

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01854

研究課題名(和文) アイスコアに封じ込められた微生物ゲノムの変動解読

研究課題名(英文) Metagenomic analysis of microorganisms in an ancient ice core

研究代表者

瀬川 高弘 (SEGAWA, Takahiro)

山梨大学・大学院総合研究部・特任助教

研究者番号：90425835

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,320,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、アイスコアに封じ込められている古い年代の微生物の遺伝子やゲノムを解読し、世界中の様々な既存メタゲノムデータと比較解析することで、遺伝子機能組成や系統組成の解析をおこなった。その結果、過去に生息していた生物の集団動態はこれまでほとんど理解が進んでいなかったが、本研究からアイスコア中の過去の微生物の遺伝子および機能の多様性の変動を時系列的に再構築することで過去の地球環境との関連性を評価することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

古い年代のDNAを解析することは、過去の地球環境を推定するうえで非常に重要な情報を提供するため、寒冷環境から採取された古代試料からのDNA解析は近年非常に注目されている。そういった中でも本研究は、アイスコア試料に封じ込められた古代試料からの遺伝子情報を年代順に解析し、環境変動との関連性や分子進化を解析した独創的なものであり、こうした前例の乏しい研究を世界に先駆けて遂行し、成果を上げることは、日本の極域研究と環境ゲノム研究の発展のためにも重要である。

研究成果の概要(英文)：Ice cores drilled from glaciers can provide a means of direct analysis of microbes that grew in the past. We directly estimated bacterial mutation rates based on ancient DNA analyses of ice core samples that dates back to 12,500 cal years before present. The mutation rate of bacterial ITS region was estimated by comparing ancient and modern populations. Bayesian demographic analysis revealed that bacterial population sizes increased during the Holocene. In addition, to understand the mechanism by which snow microorganisms form geographically specific population structures and how they migrate across the global cryosphere, here we study samples from glaciers and ice core samples. Our results enhance understanding of the enigmatic time scale of microevolution, which has the potential to elucidate environmental responses of microorganisms to the drastic climatic change events of the Quaternary.

研究分野：生物学

キーワード：アイスコア 古代DNA メタゲノム 微生物 環境変動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

氷河や氷床に長年にわたって堆積した雪や氷は、過去の環境情報を封印したタイムカプセルである。したがって、氷河の深い部分から採取した氷サンプル(アイスコア)を取り出して分析すれば、過去の環境変動について多くの情報を得ることができる。過去の環境変動に関するデータは将来の環境変動予測に不可欠な情報であることから、南極やグリーンランドなどで氷床アイスコア解析がおこなわれ、過去数十万年の地球環境が明らかになってきた。

アイスコア中の DNA 情報を時系列的に解析することで、微生物の多様性と環境変動・気候変動との関連性や人間活動の影響を解明できる可能性がある。近年、アイスコア中の微生物は海外でも注目されつつあるが、アイスコア中の DNA は量的に少ないだけでなく、著しく断片化しているため、無菌的な全ゲノム増幅手法に加え、生物の系統推定を行うための配列比較解析が難しく、これまでゲノム解析をおこなった前例はない。そこで、本研究ではアイスコア中のゲノム情報を用いて古環境復元を行う手法を確立する。様々な年代のアイスコア試料からゲノム解析をおこなうことで微生物群集を解明し、過去の微生物の遺伝子情報を用いた分子進化学的な解析をおこなうことで多様性や群集組成の変動史を明らかにする。

2. 研究の目的

本研究では微生物の多様性に過去の環境変動がどのような影響を与えているかを解明することを目的として、以下の解析を行った。まず後期更新世から現在まで時系列的に採取されたアイスコアに保存されている微生物のゲノム解析を行い、世界中の様々な既存メタゲノムデータと比較解析することで、年代ごとの遺伝子機能組成や系統組成を解析した。さらに、アイスコア試料中に含まれる過去の DNA 情報を用いて分子進化解析をおこない、過去から現在に至る微生物の集団サイズの変動の推定をおこなった。アイスコア試料から得られた古代 DNA 情報に加え、現在の雪氷圏微生物叢の全球的な地理的構造の知見を組み合わせることで、微生物地理的分布の解析をおこなった。

3. 研究の方法

クリーンルーム内にて古代試料からのゲノム増幅に最適化した手法を用いて全ゲノム増幅を実地しゲノム解読をおこない、過去に生息していた生物の群集組成の変動や種内での集団動態の解明を目指したパイオインフォマティクス解析や分子進化解析を実施した。アイスコア中の断片化した微量 DNA を解析する技術の開発を進め、とりわけコンタミネーションを抑えながら高収率で DNA ライブラリー構築手法や、古代 DNA 配列からの系統組成と遺伝子機能組成を推定するための先端的プロトコルの確立を重点的におこなった。アイスコア試料の表面に付着したコンタミネーションの微生物を排除するために、本研究で開発した遺伝子解析用アイスコア融解装置を用いて、クリーンルーム内にて氷試料内部のみを無菌的に採取した。無菌的に抽出した DNA をもとに、古代試料由来の DNA ライブラリー構築に最適化された手法でゲノムライブラリーを作成し、イルミナ社の次世代シーケンサーを用いてゲノム配列の取得をおこなった。

シーケンスした古代メタゲノム配列データを、本研究で開発した古代 DNA 配列からのメタゲノム解析パイプラインを用いて、メタゲノムサンプルごとの系統組成と遺伝子機能組成、さらには系統ごとに所持する遺伝子機能解析をおこなった。また、研究分担者が開発した、約 160 万サンプルの様々な環境由来のメタゲノムデータと環境情報を統合したデータベース MicrobeDB.jp とそれら大量のメタゲノムデータを探索可能な Web アプリケーション LEA を用いて、類似した特徴を持つ現生の微生物群集を特定し、その環境情報を基に当時の環境を推定した。また、時系列ごとにアイスコア試料中の各種微生物や病原菌、抗生物質耐性遺伝子など定量解析のために、ハイスループット定量的 PCR を実地し、長時間分解能での解析をおこなった。

さらに、コンタミネーションの可能性を検証するため、断片化の度合いによって推定される系統組成が異なるか否かを解析した。アイスコアに封じ込められたシアノバクテリア叢の遺伝的多様性と遺伝的分化度の経時的な変化を推定することで、集団サイズの増減や集団の交代といった生物学的イベントと環境変動との関連性を調べた。

4. 研究成果

試料年代が古いアイスコア中に含まれる DNA は微量であり、また断片化しているため、コンタミネーションを抑えた高収率での DNA 抽出手法の確立し、古代試料からの DNA ライブラリー構築に最適化されたプロトコルの確立に成功した。こうした新技術の開発により従来の問題点を解決することができ、その結果、今まで情報のなかった古い試料年代のサンプルから信頼性の高いゲノムデータを得ることができた。大規模データのバイオインフォマティクス解析も計画通り進み、シーケンスして得られた DNA データから微生物群集構造について明らかにすることができた。

現在から 12500 年前までの 15 試料のアイスコアから、無菌的に DNA を抽出し、次世代シーケンサーによるゲノム配列の取得をおこなった。シーケンシングした古代メタゲノム配列データを解析するために、断片化された古代 DNA 配列データからでも各断片の由来した系統やコードする遺伝子の機能を推定できるメタゲノム解析パイプラインの作成をおこなった。メタゲノムサンプルごとの系統組成と遺伝子機能組成、さらには系統ごとに所持する遺伝子機能を推定し、各サンプルの微生物群集の系統組成と遺伝子機能組成の推定、遺伝的多様性と遺伝的分化度の経時的な変化の解析を実地した。また、各種微生物や病原菌、抗生物質耐性遺伝子などの莫大な定量データを体系的に解析することで、気候イベントとの関連性を解析した。

シアノバクテリアをはじめとする原核生物の突然変異率はほとんど研究が進んでいないが、本研究ではアイスコア由来の年代の古いサンプルを用いることで突然変異率の推定に成功した。アイスコア試料から、現在の氷河表面にも生息している *Microcoleus* と *Geitlerinema* の 2 種類のシアノバクテリア種の DNA の検出に成功した。得られた *Microcoleus* と *Geitlerinema* の ITS 領域の配列から、突然変異率はそれぞれ 5.7×10^{-7} および 2.3×10^{-7} substitutions/site/year と計算することに成功した (図 1)。

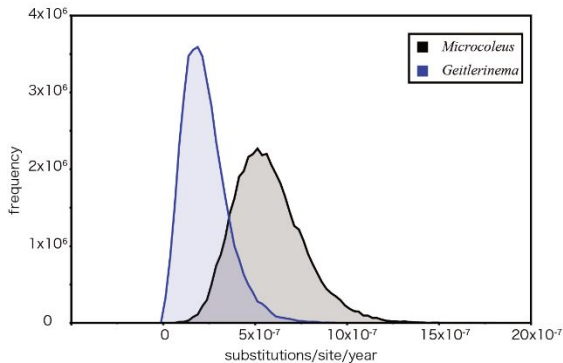


図 1. シアノバクテリアの突然変異率

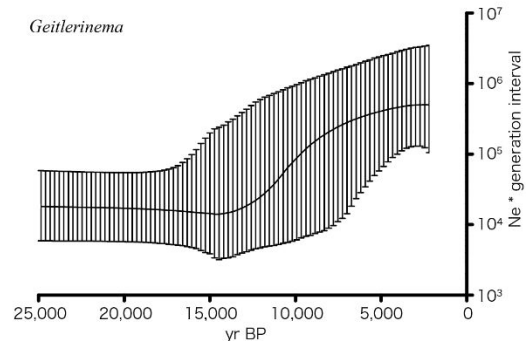


図 2. 過去から集団サイズの変動

古代試料由来の配列と現在の配列との間に信頼できる突然変異率を推定するだけの十分な塩基置換数があるのか、そして古代試料由来の配列は現生試料からのコンタミネーションである可能性を評価する目的で新しい統計的検定法を分子進化モデルの枠組みで考案した。その結果、本研究で推定された突然変異率はコンタミネーションによるものではなく、統計的に十分な量の塩基置換数に基づいて推定された値であることが明らかとなった。これは古代 DNA 解析において、配列の信憑性を獲得する上で画期的な成果である。

さらに、Bayesian Skyline Plot による集団サイズの変動を推定した結果、現在の氷河上に生息しているシアノバクテリアは、1 万年前から急激に集団サイズを増大させていることが明らかとなった (図 2) (Segawa et al., 2018)。さらに年代の古い試料からの分子進化解析を推進させるために、現生 DNA のコンタミネーションを評価するために、この分子進化モデル選択に基づく統計的検定法を、実際の問題への適用を実施した (Segawa et al., 2020)。

アイスコア試料から得られた古代 DNA 情報に加え、現在の雪氷圏微生物叢の全球的な地理的構造の知見を組み合わせることで、雪氷圏微生物の変遷や微生物地理的分布の解析をおこなった。まず、南極や北極、アジア域などの世界各地の氷河で採取された雪氷サンプル中のシアノバクテリア分析を行った。シアノバクテリアの ITS 領域の集団構造の解析の結果、いくつかの種類では地理的に明瞭な遺伝的構造があることが示された。地理的な遺伝的構造が形成される要因を評価するために、地理的距離に基づく遺伝的分化度と環境要因に基づく遺伝的分化度を分散分析により抽出し、シアノバクテリア種間の比較を行った。その結果、地理的移動能力と環境適

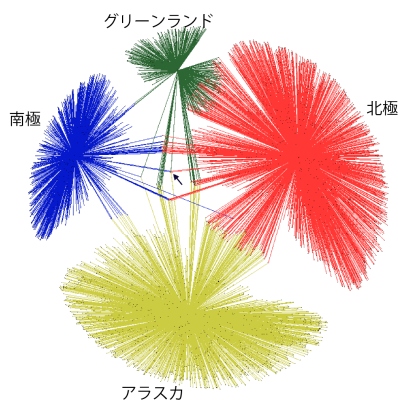


図 3. 各地域間の微生物—微生物ネットワーク図

応性の違いで多様な遺伝的構造が出来ていることが示唆された (Segawa et al., 2017)。さらに、現在の両極の雪氷藻類の地理的分布の解析を実施した。北極および南極から採取した試料から DNA を抽出し、PCR 法で ITS2 領域を増幅後に塩基配列を解読し、配列情報を使って系統解析を行った。その結果、ごく一部の系統の雪氷微生物が全球に共通して分布しており、現在も分散、交流していること (図 3)、また、そのような藻類が赤雪上では優占していることを明らかにした (Segawa et al., 2018)。本研究は、微生物の全球的な分散や、多様な微生物たちが相互作用する生態系を理解する上で、重要な知見になると期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Takahiro Segawa, Takahiro Yonezawa	4. 巻 22
2. 論文標題 Evaluation of reported sediment samples from 20 Ma using a molecular phylogenetic approach: comment on Liu et al. (2017).	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 813-818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1462-2920.14923	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 Shin Sugiyama, Francisco J. Navarro, Takanobu Sawagaki, Masahiro Minowa, Takahiro Segawa, Yukihiro Onuma, Jaime Otero and Evgeny V. Vasilenko	4. 巻 65
2. 論文標題 Subglacial water pressure and ice speed variations at Johnsons Glacier, Livingston Island, Antarctic Peninsula.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Glaciology	6. 最初と最後の頁 689-699
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1017/jog.2019.45	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 Takeuchi, N., Sera, S., Fujita, K., Aizen, V.B., Kubota, J.	4. 巻 51
2. 論文標題 Annual layer counting using pollen grains of the Grigoriev ice core from the Tien Shan Mountains, central Asia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Arctic, Antarctic, and Alpine Research	6. 最初と最後の頁 299-312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15230430.2019.1638202	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 Yue, X., Li, Z., Zhao, J., Fan, J., Takeuchi, N. and Wang, L.	4. 巻 8
2. 論文標題 Variations in Albedo and its Relationship with Surface Dust at Urumqi Glacier No. 1 in Tien Shan, China	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2020.00110	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 Uetake, J., Nagatsuka, N., Onuma, Y., Takeuchi, N., Motoyama, H., Aoki, T.	4. 巻 95
2. 論文標題 Bacterial community changes with granule size in cryoconite and their susceptibility to exogenous nutrients on NW Greenland glaciers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 FEMS microbiology ecology	6. 最初と最後の頁 fiz075
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/femsec/fiz075	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 Takeuchi, N., Tanaka, S., Konno, Y., Irvine-Fynn, T.D.L., Rassner, S.M.E. and Edwards, A.	4. 巻 7
2. 論文標題 Variations in phototroph communities on the ablating bare-ice surface of glaciers on Breggerhalvoya, Svalbard	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	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) 10.3389/feart.2019.00004	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 Takahiro Segawa, Satoshi Fukuchi, Dylan Bodington, Sayaka Tsuchida, Pierre Philippe Mbehang Nguema, Hiroshi Mori, Kazunari Ushida	4. 巻 7
2. 論文標題 Genomic analyses of Bifidobacterium moukalabense reveal adaptations to frugivore/folivore feeding behavior	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microorganisms	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) https://doi.org/10.3390/microorganisms7040099	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 Murakami T, Mori H, Shcherbakova VA, Yoshimura Y, Segawa T.	4. 巻 8
2. 論文標題 Draft genome sequence of Clostridium tagluense strain A121T, isolated from a permafrost core in the Canadian high Arctic.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbiol Resour Announc.	6. 最初と最後の頁 e01630-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1128/MRA.01630-18	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 Higashi K, Suzuki S, Kurosawa S, Mori H, Kurokawa K.	4. 巻 14
2. 論文標題 Latent environment allocation of microbial community data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS Comput Biol.	6. 最初と最後の頁 e1006143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006143	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, R., Nozaki, H., Takeuchi, N., Hara, Y., Kawachi, M.	4. 巻 14
2. 論文標題 Taxonomic re-examination of "Chloromonas nivalis (Volvocales, Chlorophyceae) zygotes" from Japan and description of <i>C. muramotoi</i> sp. nov.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0210986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0210986	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 Segawa, T., Matsuzaki, R., Takeuchi, N., Akiyoshi, A., Navarro, F., Sugiyama, S., Yonezawa, T., Mori, H.	4. 巻 9
2. 論文標題 Bipolar dispersal of red-snow algae	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-05521-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 該当する

1. 著者名 Onuma, T., Takeuchi, N., Tanaka, S., Nagatsuka, N., Niwano, M., Aoki, T.	4. 巻 12
2. 論文標題 Observations and modelling of algal growth on a snowpack in north-western Greenland	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 2147-2158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-12-2147-2018	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 -

1. 著者名 Takeuchi, N., Sakaiki, R., Uetake, J., Nagatsuka, N., Shimada, R., Niwano, M., Aoki, T.	4. 巻 77
2. 論文標題 Temporal variations of cryoconite holes and cryoconite coverage on the ablation ice surface of Qaanaaq Glacier in northwest Greenland	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of Glaciology	6. 最初と最後の頁 21-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/aog.2018.19	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 Zawierucha, K., Stec, D., Lachowska-Cierlik, D., Takeuchi, N., Li, Z., Michalczyk, L.	4. 巻 68
2. 論文標題 High Mitochondrial Diversity in a New Water Bear Species (Tardigrada: Eutardigrada) from Mountain Glaciers in Central Asia, with the Erection of a New Genus Cryoconicus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annales Zoologici	6. 最初と最後の頁 179-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3161/00034541ANZ2018.68.1.007	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 該当する

1. 著者名 Qian Zhang, Gabriel Asad Al-Ghalith, Mayumi Kobayashi, Takahiro Segawa, Mitsuto Maeda, Satoshi Okabe, Dan Knights, Satoshi Ishii	4. 巻 9
2. 論文標題 High-Throughput flaA Short Variable Region Sequencing to Assess Campylobacter Diversity from Fecal Samples from Birds	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 2201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.3389/fmicb.2018.02201	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 Murakami, T., Segawam T., Takeuchi, N., Barcaza, G., Lavarcam P., Kohshima, S., Hongoh, Y.	4. 巻 20
2. 論文標題 Metagenomic analyses highlight the symbiotic association between the glacier stonefly <i>Andiperla willinki</i> and its bacterial gut community	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 4170-4183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1462-2920.14420	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 Takahiro Segawa, Takahiro Yonezawa, Arwyn Edwards, Ayumi Akiyoshi, Sota Tanaka, Jun Uetake, Tristram Irvine-Fynn, Kotaro Fukui, Zhongqin Li and Nozomu Takeuchi	4. 巻 44
2. 論文標題 Biogeography of cryoconite forming cyanobacteria on polar and Asian glaciers.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 2849-2861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jbi.13089	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 Takahiro Segawa, Nozomu Takeuchi, Koji Fujita, Vladimir B. Aizen, Eske Willerslev, Takahiro Yonezawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Demographic analysis of cyanobacteria based on the mutation rates estimated from an ancient ice core	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Heredity	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) 10.1038/s41437-017-0040-3	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 Mamoru Oshiki, Takahiro Segawa, and Satoshi Ishii	4. 巻 -
2. 論文標題 Nitrogen Cycle Evaluation (NiCE) Chip for the Simultaneous Analysis of Multiple N-Cycle Associated Genes.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology	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) 10.1128/AEM.02615-17	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 Toshihiro Ito, Masaaki Kitajima, Tsuyoshi Kato, Satoshi Ishii, Takahiro Segawa, Satoshi Okabe, Daisuke Sano	4. 巻 125
2. 論文標題 Target virus log10 reduction values determined for two reclaimed wastewater irrigation scenarios in Japan based on tolerable annual disease burden	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Water Research	6. 最初と最後の頁 438-448
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.watres.2017.08.057	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 Mori H, Maruyama T, Yano M, Yamada T, Kurokawa K.	4. 巻 12:30
2. 論文標題 VITCOMIC2: visualization tool for the phylogenetic composition of microbial communities based on 16S rRNA gene amplicons and metagenomic shotgun sequencing.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BMC Sys Biol.	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) 10.1186/s12918-018-0545-2	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22件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 瀬川 高弘
2. 発表標題 北極と南極の雪を赤く染める藻類の地理的分布
3. 学会等名 第13回日本ゲノム微生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Segawa
2. 発表標題 Ancient DNA analysis of ice core samples
3. 学会等名 Future Perspective on Ancient Genomics in East Asia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Segawa, Ryo Matsuzaki, Hiroshi Mori & Nozomu Takeuchi
2. 発表標題 Bipolar dispersal of red-snow algae phylotypes
3. 学会等名 2nd Snow algae meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mori H. Kurokawa K.
2. 発表標題 VITCOMIC2: Visualization and analysis tool for the phylogenetic composition of microbial communities based on 16S rRNA gene sequences
3. 学会等名 ASM Microbe 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mori H. Kurokawa K.
2. 発表標題 VITCOMIC2 and MicrobeDB.jp: Analyzing taxonomic composition of microbial communities based on 16S rRNA gene sequences without sequence clustering
3. 学会等名 ISME17 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mori H.
2. 発表標題 Metagenome informatics to understand microbial communities
3. 学会等名 イルミナマイクロバイオロジーワークショップ 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内 望, 堀 耀一朗, 吉田 稔, 藤井 理行
2. 発表標題 ヒマラヤ山脈エベレスト・クンプ氷河ウエスタンクームで掘削された浅層アイスコア中のデブリの起源および消耗域のデブリとの比較
3. 学会等名 日本地球惑星連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石渡晃起, 竹内望, 渡辺茜
2. 発表標題 グリーンランド南東部ラッセル氷河のクリオコナイトおよびホルの空間分布
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内望, 瀨川高弘, 米澤隆弘, 松崎令
2. 発表標題 世界の氷河に分布する雪氷藻類の比較と分散過程 - 氷河上の雪氷藻類はどこからきたのか -
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内俊介, 竹内望, 堀耀一朗
2. 発表標題 中央アジアパミール及び天山山脈の氷河雪氷中に含まれる鉱物ダストの比較研究
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 對馬あかね, 佐野雅規, 藤田耕史, 竹内望
2. 発表標題 グレゴリアアイスコアの酸素同位体比とキルギスで採取された年輪酸素同位体比の比較
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鋸屋遥香, 竹内望, 藤田耕史, 川村賢二, 對馬あかね, 宮内謙史郎 (千葉大学), 堀燿一朗, Vladimir Aizen, Azamat Osmonov
2. 発表標題 2016 年中央アジア・パミールアライ山域で掘削したアイスコアの花粉分析
3. 学会等名 雪氷研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Segawa, Takahiro Yonezawa, Arwyn Edwards, Koji Fujita, Vladimir Eisen, Nozomu Takeuchi
2. 発表標題 Biogeography and demographic analysis of cryoconite forming cyanobacteria on glaciers
3. 学会等名 17th International Symposium on Microbial Ecology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Segawa, Ryo Matsuzaki, Nozomu Takeuchi, Ayumi Akiyoshi, Francisco Navarro and Hiroshi Mori
2. 発表標題 Bipolar distribution and dispersal pattern of snow algae
3. 学会等名 The Ninth Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Segawa, Takahiro Yonezawa, Arwyn Edwards, Koji Fujita, Vladimir Eisen, Francisco Navarro, Zhongqin Li, Nozomu Takeuchi
2. 発表標題 Biogeography and demographic analysis of cryoconite-forming cyanobacteria on glaciers.
3. 学会等名 International Symposium on Cryosphere and Biosphere (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Segawa, Hiroshi Mori, Ayumi Akiyoshi, Nozomu Takeichi, Takahiro Yonezawa, Masami Hasegawa
2. 発表標題 Ancient DNA analysis of extinct animal and ice core samples.
3. 学会等名 The Eighth Symposium on Polar Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上 匠, 瀬川 高弘, 竹内 望, Pedro Labarca, Gonzalo Barcaza Sepulveda, 幸島 司郎, 本郷 裕一
2. 発表標題 バタゴニアに生息する氷河カワゲラの網羅的腸内細菌叢解析
3. 学会等名 環境微生物系学会合同大会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mori H, Maruyama T, Yano M, Yamada T, Kurokawa K.
2. 発表標題 VITCOMIC2: visualization of the phylogenetic composition of microbial communities based on 16S rRNA gene amplicons and metagenomic shotgun sequencing
3. 学会等名 ProkaGENOMICS 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森宙史
2. 発表標題 博物館資料のメタゲノム解析
3. 学会等名 第8回Museomics研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田史
2. 発表標題 微生物群集の系統組成推定・描画ツールVITCOMIC2の開発と応用
3. 学会等名 NGS現場の会第五回研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Mori
2. 発表標題 Developing tools and database for microbial community analysis
3. 学会等名 マイクロバイオーーム研究開発の最前線（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田史
2. 発表標題 メタゲノムインフォマティクスと微生物統合データベース,
3. 学会等名 産総研セミナー（招待講演）
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	竹内 望 (TAKEUCHI Nozomu) (30353452)	千葉大学・大学院理学研究院・教授 (12501)	

6. 研究組織（つづき）

	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	森 宙史 (MORI Hiroshi) (40610837)	国立遺伝学研究所・情報研究系・助教 (63801)	
研究分担者	米澤 隆弘 (YONEZAWA Takahiro) (90508566)	東京農業大学・農学部・准教授 (32658)	