

生体非平衡物理学研究室

理化学研究所 生命機能科学研究センター

Laboratory of nonequilibrium physics of living matter



招へい准教授

川口 喬吾 (Kyogo KAWAGUCHI)

kyogo.kawaguchi@riken.jp

URL: <https://www.bdr.riken.jp/ja/research/labs/kawaguchi-k/>

大人になっても細胞組織が更新され続ける様子、発生過程などで細胞集団が作る流れや、細胞内に生まれては消える凝集体の動きなど、多数の要素が寄り集まって生じる生命現象に広く興味があり、主に理論物理学的な視点から、細胞実験とデータ解析をツールに研究しています。

We are broadly interested in biological phenomena that emerge when many elements come together, such as the continuous renewal of cellular tissues in our adult body, the macroscopic flow of cells during development, and the dynamics of biological condensates that are born and disappear within cells.

多数の要素の集まりと物理学

われわれの身体はさまざまな種類の物質でできた複雑な物体ですが、その中でもうまく階層を切り出してくると、物理学の理解の枠組みを用いて理解できる領域があります。特に多体系物理と呼ばれる枠組みでは、その名の通り多数の要素が寄り集まったときに創発する現象を調べることができ、たとえば水が氷になる相転移現象などの日常レベルのマクロな現象が、分子や電子が大量に集まったときになぜ起きるのかを理解することに役立ってきました。多体系物理の枠組みは、細胞が多数集まって組織となったときにはじめて現れるダイナミクスや、細胞内のタンパク質凝集体や液滴の挙動、核内のクロマチンの動態など特に相性が良いと考えられます。一方で、生命現象に特有の事情も多いため、これまで

の分子や電子を扱う物理のモデルやコンセプトだけではならず、「非平衡」な領域に拡張した理論を考えなければならぬとも考えられています。

データ取得、解析と隠れたルールの推定

生命現象特有の問題も包括した理論を作ることがわれわれの目標ですが、そこに至るにはまず実験をし良質なデータを集めるのが近道だと考えています。そこでわれわれの研究室では、主に長時間ライブイメージング技術や遺伝子操作技術を用いて、細胞集団や細胞内凝集体の挙動、細胞分化現象を詳しく観察しています。こうして得られたたくさんのデータを元に、現象の背後にあるルールを抽出する方法を考え、画像解析・機械学習などのツールを用いて実装しています。

Collective phenomena and theoretical physics

Our body is a complex object made of a variety of materials, but there are areas that can be understood using the framework of physics if the hierarchy of these materials can be successfully isolated. In particular, the framework of many-body physics, as the name implies, allows investigating phenomena that emerge when many elements come together, and have been useful in understanding why macroscopic phenomena such as phase transitions (e.g., water to ice) occur when large numbers of molecules and electrons come together. The framework of many-body physics is particularly compatible with the collective cell dynamics in tissues, the behavior of intracellular condensates, and the kinetics of chromatin in the nucleus. On the other hand, since there are many circumstances unique to biology, conventional models and concepts of physics dealing with molecules and electrons may not be sufficient, and it is considered necessary to develop theories that extend into the non-equilibrium regime.

Data acquisition, analysis, and extracting hidden rules

Our goal is to create a theoretical framework that encompasses biological phenomena, and we believe that the shortest way to achieve this is to collect high-quality data. In our laboratory, we mainly use long-timelapse imaging and genetic manipulation techniques to observe in detail the behavior of collective cell behavior and intracellular condensates, as well as cell differentiation. Based on the large amount of data obtained, we develop methods to extract the rules behind the phenomena and implement them using tools such as image analysis and machine learning.

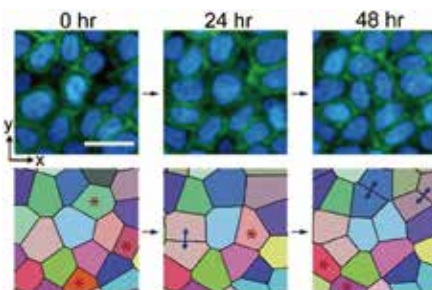


図1: ターンオーバーする皮膚組織の中の幹細胞

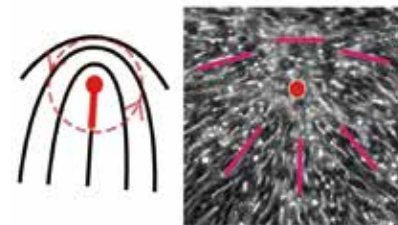


図2: トポロジカル欠陥に集まる神経幹細胞

〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町2-2-3
理化学研究所 生命機能科学研究センター

TEL: 078-306-3354
FAX: 078-306-3354



研究室のHPはこちら