

2023 年度年次報告書  
細胞の動的・高次構造体  
2021 年度採択研究代表者

下林 俊典

京都大学 iPS 細胞研究所  
准教授

細胞内非膜型分子集合体の不均一核生成: 定量的理解と光制御

## 研究成果の概要

日常生活で見られる相分離現象が細胞内でも頻繁に起こっていることが明らかになっているが、その物理的および生物学的機能についてはまだ十分に解明されていない。2022年度の成果をさらに発展させ、液滴形成の過程で重要となる液滴表面の物理特性を解析する新しい手法を開発した。

具体的には、液滴界面の揺らぎを球面調和型関数で展開し、数理モデルと比較することで、液滴界面の物性(表面張力や弾性係数)を定量化する方法を見出だした。特に、細胞内液滴に普遍的な弾性係数が存在することを発見し、従来のマテリアル科学で議論される純粋な液滴界面とは異なる結果を得た。また、システムが臨界点に近づくにつれて表面張力や弾性係数が減少することも明らかにした(Biorxiv, 2023)。

この手法は細胞内の液滴物性を非侵襲に求めるものであり、液滴物性の定量だけでなく、液滴を制御する物理的基盤の解明にも応用されることが期待される。さらに、さきがけ領域内の共同研究において、シナプス膜面上のアクティブゾーンで見られる相分離ナノ構造の分子のおよび物理的基盤の解明において、超解像イメージング、数理モデル、液滴アッセイなど多様なアプローチとアイデアに基づく大きな進展があった。現在、共同研究者と論文を執筆中である(Submitting)。また、これまでの成果をさきがけ領域内の共同研究者とレビュー論文として報告している(JBC, 2023)。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Shimobayashi, S.F., Konishi, K., Ackerman, P.J., Taniguchi, T., Brangwynne, C.P., Critical capillary waves of biomolecular condensates, *bioRxiv*, doi: 10.1101/2023.10.29.564316 (2023).
- 2) Yanagawa, M., Shimobayashi, S.F., Multi-dimensional condensation of intracellular biomolecules,, *The Journal of Biochemistry (Invited Review)* , mvad095, (2023).