

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K07020

研究課題名(和文) 水流操作による病原細菌の動きの制御とそのメカニズム

研究課題名(英文) Cell motility of pathogenic bacteria manipulated by a fluid flow

研究代表者

中根 大介 (Nakane, Daisuke)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：40708997

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：ヒト肺炎の病原細菌であるMycoplasma pneumoniaeは宿主細胞表面に付着し、付着したまま動きまわる。しかし、この細菌が何のために動くのかは不明であった。本研究では水流チャンバーと高精度光学顕微鏡観察により、この細菌の走流性を発見した。水流の流れを受けると、細菌は「風見鶏」のように自身の体を水流と平行に配置した。これにより水流の方向を感知して目的地に到達するのだろう。同様の走流性応答は、Mycoplasma mobileやMycoplasma penetransでも観察できた。宿主表面には流れは普遍的に見られるため、この発見は本菌の治療法を考える上で重要な新しい視点を与えるだろう。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、この病原細菌によって引き起こされる感染症を予防・対策するために重要な情報となると期待される。マイコプラズマは寄生性の細菌であるため、宿主の表面から流されてしまうと、単独では生存することはできない。しかし、今回発見した走流性のように流れをうまく利用して自身の目的地である組織深部に到達するのであれば、これは非常にかしこい生存戦略であると言える。マイコプラズマという小さな細菌は、何のために動いているのか、長年研究者たちを悩ませてきた。今回発見した走流性は、この小さな細菌が独自に発見した生存戦略、すなわち、動く意味そのものの発見と言えるのかもしれない。

研究成果の概要(英文)：Mycoplasma pneumoniae, a pathogenic bacterium of human pneumonia, attaches to host cell surfaces and moves over the surfaces while attached, called gliding motility. However, the role of the gliding motility in pathogenesis remains unclear. Here, we found rheotactic behavior of M. pneumoniae using a water flow chamber and high-precision optical microscopy. When we applied a water flow, M. pneumoniae cells oriented their cell body parallel to the water flow, like a "weathervane". This would allow them to recognize the direction of the water flow and reach their destination in nature. We also found similar rheotactic responses in Mycoplasma mobile and Mycoplasma penetrans. Since the water flow is ubiquitous on the host cell surfaces, this finding will provide an important new perspective for understanding of their infection process.

研究分野：基礎細菌学、生物物理

キーワード：走流性 光学顕微鏡 走流性 流体チャンバー 感染プロセス 生存戦略

1. 研究開始当初の背景

ヒト肺炎の病原菌である *Mycoplasma pneumoniae* は、気管上皮細胞の表面に付着し、付着したまま滑るように動くことができる。この接着と滑走運動は、マイコプラズマの病原性発揮に必須の能力であると考えられている。これまでの研究から、この運動装置の構成タンパク質やその構造といった分子メカニズムは徐々に明らかとなっている。しかし、何のためにマイコプラズマは動いているのか、宿主細胞表面上における寄生性細菌の生存戦略という視点の研究は十分ではなく、本菌の病原性・感染過程は十分に理解できていない。そこで、申請者はこの「問い」に答えるような新しい仮説を提案する(図1)。

マイコプラズマは、宿主の粘液繊毛輸送に抗うように、水流に逆らって動くことで、自身の目的地へと到達することができる。

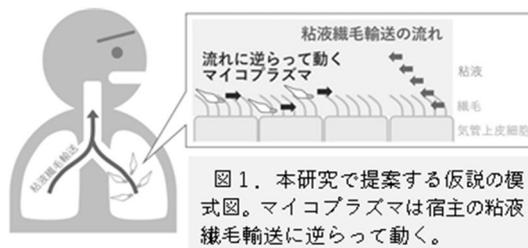


図1. 本研究で提案する仮説の模式図。マイコプラズマは宿主の粘液繊毛輸送に逆らって動く。

気管上皮表面では、粘液繊毛輸送と呼ばれる肺から喉へ向かった一方向的な流れが存在している。そこで、肺炎マイコプラズマは、「流れに対する応答するような機構を持っている」との仮説をたてた。申請者の予備実験では、この仮説をサポートする結果が得られている。すなわち、微小デバイスを構築し、その中で精密に制御した水流をかけると、それまでランダムであったマイコプラズマの運動方向が、流れに逆らうように方向を変化させるのである。しかし、マイコプラズマというシンプルな生命体が、なぜ・どのように「流れ」という外部情報を処理できているのか、この仕組みは明らかになっていない。そこで、これまで申請者が培ってきた光学顕微鏡技術により、細菌1細胞のふるまいを光学顕微鏡下で高精度に計測をする。本研究は病原細菌が動く意味とその制御メカニズムを、その感染経路を模した微小デバイスにより明らかにする。

2. 研究の目的

生体運動の意義を考える際には、その生物が実際にどのような自然環境で生育しているのかという視点が非常に重要である。本研究で注目する *Mycoplasma pneumoniae* というヒト肺炎の病原菌は、感染時にはエアロゾルなどを介して気管上皮細胞の表面に付着し、付着したまま宿主表面を動くことで肺の奥の方へと広がると考えられている。つまり、本菌の運動性は病原性発揮において非常に重要である。このとき、なぜ気管上皮から肺へと移動することができるのか、この仕組みは不明である。そこで申請者は以下のような仮説を立てた。

気管上皮細胞の表面は粘液でおおわれており、その粘液を気管上皮細胞の表面の繊毛が波打つことで、上気道に向かって一方向的な流れをつくり出している。粘液繊毛輸送と呼ばれるこの仕組みは、宿主細胞の防御機構だと考えられており、病原体などの異物を排除するという役割がある。つまり、実際に肺炎マイコプラズマが気管上皮細胞の表面で生育している際には、常に「流れ」が存在すると考えることができる。このとき、肺炎マイコプラズマが粘液繊毛輸送の流れに逆らうように動くのであれば、肺の奥の方へと移動することができる。本研究は、このシンプルなモデルを実験的に証明することを目的とする。

3. 研究の方法

しかし、肺炎マイコプラズマが本来生育している気管上皮細胞の上で、1個体の動態を計測するのは容易ではない。動物細胞を解剖し、気管上皮の表面にある粘液繊毛の流れを観察するだけでも非常に難しい実験であると言える。そこで、申請者は宿主表面の環境を物理的視点から考えることにした。微小デバイスを作成し、本来の生育環境でみられるような水流を自由自在に操作できる実験系を構築した。シリンジポンプを使い、キャリブレーションを正確に行うことで、厳密な流速の制御を可能にした。このような、微小流体デバイス内での小さな細菌の動きの観察は、申請者がこれまで培ってきた顕微鏡観察技術によって達成されたものであり、学術的創造性と独自性は非常に高い。

4. 研究成果

水流の流れがないとき、肺炎マイコプラズマは同じところをぐるぐると動いたが、流れを与えると流れに逆らって一方向的に運動をした(図2)。この応答性は正の走流性と呼ばれ、魚などの高等生物でよく知られており、しかし、肺炎マイコプラズマが走流性を示すことは今回の実験で初めて示された。

なぜ、マイコプラズマは走流性をもつのだろうか？不思議なことに流れを感じるような特殊なセンサーがあるわけではない。マイコプラズマは非対称な形状をしており、先端の膜突起部位で表面に付着している。流れを受けたときのマイコプラズマのふるまいを光学顕微鏡で詳しく解析してみると、先端を付着させたまま、自身のおしり側を回転させていることを発見した。これにより、流れの軸に逆らうような向きにマイコプラズマの体が配置が可能となる。これは風見鶏が風上を向く仕組みとよく似ている。

では、どれほどの流れに耐えることができるのでしょうか？だんだんと流れの速さを上げて、耐えうる最大流速から力を計算すると 1.5×10^{-8} グラム重ほどであることがわかりました。これは1円玉を持ち上げる力のわずか7千万分の1ほどの弱い力ですが、この値から肺炎マイコプラズマは感染経路にある気管上皮の流れに十分に耐えうることが示唆されました。

なぜ、マイコプラズマは走流性をもつのだろうか？滑走運動を示す他のマイコプラズマである *Mycoplasma mobile* や *Mycoplasma penetrans* でも同様の走流性を示すことを明らかにした。*Mycoplasma mobile* は魚のエラからみつかった細菌であり、エラではガス交換のため流れが生じている。*Mycoplasma penetrans* はヒトの尿道から見つかった細菌で、尿道では膀胱に向けた流れがある。これらのマイコプラズマの走流性も、肺炎マイコプラズマと同様に、実際の生育環境で見られる流れに耐えうるだけの性能があることを明らかにした。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Fukushima Minoru, Toyonaga Takuma, Tahara Yuhei O., Nakane Daisuke, Miyata Makoto	4. 巻 18
2. 論文標題 Internal structure of <i>Mycoplasma mobile</i>; gliding machinery analyzed by negative staining electron tomography	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Biophysics and Physicobiology	6. 最初と最後の頁 e210015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2142/biophysico.bppb-v21.0015	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 Cohen Eli J., Drobni? Tina, Ribardo Deborah A., Yoshioka Aoba, Umrekar Trishant, Guo Xuefei, Fernandez Jose-Jesus, Brock Emma, Wilson Laurence, Nakane Daisuke, Hendrixson David R., Beeby Morgan	4. 巻 9.08
2. 論文標題 Evolution of a large periplasmic disk in <i>Campylobacterota</i> flagella facilitated efficient motility alongside autoagglutination	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 556628
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2023.09.08.556628	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 該当する

1. 著者名 Kato Shingo, Tahara Yuhei O., Nishimura Yuki, Uematsu Katsuyuki, Arai Takahiro, Nakane Daisuke, Ihara Ayaka, Nishizaka Takayuki, Iwasaki Wataru, Itoh Takashi, Miyata Makoto, Ohkuma Moriya	4. 巻 206
2. 論文標題 Cell surface architecture of the cultivated DPANN archaeon Nanobdella aerobiophila	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 e00351-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/jb.00351-23	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 Nakane Daisuke	4. 巻 67
2. 論文標題 Rheotaxis in <i>Mycoplasma</i> gliding	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Microbiology and Immunology	6. 最初と最後の頁 389 ~ 395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1348-0421.13090	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 Minamino Tohru, Nakane Daisuke, Nakamura Shuichi, Kiyama Hana, V. Morimoto Yusuke, Miyata Makoto	4. 巻 20
2. 論文標題 Frontiers of microbial movement research	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biophysics and Physicobiology	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) 10.2142/biophysico.bppb-v20.0033	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 Nakane Daisuke, Kabata Yoshiki, Nishizaka Takayuki	4. 巻 18
2. 論文標題 Cell shape controls rheotaxis in small parasitic bacteria	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS Pathogens	6. 最初と最後の頁 e1010648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.ppat.1010648	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 Nakane Daisuke, Enomoto Gen, Bahre Heike, Hirose Yuu, Wilde Annegret, Nishizaka Takayuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Thermosynechococcus switches the direction of phototaxis by a c-di-GMP-dependent process with high spatial resolution	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 73405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.73405	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 Shibata Satoshi, Tahara Yuhei O., Katayama Eisaku, Kawamoto Akihiro, Kato Takayuki, Zhu Yongtao, Nakane Daisuke, Namba Keiichi, Miyata Makoto, McBride Mark J., Nakayama Koji	4. 巻 6
2. 論文標題 Filamentous structures in the cell envelope are associated with bacteroidetes gliding machinery	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-023-04472-3	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 該当する

1. 著者名 Hiramatsu Yukihiro, Nishida Takashi, Nugraha Dendi Krisna, Osada-Oka Mayuko, Nakane Daisuke, Imada Katsumi, Horiguchi Yasuhiko	4. 巻 8
2. 論文標題 Interference of flagellar rotation up-regulates the expression of small RNA contributing to Bordetella pertussis infection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eade8971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.ade8971	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 Tetsunao, Nakane Daisuke, Tanaka Makiko	4. 巻 23
2. 論文標題 Self Assembled Micro Sized Hexagons Built from Short DNA in a Crowded Environment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemBioChem	6. 最初と最後の頁 e202200360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbic.202200360	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 Trivedi Abhishek, Gosai Jitendrapuri, Nakane Daisuke, Shrivastava Abhishek	4. 巻 13
2. 論文標題 Design Principles of the Rotary Type 9 Secretion System	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 845563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2022.845563	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 Nakane Daisuke	4. 巻 2646
2. 論文標題 Live Cell Imaging of the Twitching Motility of Cyanobacteria by High-Resolution Microscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology, Bacterial and Archaeal Motility	6. 最初と最後の頁 255 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3060-0_20	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 Shibata Satoshi, Nakane Daisuke	4. 巻 2646
2. 論文標題 Isolation and Visualization of Gliding Motility Machinery in Bacteroidota	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology, Bacterial and Archaeal Motility	6. 最初と最後の頁 267 ~ 276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3060-0_21	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 Nakane Daisuke, Shibata Satoshi	4. 巻 2646
2. 論文標題 Live Cell Imaging of Gliding Motility of Flavobacterium johnsoniae Under High-Resolution Microscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology, Bacterial and Archaeal Motility	6. 最初と最後の頁 277 ~ 286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3060-0_22	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 Nakane Daisuke	4. 巻 2646
2. 論文標題 Swimming Motility Assays of Spiroplasma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology, Bacterial and Archaeal Motility	6. 最初と最後の頁 373 ~ 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3060-0_31	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 Nakane Daisuke, Odaka Shoko, Suzuki Kana, Nishizaka Takayuki	4. 巻 203
2. 論文標題 Large-Scale Vortices with Dynamic Rotation Emerged from Monolayer Collective Motion of Gliding Flavobacteria	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 e00073-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00073-21	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 Nakane Daisuke, Murata Kohki, Kenri Tsuyoshi, Shibayama Keigo, Nishizaka Takayuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Molecular ruler of the attachment organelle in Mycoplasma pneumoniae	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS Pathogens	6. 最初と最後の頁 e1009621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.ppat.1009621	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 NISHIZAKA Takayuki, KATOH Takanobu A., NAKANE Daisuke	4. 巻 61
2. 論文標題 Novel Applications of 3D Localization Microscopy to a Variety of Molecular Motors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Seibutsu Butsuri	6. 最初と最後の頁 395 ~ 397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2142/biophys.61.395	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29件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Naoki Uemura, Naoya Chiba, Masatada Tamakoshi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Water flow navigates the long journey of surface-associated bacteria living in hot springs
3. 学会等名 日本微生物生態学会第36回浜松大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Aoba Yoshioka, Tetsuo Kan, Yoshitomo Kikuchi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Symbiotic bacteria break through narrow passage by flagellar wrapping
3. 学会等名 日本微生物生態学会第36回浜松大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Motomu Araki, Naoki Uemura, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Water flow triggers adhesion of gliding bacteria to solid surfaces
3. 学会等名 日本微生物生態学会第36回浜松大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sarara Yokohama, Emiko Rimbara, Aoba Yoshioka, Yoshiki Shimada, Tetsuo Kan, Tsuyoshi Kenri, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Unique swimming style of <i>Helicobacter pylori</i> in thin and narrow environments
3. 学会等名 日本微生物生態学会第36回浜松大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Aoba Yoshioka, Tetsuo Kan, Yoshitomo Kikuchi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Symbiotic bacteria break through narrow passage by flagellar wrapping
3. 学会等名 第61回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoki Uemura, Naoya Chiba, Masatada Tamakoshi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Water flow navigates the long journey of surface-associated bacteria living in hot springs
3. 学会等名 第61回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Daisuke Nakane
2. 発表標題 Behavioral exhibition of bacteria
3. 学会等名 第61回日本生物物理学会年会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 島田佳季、吉岡青葉、中根大介、菅哲朗
2. 発表標題 細菌のべん毛巻き付き運動解析のためのマイクロ流路デバイス
3. 学会等名 第14回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoki Uemura, Masatada Tamakoshi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Water flow navigates long journey of <i>Thermus thermophilus</i>
3. 学会等名 Neotechnologies for ThermusQ initiative（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoki Uemura, Naoya Chiba, Masatada Tamakoshi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 <i>Thermus thermophilus</i> standing up with type IV pili for rheotaxis
3. 学会等名 Neotechnologies for ThermusQ initiative（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiki Shimada, Aoba Yoshioka, Daisuke Nakane, and Tetsuo Kan
2. 発表標題 Microfluidic channels for analysis of flagellar wrapping motion of bacteria
3. 学会等名 Micro TAS 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Daisuke Nakane
2. 発表標題 細菌の行動展示
3. 学会等名 日本進化学会2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横濱さらら、林原恵美子、島田佳季、菅哲朗、見理剛、中根大介
2. 発表標題 粘性と狭小空間が誘起するピロリ菌のドリル運動
3. 学会等名 第17回細菌学若手コロッセウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉岡青葉、菅哲朗、菊池義智、中根大介
2. 発表標題 共生細菌はドリル運動で宿主の狭小空間を突破する
3. 学会等名 第17回細菌学若手コロッセウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上村直輝、玉腰雅志、中根大介
2. 発表標題 自然環境中の流れがナビゲートする 型線毛細菌の長旅
3. 学会等名 第17回細菌学若手コロッセウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 島田佳季、吉岡青葉、中根大介、菅哲朗
2. 発表標題 細菌のべん毛巻き付き運動解析のためのマイクロ流体デバイス
3. 学会等名 第17回細菌学若手コロッセウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 細菌の動きを追いかけて
3. 学会等名 第17回細菌学若手コロッセウム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoki Uemura, Masatada Tamakoshi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Flow of water navigates the long journey of surface associated bacteria living in hot springs
3. 学会等名 Gordon Research conference on Microbial Adhesion and Signal Transduction (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 細菌のドリル戦車
3. 学会等名 日本顕微鏡学会 第79回学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Aoba Yoshioka, Tetsuo Kan, Yoshitomo Kikuchi, Daisuke Nakane
2. 発表標題 Symbiotic bacteria break through narrow spaces with flagellar wrapping
3. 学会等名 Gordon Research conference on Animal-Microbe Symbiosis（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 細菌のドリル戦車運動が宿主環境内における狭小空間での移動を可能にする
3. 学会等名 第96回 日本細菌学会総会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 細菌は自然環境中でどのように動くのか？
3. 学会等名 日本微生物生態学会 第35回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 マイコプラズマは流れに逆らって滑走する
3. 学会等名 第49回 日本マイコプラズマ学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Nakane
2. 発表標題 Mycoplasma gliding against a fluid flow
3. 学会等名 23th Congress of International Organization of Mycoplasmaology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 動きの可視化から紐解く原核生物の新しい世界
3. 学会等名 日本Archaea研究会 第33回講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 細菌のドリル戦車
3. 学会等名 第44回 エアロ・アクアバイオメカニズム学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 微生物はからだの中でかしく行動するのかな？
3. 学会等名 第40回 動物行動学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 細菌のドリル戦車
3. 学会等名 第104回 日本細菌学会関東支部総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中根大介
2. 発表標題 好熱性シアノバクテリアは c-di-GMP 依存的に走光性方向を切り替える
3. 学会等名 第95回 日本細菌学会総会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>【ニュースリリース】肺炎の病原細菌が遡上することを発見 https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2022/20220715_4644.html</p> <p>【ニュースリリース】小さな細菌がもつ分子ものさし https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210611_3458.html</p>
--

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

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			
英国	Imperial College London			
ドイツ	Freiburg University			