

# 時空間秩序・生命現象の物理

## アクティブマター研究室のスタッフ

角五彰（教授）

川又生吹（准教授）

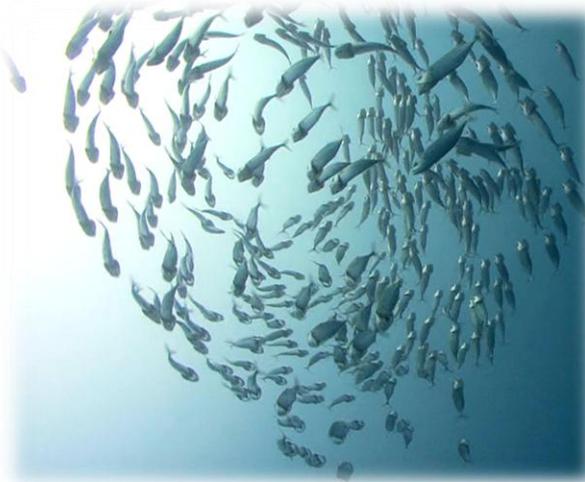
谷茉莉（助教）



HP



# 美しい動物たちの群れ



なぜ群れるのか？

$$\rightarrow 1 + 1 =$$

3人寄ればモンジユの知恵



# “群れ”を科学する学問

## = アクティブマター



- ▶ 生き物の一端を知ることができるかも！
- ▶ 世界に類のない材料や物質が作れるかも！

私たちは**生き物**や**人工物**を使って

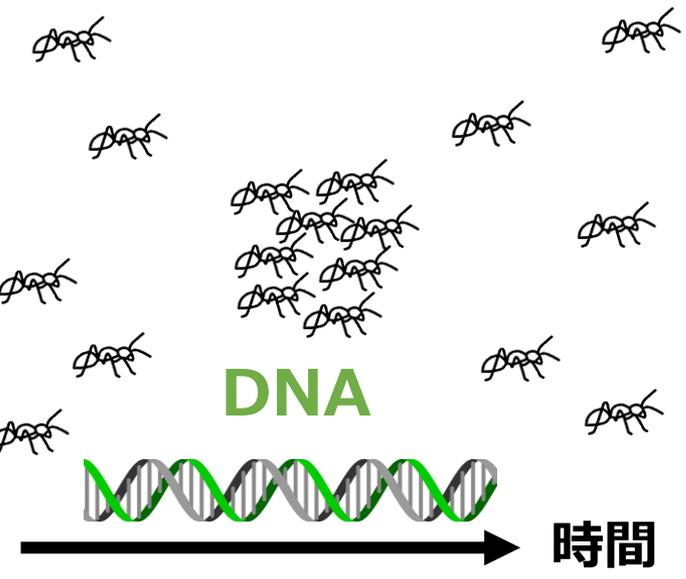
群れを“知る”

群れを“操る”

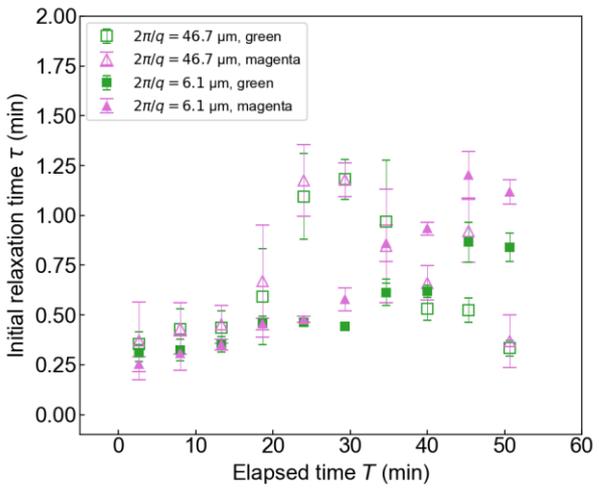
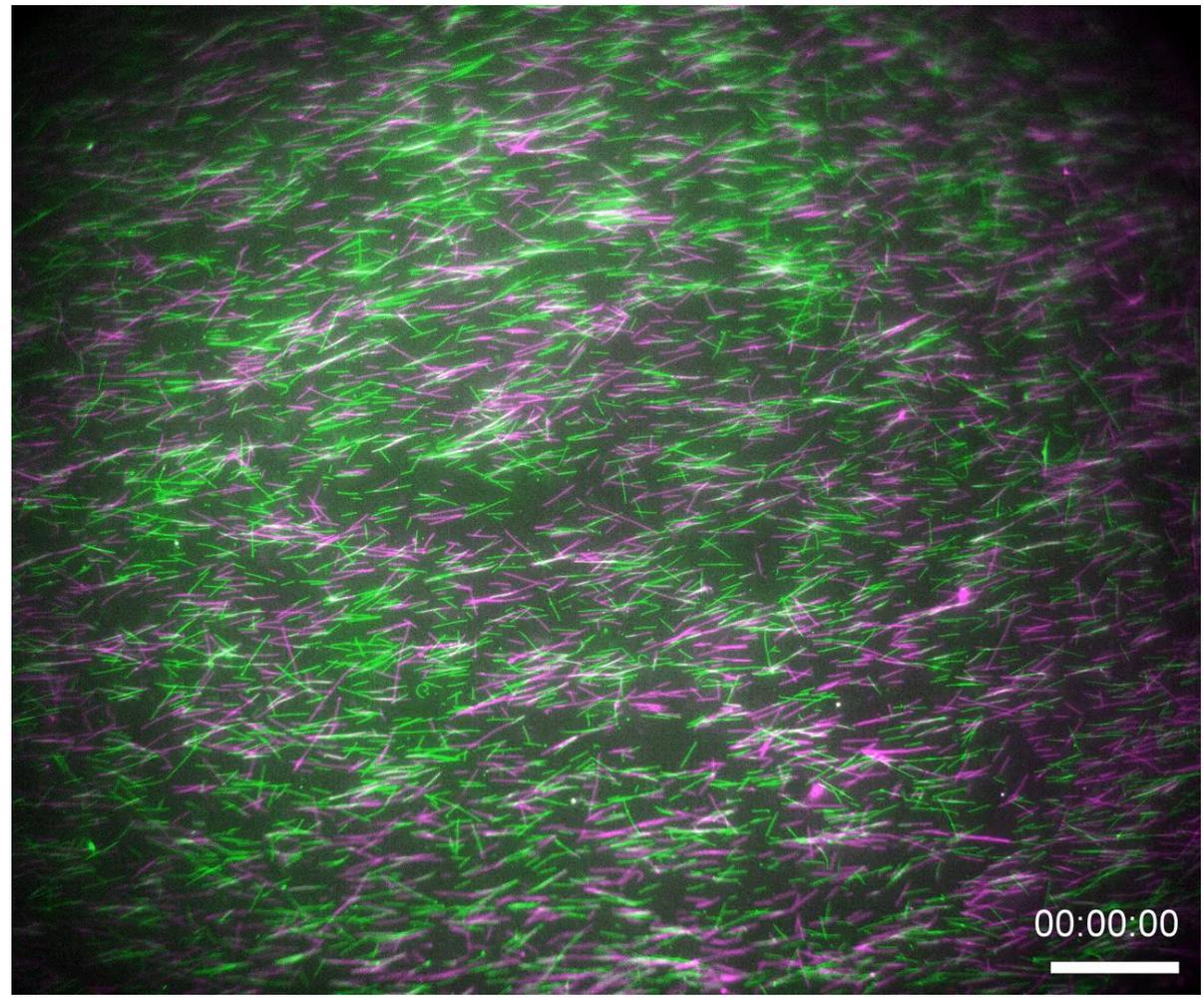
群れを“使う”

研究を**物理**の視点で行なっています。

# 0. 群れを“作る”

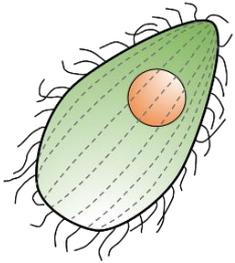


$$F(q, \Delta t) = e^{-\tau \Delta t}$$



# 1. 群れを“知る”

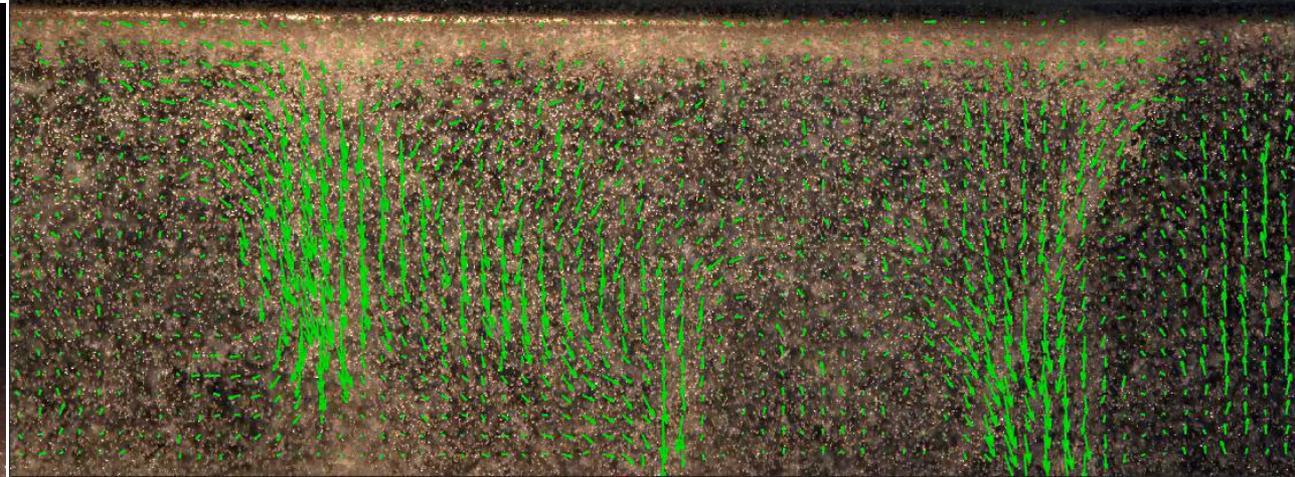
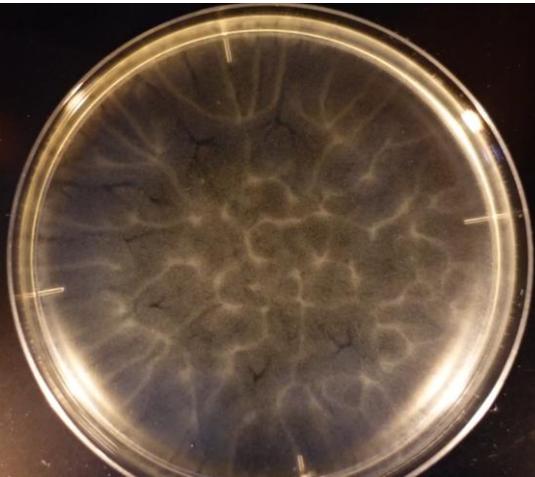
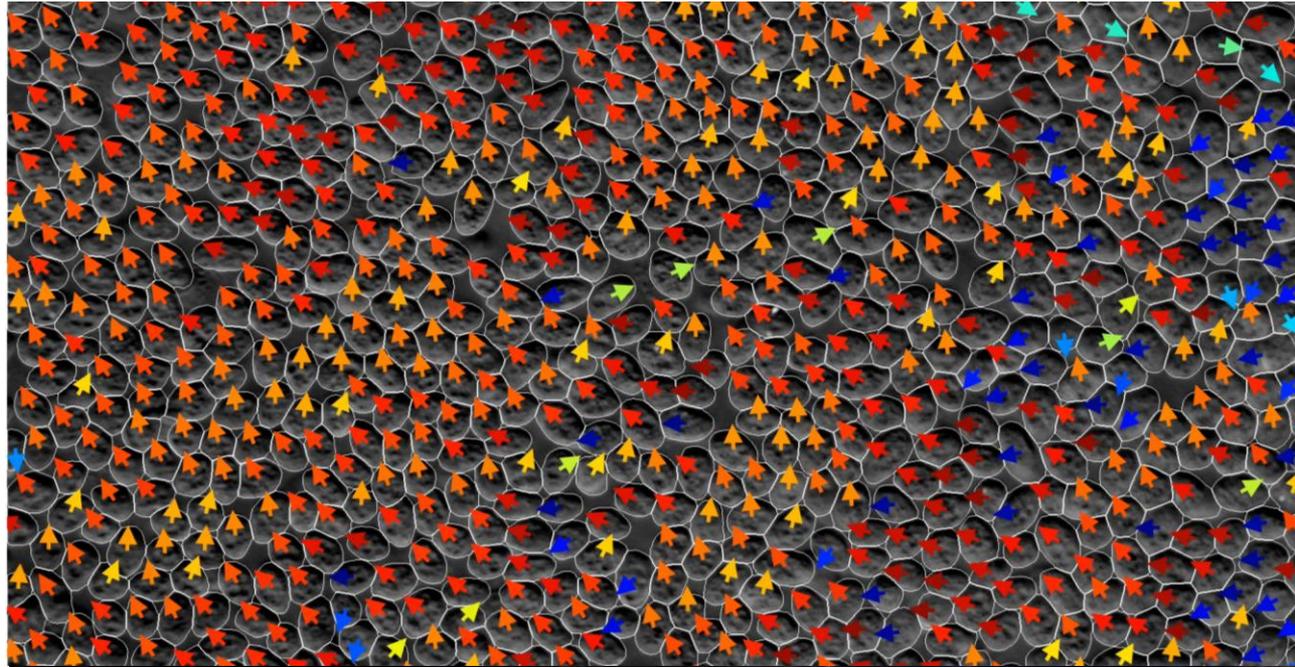
生物系



$$\rho \frac{D\mathbf{u}}{Dt} = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{u} - g\rho(1 + \alpha c)\mathbf{k}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$$

$$\frac{dc}{dt} + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0, \quad \mathbf{J} = cU(c, z)\mathbf{k} - \mathbf{D} : \nabla c,$$

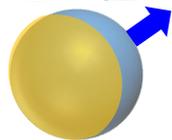


# 2. 群れを“操る”

$$\begin{aligned} \cdot \varphi(t + \Delta t) &= \varphi(t) + \xi_r + \omega T_{sa} + q^2 T_{ca} \\ \cdot \mathbf{r}(t + \Delta t) &= \mathbf{r}(t) + v_0 \Delta t \mathbf{n}_{\parallel} + \xi_t + \chi \mathbf{F} \Delta t^2 / m \end{aligned}$$

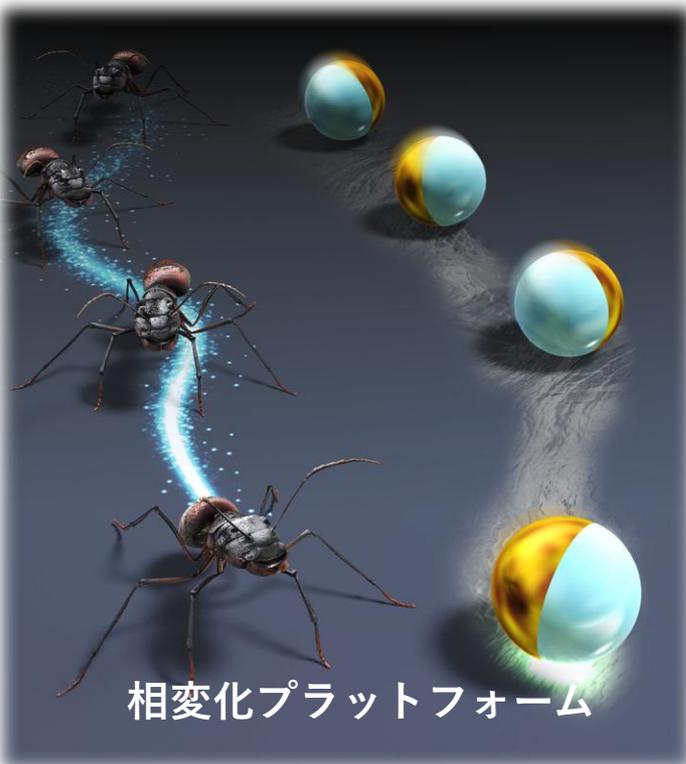
## アクティブコロイド系

運動性



×

環境の記憶



相変化プラットフォーム

4 kHz  
x5 speed

Electric field : OFF  
Laser : OFF

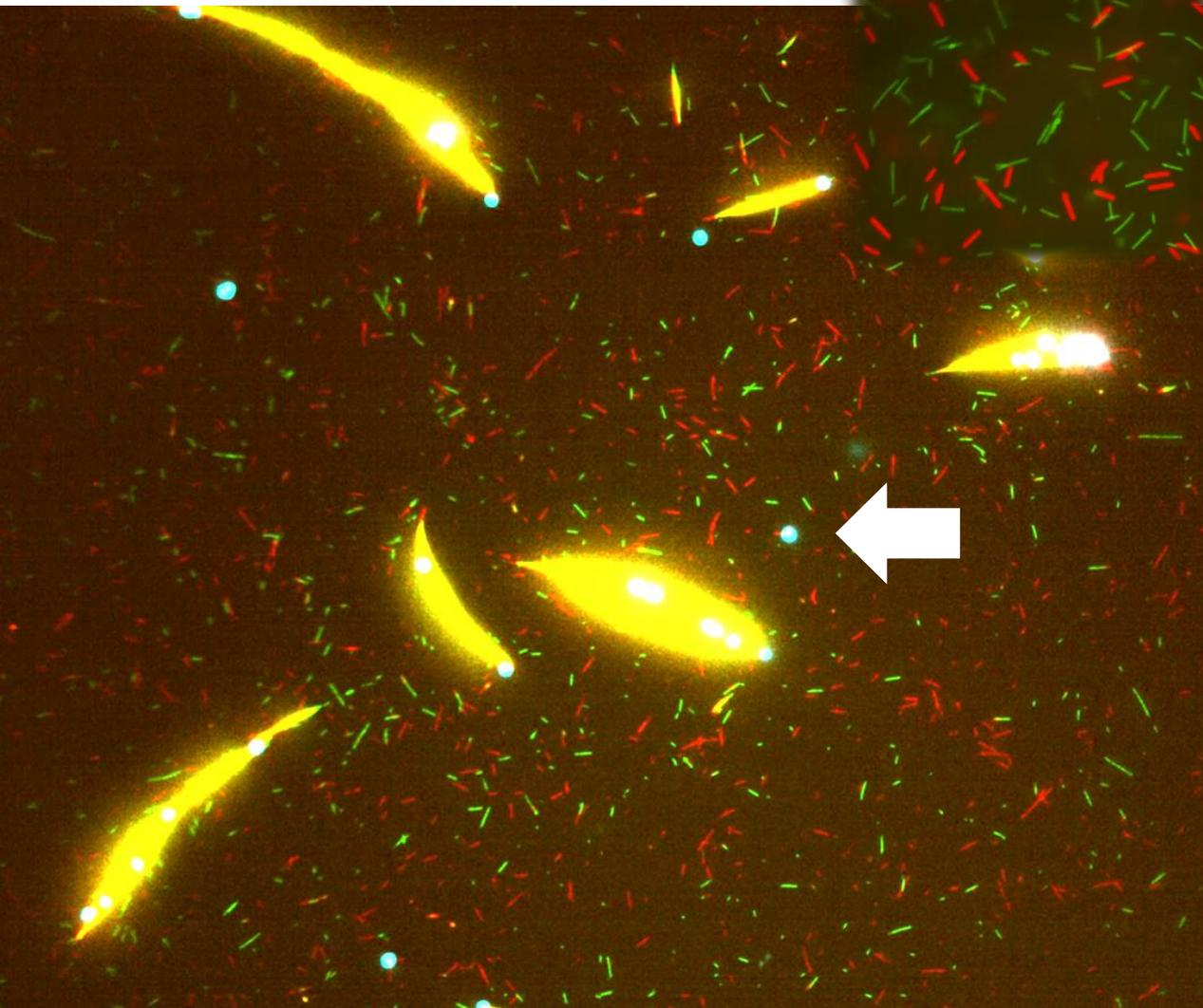
10  $\mu\text{m}$

# 3. 群れを“使う”



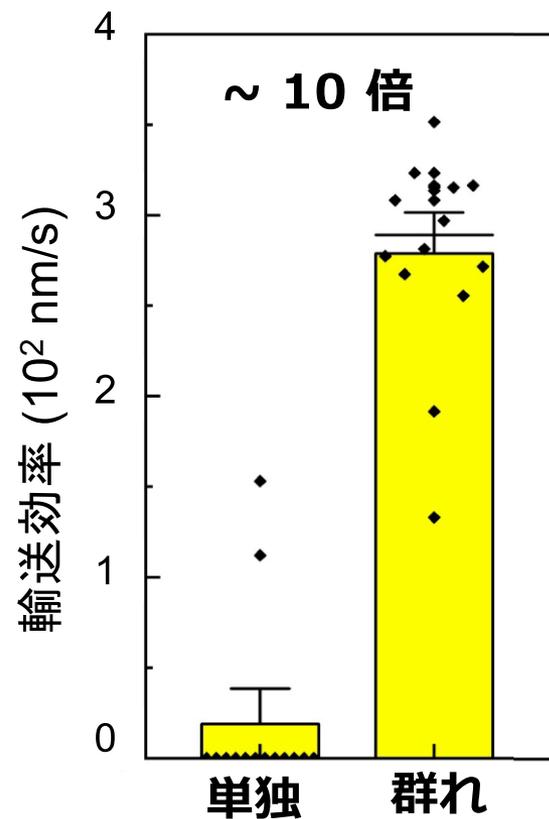
探索 → 積込 → 搬送 → 配達

## 分子モーター系



$$[MC] = \frac{k_{on}}{k_{off}} \left(1 - \frac{c}{k_{on}} \exp(-k_{off}t)\right)$$

$$k_{on} = \rho_c * g * v * H(v)$$



# 目的

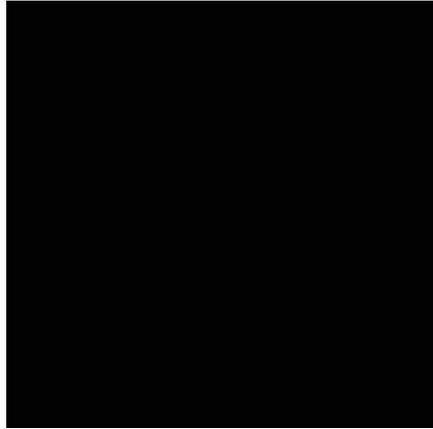
非平衡開放系での物体の自律運動や時空間パターン形成について演習・研究する。

## 課題の進め方

- 
- ・ アクティブマター系の演習（シミュレーション）
  - ・ テーマ決定 → 実験
  - ・ 中間報告
  - ・ 発表会

# アクティブマター系の演習

結合振動子系  
(反応拡散系)  
の数値計算例



(16倍速)

2 mm

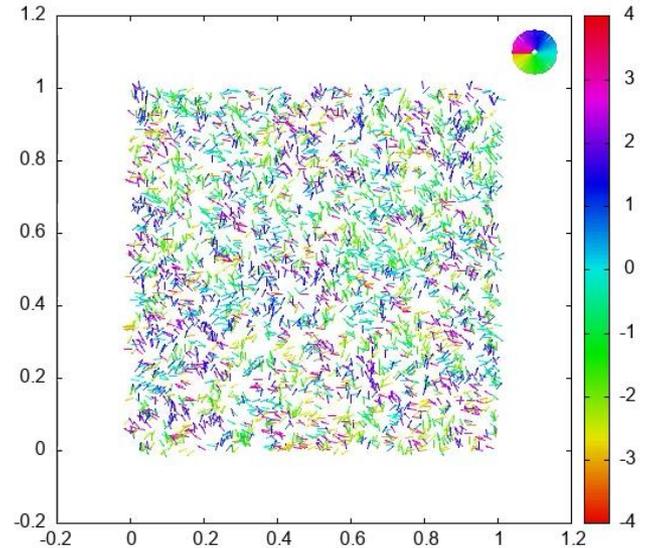
上記に対応する実験  
(BZ反応)

$$\frac{\partial x}{\partial t} = D_x \Delta x + s(y - xy + x - qx^2)$$

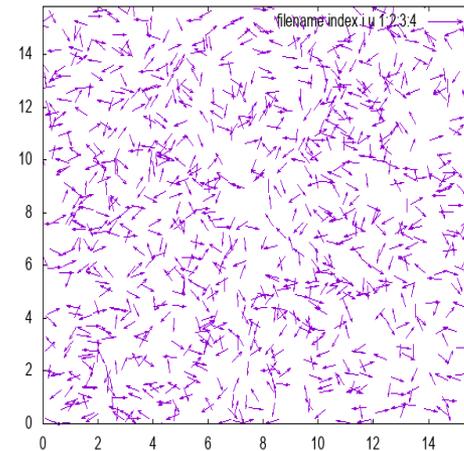
$$\frac{\partial y}{\partial t} = D_y \Delta y + s^{-1}(-y - xy + fz)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} = D_z \Delta z + w(x - z)$$

Vicsek model



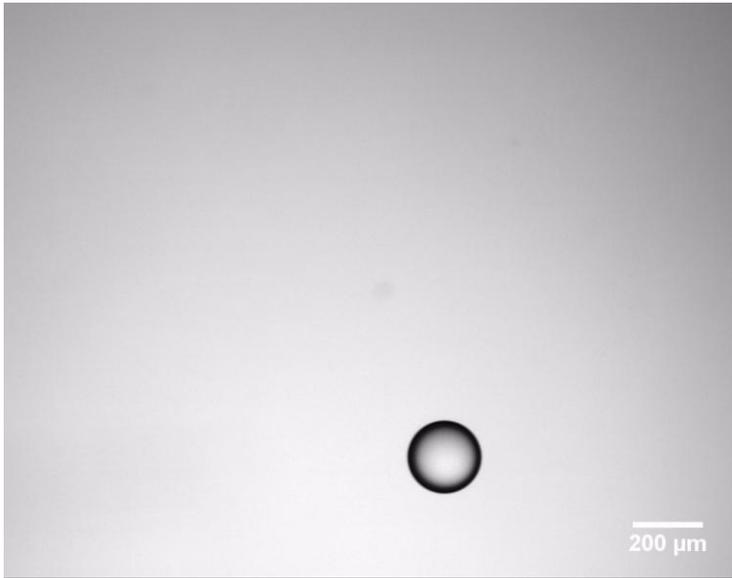
t=0.000000



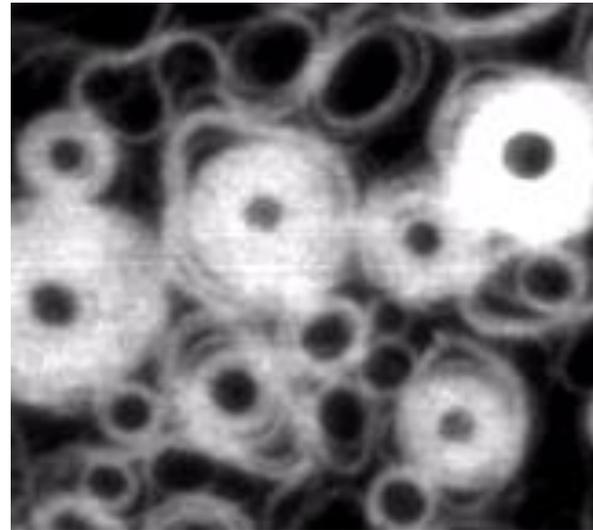
少しジッタした時

(B8 塚本 2020)

# 来年度の実験課題例

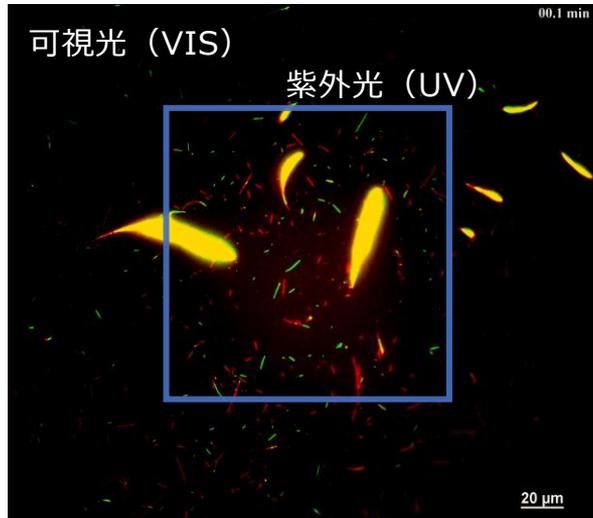
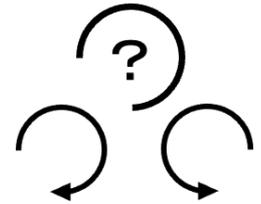


自己推進液滴の実験



極性/回転方向

フラストレーション



双極子相互作用

局所相互作用

パターンベーション



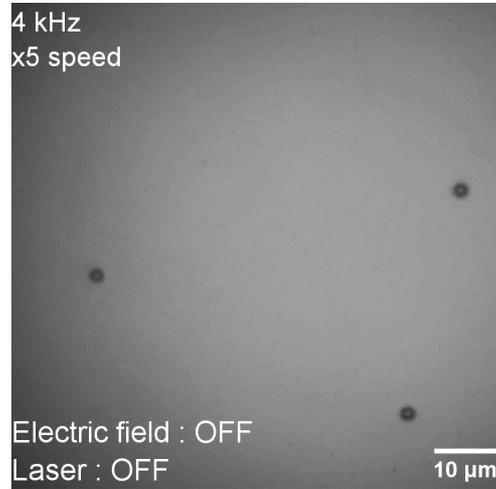
遊泳微生物の集団運動や対流応答

- ・ アクティブマターの時空間ダイナミクス
- ・ アクティブマターの流動学
- ・ アクティブマターのメカニクス etc.

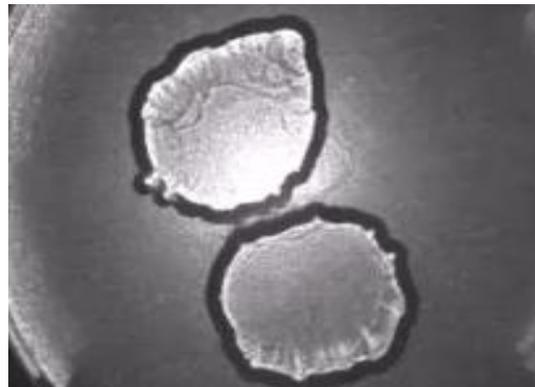
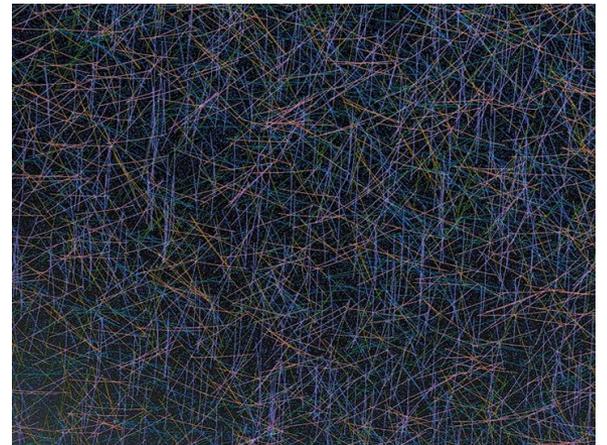
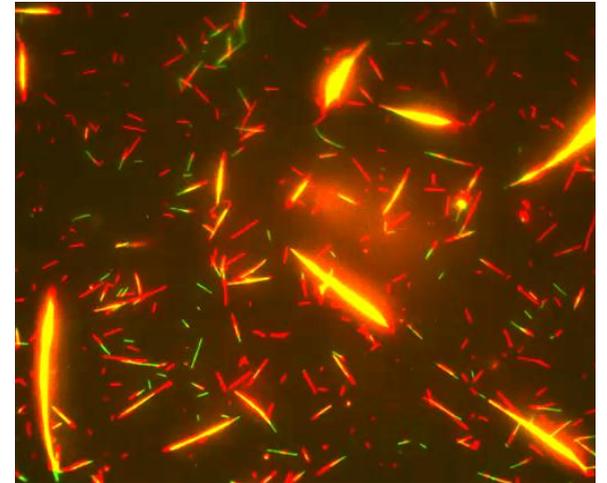
# 実験課題のテーマ例



自己駆動物体の流動場測定

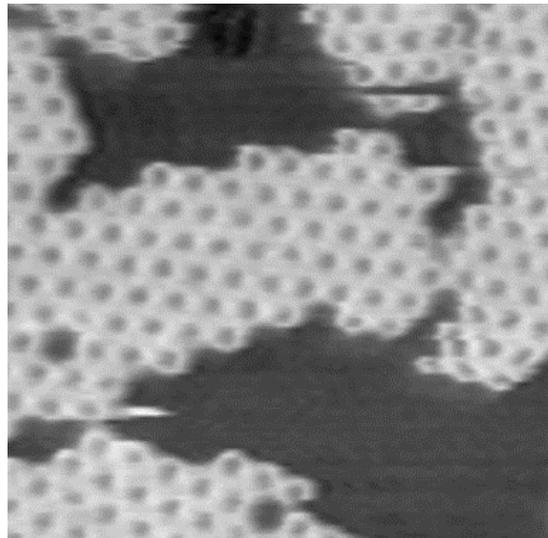


コロイド系



人工物アメーバの形状解析

アクティブマターの集団運動



iScience 2022



ひもの形と運動 (マクロな実験系) *Phys. Rev. Lett.* 2024