

# 竹内研究室

竹内 一将 准教授 西口 大貴 助教

## 1 熱力学が通用しない世界の物理法則を探る

私たちが目にできる大きさの物質や現象のうち、基礎原理となる物理法則が理解できているものはどれくらいあるでしょう。熱力学や、それに裏打ちされた統計力学は、熱平衡状態、つまり一定様な環境下で行きつく素朴な状態については、深く強力な物理法則の存在を教えてくださいました。一方で、ふと周りを見回すと、自然現象には熱平衡状態にないものが無数にあります。水や空気は、地球規模で巨大な対流を起こしています。空や大地は、様々な模様で彩られています。そして生物。私たちの体内では、生体分子が様々な連携プレーで細胞機能を支えており、細胞は協同して組織を作り、それが組み合わさって生命個体ができています。そうした個体が集って集団となり、様々な種が絡み合う生態系をなしています。これらはすべて、非平衡な状況で相互作用する自由度が数多く集まった結果、マクロスケールで非自明な性質が発現している典型例と言えるでしょう。これだけ魅力的な現象が散見されるにも拘らず、非平衡現象を扱う物理法則は発展途上にあり、その構築は現代科学に課された大きな未解決問題と言えます。

## 2 竹内研究室のテーマ

竹内研究室では、非平衡現象が織りなす統計物理法則の理解を目指して、液晶、粉体、コロイドなどのソフトマター、バクテリアなどの生命材料を活用して、実験研究を展開しています。個別の現象の理解はもとより、現象に依らない共通の物理法則を抽出すること、そのような俯瞰的な視点から物事を捉えることを目指し、研究室単位では比較的多彩な問題を扱っているのが特徴です。以下、現在取り組んでいる主なテーマを紹介します。

### 2.1 液晶が紡ぐ非平衡法則：マクロとマイクロ

ある種の液晶は、電圧をかけると対流を起こし、様々な対流パターンが自己組織的に出現したり、乱流を示したりします。我々は、この乱流の成長過程において、「KPZ クラス」と呼ばれる非平衡普遍法則の実験証拠を発見しました。我々の実験系は、KPZ の様々な予言を検証できる現状唯一の系であり、当研究室はこのようなマクロ普遍法則の実験研究で主導的役割を果たしています。最近、マ

クロ普遍法則を生み出すミクロな素過程にも関心を向け、液晶のトポロジカルな配向乱れを可視化して動力学を捉えることに成功しました (図1)。

### 2.2 微生物集団の統計法則を探る

普通の物質が多くの分子からできているように、生き物のように「自ら動く粒子」「増殖する粒子」の集団を、一種の物質と考えることはできるでしょうか。実は最近、こうした研究が世界中で展開されており、「アクティブマター」という分野が生まれました。我々は、微小流体実験技術などを使い、制御された条件下でバクテリアなどの微生物集団を観察して、集団に生まれる秩序状態や、非平衡ゆらぎの統計法則を探求しています。高密度のバクテリア懸濁液では、通常の流体では起こらない対流パターン (図2) や転移現象を見出しました。細胞サイズの統計法則を調べる研究もしています。

### 2.3 他にもいろいろ

研究室では他にも、大自由度のカオス現象を扱う解析手法の開発や、粉体系の粒子運動の可逆性に関する実験、自ら動くコロイド粒子の実験など、多くのテーマが走っています。これからも、研究室メンバーの興味に応じて、出来るかもしれない面白そうな新テーマに積極的に挑戦していきます。

## 3 もっと詳しく知りたい方へ

百聞は一見に如かず。ぜひ見学に来てください。竹内の連絡先はこちら：[kat@kaztake.org](mailto:kat@kaztake.org)  
研究室ウェブサイト：<http://labjp.kaztake.org>  
(より詳しい研究紹介があります)



Takeuchi Lab

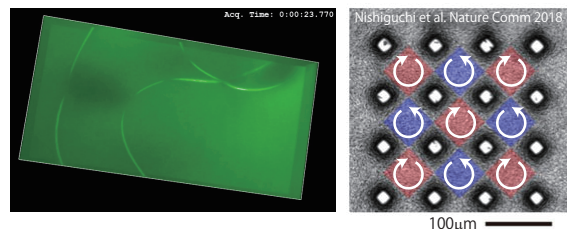


図1 (左): 液晶の配向乱れを司る「トポロジカル欠陥」の可視化。図2 (右): バクテリア懸濁液における自発的な渦秩序形成。柱を立てることで、時計回りの渦と反時計回りの渦が交互に現れる。