

令和 6 年 5 月 25 日現在

機関番号：12601

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：19H05800

研究課題名（和文）高密度細菌集団の秩序創発・状態制御を司る熱統計力学原理の探求

研究課題名（英文）Quest for statistical physics principles underlying order and state control of dense bacterial populations

研究代表者

竹内 一将（Takeuchi, Kazumasa）

東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・准教授

研究者番号：50622304

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 70,800,000円

研究成果の概要（和文）：高密度細菌の集団状態を左右する少数因子を探求し、物質相など熱統計力学の観点から、秩序形成や状態制御の支配原理の理解を試みる実験課題を展開した。特に、高密度細菌集団の均一培養観察を実現する微小流体デバイス「広域マイクロ灌流系」を開発し、細菌集団の高密度化によるガラス転移の発見や、飢餓状態にある細菌の細胞サイズ分布の頑健性の発見などの成果を挙げたほか、細菌濃縮懸濁液の乱流状態遷移と制御、細菌コロニー成長における配向秩序の役割などでも主要な発見をした。他にも、細胞集団と関連性のある様々な関連研究を展開し、情報物理学の多面的な発展に貢献した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高密度細菌集団からなるバイオフィームは、生物学、環境・生態系、医学をはじめとする諸分野の重要な研究対象であり、医療や食品産業、工業の観点からも、バイオフィームの理解と制御は重要な課題である。高密度細菌集団を記述する物理原理の基礎的開拓を行った本研究は、将来的にこれら多方面に貢献する可能性があり、大きな学術的意義と社会的意義を有する。また、物理学の基礎研究においても、高密度細菌集団は非自明な非平衡物質状態が様々な出現するフロンティアであり、本研究成果によって学術的に大きく貢献することができた。

研究成果の概要（英文）：We carried out various projects to seek for governing factors and statistical physics principles underlying order and state control of dense bacterial populations. Specifically, by developing a microfluidic device to realize uniform culture of dense bacterial populations, we discovered a glass transition of growing bacterial populations and scale invariance of cell size fluctuations of starving bacteria. We also characterized a route to turbulence of bacterial collective motion and the role of topological defects in three-dimensional colony growth of bacteria. Combining other approaches related to cell populations, we contributed to multifaceted development of the information physics.

研究分野：非平衡統計物理学

キーワード：バクテリア アクティブマター 微小流体デバイス トポロジカル欠陥 ガラス転移

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

細胞内分子や一細胞スケールの現象は、少数の変数に着目して記述可能なものが少なくなく、化学反応をはじめ熱力学的な性質や制約が比較的良好にわかっている素過程で扱えるものもあるため、情報物理学の展開に好適な題材が多い。それに比べ、細胞集団の現象においては、エネルギーや相といった熱力学的な量や概念の有効性に関する知見が乏しいうえ、多数の自由度が関わりあう現象が多いために、どのような変数に着目するべきかも明らかでないケースが多い。しかしながら、近年のアクティブマター物理学の興隆により、細胞集団を含む様々な生命現象において非平衡統計力学のアプローチが有効な例が蓄積されてきた。理論的進展も活発で、自由エネルギーをはじめとする熱力学の概念をアクティブマター系に拡張する理論も提案され、細胞集団で見られる現象とも関係する可能性が示唆された。

2. 研究の目的

以上の背景のもと、本研究では、高密度細菌集団に対して微小流体デバイス実験などの手法で制御された様々な条件下での観察を実施し、アクティブマター等の解析手法を組み合わせることによって、高密度細菌集団が示す秩序形成や状態変化を司る物理原理の開拓を目指した。特に、高密度細菌の集団状態を左右する少数因子を探求し、物質相をはじめとする熱統計力学の観点から支配原理に迫ることを目標とした。

以上の目的達成のため、高密度細菌集団の均一培養観察を実現する微小流体デバイスを開発し、それを使って高密度細菌集団が増殖によって相転移を示す様子の観測と、熱統計力学的な理解を目指す計画を策定した。研究実施に伴い、高密度細菌集団の相転移の様相が明らかになるにつれて、その解析に適した統計物理学手法を臨機応変に選択し、細胞集団に対する情報物理学の発展に多面的な貢献をすることも心掛けた。

3. 研究の方法

以上の方針に従って、以下の研究項目を実施した。

- (1) 高密度細菌集団の均一培養観察を実現する微小流体デバイス「広域マイクロ灌流系」の開発
- (2) 高密度細菌集団に対する熱統計力学の観点からの研究
 - ① 細菌集団の高密度化によるガラス転移の発見
 - ② 細菌濃縮懸濁液の乱流状態遷移と制御
- (3) 高密度細菌の集団状態を左右する少数因子の探求
 - ① 飢餓状態にある細菌の細胞サイズ分布の頑健性と支配因子
 - ② 細菌コロニー成長における配向秩序の役割

4. 研究成果

- (1) 高密度細菌集団の均一培養観察を実現する微小流体デバイス「広域マイクロ灌流系」の開発

高密度細菌集団における熱統計力学的な概念の有効性を探求するにあたり、はじめに克服すべき課題は、高密度細菌集団に対して空間的均一性を保ったまま長時間観察を実現できるような実験手段の確立である。そこで、研究協力者の嶋屋・若本と共同で、図1に示すメンブレン型の微小流体デバイス「広域マイクロ灌流系」を開発した[1]。本デバイスは、補強された多孔質膜によって、広い二次元空間に渡って長時間、均一に培地供給できることが特長であり、細菌集団への流体的擾乱も抑えることができる。我々は本デバイスに対して、高密度細菌集団の成長の均一性や培地交換などに関する性能評価を実施し、成果論文[1]を出版した。本デバイスは汎用性があり、本研究のほかに様々な研究に活用されてゆく可能性がある。

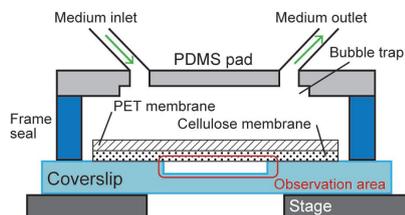


図1: 本研究で開発した広域マイクロ灌流系の概略[1]

- (2) 高密度細菌集団に対する熱統計力学の観点からの研究
 - ① 細菌集団の高密度化によるガラス転移の発見

(1) で開発した広域マイクロ灌流系を用い、運動性の大腸菌集団を培養しながら観察したと

ころ、菌集団が活発に運動するアクティブ液体相から、混雑化により運動が阻害されたアクティブガラス相へ転移することを発見した(図2)。大腸菌は棒状の細胞形状をもつため、位置と向きの自由度があるが、向きの自由度と位置の自由度が異なる充填率でガラス化する、二段階転移を示すという興味深い事実が明らかとなった。我々の統計解析の結果、本研究で観察したバクテリアガラスには、通常の熱的ガラスと様々な共通点がある一方で、バクテリアガラス特有の相違点も明らかとなった。以上の成果は論文プレプリント[2]で公開し、出版見込みである。本研究成果は、近年研究が活発化しているアクティブガラス分野において重要な実験的貢献となるものと期待される。

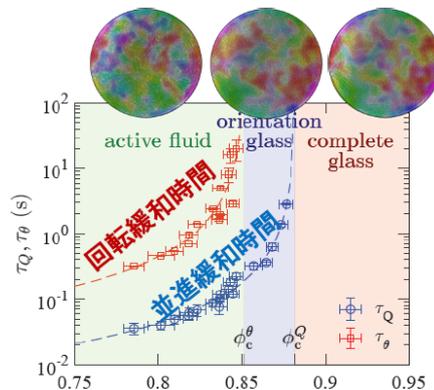


図2: 本研究で発見した高密度細菌集団のガラス転移[2]

② 細菌濃縮懸濁液の乱流状態遷移と制御

高密度細菌の集団運動状態の研究には、枯草菌の濃縮懸濁液で見られるバクテリア乱流が有用である。研究分担者の西口は、ドイツの理論家らと共同研究を実施し、バクテリア乱流を記述する流体方程式に組みあわせるべき境界条件を実験的に決定して、構造物を設けることでバクテリア乱流中に渦秩序が形成されるメカニズムを解明した[3]。本研究から、細菌集団の秩序形成におけるトポロジカル欠陥の重要性が明らかとなり、本課題で実施する他の研究項目とも関連性を議論することが可能となった。さらに我々は、本流体方程式と境界条件を用いて、任意形状の構造物のもとで細菌濃縮懸濁液の流動を計算する数値手法を開発した。本手法を用いて、円形ウェルに閉じ込めた細菌濃縮懸濁液をシミュレートし、定常渦から、特徴的な振動状態等を経て乱流化する過程を数値的に明らかにした[4]。

(3) 高密度細菌の集団状態を左右する少数因子の探求

① 飢餓状態にある細菌の細胞サイズ分布の頑健性と支配因子

(1) で開発した広域マイクロ灌流系は、送液切替によって細菌周囲の環境を制御しながら変化させることが可能であり、環境変化に対する細菌集団の応答計測に活用できる。そこで我々は、成長条件から飢餓条件に切り替えた際の細菌集団の細胞形態変化に着目し、本デバイスによって細胞サイズ分布の時間変化を定量的に計測した。その結果、従来より知られていた飢餓細菌の細胞体積収縮について、定量的かつ統計的な詳細が判明しただけでなく、平均細胞体積が縮小しても、規格化した細胞サイズ分布は変化しない「スケール不変性」という予期せぬ頑健性があることが明らかとなった(図3)。また、我々は細菌の細胞周期モデルの拡張によって本現象の数値的再現にも成功し、環境変化の速度によってスケール不変性が破れる相転移があることも報告し、その支配因子の推定を行った。以上は成果論文[1]で報告し、プレスリリース等を行った。

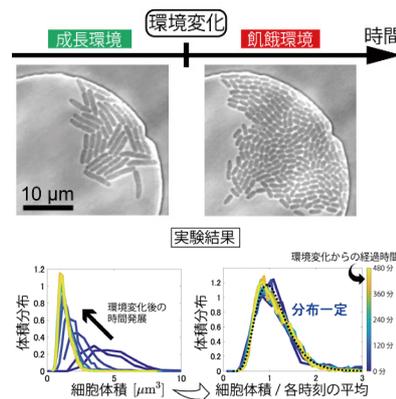


図3: 本研究で発見した飢餓状態の細菌集団の細胞サイズ分布の頑健性[1]

② 細菌コロニー成長における配向秩序の役割

我々は、非運動性大腸菌集団のコロニー三次元成長に配向秩序が影響する可能性に着目し、比較的高密度の菌液を初期状態とする実験計測を実施した。その結果、最下層の細菌集団に生じるトポロジカル欠陥の箇所ではコロニーが局所的に僅かに隆起する傾向があること(図4)、それが欠陥に細胞が引き寄せられる効果のためであることが判明した。液晶的配向秩序に関するトポロジカル欠陥は、巻き数+1/2のものとは-1/2のもの二種類が主であるが、従来研究では巻き数-1/2の欠陥からは細胞が遠ざかることが報告されていたのに対し、本研究では-1/2欠陥にも細胞が近づくことがわかった。我々は、この違いが細胞の三次元的な傾きにあることを突き止め、従来理論の拡張によって実験欠陥を説明することに成功した。以上は成果論文[5]で報告し、プレスリリース等を行った。

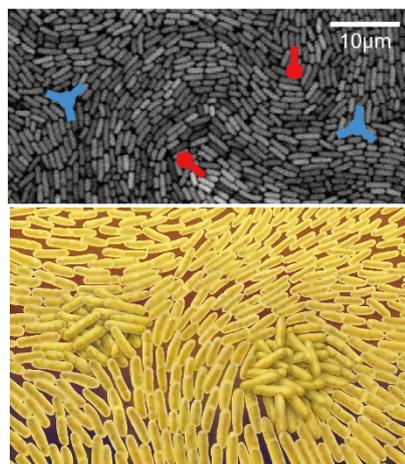


図4: 本研究で発見した、細菌コロニー三次元成長とトポロジカル欠陥の関係[5] (上: 共焦点顕微鏡画像、下: 成果を表す模式図(イラスト: 奈良島知行))

(4) その他の関連成果

以上が本課題実施で得られた主要な成果であるが、他にも様々な観点から関連が期待できる研究を推進し、情報物理学および関連分野の多面的な推進に貢献した。以下主要なものを選択し、本課題との関連を中心に報告する。

① 液晶トポロジカル欠陥の三次元動力学観測

液晶配向秩序は、細菌集団だけでなく哺乳類細胞組織等においても広く見られることが近年報告されており、トポロジカル欠陥の役割が注目されている[6]。三次元的な細胞集団においては三次元的なトポロジカル欠陥が期待でき、実際に我々の研究(3)②ではそれが観察されているが、三次元欠陥の動力学の直接観測は従来困難であり、運動法則の知見も限定的であった。我々は分子性液晶を用いてその直接観測を実現し、欠陥運動を特徴づけるスケーリング則と対称性を明らかにした。以上は成果論文[7]で報告し、プレスリリース等を行った。

② 自己駆動コロイドによるアクティブマター研究

細胞集団を物理学的に記述する有用なアプローチの一つがアクティブマター物理学であり、その適用範囲は生物現象に限らない。我々は、制御性に優れたアクティブマターのモデル実験系として自己駆動コロイドに注目し、特徴的な相関秩序形成[8]、長距離集団運動相の発見と解析[9]、往復運動する自己駆動コロイド系の解析[10]などの成果を得た。また、研究分担者の西口は、細菌集団や自己駆動コロイド粒子集団などで見られる長距離秩序形成についての概説論文[11]を出版し、本課題成果を含む知見の普及に貢献した。

③ 擬二次元系の細菌遊泳

細菌や細菌集団の運動に関する多くの実験が擬二次元系で行われているが、上下の壁面に隣接した擬二次元系における遊泳体の流体力学には未解明の点が多い。研究分担者の西口らは、広域マイクロ灌流系の製作に使われる微細加工技術を応用し、遊泳性大腸菌を擬二次元的な領域に閉じ込めたうえで柱などの構造物との相互作用を計測したところ、柱と細菌の間に擬二次元に特徴的な引力相互作用があることを発見し、数値的にも再現することに成功した[12]。

④ 細胞集団とも関連のある非平衡スケーリング則の研究

細胞の集団的性質を支配する少数因子の探索において、統計力学の普遍的なスケーリング則は有用なアプローチである。我々は、分子性液晶実験や数値計算などの手法を組み合わせ、対称な二領域が粗大化していく秩序化過程の普遍的スケーリング則[13]や、コロニー成長と関連することが報告されているランダム成長過程の普遍的スケーリング則[14-16]の研究を展開して、こうした非平衡現象の普遍的側面の開拓に貢献した。

引用文献

- [1] T. Shimaya, R. Okura, Y. Wakamoto, K. A. Takeuchi, Scale invariance of cell size fluctuations in starving bacteria. *Commun. Phys.* **4**, 238 (2021).
- [2] H. Lama, M. J. Yamamoto, Y. Furuta, T. Shimaya, K. A. Takeuchi, Emergence of bacterial glass. arXiv:2205.10436.
- [3] H. Reinken, D. Nishiguchi, S. Heidenreich, A. Sokolov, M. Bär, S. H. L. Klapp, I. S. Aranson, Organizing bacterial vortex lattices by periodic obstacle arrays. *Commun. Phys.* **3**, 76 (2020).
- [4] S. Shiratani, K. A. Takeuchi, D. Nishiguchi, Route to turbulence via oscillatory states in polar active fluid under confinement. arXiv:2304.03306.
- [5] T. Shimaya, K. A. Takeuchi, Tilt-induced polar order and topological defects in growing bacterial populations. *PNAS Nexus* **1**, pgac269 (2022).
- [6] 竹内一将, トポロジカルな点が導く、細胞の集団運動. *細胞*, **55**, 166 (2023).
- [7] Y. Zushi, K. A. Takeuchi, Scaling and spontaneous symmetry restoring of topological defect dynamics in liquid crystal. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **119**, e2207349119 (2022).
- [8] A. Poncet, O. Bénichou, V. Démery, D. Nishiguchi, Pair correlation of dilute active Brownian particles: From low-activity dipolar correction to high-activity algebraic depletion wings. *Phys. Rev. E* **103**, 012605 (2021).
- [9] J. Iwasawa, D. Nishiguchi, M. Sano, Algebraic correlations and anomalous fluctuations in ordered flocks of Janus particles fueled by an AC electric field. *Phys. Rev. Res.* **3**, 043104 (2021).
- [10] A. N. Kato, K. A. Takeuchi, M. Sano, Active colloid with externally induced periodic bipolar motility and its cooperative motion. *Soft Matter* **18**, 5435 (2022).
- [11] D. Nishiguchi, Deciphering Long-Range Order in Active Matter: Insights from

Swimming Bacteria in Quasi-2D and Electrokinetic Janus Particles. *J. Phys. Soc. Jpn.* **92**, 121007 (2023).

[12] Y. Takaha, D. Nishiguchi, Quasi-two-dimensional bacterial swimming around pillars: Enhanced trapping efficiency and curvature dependence. *Phys. Rev. E* **107**, 014602 (2023).

[13] R. A. L. Almeida, K. A. Takeuchi. Phase-ordering kinetics in the Allen-Cahn (Model A) class: Universal aspects elucidated by electrically induced transition in liquid crystals. *Phys. Rev. E* **104**, 054103 (2021).

[14] Y. T. Fukai, K. A. Takeuchi, Kardar-Parisi-Zhang Interfaces with Curved Initial Shapes and Variational Formula. *Phys. Rev. Lett.* **124**, 060601 (2020).

[15] T. Iwatsuka, Y. T. Fukai, K. A. Takeuchi, Direct Evidence for Universal Statistics of Stationary Kardar-Parisi-Zhang Interfaces. *Phys. Rev. Lett.* **124**, 250602 (2020).

[16] Y. T. Fukai, K. A. Takeuchi, Initial perturbation matters: Implications of geometry-dependent universal Kardar-Parisi-Zhang statistics for spatiotemporal chaos. *Chaos* **31**, 111103 (2021).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Nishiguchi Daiki	4. 巻 92
2. 論文標題 Deciphering Long-Range Order in Active Matter: Insights from Swimming Bacteria in Quasi-2D and Electrokinetic Janus Particles	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 121007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/jpsj.92.121007	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 Sora Shiratani, Kazumasa A. Takeuchi, and Daiki Nishiguchi	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Route to turbulence via oscillatory states in polar active fluid under confinement	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 2304.03306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2304.03306	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 Nishiguchi Daiki	4. 巻 92
2. 論文標題 Deciphering Long-Range Order in Active Matter: Insights from Swimming Bacteria in Quasi-2D and Electrokinetic Janus Particles	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 121007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/jpsj.92.121007	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 西口 大貴	4. 巻 126
2. 論文標題 微生物遊泳と壁の協奏現象：個と集団の制御	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本機械学会誌	6. 最初と最後の頁 14～17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmemag.126.1255_14	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 Kato Airi N., Takeuchi Kazumasa A., Sano Masaki	4. 巻 18
2. 論文標題 Active colloid with externally induced periodic bipolar motility and its cooperative motion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 5435 ~ 5445
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2SM00363E	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 Zushi Yohei, Takeuchi Kazumasa A.	4. 巻 119
2. 論文標題 Scaling and spontaneous symmetry restoring of topological defect dynamics in liquid crystal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2207349119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2207349119	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 Shimaya Takuro, Takeuchi Kazumasa A	4. 巻 1
2. 論文標題 Tilt-induced polar order and topological defects in growing bacterial populations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PNAS Nexus	6. 最初と最後の頁 pgac269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pnasnexus/pgac269	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 Takaha Yuki, Nishiguchi Daiki	4. 巻 107
2. 論文標題 Quasi-two-dimensional bacterial swimming around pillars: Enhanced trapping efficiency and curvature dependence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 14602
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.107.014602	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 西口 大貴	4. 巻 1
2. 論文標題 アクティブマター物理学：集団運動の秩序とゆらぎ	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 物性若手夏の学校テキスト	6. 最初と最後の頁 304 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57393/natsugaku.1.0_304	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 竹内 一将	4. 巻 55
2. 論文標題 トポロジカルな点が導く、細胞の集団運動	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 細胞	6. 最初と最後の頁 166 ~ 169
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 Almeida Renan A. L., Takeuchi Kazumasa A.	4. 巻 104
2. 論文標題 Phase-ordering kinetics in the Allen-Cahn (Model A) class: Universal aspects elucidated by electrically induced transition in liquid crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 54103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.104.054103	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 Fukai Yohsuke T., Takeuchi Kazumasa A.	4. 巻 31
2. 論文標題 Initial perturbation matters: Implications of geometry-dependent universal Kardar-Parisi-Zhang statistics for spatiotemporal chaos	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science	6. 最初と最後の頁 111103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0071658	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 Shimaya Takuro, Okura Reiko, Wakamoto Yuichi, Takeuchi Kazumasa A.	4. 巻 4
2. 論文標題 Scale invariance of cell size fluctuations in starving bacteria	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-021-00739-5	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 Iwasawa Junichiro, Nishiguchi Daiki, Sano Masaki	4. 巻 3
2. 論文標題 Algebraic correlations and anomalous fluctuations in ordered flocks of Janus particles fueled by an AC electric field	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 43104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.043104	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 Reinken Henning, Nishiguchi Daiki, Heidenreich Sebastian, Sokolov Andrey, Bar Markus, Klapp Sabine H. L., Aranson Igor S.	4. 巻 3
2. 論文標題 Organizing bacterial vortex lattices by periodic obstacle arrays	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 76/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-020-0337-z	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 Iwatsuka Takayasu, Fukai Yohsuke T., Takeuchi Kazumasa A.	4. 巻 124
2. 論文標題 Direct Evidence for Universal Statistics of Stationary Kardar-Parisi-Zhang Interfaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 250602/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.250602	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 Poncet Alexis、Benichou Olivier、Demery Vincent、Nishiguchi Daiki	4. 巻 103
2. 論文標題 Pair correlation of dilute active Brownian particles: From low-activity dipolar correction to high-activity algebraic depletion wings	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 012605/1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.103.012605	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 竹内一将	4. 巻 24
2. 論文標題 液晶が切り拓く非平衡統計力学の普遍法則	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本液晶学会誌	6. 最初と最後の頁 218-227
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 Fukai Yohsuke T.、Takeuchi Kazumasa A.	4. 巻 124
2. 論文標題 Kardar-Parisi-Zhang Interfaces with Curved Initial Shapes and Variational Formula	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 060601/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.060601	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 竹内一将	4. 巻 8
2. 論文標題 KPZ普遍クラス -- 厳密解と実験が奏でる非平衡のスケーリング則--	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 物性研究・電子版	6. 最初と最後の頁 081205/1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14989/245743	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 -

〔学会発表〕 計90件（うち招待講演 40件 / うち国際学会 36件）

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 バクテリア集団運動の空間構造への応答：渦秩序の制御とキラリティー
3. 学会等名 2023年度へん毛研究交流会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 バクテリア集団運動の空間構造への応答：渦秩序の制御とキラリティー
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 西口大貴
2. 発表標題 バクテリア遊泳と空間次元とトポロジー
3. 学会等名 最先端クロストーク（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 バクテリア乱流の渦秩序と不安定化
3. 学会等名 第48回エアロ・アクアバイオメカニズム学会定例講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 非平衡液晶としてのバクテリア集団とそのトポロジカル欠陥
3. 学会等名 CREST トポロジー領域 合同セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Topological defects as ``fingerprints'' of cell populations
3. 学会等名 第75回 日本細胞生物学会大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 A. N. Kato, K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Active-passive interface with bacterial turbulence
3. 学会等名 Japan-China Workshop on Bio-Soft Matter 2023（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 D. Nishiguchi
2. 発表標題 Vortex reversal as a precursor of active turbulence
3. 学会等名 Advanced core-to-core network for the physics of self-organizing active matter（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 D. Nishiguchi
2. 発表標題 Topology and chirality in bacterial active turbulence
3. 学会等名 Japan-China Workshop on Bio-Soft Matter 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 3D effect of topological defects in liquid crystal and living cells
3. 学会等名 Statphys Kolkata XII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Topological defects as ``fingerprints`` of cell populations and their 3D effect
3. 学会等名 IEEE-NanoMed 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 3D effects of topological defects in passive and active liquid crystal
3. 学会等名 East Asia Joint Seminars On Statistical Physics 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Structure and dynamics of dense bacterial populations
3. 学会等名 Advanced core-to-core network for the physics of self-organizing active matter Kick off meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Bacterial Glass
3. 学会等名 9th International Discussion Meeting on Relaxations in Complex Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Structure and dynamics of dense bacterial populations
3. 学会等名 Frontiers in nonequilibrium physics: Active matter, topology and beyond (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Structure and dynamics of dense bacterial populations
3. 学会等名 Building a bridge between non-equilibrium statistical physics and biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1 . 発表者名 H. Lama, M. J. Yamamoto, Y. Furuta, T. Shimaya and K. A. Takeuchi
2 . 発表標題 Glass transition in 2D bacterial suspension
3 . 学会等名 Active and Intelligent Living Matter Conference (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. Poincloux and K. A. Takeuchi
2 . 発表標題 Mechanics of an assembly of highly compressible grains
3 . 学会等名 Workshop Mephy and Mecafib on "Friction and slender structures" (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. Poincloux and K. A. Takeuchi
2 . 発表標題 Sponge-like granular media
3 . 学会等名 Graphyz2: the first Graphics-Physics workshop 2nd edition (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Lama, M. J. Yamamoto, Y. Furuta, T. Shimaya and K. A. Takeuchi
2 . 発表標題 Glassy Phase in Dense Bacterial Population
3 . 学会等名 13th Annual Symposium by Indian Scientist Association in Japan (ISAJ) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Lama, M. J. Yamamoto, Y. Furuta, T. Shimaya and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Glass transition in dense 2D bacterial population
3. 学会等名 Active Matter in complex environment (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi, H. Lama, M. J. Yamamoto, Y. Furuta, T. Shimaya
2. 発表標題 Emergence of bacterial glass: two-step glass transition in 2D bacterial suspension
3. 学会等名 APS March Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 S. Poincloux and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Flow and deformation of a sponge-like granular media
3. 学会等名 Japan-France joint Seminar "Physics of dense and active disordered materials" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Bacterial glass
3. 学会等名 The 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Scaling and spontaneous symmetry restoring of topological defect dynamics in liquid crystal
3. 学会等名 The 12th Dynamics Days Asia Pacific (DDAP12) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Lama
2. 発表標題 Microbial life from physics lens
3. 学会等名 Workshop on Sustainable Nanotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Bacterial glass
3. 学会等名 Japan-France joint Seminar "Physics of dense and active disordered materials" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 D. Nishiguchi
2. 発表標題 Route from vortex order to active turbulence
3. 学会等名 Japan-France joint Seminar "Physics of dense and active disordered materials" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横山文秋, Andr? Kling, Petra Dittrich
2. 発表標題 Extracellular Vesicle Detection of Single-Cell Escherichia coli on a Microfluidic Device
3. 学会等名 新学術領域研究 「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第5回領域会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内一将, 西口大貴
2. 発表標題 バクテリア集団の統計力学実験
3. 学会等名 新学術領域研究 「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第5回領域会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高羽悠樹, 西口大貴
2. 発表標題 擬2次元での遊泳バクテリアと柱の相互作用：トラップ能率の増大と曲率依存性
3. 学会等名 新学術領域研究 「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第5回領域会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白谷空, 竹内一将, 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ流体モデルが閉鎖領域で示す振動転移と履歴現象
3. 学会等名 新学術領域研究 「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第5回領域会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柳橋勇太, 竹内一将
2. 発表標題 TASEP における KPZ 大偏差のPopulation Dynamicsシミュレーション
3. 学会等名 日本物理学会 2022年 秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白谷空, 竹内一将, 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ流体モデルが閉鎖領域で示す振動転移と履歴現象
3. 学会等名 日本物理学会 2022年 秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関司陽平, 竹内一将
2. 発表標題 ネマチック液晶における欠陥再結合のスケーリングと対称性
3. 学会等名 2022年液晶学会討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ乱流の3次元構造と制御方法の開拓
3. 学会等名 第16回さきがけ研究者交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関司陽平, 竹内一将
2. 発表標題 液晶におけるトポロジカル線欠陥再結合のスケーリングと対称性
3. 学会等名 第10回ソフトマター研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関司陽平, 竹内一将
2. 発表標題 液晶におけるトポロジカル線欠陥ダイナミクスの3次元蛍光イメージング
3. 学会等名 第14回光塾
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ乱流のトポロジカル制御、そして3次元時空間ダイナミクス測定への挑戦
3. 学会等名 第14回光塾
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤崇志, 西口大貴, 竹内一将
2. 発表標題 環境への応答から探る生物集団運動の秩序形成 - 磁性細菌による探索 -
3. 学会等名 第14回光塾
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関司陽平, 竹内一将
2. 発表標題 液晶におけるトポロジカル線欠陥ダイナミクスの3次元観測
3. 学会等名 新学術領域研究「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第6回領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横山文秋, 竹内一将
2. 発表標題 大腸菌集団内における微小空間依存的な細胞外マトリクスの生産
3. 学会等名 新学術領域研究「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第6回領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ乱流は如何にして乱れるか？ 集団運動秩序の構造予測と制御とキラリティ
3. 学会等名 新学術領域研究「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第6回領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤崇志, 西口大貴, 竹内一将
2. 発表標題 Active matterに外場を印加する：磁性細菌による実験系の構築
3. 学会等名 新学術領域研究「情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理」第6回領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 S. Poincloux and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Flow and deformation of a sponge-like granular media
3. 学会等名 日本物理学会 2023年 春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 バクテリア集団のガラス転移
3. 学会等名 非平衡ソフトマター・アモルファス物質の物性解明への力学的自己組織化からの挑戦（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブマター物理学：集団運動の秩序とゆらぎ
3. 学会等名 第67回 物性若手夏の学校（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブマター物理学：集団運動の秩序，ゆらぎ，波，かたち
3. 学会等名 流体若手夏の学校2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Kardar-Parisi-Zhang universality class
3. 学会等名 Stat&QuantPhys Autumn School 2022 (SQP2022) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ乱流の気持ち：如何にして秩序化し、如何にして乱れるか？
3. 学会等名 統計物理学懇談会（第10回）（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi and Y. T. Fukai
2. 発表標題 Universality and Initial-Shape Dependence of Perturbation Dynamics in Spatiotemporal Chaos
3. 学会等名 SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems (DS21) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Universal Kardar-Parisi-Zhang statistics explored in liquid crystal turbulence
3. 学会等名 Autumn Meeting of the Brazilian Physics Society 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 3D-induced polar order and topological defects in growing bacterial populations
3. 学会等名 2021 The Korean Physical Society Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Initial condition dependence of KPZ universality: from soft matter experiments to quantum spin chains
3. 学会等名 APS March Meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 D. Nishiguchi, A. Sokolov, H. Reinken, S. Heidenreich, M. Bar, S. H. L. Klapp and I. S. Aranson
2. 発表標題 Novel boundary conditions and topology-induced vortex order of bacterial turbulence
3. 学会等名 Biofluid Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shimaya
2. 発表標題 Topological defects and verticalization-induced polar order in non-motile bacterial colonies
3. 学会等名 Biofluid Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi and T. Shimaya
2. 発表標題 3D-induced polar order & topological defects in growing bacterial populations
3. 学会等名 APS March Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 高密度バクテリア集団のガラス転移
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 非平衡液晶としてのバクテリア集団とそのトポロジカル欠陥
3. 学会等名 さががけ「トポロジー」領域 第5回領域全体会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 一井俊介, 嶋屋拓朗, 竹内一将
2. 発表標題 大腸菌集団の競合における菌形状と壁間の相互作用の効果
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋屋拓朗, 竹内一将
2. 発表標題 飢餓による大腸菌の浮遊凝集集団のスメクチック化
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高羽悠樹, 西口大貴
2. 発表標題 擬2次元での遊泳バクテリアと柱の相互作用：トラップ能率の増大と曲率依存性
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブ乱流の3次元構造と制御方法の開拓
3. 学会等名 JSTさきがけ「複雑流動」領域キックオフミーティング
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋屋拓朗, 竹内一将
2. 発表標題 三次元的に成長する大腸菌集団中のトポロジカル欠陥と極性秩序
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Microfluidics for dense bacterial populations unveils scale invariance in starving bacteria
3. 学会等名 2020 NCTS Complex Systems Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Dynamic scaling of liquid crystal defects: microscopic and macroscopic views
3. 学会等名 Quantized vortices and nonlinear waves (量子渦と非線形波動) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shimaya, R. Okura, Y. Wakamoto and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Scale invariance of bacterial cell size fluctuations during starvation
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 液晶実験から非平衡厳密解、そして量子多体系へ
3. 学会等名 物理工学の新展開 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 D. Nishiguchi
2. 発表標題 Electrokinetic Janus particles: from self-organized flagella to winged pair correlation
3. 学会等名 アクティブマター研究会2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西口大貴
2. 発表標題 アクティブマターの集団運動における秩序発現と普遍法則に関する実験
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西口大貴, H. Reinken, S. Heidenreich, A. Sokolov, M. Bar, S. H. L. Klapp, I. Aranson
2. 発表標題 バクテリア乱流の境界条件と渦秩序のトポロジカル制御
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 高密度バクテリア集団研究のための広域マイクロ灌流系と、それによる細胞集団の統計物理学・情報物理学実験の試み
3. 学会等名 第58回 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 高密度バクテリア集団の統計物理実験
3. 学会等名 新学術領域研究「生命の情報物理学」 第2回領域会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋屋拓朗
2. 発表標題 非運動性大腸菌集団の三次元化とアクティブネマティクス
3. 学会等名 第19回 関東ソフトマター研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西口大貴, A. Poncet, O. Benichou, V. Demery
2. 発表標題 低密度アクティブブラウン粒子の pair correlation における双翼状枯渇領域とスケーリング則:理論と電場駆動ヤヌス粒子実験
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本真大, 古田祐二郎, 嶋屋拓朗, 大倉玲子, 若本祐一, 竹内一将
2. 発表標題 高密度バクテリア集団のガラス的協同運動
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋屋拓朗, 大倉玲子, 若本祐一, 竹内一将
2. 発表標題 飢餓中におけるバクテリアサイズ揺らぎのスケール不変性
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazumasa A. Takeuchi
2. 発表標題 Disclination turbulence - from defect dynamics to macroscopic scaling laws -
3. 学会等名 2019 Gordon Conference on Liquid Crystals: Soft Order and Topology Motives in Biomedicine, Nanoscience, Cosmology, Living Matter and Emergent Industries (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 KPZ普遍クラス - 厳密解と実験が奏でる非平衡のスケーリング則 -
3. 学会等名 第64回 物性若手夏の学校 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 乱流転移に現れる臨界現象、普遍性
3. 学会等名 流体若手夏の学校 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹内一将
2. 発表標題 マクロ非平衡系の揺らぎと秩序形成 & 生命現象との関わり
3. 学会等名 新学術領域研究「生命の情報物理学」第一回領域会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.Shimaya and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Critical coarsening in a model of bacterial competition inside a channel
3. 学会等名 StatPhys 27 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.Shimaya, R. Okura, Y. Wakamoto and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Development of a new microfluidic device for observing dense bacterial populations in a controlled environment
3. 学会等名 JOINT 12th EBSA congress 10th ICBP - IUPAP congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.Shimaya, R. Okura, Y. Wakamoto and K. A. Takeuchi
2. 発表標題 Scale invariance of bacterial body size fluctuation during starvation
3. 学会等名 Workshop on Physics of Soft, Active and Living Matter (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋屋拓朗, 大倉玲子, 若本祐一, 竹内一将
2. 発表標題 眠る大腸菌の過渡ダイナミクス～1細胞形態から集団構造へ～
3. 学会等名 第64回 物性若手夏の学校
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋屋 拓朗, 大倉 玲子, 若本 祐一, 竹内 一将
2. 発表標題 飢餓状態における大腸菌集団の形態応答
3. 学会等名 日本物理学会 2019 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋屋 拓朗, 大倉 玲子, 若本 祐一, 竹内 一将
2. 発表標題 Bundle structure and single-cell morphology in E. coli populations during transient to a starvation condition
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋屋 拓朗, 大倉 玲子, 若本 祐一, 竹内 一将
2. 発表標題 広域マイクロ灌流系でみる細菌のReductive division
3. 学会等名 新学術領域研究「生命の情報物理学」第一回領域会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本 真大,古田 祐二朗,竹内 一将
2. 発表標題 大腸菌集団のactive jamming / MIPS ?
3. 学会等名 新学術領域研究「生命の情報物理学」第一回領域会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤愛理,竹内一将,佐野雅己
2. 発表標題 周期的に駆動されるアクティブコロイドの非平衡ダイナミクス
3. 学会等名 日本物理学会 2020 年次大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

竹内研究室ウェブサイト https://lab.kaztake.org/index-j.html 竹内研究室 研究紹介 http://lab.kaztake.org/research-j.html

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	西口 大貴 (Nishiguchi Daiki) (20850556)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・助教 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	嶋屋 拓朗 (Shimaya Takuro)		
研究協力者	若本 祐一 (Wakamoto Yuichi)		

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