

# 古川研究室

## ソフトマターの非線形・非平衡現象を科学する



基礎系部門  
革新的シミュレーション研究センター

ソフトマター物理

工学系研究科 物理工学専攻

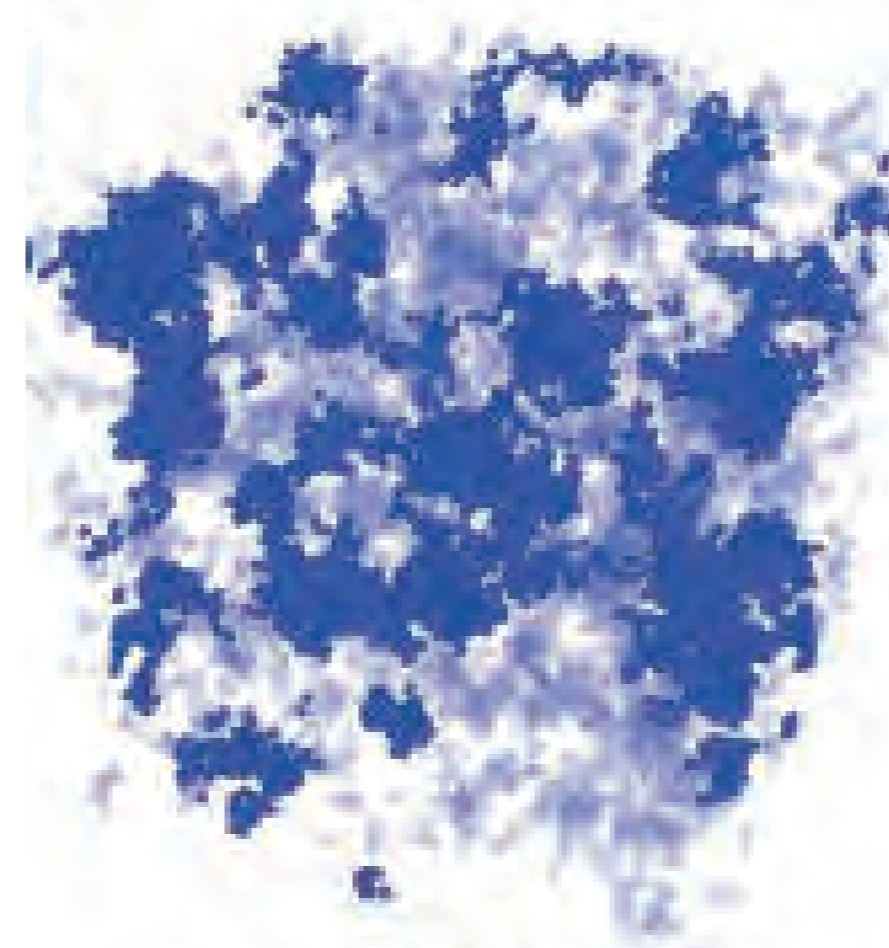
<https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/complexfluid>

ガラス・コロイド・アクティブマターを中心とするソフトマター系の非線形・非平衡現象を研究しています。身近でありながら十分に理解されていないこれらの物質系の謎に迫るとともに、得られた知見を物質設計に生かすことも重要な課題です。

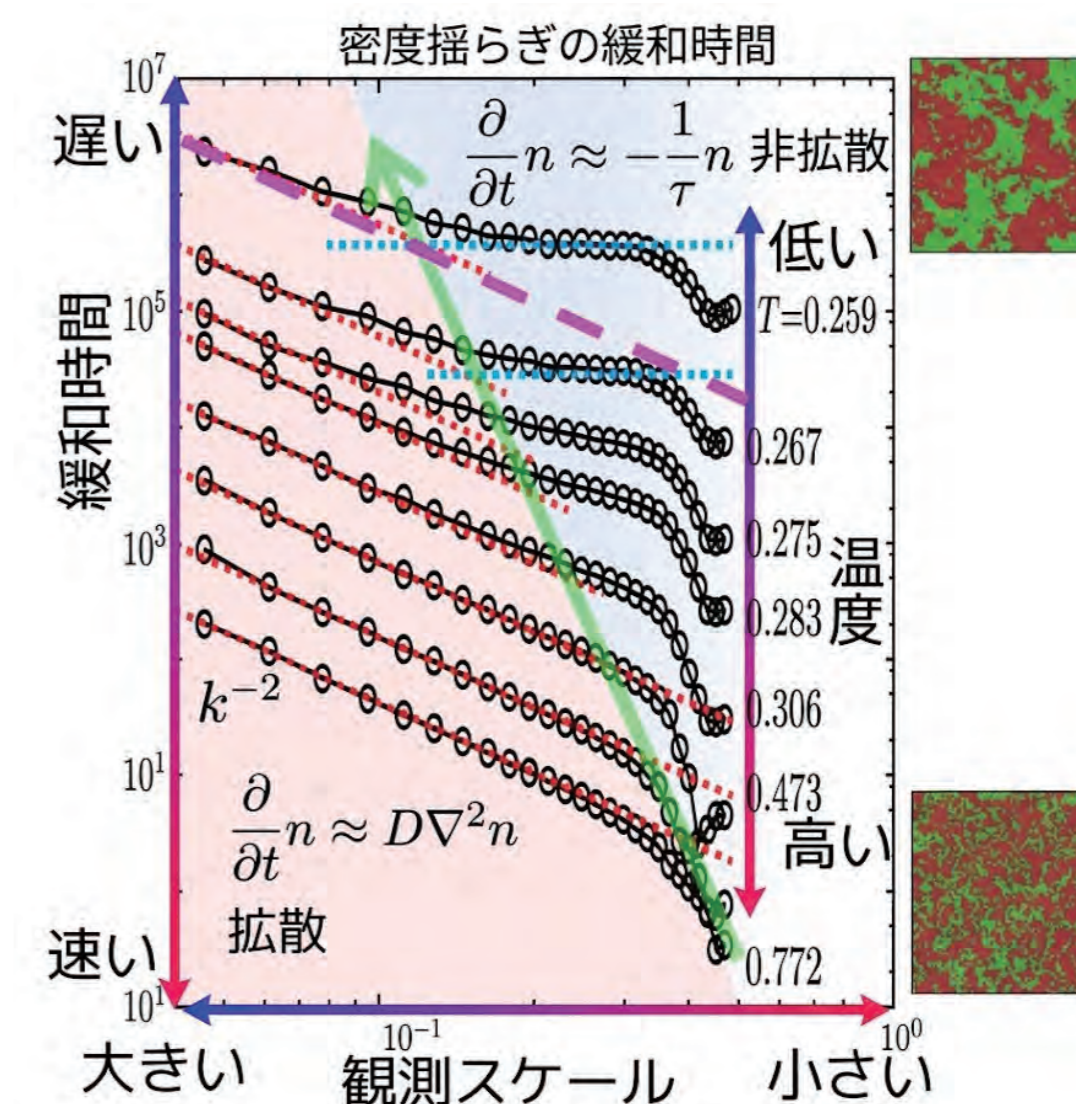
### 1. ガラス転移の謎：液体のような構造のまま、なぜ流れなくなるのだろうか？



ガラスは液体のようなランダムな構造を保ったまま、結晶固体のような硬さを持つ。

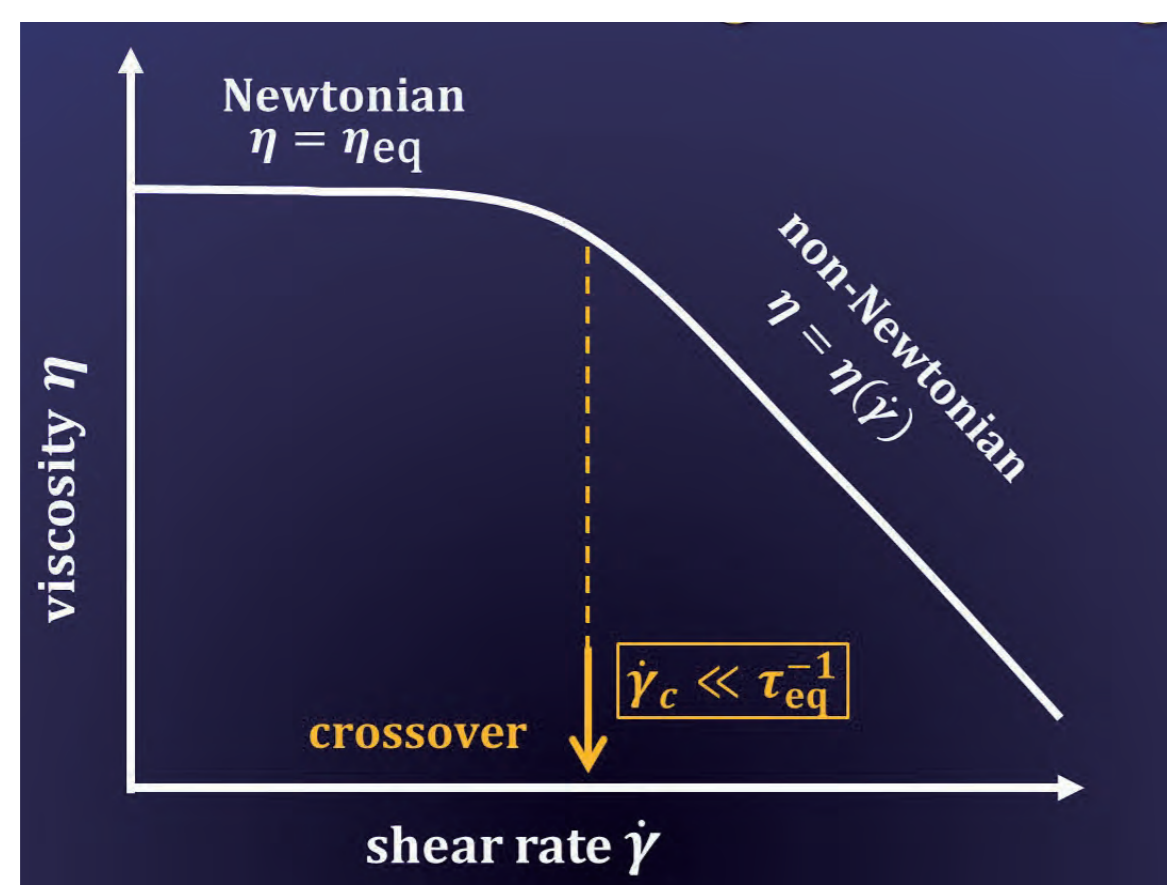


動的不均一性：ガラス化しつつある液体では、速く動く領域と遅く動く領域が不均一に共存している。

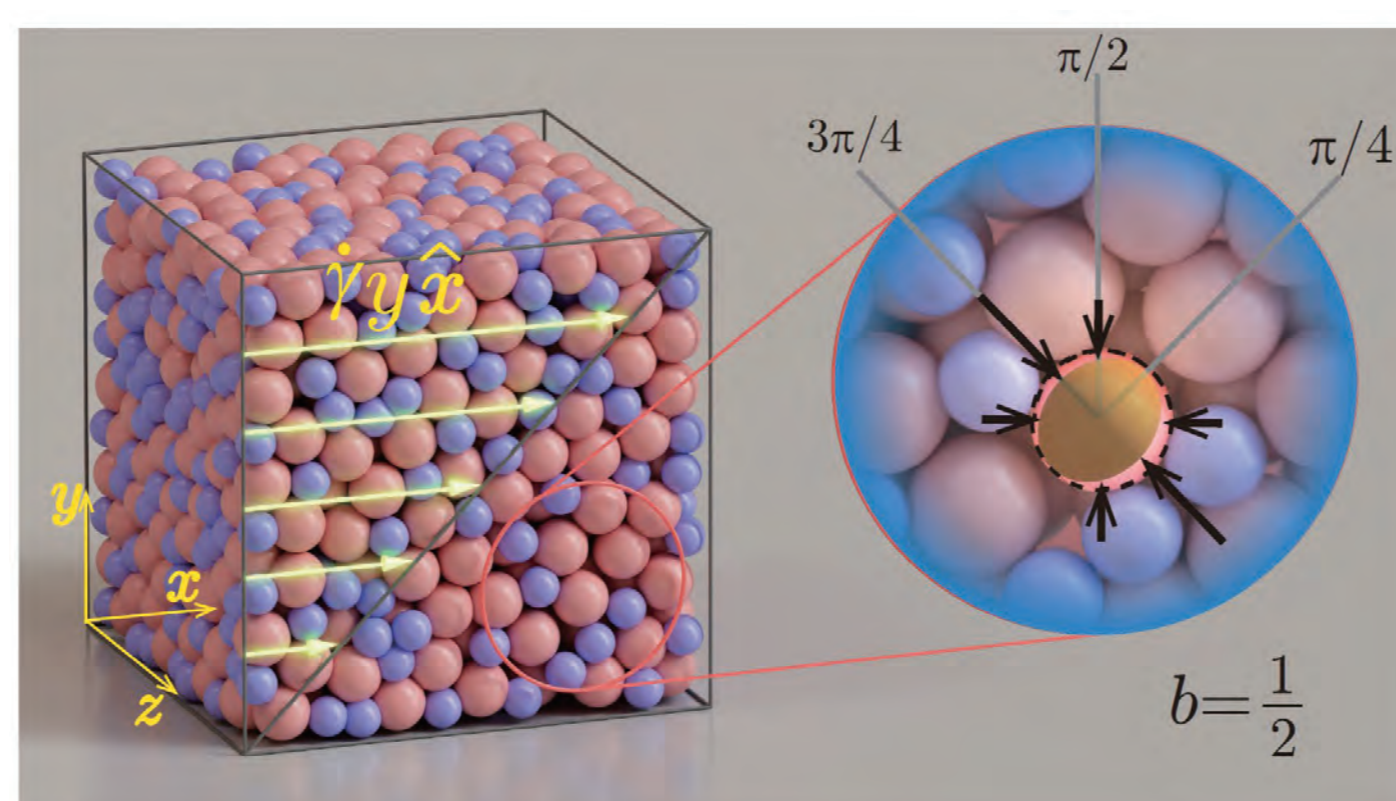


密度揺らぎダイナミクスの観測スケール依存性

### 2. ガラス物質のレオロジー：ガラス液体の流れは、なぜいとも簡単に加速するのだろうか？



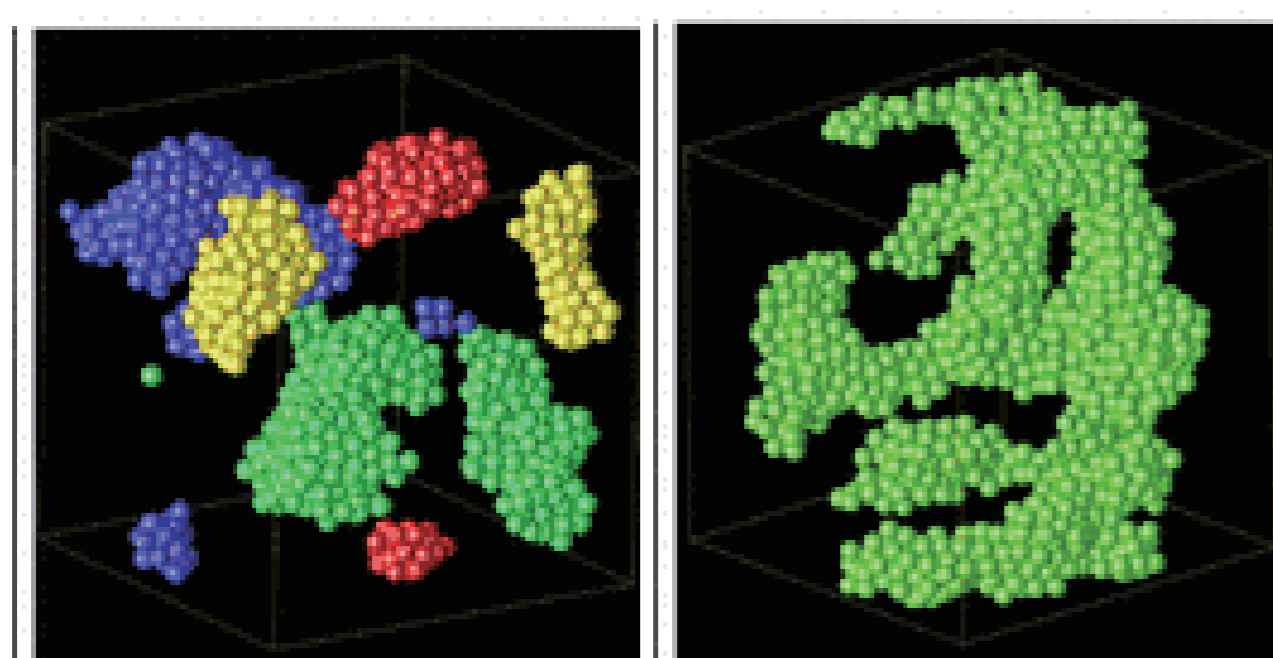
$$\hat{\tau}_\alpha(n, T, \dot{\gamma}) = \tau_\alpha^{(eq)}(n(1 - c_g \dot{\gamma} \hat{\tau}_\alpha), T)$$



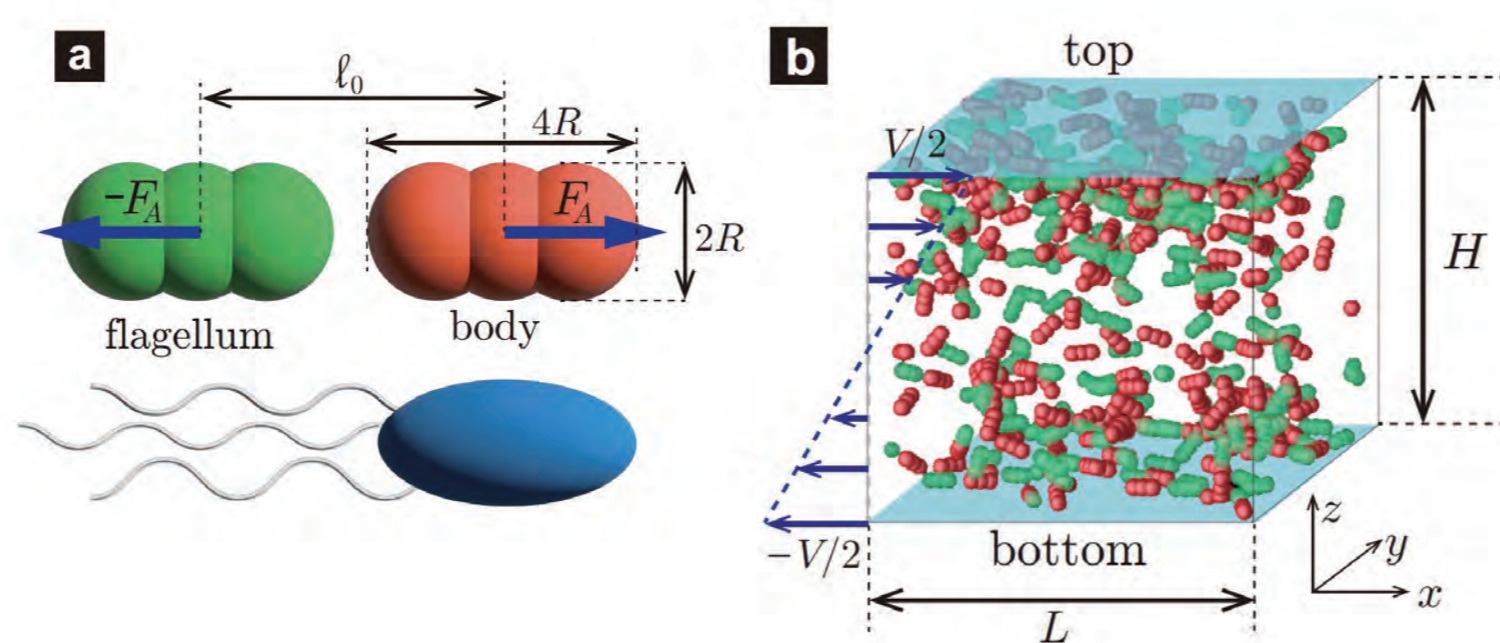
剪断流下における有効体積の概念図(上)と、それに基づくレオロジー曲線の理論予測(左)

変形下のガラス物質や粉体懸濁液では、【シアニング】【シアシックニング】【塑性変形】などと呼ばれる、複雑な流れが発生する。また、このような流れに伴って、【不均一化】や【疲労・破壊】が観測されることも多い。こうした現象の包括的な理解を目指している。

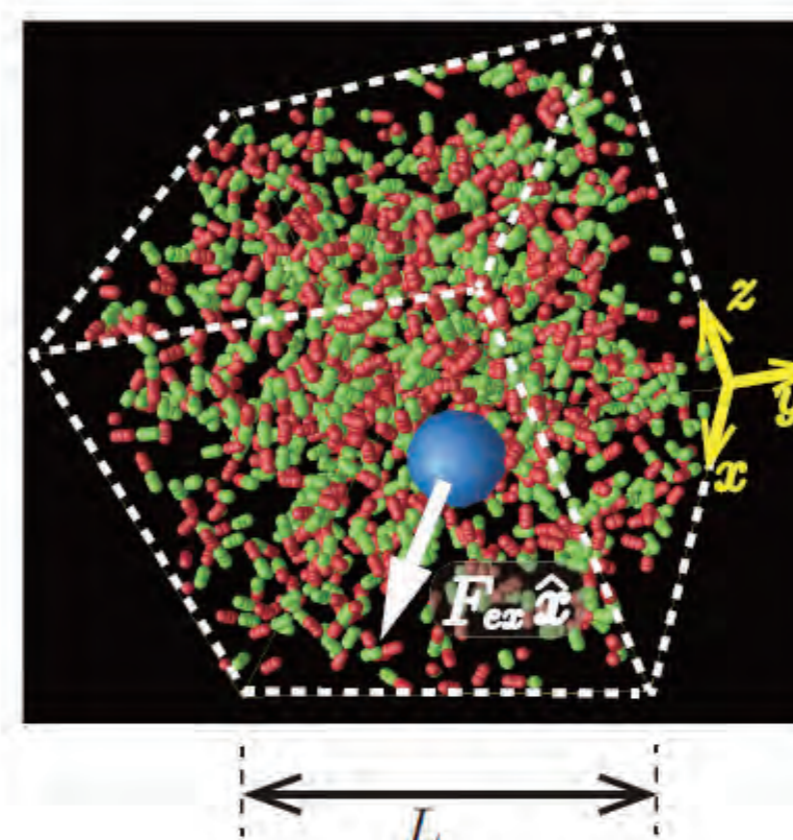
### 3. 微生物やコロイド粒子を支配する流体力学的相互作用：流体はただの背景ではない



コロイド懸濁液のゲル化：流体力学的相互作用なし(左)と流体力学的相互作用あり(右)



自己推進性を備えた微生物のミニマルモデルの例(左)とレオロジーシミュレーション(右)



アクティブ流体におけるマイクロレオロジー

微生物やコロイド粒子の懸濁液では、【流体力学的相互作用】がその特性を理解する鍵となると考えられている。特に微生物系では、自ら動き回ることによって、常に周囲の流体を買い動かしており、流体の効果は無視できない。