

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：82626

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H05683

研究課題名（和文）難培養性のポストコッホ微生物の可培養化

研究課題名（英文）Innovations to culturing the difficult-to-culture microorganisms

研究代表者

中井 亮佑（Nakai, Ryosuke）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・主任研究員

研究者番号：90637802

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 69,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は主に細菌を標的とし、難培養性微生物の培養化効率の向上に資する“培養のコツ”を収集し、モデル圃場から約500株の新規細菌を分離した。この知見をもとに新たな培養条件を設計するとともに、環境微生物探索に適用可能なマイクロ培養アレイデバイスの開発を達成し、ポストコッホ技術の一つを完成させるに至った（論文：Nakai et al. PLOS ONE, 2024 等）。この過程において Acidobacteriota 門や Verrucomicrobiota 門に属する稀少系統群の獲得にも至った。新規な分離菌株については新しいバイオリソースとして理研JCMに寄託し、今後の学術研究へ利用可能な状態にした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、コッホによる従来型の寒天平板培養の抜本的再考を通じて得た培養ノウハウをマイクロ培養アレイデバイス（ポストコッホ技術）の活用に活かし、ハイスループットランダム隔離培養法の基盤を確立した。今後、本技術を用いてポストコッホ微生物を含む多様な細菌（メタ細菌）の機能を解析することで、ポストコッホ機能生態学を介した生物学や生態学への学術的貢献だけでなく、健康・医療分野、環境分野および食料・農業分野における諸課題の解決に貢献することが期待される。

研究成果の概要（英文）：The advent of high-throughput “omics” technology has substantially expanded our knowledge of microbial diversity. Despite advancements in sequencing technologies, most microorganisms remain unculturable in the laboratory. To explore such unseen microorganisms beyond their genes/genomes, we have developed novel cultivation strategies in the scientific project, “Post-Koch Ecology.” Our group aimed to elucidate “cultivation tips” to improve the cultivation efficiency of these difficult-to-culture bacteria. We isolated approximately 500 phylogenetically novel bacterial strains from upland soils under various media conditions. Based on the efficacy of each tested culture medium, we designed new cultivation conditions and applied a gel-filled microwell array device as a novel cultivation technology for high-throughput mining of uncultured bacteria. The novel strains were deposited at the RIKEN BRC as bioresources and made available for future academic and industrial research.

研究分野：微生物生態学

キーワード：微生物 細菌 分離培養 生物資源 系統分類 多様性

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

生物と環境の相互作用が織りなす「超地球生命体」システムを理解するためには、そこで量的かつ質的に重要な役割を担う微生物の種と機能の多様性を明らかにする必要がある。しかし、21世紀を迎えてなお、自然界に存在する微生物の圧倒的大多数が培養困難かつ機能未知である。本領域で目指す微生物を基盤とした「ポストコッホ機能生態学」を創成するためには、ボトルネックたるこれら難培養性微生物の機能解明が必要である。微生物はおよそ 10^{30} 個のオーダーで存在し、さまざまな環境においてその能力を発揮する。その影響力は、例えば植物-微生物間相互作用の数 mm 以内のスケールから、地球環境変動ガスの放出の全球スケールまで幅広い (Falkowski *et al.*, *Science*, 2008)。DNA 解析技術の発展が環境微生物の“超”多様性を導く一方で、その 99%以上が培養されていない。この背景には、微生物の培養技術についてはコッホの培養法、すなわち、微生物を寒天平板培地上で単独培養する方法が 100 年以上利用され続けていることがある。事実として、従来の培地支持体などの再考は、新規微生物の可培養化率を向上させている (Tamaki *et al.*, *Environ. Microbiol.*, 2009; Nakai *et al.*, *IJSEM*, 2014; 研究代表者及び分担者らの成果)。そこで、古典的培養法の改良を通じて得てきた微生物探索技術、またこれから得る培養ノウハウをポストコッホ技術に活かして、微生物培養法を革新する本研究を着想した。

2. 研究の目的

本計画班 (A01-4 班) は難培養性の細菌の獲得を目的として、従来のコッホの寒天平板培養の抜本的再考を通じて得た培養ノウハウをマイクロ培養アレイデバイス (ポストコッホ技術) の開発・評価・改良に活かし、微生物の培養技術の革新を図った。ポストコッホ技術開発班との連携により、マイクロ培養アレイを用いて環境微生物をハイスループットランダム隔離培養する手法の確立を目指す。さらに本手法を用いて、本領域が定めるモデル圃場と他の様々な環境から多数の新規細菌を可培養化することも目的とした。

3. 研究の方法

本計画班では主に 3 つの研究課題、具体的には項目 1 「“培養のコツ” の収集・体系化とその応用」、項目 2 「フィールドオリエンテッドな情報に基づく培養条件の最適化」、および項目 3 「ポストコッホ技術との融合による培養の加速化」を領域内の有機的な連携によって推進した。

(1) 研究項目 1 では、本領域で設定するモデル圃場や他環境由来の試料を用いて、難培養性微生物 (ポストコッホ微生物) の培養化効率に寄与する「培養のコツ」の解明に注力した。具体的には微生物の生育を阻害する培地成分および培地調製法を検討し、ポストコッホ微生物の獲得に有効な培養支持体・培養液組成を設計した。また、A01-1/佐々班らとの領域内連携により、ポストコッホ技術の一つで、大腸菌等の高密度培養に成功しているマイクロ培養デバイス技術を用いて、環境微生物を分離培養する手法を相互フィードバックしながら試行錯誤した。

なお、本項目の遂行を通して、マイクロ培養デバイスを用いて自然環境中の微生物を探索するうえでは、デバイス上に作製するマルチウェルの数、長期培養における充填培地の安定性、また取得した分離菌株の保管や継代方法の検討が重要であることが判明した。一例として、右図は A01-1/佐々班との議論を基に新たに開発した異なるウェル数の培養デバイスである (図 1: 196 ウェルから 1600 ウェルまでの試作機)。この試作機をモデル圃場等からの微生物分離培養に使用し、環境中の新規細菌をハイスループットにスクリーニングする上でより簡便かつ有効なものを検討した。

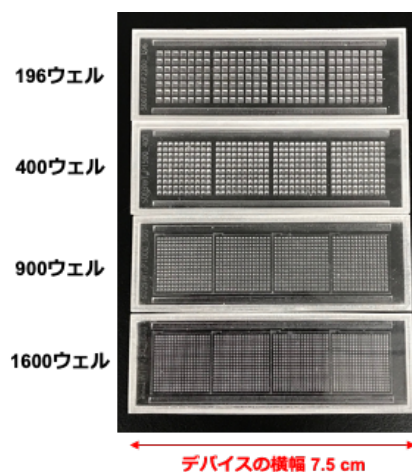


図 1. マイクロ培養デバイスの試作

(2) 項目 2 では、実験室内と大きく異なる野外 (フィールド) では様々な物理化学的・生物学的な環境要因があることに着目した。環境要因は微生物の活性や培養化に影響を与えるため、それらを考慮して培養条件を設定することが重要である。本項目ではモデル圃場を主に対象とし、領域および A02-2/高谷班が揃える高次元の環境情報 (環境コンテキスト) を参考に、項目 1 で検討するマイクロ培養デバイス上に調製する培地の組成や条件を設計した。

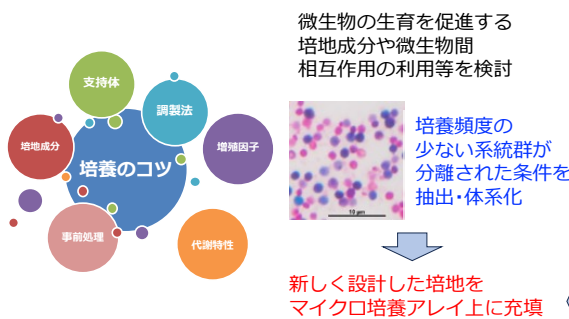
(3) 項目 3 では、他の計画班による顕微分光 (A01-2/重藤班と A01-3/野村班) や機能インフォマティクス (A02-3/松井班) から推定される標的微生物の代謝特性を参照した。同時に、分離菌株やそのゲノム情報を他の計画班とデータ共有し、ポストコッホ機能生態系の構築に必要な機能的特徴付けを試みた。

4. 研究成果

研究項目1では、新規細菌の培養化効率の改善に寄与する“培養のコツ”（微生物の生育を促進する培地成分や微生物間相互作用の利用等）の検討と検証を進めた（図2）。各種条件で環境試料を処理した後で、環境細菌を分離培養し、未処理区で分離した細菌株と比較することで、系統学的多様性ならびに新規性の観点からより効果的な培地・培養条件を選定した。一連の検討から、多様な環境サンプルから新規細菌を複数分離するとともに、培養頻度の少ない *Planctomycetota* 門や *Verrucomicrobiota* 門に属する細菌株を取得した（合計約500株）。これらの検討で得た知見を反映させた新しい培地組成を設計し、マイクロ培養アレイ上に当該培地を充填して圃場微生物探索に使用した。なお、この培地・培養条件の設計では、項目2としてA02-2/高谷班が揃える高次元の環境情報（環境コンテキスト）を参考にするとともに、他の計画班による顕微鏡観察技術（A01-3/野村班）、微生物相互作用関係（A02-1/野尻班）、機能インフォマティクス（A02-3/松井班）の研究から推定されるポストコッホ微生物の代謝特性も参照した（図2）。

さらに研究項目3では、ポストコッホ技術のマイクロ培養アレイの環境微生物探索への応用に向けて、領域内連携によって、マイクロ培養アレイ試作機を用いた微生物培養技術の評価と改良を重ねた（図2）。その結果、大腸菌と圃場微生物を用いた試行錯誤により、培養アレイデバイスへの培地の充填法、長期間の培養における培地の安定性、ランダム隔離培養に適した微生物の摂取量、そしてマイクロ剣山による微生物の継代等についてそれぞれ好適な条件を見出してプロトコルを確立した。また、当該プロトコルを圃場微生物探索に応用し、約120株を分離した。これら分離株は *Actinomycetota* 門、*Bacillota* 門、*Bacteroidota* 門および *Pseudomonadota* 門に帰属し、比較実験（従来法のコッホの寒天プレート）から分離されたものと同じ属種が見出される一方で、マイクロ培養アレイからのみで分離できた新規細菌株も検出された（Nakai & Kusada et al. *MRA*, 2021; Nakai et al. *PLOS ONE*, 2024）。この中には *Acidobacteriota* 門や *Verrucomicrobiota* 門の稀少系統群も含まれる。マイクロ培養アレイから分離した菌株の約20%が新種候補の細菌であり（16S rRNA 配列相同性が98%以下の基準）、従来法による新種候補微生物の獲得効率が“培養のコツ”を使用しても10%程度であったことから、ポストコッホ技術によって難培養性微生物の培養化効率がさらに向上したことが認められた。新規な分離菌株については新しいバイオリソースとして理研JCM（A02-4/大熊班）に寄託し、今後の学術研究へ利用可能な状態にした。

項目1「“培養のコツ”の収集・体系化とその応用」



項目2「フィールドオリエンテッドな情報に基づく培養条件の最適化」



項目3「ポストコッホ技術との融合による培養の加速化」

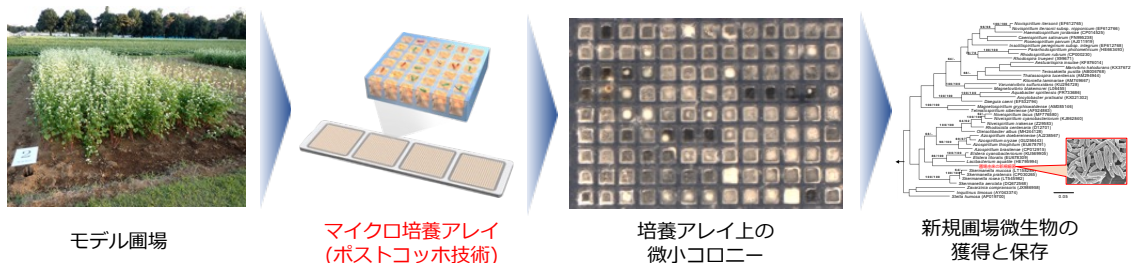


図2. 本研究における各研究項目の概要と成果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計43件（うち査読付論文 39件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 39件）

1. 著者名 Nishioka Tomoki, Tamaki Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Improved Cultivation and Isolation of Diverse Endophytic Bacteria Inhabiting Dendrobium Roots by Using Simply Modified Agar Media	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microbiology Spectrum	6. 最初と最後の頁 e02238-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/spectrum.02238-22	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 Makino Ayaka, Nakai Ryosuke, Yoneda Yasuko, Toyama Tadashi, Tanaka Yasuhiro, Meng Xian-Ying, Mori Kazuhiro, Ike Michihiko, Morikawa Masaaki, Kamagata Yoichi, Tamaki Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Isolation of Aquatic Plant Growth-Promoting Bacteria for the Floating Plant Duckweed (<i>Lemna minor</i>)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microorganisms	6. 最初と最後の頁 1564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/microorganisms10081564	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 中井 亮佑、草田 裕之、玉木 秀幸	4. 巻 22
2. 論文標題 培養技術の革新で迫る未知微生物の実態	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 環境バイオテクノロジー学会誌	6. 最初と最後の頁 75 ~ 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.50963/jenvbio.22.1_75	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 Nakai Ryosuke, Kusada Hiroyuki, Sassa Fumihiko, Morigasaki Susumu, Hayashi Hisayoshi, Takaya Naoki, Tamaki Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Draft Genome Sequence of Novel Filterable Rhodospirillales Bacterium Strain TMPK1, Isolated from Soil	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 e00393-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00393-21	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 Nakai Ryosuke, Naganuma Takeshi, Tazato Nozomi, Kunihiro Tadao, Morohoshi Sho, Koide Tomomi, Kusada Hiroyuki, Tamaki Hideyuki, Narihiro Takashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Characterization of Terrihabitans soli gen. nov., sp. nov., a Novel 0.2 μm-Filterable Soil Bacterium Belonging to a Widely Distributed Lineage of Hyphomicrobiales (Rhizobiales)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Diversity	6. 最初と最後の頁 422 ~ 422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/d13090422	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 Shimada Sho, Nakai Ryosuke, Aoki Kotaro, Kudoh Sakae, Imura Satoshi, Shimoeda Norifumi, Ohno Giichiro, Watanabe Kentaro, Miyazaki Yasunari, Ishii Yoshikazu, Tateda Kazuhiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Characterization of the First Cultured Psychrotolerant Representative of Legionella from Antarctica Reveals Its Unique Genome Structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbiology Spectrum	6. 最初と最後の頁 e00424-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/Spectrum.00424-21	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 Kusada Hiroyuki, Arita Masanori, Tohno Masanori, Tamaki Hideyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Isolation of a Highly Thermostable Bile Salt Hydrolase With Broad Substrate Specificity From Lactobacillus paragasseri	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 810872
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2022.810872	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 Nakai Ryosuke	4. 巻 35
2. 論文標題 Size Matters: Ultra-small and Filterable Microorganisms in the Environment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 ME20025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME20025	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 Waite David W, Chuvochina Maria, Pelikan Claus, Parks Donovan H, Yilmaz Pelin, Wagner Michael, Loy Alexander, Naganuma Takeshi, Nakai Ryosuke, Whitman William B, Hahn Martin W, Kuever Jan, Hugenholtz Philip	4. 巻 70
2. 論文標題 Proposal to reclassify the proteobacterial classes Deltaproteobacteria and Oligoflexia, and the phylum Thermodesulfobacteria into four phyla reflecting major functional capabilities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology	6. 最初と最後の頁 5972 ~ 6016
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1099/ijsem.0.004213	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 草田裕之、玉木 秀幸	4. 巻 98
2. 論文標題 微生物間相互作用の遮断と抗生物質耐性を紐付ける未知微生物群ならびに両機能性酵素の発見	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本生物工学誌	6. 最初と最後の頁 296 ~ 299
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 玉木 秀幸	4. 巻 78
2. 論文標題 未知の微生物を"培養"して新たな生物機能を探る	5. 発行年 2020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 458 ~ 459
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 Tamaki Hideyuki	4. 巻 34
2. 論文標題 Cultivation Renaissance in the Post-Metagenomics Era: Combining the New and Old	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 117 ~ 120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME3402rh	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 Nakai Ryosuke, Kusada Hiroyuki, Sassa Fumihiro, Makino Ayaka, Morigasaki Susumu, Hayashi Hisayoshi, Takaya Naoki, Tamaki Hideyuki	4. 巻 19
2. 論文標題 Roseiterribacter gracilis gen. nov., sp. nov., a novel filterable alphaproteobacterium isolated from soil using a gel-filled microwell array device	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0304366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0304366	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 Azuma Shigeru, Kawasuji Hitoshi, Nakai Ryosuke, Yamada Hiroshi, Yoshida Yoshihiro, Kawahara Hiroyuki, Suzuki Mai, Mori Shunsuke, Hirata Masayoshi, Sugie Kazushige, Niimi Hideki, Morinaga Yoshitomo, Yamamoto Yoshihiro	4. 巻 30
2. 論文標題 The fatal case of "Pigmentibacter" bacteremia following aspiration pneumonia in elderly patient	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Infection and Chemotherapy	6. 最初と最後の頁 806 ~ 811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jiac.2024.01.019	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 Islam Md. Samiul, Yamamoto Kyosuke, Morita Naoki, Yumoto Isao, Kato Souichiro, Nakai Ryosuke, Igarashi Kensuke	4. 巻 13
2. 論文標題 Complete genome sequence of Opiritales bacterium strain ASA1, isolated from soil	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 e01032-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/mra.01032-23	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 Morigasaki Susumu, Matsui Motomu, Ohtsu Iwao, Doi Yuki, Kawano Yusuke, Nakai Ryosuke, Iwasaki Wataru, Hayashi Hisayoshi, Takaya Naoki	4. 巻 14
2. 論文標題 Temporal and fertilizer-dependent dynamics of soil bacterial communities in buckwheat fields under long-term management	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9896
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-024-60655-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 -

〔学会発表〕 計35件（うち招待講演 21件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 玉木 秀幸
2. 発表標題 Cultivation Renaissance: 未知の微生物を " 培養 " して新たな生命機能を探る
3. 学会等名 先端バイオ工学推進機構・「化学・素材・燃料分科会」第13回会合講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 玉木 秀幸
2. 発表標題 未知の微生物を " 培養 " して新たな生物機能を探る - 未利用微生物遺伝子資源開拓と利活用に向けて -
3. 学会等名 第74回日本生物工学会大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 玉木 秀幸
2. 発表標題 未知の微生物を " 培養 " して新たな生物機能を探る - 未利用微生物遺伝子資源のバイオ産業への利活用 -
3. 学会等名 九州経済産業局・環境・エネルギー産業ビジネスセミナー ～バイオの力で世界を変える！微生物活用で始める新規事業～（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 玉木秀幸
2. 発表標題 未知の微生物を " 培養 " して新たな生命機能を探る
3. 学会等名 ACT-X「環境とバイオテクノロジー」領域 - 新学術領域「ポストコッホ生態」 合同シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideyuki Tamaki
2. 発表標題 Cultivation Renaissance in the Post-Metagenomics Era: Combining the New and Old
3. 学会等名 2021 NeLLi-Symposium on New Lineages of Life (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井亮佑、草田裕之、玉木秀幸
2. 発表標題 培養アプローチで迫る未知・未培養微生物たちの実体
3. 学会等名 科研費・新学術領域 ポストコッホ生態 シンポジウム「もっと知りたい！ポストコッホ技術」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井亮佑
2. 発表標題 今こそ注目！すごい微生物たちの世界
3. 学会等名 Anti-disciplinary Science Group in Keio・The 59th Scienc-ome (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井亮佑
2. 発表標題 植物マイクロバイーム -マリモとコケ坊主の巨大化の謎解きから-
3. 学会等名 国立環境研究所 生物多様性資源保全研究推進室セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 玉木秀幸
2. 発表標題 Cultivation Renaissance: 未知の微生物を"培養"して新たな生命機能を探る
3. 学会等名 第69回日本放線菌学会学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中井亮佑
2. 発表標題 極地微生物ハンティングのこれまでとこれから
3. 学会等名 極限環境生物学会 第21回年会・シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中井亮佑
2. 発表標題 とって小さい放線菌等の実体と新機能
3. 学会等名 第67回日本放線菌学会学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井亮佑、草田裕之、玉木秀幸
2. 発表標題 培養アプローチで迫る稀少微生物たちの実体
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度仙台大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中井 亮佑
2. 発表標題 稀少微生物たちの実態と新機能を探る
3. 学会等名 第14回 札幌微生物勉強会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 玉木 秀幸
2. 発表標題 未知の微生物を”培養”して新たな生物機能を探る
3. 学会等名 BioJapan2019 バイオインダストリー大賞・奨励賞受賞講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中井 亮佑、玉木 秀幸
2. 発表標題 単離培養から紐解く稀少微生物たちの実態と多様性
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中井 亮佑
2. 発表標題 精密ろ過膜を通り抜ける極小未知微生物を見る・知る・探る
3. 学会等名 大隅基礎科学創成財団 微生物コンソーシアム（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 中井 亮佑
2. 発表標題 とっても小さい微生物ダークマターは何者か？
3. 学会等名 第75回日本生物工学会100周年記念大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中井 亮佑
2. 発表標題 精密ろ過フィルターを通り抜ける極小細菌を見る・知る・探る
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第50回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 玉木 秀幸
2. 発表標題 未知の微生物を”培養”して新たな生物機能を探る -Cultivation Renaissance in the post metagenomic era-
3. 学会等名 第29回日本微生物資源学会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hideyuki Tamaki
2. 発表標題 Cultivation renaissance for gut microbiome research in the post-metagenomic era
3. 学会等名 第27回日本腸内細菌学会学術集会 国際シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新学術領域研究「超地球生命体を解き明かすポストコッホ機能生態学」ウェブサイト
<https://postkoch.jp/>

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	玉木 秀幸 (Tamaki Hideyuki) (00421842)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・研究グループ長 (82626)	
研究分担者	草田 裕之 (Kusada Hiroyuki) (00827537)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・主任研究員 (82626)	

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
---------	---------