

# アクティブソフトマターの非線形ダイナミクス

(京都大学 福井謙一記念研究センター) 多羅間充輔

## 【はじめに】

自分自身の内部で化学エネルギーなどを消費して自律的に運動するものをアクティブマターと呼ぶ。たとえば生物系で見られる多くの運動はその例であり、ミクロな分子モーターから微生物、生体細胞やマクロな生物個体まで様々なものが含まれる。また非生物の人工物質の系でも、たとえば水面に置かれた樟脳粒や油やアルコールの液滴などは、界面エネルギーの不均一性によって自律的に運動することが知られている。また表面の不均一なコロイド粒子や金属微粒子なども表面での化学反応により自発運動を示すことがある。

このようなアクティブマターという概念が提案されて以来、それまで別々に研究されてきた生き物と人工物質とが示す非平衡ダイナミクスを自発運動をキーワードとして同じステージで議論することが可能となり、この10年ほど世界中で盛んに研究されてきた。そのような研究が進む中で理論研究に求められる課題には大きく分けて二つある。一つは、個々の具体的な系に対する詳細なモデルによる解析によって、たとえば運動のメカニズムなどを明らかにすることである。もう一つは、生物系から物質系まで幅広く見られるアクティブマターに共通する普遍的な側面を抽出することである。そのためにはアクティブマターのダイナミクスに対する一般的な記述を発展させる必要がある。

## 【結果と考察】

我々はこれまで、自発的に運動する液滴や細胞のような形が変化するやわらかなアクティブマターに焦点を当て、そのダイナミクスの一般的な記述の構築を進めてきた。粒子の速度、回転、それぞれのモードの変形間の非線形カップリングを考慮して、それらの変数に対する運動方程式を対称性の議論により導出し、解析を行ってきた(1-5)。粒子の時間変化する形を記述する方法にはいくつかあるが、我々は体系的な取り扱いが可能なモード展開による方法を用いた。それぞれのモードの変形は対応する階数の対称テンソルを用いて表現することができ、そうすることで空間の次元によらない一般的な変形の表現が得られる(6,7)。また、アクティブソフトマターのダイナミクスに対する外力(8)や周囲の流れ場(9,10)の影響についても研究を進めてきた。本発表ではこれらの研究の中からいくつかを紹介する。

## 【参考文献】

- (1) T. Ohta and T. Ohkuma, Phys. Rev. Lett. **102**, 154101 (2009).
- (2) T. Hiraiwa, M.Y. Matsuo, T. Ohkuma, T. Ohta, and M. Sano, Europhys. Lett. **91**, 20001 (2010).
- (3) M. Tarama and T. Ohta, J. Phys.: Condens. Matter **24**, 464129 (2012).
- (4) M. Tarama and T. Ohta, Phys. Rev. E **87**, 062912 (2013).
- (5) M. Tarama, Y. Itino, A.M. Menzel, and T. Ohta, Eur. Phys. J. Special Topics **223**, 121 (2014).
- (6) T. Hiraiwa, K. Shitara, T. Ohta, Soft Matter **7**, 3083 (2011).
- (7) M. Tarama and T. Ohta, Prog. Theor. Exp. Phys. 013A01 (2013).
- (8) M. Tarama and T. Ohta, Eur. Phys. J. B **83**, 391 (2011).
- (9) M. Tarama, A.M. Menzel, B. ten Hagen, R. Wittkowski, T. Ohta, and H. Löwen, J. Chem. Phys. **139**, 104906 (2013).
- (10) M. Tarama, A.M. Menzel, and H. Löwen, Phys. Rev. E **90**, 032907 (2014).