

ポワズイユ流れ中のアクティブソフトマターのダイナミクス

(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力学的な力に変換し、対称性を破ることで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、微生物から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り自律的に運動することが知られている。またヤヌスコロイド粒子も表面での化学反応などにより自発運動を示すことがある。

外界からの影響を受けるときのアクティブマターは、自発的な運動と受動的な運動とが拮抗することで、興味深いダイナミクスを示す。そのような外界からの刺激には化学的なものと力学的なものがある。特に、流体中あるいは流体の表面を泳動する粒子に対して、周囲の流体の影響は無視できない。

アクティブマターの流れの中での運動を理論的に研究するとき、しばしば、線形剪断流⁽¹⁾やポワズイユ流、円形流れ⁽²⁾などの特徴的な流れを仮定する。本研究では、ポワズイユ流れの中でのアクティブマターの運動を考える。

【結果と考察】

粒子が硬く変形しない場合は、これまでに運動の解析が行われてきた。特に円形や楕円型の粒子の場合、流れの中心線の周りを振動しながら運動するswinging motionと、粒子の回転を伴って運動するtumbling motionとが存在することが報告された⁽³⁾。

我々は、自己推進する液滴などのように、粒子の形が変形する場合について理論的に解析を行った。最低次の形の変形モードである楕円型の変形を考慮し、周囲の流れ場の影響下でのアクティブソフトマターの運動を記述するモデル⁽⁴⁾を用いた。対称性から変形の長軸の方向に進む傾向のある「痩せた」粒子と短軸に沿って運動する「太った」粒子とが考えられる。粒子が硬い場合にも「痩せた」粒子と「太った」粒子とが考えられるが、この場合には運動に質的な違いは見られなかった。一方で、粒子が柔らかく変形の自由度があるとき、これら二つの粒子は質的に異なるダイナミクスを示すことを発見した⁽⁵⁾。

【参考文献】

- (1) M. Tarama, A.M. Menzel, B. ten Hagen, R. Wittkowski, T. Ohta, and H. Löwen, *J. Chem. Phys.* **139**, 104906 (2013).
- (2) M. Tarama, A.M. Menzel, and H. Löwen, *Phys. Rev. E* **90**, 032907 (2014).
- (3) A. Zöttl and H. Stark, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 218104 (2012); *Eur. Phys. J. E* **36**, 4 (2013).
- (4) M. Tarama, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **86**, 101011 (2017).
- (5) M. Tarama, *Phys. Rev. E* **96**, 022602 (2017).