類の *Elliptochloris subsphaerica* と同定し、それぞれ共生菌、共生藻双方の純粋培養株が確立された。これらをコーンミール寒天培地上に置いたバルサ材片上で共培養することで地衣化の誘導に成功した。また共生菌、共生藻双方の純粋培養株それぞれのドラフトゲノムの決定まで達成された。今後、培養下で地衣化を誘導した際に特異的に発現する地衣共生に深く関与する遺伝子の特定が進展することが期待される。

*M. mucida* は腐朽材上に発生するが、同属で岩上に発生する新規分類群が、*M. petricola*(イワノシラツノ)として記載発表され、共生菌、共生藻双方の純粋培養株が確立された。同種はその後、長野県他で近年再発見が相次いでいる。

また、同属で、地上(土壌)生の *M. vernalis*(ネコノコンボウ)が日本新産種として長野県の根子岳から報告され、共生菌、共生藻双方の純粋培養株が確立された。前種とともに、共生藻は *Elliptochloris* 属の新規分類群であることが判明して、記載発表の準備が進められている。同、*Multiclavula* 属に類縁な微小な子実体を形成する菌類が、熊本県菊池溪谷より発見され、分子系統解析及び微細構造解析の結果、新属新種 *Bryoclavula phycophila* として記載発表された。同属は、子実体の形状が *Multiclavula* 属に類似するものの、カノシタ科内で同属とは離れた系統に位置し、地衣体も *Multiclavula* 属に比較すると、菌糸による藻類細胞の被覆が緩やかであった。また、地衣体の周辺には同所的に複数の藻類が共存しており、共生藻の特定が困難であった。少なくとも、5,6種程度の未記載種と考えられる *Elliptochloris* 属の藻類が生息していることが把握されており、本種における藻類との相互作用は特異性が緩い可能性がある。同種は、その後長野県の冷温帯広葉樹林内の林道地表の礫上からも再発見されたが、同所には前述の

*M. petricola* や、後述の *Cyphellostereum* 属の地衣化担子菌類も同所的に発生していた。極めて局所的な立地に何故このように複数の地衣化担子菌類が拵めき合うように同所発生するのか、発生環境の要因などについても今後検討をしていきたい興味深い現象である。

また、ハラタケ目ヌメリガサ科で、シアノバクテリアの *Rhizonema* 属を共生藻とする *Dictyonema moorei* (フランネルゴケ) が長野県ほかより複数回採集され、共生菌、共生藻双方の純粋培養株が確立され、培養下での地衣化の誘導に成功した。なお、*Rhizonema* 属の培養株が得られた例は本研究が初めてである。本種は、糸状のシアノバクテリアの藻体に沿って菌糸が密着するように完全に共生藻を囲み、時折、シアノバクテリアの細胞内に吸器を形成するというスタイルの独特の地衣体を形成するもので、培養下での地衣化前例は無く、国際学会においても高く評価された。また、*Dictyonema* 属に類縁で、同じく糸状シアノバクテリアの *Rhizonema* 属を共生藻とする地衣化担子菌類の新規分類群として、*Cyphellostereum ushimanum* (イトアミゴケ) が奄美大島の調査で得られた材料を基に記載発表された。同属は日本新産属であった。その後、同属の類縁種が国内の各地で相次いで発見されつつあり、従来見落とされてきた多様性が今後解明されていくと期待される。

升本による一連の地衣化担子菌類の分類学的研究の過程で、共生藻についても多くの知見が得られてきた。殊に、共生藻の代表属である *Elliptochloris* 属において多くの未記載種が発見されてきたことから、陸生藻類を専門とする半田信司氏との共同研究が進められ、同属の分類学的研究の成果を、今後、各種を新規分類群として記載発表していく予定である。また William B. Sanders 氏と升本により地衣全体の共生藻に関する総説発表もなされ、今後の地衣類研究において、大変有用な情報集約がなされた。

**藻類寄生菌**：長野県下で採集された、野外の藻類コロニーに対して顕著な枯死斑を形成するものの一部の正体が、ハラタケ亜門コウヤクダケ科の *Marchandiomyces* 属等と判明した。これらは、純粋な藻類コロニーではなく、地衣化子嚢菌類の葉状体に対する寄生菌であり、強い殺生を示し、地衣体を殺す結果、共生藻も死滅し、顕著に白化を示すものであった。他方、長野県上田市で採集されたナミウメノキゴケの葉状体に寄生する *Tremella* 属菌は地衣体にほとんど目立った損傷を与えずに子実体を形成するものであったが、担子孢子が全く発芽せず分離株の確立に失敗した。

長野県上田市塩田平の溜池において、しばしば岸辺で半ば干上がったアオミドロ属などの糸状の緑藻類のコロニー上にコロニーを形成し菌核を形成する菌類が認められた。分離培養の結果、同菌は、ハラタケ目ガマノホタケ科の *Sclerotium hydrophilum* (カレントネーム: *Ceratorhiza hydrophila*) と判明した。同種は、イネの球状菌核病菌としても知られ維管束植物を攻撃する寄生菌だが、水圏において、糸状藻類のコロニーなどにも発生することが判明した。改めて塩田平の溜池群で調査をすると、この菌核は、岸辺に淡水海綿やコケムシ類のシストとともに水表面に浮遊し、しばしば大量発生して、岸辺に集積していた(未発表)。

“彩雪”(融雪時の雪上藻類群集)に混在して、汎世界的に報告されているが、藻類なのか菌類なのか、1900年代初頭に記載されて以後、永らく決着がつかなかった謎の生物 *Chionaster nivalis* の正体が解明され、これは、担子菌門ハラタケ亜門のベーサルクレードに属する菌類であることが判明した。本種に最も遺伝的に近縁だったのは、イチヨウのリター腐生菌である *Bartheletia* 属であり、ともに単系統群をなして、バルテレティア綱に含まれることが判明した。しかし、同種の孢子発芽誘導には全く成功しておらず、この孢子以外の生活史上のステージは依然として全く謎のままである。本プロジェクト期間中にイチヨウに生息する *Bartheletia* 属や、姉妹群に位置する高浸透圧耐性菌の *Wallenia* 属(ワレミア綱)については多くの材料が得られ観察検討する機会を得たが、系統進化的な隔たりが大きすぎるためか、これらの菌類との比較から、*Chionaster* の生活史や生態的性質、培養特性の手がかりは未だ得られていない。

**(3)子嚢菌門 藻類共生菌(地衣化子嚢菌類)**：分担者の橋本により地衣化子嚢菌類の痂状地衣類である *Lecanora* 属、*Orientophila* 属(いずれもレカノラ目)の分類学的検討が進められた。特に、分子系統解析とともに、切片作成により子実層や子嚢の形成プロセスを丁寧に観察し、盤子器の形成過程に注目し比較を行った。子嚢果の形成プロセスを分類に反映しようという試みは古典的な菌類学において旺盛に進められてきたものだが、近年は、時間や労力が多い割に即成果に繋がらないために敬遠される傾向があるが、これからの地衣化子嚢菌類の分類において改めて再評価をしていくべき視点だと考えられる。

葉状地衣や樹状地衣のような高度に組織化された地衣体を形成する地衣化子嚢菌類は概して生育速度が遅く、培養下での地衣体の合成が非常に困難であるが、永らく地衣化の誘導が試みられてきた材料を用いて近年、ゲノム解析が進められ地衣共生をゲノムにより解明しようというアプローチが進みつつある。一方で、前述の担子地衣のように、地衣体の組織化レベルが低く、緩やかな相互作用を示す地衣化分類群が子嚢菌門にも認められる。分担者の升本や橋本を中心に本調査期間中にこのような緩い相互作用を示す地衣化子嚢菌類の探索が進められ、多種多様な材料の標本や共生菌、共生藻の培養株の確保がなされた。

このうち、*Thelocarpon* 属(キツブゴケ属)は日本では *T. epibolum* 1種のみが知られていたが、本プロジェクトにおいて、奄美大島、関東地方、長野県などでの調査により、崖面、地上の土壌表面、腐朽木等、多様な環境下から様々な材料が多数確保され、本邦においても高い多様性があることが把握された。一部は、子嚢孢子が発芽して菌株の確保に至ったが、地衣体が顕著ではなく、複数の多様な藻類が共存しており、厳密な共生藻の特定には至らなかった。奄美大島

の3月の調査では季節的にエフェメラルな地衣化を示すといわれる *Veizdaea* 属に類縁と考えられる菌類が複数地点で多発している様子が確認されたが、残念ながら分離培養には成功せず、今後の検討が望まれる。

分担者の橋本は、葉面菌類のフロラ調査を進める過程で、しばしば、葉面菌類群集には、気生藻類コロニーが混在することに注目し、それらを培地上で共培養した際の挙動を観察した。その結果、従来、地衣としては認識されていない菌類と藻類との間で、単独培養時には認められない様々な挙動も観察することができ、更に緩い菌類・藻類相互作用が存在する新たな可能性が示唆され、今後に期待される。

地衣化子嚢菌類との類縁性が指摘されたこともあった *Sarea* 属は、古くより樹脂を分解する特異な生理的性質を有す菌類として知られてきたが、近年、系統解析の結果、本属に対して、チャワントケ亜門中の独立綱 *Sareomyces* が提唱され注目されていた。しかし、分担者の橋本らによる慎重な再検討の結果、系統的には、チャワントケ亜門の *Xylonomycetes* に含めるべきとの結論に至った。基準種を含む *Sarea* 属と、過去に提唱され異名扱いされてきた *Tromera* 属とに分けるべきとの結論に至った。分担者の橋本らは、本属が近年、葉状地衣類の内生菌として高頻度に生息していることも明らかにしてきたが、自然界における生態的側面には未知の点が多く、今後の検討が望まれる。

**藻類寄生菌**：本プロジェクト期間中に、フィールドにおいて藻類コロニーに形成されている顕著な枯死斑を各地で広く探索し、写真撮影をし、サンプル採集するとともに、分離培養により可能な限り、枯死斑の形成菌類の特定を目指した。この結果、渓流や海岸の岩上、コンクリートなど建造物の壁面、湿った耕作地や庭園などの地表面、樹皮、木製の板塀、ベンチの表面など多様な環境、基物上に発生した緑色、橙色の藻類コロニー上で50点を越える、枯死斑データを収集することができた。枯死斑部に、直接菌類の胞子が形成されている場合には、そこからの分離を行い、また、菌体が認められない場合には、温室培養や平板法により、発生してくる菌類を分離し、同定し、可能なものでは、同所より分離した藻類株への接種試験を行い、その二員培養により枯死が再現されるか試みた。この結果、多くの枯死斑では、最終的な枯死の再現まで至ることができなかったが、一部の材料で顕著な成果があった。

分担者の高島、藻類を専門とする中山らにより、長野県菅平高原の庭園や耕作地の土壌表面に発生した枯死斑が詳しく調査された結果、これは黄緑色藻類の *Botrydium* 属(フウセンモ属)のコロニーに *Emericellopsis mirabilis* (フンタマカビ綱ボタタケ目)が寄生したものと判明した。同種の1952年の原記載を詳細に確認したところ当時はそうとは認識されていなかったフウセンモ状の基質への発生に触れられていたことが判明した。菌類、藻類双方の分離培養株を用いた二員培養において顕著な枯死斑の再現はできなかったが、細胞を糸状に分化させる顕著な作用が認められ、興味深い生理活性効果を持つものと推定された。このことから、本相互作用は、条件的寄生もしくは条件的殺生で、自然界では、何等かの他の要因も加わることで枯死した後に、腐生的にも分解が進んで枯死斑が生じるのだと解釈された。土壌藻類と土壌菌類との相互作用に関する研究例は多くなく、新たな相互作用に注目したパイオニア的なアプローチとして高く評価された。

高湿度の側溝や塀などのコンクリート製の壁面、石垣、ガードレールなどに群生する橙色のスマイレモ属(緑藻類)のコロニーにしばしば、顕著な脱色を伴う白色の枯死斑が生じるものが長野県菅平高原、塩田平、安曇野市他、日本各地で確認できた。この白化部分からは複数回、褐色に着色しシンポデュロ型の分生子形成を伴う糸状不完全菌類が分離され、系統解析と形態観察の結果、チャワントケ亜門アクロスペルマム目の *Gonatophragmium* 属の種と判明した(未発表)。接種試験の結果、緩やかな枯死と胞子形成が予備的に確認された。同属には維管束植物の病原菌が知られるが藻類に対して病原性を示す種は未知であり、今後、追試を実施して、記載発表を行う予定である。

このほかにも、複数の枯死斑上に、子嚢菌門の糸状菌の発生が見られたが、複数種が混在したり、明らかに枯死後に二次的に発生している腐生性の種と考えられる例もあり、多くの場合、原因菌の確定にまでは至らなかったが、従来、植物病理学的にもあまり注目されずに看過されてきた菌類・藻類相互作用と考えられ、今後、精力的に調査を進め解明されることが期待される。

**(4)トリモチカビ門 藻類寄生菌**：分担者の瀬戸が、本プロジェクトの開始に先立ち滞在していたミシガン大学において、付近の池沼での調査により、接合藻類のミカツキモ属に寄生するトリモチカビ門ハエカビ亜門の *Ancylistes* 属の *A. closterii* を発見した。瀬戸は水圏の植物プランクトン寄生性のツボカビ類の優れた研究手腕を備えており、その技法により、二員培養成功した。同属にはいずれも接合藻類に寄生する約5種が知られるが、シダ植物の前葉体寄生性の *Completozia* 属とともに、原始的な植物寄生性を示す分類群として、他のほぼ全種が動物(昆虫や節足動物、一部線虫等)殺生、もしくは日和見寄生か部分的に腐生の分類群からなるハエカビ亜門中で異彩を放つ存在である。確立された二員培養のゲノム解析がなされ、ファイロゲノム解析が進められた結果、*A. closterii* は、ハエカビ亜門の最ベーサルクレードに位置することが判明した。本研究は、アメリカや日本での学会発表、シンポジウムにて公表され国際的にも高い関心を集めた。

瀬戸による発見後、同属菌は、国内にも産することが判明し、長野県菅平高原では初夏6月頃に、黒ボク土の耕作地脇の護岸や用水路、林道沿いの湧水地付近の小規模な湿地や轍にブルームした藻類群集中に発生が認められた。少なくとも3種以上の接合藻類への感染が見られ、ミカツ

キモ属寄生種のほか、*Netrium*属を宿主とする *A. netrii*が発見された。初期には無性生殖が認められるが、季節の進行とともに、接合孢子形成が多くなり、夏にかけて発生が減少していく。二員培養の確立には至っていないが、今後、宿主特異性の再検証や種分化過程等の解析も可能となった。

**(5)ケカビ門 藻類共生菌**：グロムス亜門の *Geosiphon* 属についてはコロナ禍のためにドイツの生息地調査を断念した。グロムス亜門やケカビ亜門のアツギケカビ目は陸上植物との菌根共生の起源的な分類群である。分担者の山本により、維管束植物とともにコケ植物のタイ類の葉状体におけるアツギケカビ目の菌根に相当する内生共生の実態が調査されてきたが、藻類との相互作用についても様々な探索が試みられた。

ことに高湿度の倒木の上に生じた単細胞性の緑藻等からなるバイオフィームにおいて、ケカビ門やトリモチカビ門の菌類と陸上藻類やシアノバクテリアとの相互作用が無いが、サンプリングや検鏡観察が繰り返されたが顕著な相互作用系を発見するには至らなかった。ただ、しばしば、樹皮の剥げた腐朽木表面に発達した弾力のある藻類バイオフィーム上において、単細胞性の緑藻類の藻類細胞に光学顕微鏡レベルで検知可能な、菌糸末端が若干膨潤した吸器を挿入する細い菌糸が確認された。この菌糸は直径が  $1\mu\text{m}$  程度で極めて細く、顕著な隔壁を伴わないことから、二核菌より原始的な菌類による可能性も考えられ、分離培養を試みたが、培地上での菌糸生育や相互作用の再現はできなかった。

過去の研究例において、同様に繊細な菌糸の先端に顕著な吸器状構造が形成され、ゼラチン状の鞘を有する単細胞性の藻類やシアノバクテリアの細胞中に挿し込まれる類似の形状が子囊菌門の *Epigloea* 属や、*Thelecarpon* 属（いずれも高次分類群の所属は不明）のモノグラフ中において線画で表現されており、それらである可能性もあるが、本当にその種の形成した構造かどうかの確証はない。藻類と菌類との緩い相互作用例として、今後、詳細に解明していく価値がある。また、当初、このような群集に対して、環境 DNA 解析により構成者を網羅的に解明し、一部の藻類を純粋培養したところに、接種して釣菌法的な手法により相互作用を抜粋しようという計画も立てていた。しかし、光学顕微鏡観察により、このような群集中には、予想をはるかに越える多様な菌類が共存しており、またそれが同一腐朽木上でも、すぐ近傍のサンプルでも顕著に異なり、著しく多様かつ不均質性が高いコミュニティであることが推定された。再現性をもって相互作用が抽出できるような適切な材料の抽出をしようとする多様なサンプルのサーベイを行ってきたが、残念ながら、今回のプロジェクト期間中の実現は適わなかった。本着想については、今後改めて後継事業により取り組んでいきたい。

**(6)ツボカビ門・アフエリダ門 藻類寄生菌**：分担者の瀬戸により、水圏の植物プランクトン群集に關する寄生性の分類群の記載分類学的研究が精力的に進められてきたが、本事業期間中にも顕著な成果があった。従来の広義のツボカビ類の中でも最も原始的なオピストスポリディアに関しては、とりわけ近年、その認識が著しく進展しているが、近年、瀬戸らにより、アフエリダ門の一未記載種について宿主藻類プランクトンとの二員培養が確立され、微細構造および系統的な位置が解明され新規分類群として論文公表された。瀬戸による一連の藻類寄生性ツボカビ類を対象とした分類学的研究は、水圏生態学の推進においても“登場人物”の素性を正確に把握するという意味で極めて重要な意味を持つが、労力を多く要するために敬遠されてきた分類群が一つずつ埋められていくことにより、より精度高いツボカビ類全体の系統関係の理解にも大きく貢献するもので、国際的にも高く評価されている。また、このような基礎知見は、近年、注目されている植物プランクトンを用いた藻類産業の推進にとっても重要な意義をもつ。

**(7)内生細菌の関与**：分担者の高島により、これらの相互作用に際して、内生細菌の関与について幅広くサーベイがなされた。期間中、高島により、主にケカビ門の菌類の内生細菌について分類学的検討や、ゲノム解析、また、宿主の菌類への生殖干渉などの複数の研究成果が報文公表された。今回、直接、菌類・藻類相互作用に關する知見は得られなかったが、菌根共生において内生細菌が貢献している可能性や、細胞内に藻類細胞を入れて恒常性がどう成立するかを調査する等の大胆なアプローチも海外では行われており、今後、内生細菌の関与は更に重要性を増していくものと推定される。

**(8)藻類学分野への貢献**：分担者の石田により、一連の調査で得られた地衣体からの共生藻や、気生藻、菌類との相互作用を示す対象としての藻類株について、脂質生産等の応用を意図したサーベイも実施された。ことに、培養下での担子菌系の地衣の誘導の際に様々な培養条件を試みたところ、菌類学の常法で用いられてきたポテトデキストロース寒天培地等の富栄養培地上で藻類を培養した際に油球を多産する現象が認められたが、これが契機となり、脂質生産などの応用のための培養技術の開発に新たな視点をもたらすこととなり、現在、新規の検討が進められている。このように、菌類学、藻類学の相互の交流により新たにもたらされた知見も多かった。先述の通り、時として藻類産業に、大きな打撃を及ぼす寄生菌・寄生生物の正確な種同定を行い、適切な対処を施せるようにするには、確固たる多様性の理解に基づく基礎的知見から具体的な増産、病害防除等の応用までをカバーする“藻類病理学”の体系化も今後強く望まれるだろう。藻類病理学の立ち上げを視野に入れた後継プロジェクトを検討していきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Sanders William B., Masumoto Hiroshi	4. 巻 53
2. 論文標題 Lichen algae: the photosynthetic partners in lichen symbioses	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Lichenologist	6. 最初と最後の頁 347 ~ 393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0024282921000335	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 Masumoto Hiroshi, Degawa Yousuke	4. 巻 21
2. 論文標題 Cyphellostereum ushimanum sp. nov. (Hygrophoraceae, Agaricales) described from Amami-Oshima Island (Kagoshima Prefecture, Ryukyu Islands), Japan, with ultrastructural observations of its Rhizonema photobiont filaments penetrated longitudinally by a central haustorium	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mycological Progress	6. 最初と最後の頁 167 ~ 179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11557-021-01766-w	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 細野 天智、鶴沢 美穂子、大前 宗之、升本 宙、出川 洋介	4. 巻 62
2. 論文標題 Octospora系統 (チャワンタケ目, ピロネマキン科) に属すコケ植物生および非コケ植物生盤菌類4種の日本新産報告	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本菌学会会報	6. 最初と最後の頁 77 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18962/jjom.jjom.R02-22	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 Matsuzaki Ryo, Takashima Yusuke, Suzuki Iwane, Kawachi Masanobu, Nozaki Hisayoshi, Nohara Seiichi, Degawa Yousuke	4. 巻 36
2. 論文標題 The enigmatic snow microorganism, Chionaster nivalis, is closely related to Bartheletia paradoxa (Agaricomycotina, Basidiomycota)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 n/a ~ n/a
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME21011	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 Takashima Yusuke, Nakayama Takeshi, Degawa Yousuke	4. 巻 62
2. 論文標題 Revisiting the isolation source after half a century: <i>Emericellopsis mirabilis</i> on a yellow-green alga	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 260 ~ 267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47371/mycosci.2021.03.009	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 Tanaka Eiji, Hosoe Tomoo, Degawa Yousuke, Miroslav Kolarik	4. 巻 62
2. 論文標題 Revision of the genus <i>Aciculosporium</i> (Clavicipitaceae) with a description of a new species on wavyleaf basketgrass, and proline-containing cyclic dipeptide production by <i>A. take</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 166 ~ 175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47371/mycosci.2021.01.002	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 Masumoto Hiroshi, Degawa Yousuke	4. 巻 61
2. 論文標題 <i>Multiclavula vernalis</i> (Cantharellales) new to Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Mycology	6. 最初と最後の頁 19-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18962/jjom.jjom.R01-08	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 Masumoto Hiroshi, Degawa Yousuke	4. 巻 61
2. 論文標題 <i>Multiclavula petricola</i> sp. nov. (Cantharellales, Basidiomycota), a new clavarioid and lichenized fungus growing on rocks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 155-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2020.03.004	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 Hashimoto Akira, Masumoto Hiroshi, Endoh Rikiya, Degawa Yousuke, Ohkuma Moriya	4. 巻 62
2. 論文標題 Revision of Xylonaceae (Xylonales, Xylonomycetes) to include Sarea and Tromera	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 47-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47371/mycosci.2020.11.001	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 Guo Yong, Takashima Yusuke, Sato Yoshinori, Narisawa Kazuhiko, Ohta Hiroyuki, Nishizawa Tomoyasu	4. 巻 86
2. 論文標題 Mycovirus sp. Strain B2-EB: Comparative Genomics Reveals Minimal Genomic Features Required by a Cultivable Burkholderiaceae-Related Endofungal Bacterium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 18-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/AEM.01018-20	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 橋本陽	4. 巻 48
2. 論文標題 子囊菌門のDNA配列を用いた同定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本防菌防黴学会誌	6. 最初と最後の頁 369-376
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 郭永, 高島勇介, 西澤智康	4. 巻 79(2)
2. 論文標題 糸状菌に内生する細菌の縮小化ゲノムの特徴	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 バイオサイエンスとインダストリー (B & I)	6. 最初と最後の頁 121-123
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 Yoshino Kanami, Yamamoto Kohei, Masumoto Hiroshi, Degawa Yousuke, Yoshikawa Hiroko, Harada Hiroshi, Sakamoto Kazunori	4. 巻 52
2. 論文標題 Polyol-assimilation capacities of lichen-inhabiting fungi	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Lichenologist	6. 最初と最後の頁 49 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0024282919000483	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 Masumoto Hiroshi, Degawa Yousuke	4. 巻 60
2. 論文標題 The effect of surface sterilization and the type of sterilizer on the genus composition of lichen-inhabiting fungi with notes on some frequently isolated genera	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 331 ~ 342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2019.07.004	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 Yamamoto Kohei, Degawa Yousuke, Yamada Akiyoshi	4. 巻 112
2. 論文標題 Taxonomic study of Endogonaceae in the Japanese islands: New species of Endogone, Jingerdemannia, and Vinositunica, gen. nov.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mycologia	6. 最初と最後の頁 309 ~ 328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00275514.2019.1689092	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 Yamamoto Kohei, Shimamura Masaki, Degawa Yousuke, Yamada Akiyoshi	4. 巻 132
2. 論文標題 Dual colonization of Mucoromycotina and Glomeromycotina fungi in the basal liverwort, Haplomitrium mnioides (Haplomitriopsida)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 777 ~ 788
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-019-01145-3	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 -

1. 著者名 Ogura-Tsujita Yuki, Yamamoto Kohei, Hirayama Yumiko, Ebihara Atsushi, Morita Nana, Imaichi Ryoko	4. 巻 132
2. 論文標題 Fern gametophytes of <i>Angiopteris lygodiifolia</i> and <i>Osmunda japonica</i> harbor diverse <i>Mucoromycotina</i> fungi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 581 ~ 588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-019-01121-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 Takashima Yusuke, Degawa Yousuke, Narisawa Kazuhiko	4. 巻 60
2. 論文標題 <i>Mortierella oedorhiza</i> , a new species forming a dichotomously branched rhizoid at the sporangiophore base	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 361 ~ 365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2019.06.007	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 Seto K., Van Den Wyngaert S., Degawa Y., Kagami M.	4. 巻 5
2. 論文標題 Taxonomic revision of the genus <i>Zygorhizidium</i> : <i>Zygorhizidiales</i> and <i>Zygophlyctidiales</i> ord. nov. (Chytridiomycetes, Chytridiomycota)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fungal Systematics and Evolution	6. 最初と最後の頁 17 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3114/fuse.2020.05.02	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 Takashima Yusuke, Degawa Yousuke, Nishizawa Tomoyasu, Ohta Hiroyuki, Narisawa Kazuhiko	4. 巻 35
2. 論文標題 Aposymbiosis of a Burkholderiaceae-Related Endobacterium Impacts on Sexual Reproduction of Its Fungal Host	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	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) 10.1264/jsme2.ME19167	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 Hirao Akira S., Imai Ryosuke, Endoh Rikiya, Ohkuma Moriya, Degawa Yousuke	4. 巻 8
2. 論文標題 Draft Genome Sequence of Novel <i>Metschnikowia</i> sp. Strain JCM 33374, a Nectar Yeast Isolated from a Bumblebee	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00704-19	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 Hiroshi Masumoto, Yoshihito Ohmura, Yousuke Degawa	4. 巻 18
2. 論文標題 <i>Lichenomphalia meridionalis</i> (Hygrophoraceae, lichenized Basidiomycota) new to Asia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 <i>Opuscula Philolichenum</i>	6. 最初と最後の頁 379-389
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 -

〔学会発表〕 計42件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 奄美大島で見発見された日本初となる地衣化担子菌類 <i>Cyphellostereum</i> 属の報告
3. 学会等名 令和3 (2021) 年度日本菌学会関東支部年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 地衣化担子菌類 <i>Bryoclavula phycophila</i> の再発見とその共生藻に関する研究
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 日本国内の各種環境から単離された微細藻類 <i>Elliptochloris</i> (トレボウクシア藻綱) の系統・分類学的研究
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masumoto H, Degawa Y.
2. 発表標題 Co-culture experiments between a lichenized basidiomycete <i>Dictyonema moorei</i> and its photobiont <i>Rhizonema</i> sp.
3. 学会等名 International Association for Lichenology 9th Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 升本宙
2. 発表標題 担子地衣類 -知られざるもう一つの地衣共生の世界-
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会 研究シンポジウム「菌類藻類相互作用から地衣共生を考える」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬戸健介
2. 発表標題 ファイロゲノミクスの光と闇 - 接合菌類の系統への挑戦 - 」
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会 自由集会 "菌類で生物学してみた! 萌芽研究最前線" 』
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬戸健介
2. 発表標題 真菌類基部系統群の分類・系統の研究：狭間系統群ハンターの挑戦
3. 学会等名 原生生物・寄生虫・進化セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎令;高島勇介;鈴木石根;河地正伸;野崎久義;野原精一;出川洋介
2. 発表標題 分子データに基づく雪氷微生物Chionaster nivalisの系統上の位置と分布
3. 学会等名 日本微生物資源学会第27回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Matsuzaki; Yusuke Takashima; Iwane Suzuki; Masanobu Kawachi; Hisayoshi Nozaki; Seiichi Nohara; Yousuke Degawa
2. 発表標題 MOLECULAR ANALYSES FOR THE SNOW-INHABITING MICROORGANISM, CHIONASTER NIVALIS
3. 学会等名 75th Annual Meeting of the Phycological Society of America (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuma Yoshihashi; Yousuke Degawa
2. 発表標題 Is chlamydospore formation of the yeasts indispensable for adaptation to live in the gut of lacewings?
3. 学会等名 15th International congress on yeasts (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高島勇介;橋本陽;升本宙;大熊盛也;出川洋介
2. 発表標題 野外採集, 標本記録および私信史料から把握された日本産 <i>Sorosphaerula veronicae</i> の分布範囲
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松崎令;高島勇介;鈴木石根;河地正伸;野崎久義;野原精一;出川洋介
2. 発表標題 雪氷微生物 <i>Chionaster nivalis</i> は生きる化石 <i>Bartheletia paradoxa</i> に近縁だった
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李 知彦; 出川洋介
2. 発表標題 バツタ目を宿主とする腸内外両生菌類2種の付着構造の微細構造学的研究
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田 元; 黒川悦子; 杉本泉; 飯田敏也; 出川洋介
2. 発表標題 菌寄生菌 <i>Hymenostilbe mycetophila</i> の分類学的再評価
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松崎令;高島勇介;鈴木石根;河地正伸;野崎久義;野原精一;出川洋介
2. 発表標題 雪氷微生物Chionaster nivalisの分子系統解析
3. 学会等名 日本植物分類学会第21回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前川直人; 出川洋介
2. 発表標題 ケカビ目菌に寄生するケカビ目菌の2種について
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出川洋介;原光二郎;山本好和
2. 発表標題 研究シンポジウム「菌類藻類相互作用から地衣共生を考える」の企画にあたって
3. 学会等名 日本菌学会第65回大会 研究シンポジウム「菌類藻類相互作用から地衣共生を考える」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yousuke Degawa
2. 発表標題 Terrestrialization of fungi, detected from the biodiversity of Zygomycota
3. 学会等名 "Online Symposium of Life Science Kickoff meeting between NUT & UT (国立臺灣大学/キックオフシンポジウム)" (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 アンスタケ目に所属する新規系統の地衣化担子菌類
3. 学会等名 日本菌学会第64回大会、大阪、2020年6月（見直し開催）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 糸状シアノバクテリアRhizonema sp.における地衣共生状態と単独培養状態での分枝様式の違い
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会、オンライン開催、2020年9月
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 Dictyonema moorei（地衣化担子菌類）とRhizonema sp.（シアノバクテリア）との共培養による地衣共生の再現
3. 学会等名 日本共生生物学会第4回大会、オンライン開催、2020年10月
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 升本宙・出川洋介
2. 発表標題 地衣化担子菌類Dictyonema mooreiと共生シアノバクテリアRhizonema sp.の地衣共生の再現
3. 学会等名 第6回山岳科学学術集会、オンライン開催、2020年12月
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 轟丈瑠, 郭永, 高島勇介, 渡邊真紀子, 西澤智康, 成澤才彦, 坂上伸生
2. 発表標題 駒止湿原開墾跡地におけるブナ共生菌類を利用した植樹試験の試行
3. 学会等名 日本土壤微生物学会2020年度大会, 大阪, 2020年6月 (見做し開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高島勇介, 渡辺舞, 出川洋介
2. 発表標題 Myconymphaea属菌の発生基質の特定および1未記載種の発見
3. 学会等名 日本菌学会第64回大会, 大阪, 2020年6月 (見做し開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 出川洋介, 高島勇介, 稲葉重樹
2. 発表標題 分類学的所属不明の菌寄生菌Nothadelphia属の未記載種について
3. 学会等名 日本菌学会第64回大会, 大阪, 2020年6月 (見做し開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高島勇介, 中山剛, 出川洋介
2. 発表標題 陸生藻類と菌類の相互関係の探索: フウセンモに発生した糸状菌について
3. 学会等名 Symbio2020 日本共生生物学会第4回大会, 2020年10月 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤智康, 郭永, 高島勇介
2. 発表標題 糸状菌細胞に内生する細菌の微生物相互作用
3. 学会等名 第94回日本細菌学会総会, 2021年3月 (オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高島勇介, 中山剛, 出川洋介
2. 発表標題 フウセンモ寄生菌 <i>Emericellopsis mirabilis</i> は宿主の不動胞子を伸長させる
3. 学会等名 第6回山岳科学学術集会, オンライン開催, 2020年12月
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前川直人, 高島勇介, 出川洋介
2. 発表標題 菅平高原とその周辺に発生した菌寄生菌について
3. 学会等名 第6回山岳科学学術集会, オンライン開催, 2020年12月
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Wasiatus Sa'diyah・橋本陽・細矢剛・大熊盛也
2. 発表標題 Molecular analysis of <i>Bisporrella discedens</i> (Pezizellaceae, Helotiales) collected in Japan
3. 学会等名 日本菌学会第64回大会, 大阪, 2020年6月 (見直し開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 橋本陽・出川洋介・大熊盛也
2. 発表標題 Molecular taxonomy of undescribed Orientophila (Teloschistaceae, Teloschistales) collected in Japan
3. 学会等名 本菌学会第64回大会、大阪、2020年6月（見做し開催）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Gayuh R, Hermawan R, Hidayat I, Takashima Y, Narisawa K, Degawa Y.
2. 発表標題 Rediscovery of Rhizopodopsis javensis, monotypic genus of Indonesian Mucorales with taxonomically ambiguous status.
3. 学会等名 Asian Mycological Congress 2019, Mie Japan, 1st October 2019. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashima Y, Guo Y, Degawa Y, Nishizawa T, Ohta H, Narisawa K.
2. 発表標題 Aposymbiosis of an endofungal bacterium impacts on sexual reproduction of its fungal host.
3. 学会等名 Asian Mycological Congress 2019, Mie Japan 4th October 2019. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細野天智, 松崎務, 出川洋介.
2. 発表標題 ツボミゴケ(苔類)上に発生する日本新産コケ植物生菌について.
3. 学会等名 第5回山岳科学学術集会, 茨城 つくば市, 2019年12月14日.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高島勇介.
2. 発表標題 カビの中に棲むバクテリアは何をしている？菌類内生バクテリアの多様性および宿主有性生殖との関係
3. 学会等名 第59回藻類プロチスタフォーラム，茨城 つくば市，2019年12月9日．（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細野天智，鶴沢美穂子，出川洋介．
2. 発表標題 コケ植物と特異的に相互作用をする盤菌類（子囊菌門チャワソタケ目）の分類と生態の検討．
3. 学会等名 日本蘚苔類学会第48回大会，福岡 福岡市，2019年8月28日．
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本陽，升本宙，遠藤力也，出川洋介，大熊盛也．
2. 発表標題 日本産 <i>Sarea resinae</i> 様菌の分類学的再検討．
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会，秋田 秋田市，2019年5月24日．
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細野天智，大前宗之，升本宙，山本航平，折原貴道，出川洋介，逢沢峰昭，大久保達弘．
2. 発表標題 日本新産の好蘚苔類性チャワソタケ目ピロネマキン科菌について．
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会，秋田 秋田市，2019年5月26日．
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 升本宙, 出川洋介.
2. 発表標題 Multiclavula mucidaと緑藻Elliptochloris subsphaericaの共培養条件の検討.
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会, 秋田 秋田市, 2019年5月26日.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮澤研人, 大村嘉人, 出川洋介.
2. 発表標題 長野県入笠山の大型地衣類相.
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会, 秋田 秋田市, 2019年5月26日.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田留健介, 升本宙, 出川洋介, 大村嘉人.
2. 発表標題 日本新産のボタンタケ目ピオネクトリア科地衣生菌2種について.
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会, 秋田 秋田市, 2019年5月26日.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本陽, 出川洋介, 大熊盛也.
2. 発表標題 “Lecanora”の再分類に向けた研究.
3. 学会等名 平成31年度日本菌学会関東支部年次大会, 東京 町田市, 2019年4月20日.
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	石田 健一郎  (Ishida Kenichiro)  (30282198)	筑波大学・生命環境系・教授   (12102)	
研究分担者	中山 剛  (Nakayama Takeshi)  (40302369)	筑波大学・生命環境系・准教授   (12102)	
研究分担者	橋本 陽  (Hashimoto Akira)  (10824435)	国立研究開発法人理化学研究所・バイオリソース研究センター・特別研究員   (82401)	
研究分担者	瀬戸 健介  (Seto Kensuke)  (20907802)	横浜国立大学・大学院環境情報研究院・日本学術振興会特別研究員   (12701)	
研究分担者	升本 宙  (Masumoto Hiroshi)  (10883853)	京都大学・地球環境学堂・特別研究員 (PD)   (14301)	
研究分担者	山本 航平  (Yamamoto Kohei)  (60806248)	栃木県立博物館・学芸部自然課・研究員 (移行)   (82207)	
研究分担者	高島 勇介  (Takashima Yusuke)  (70833987)	筑波大学・生命環境系・特別研究員 (PD)   (12102)	

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			
その他の国・地域	台湾・台湾大学			
米国	Florida Gulf Coast University			
インドネシア	ボゴール農科大学			