

界面張力勾配により駆動される楕円形樟脳粒の運動

○北畑裕之（千葉大院理）・飯田溪太（東北大院医）・
長山雅晴（北大電子研）

界面活性および昇華性をもつ樟脳の粒を水面に浮かべると、樟脳粒から樟脳分子が水面に拡散し、その後気相に昇華する。このとき水面に拡散した樟脳分子は水面の表面張力を低下させる。すなわち、樟脳粒が固定されていると、樟脳粒の周辺のみで表面張力が低くなる。このため、樟脳粒が微小に運動すると運動した向きに力を受けることになり、粒が静止した状態が不安定になって、自発的に運動することが報告されている[1]。また、この現象は、数理的にもうまくモデル化されている。まず、樟脳の表面濃度を u として

$$\partial u / \partial t = D \nabla^2 u - a u + F,$$

という時間発展方程式を考える。右辺第1項は水面での樟脳分子の拡散、第2項は気相への昇華、第3項は樟脳粒からの供給を表す。表面張力 γ は樟脳濃度の減少関数であるとし、樟脳粒は粒周囲での表面張力の和による力を受けて動くとする。

$$m \left(d^2 \mathbf{r} / dt^2 \right) = -\eta \left(d\mathbf{r} / dt \right) + \oint \gamma \mathbf{e}_n d\ell$$

ここで \mathbf{r} は樟脳粒の重心座標、 m は質量、 η は摩擦係数である。また一周積分は樟脳粒の境界に関する積分である。このようなモデルを用いて樟脳粒の運動が議論できる[2]。

近年、このような自発的運動に関して、運動方向・速度と変形との関係に興味を持たれている。そこで、より単純化し、変形が運動に与える影響のみを抽出することを考えた。ここでは、樟脳粒の形状を円形からずらした形で固定した。なかでも、最もシンプルかつ非自明な変形である楕円形への変形について考えた。実際に楕円形樟脳を水面に浮かべたところ、短軸方向に運動を始めることが明らかになった。この現象に関して上に示した方程式から摂動法を使って理論的に解析し、楕円形の樟脳粒は短軸方向に動きやすいという結論を得た[3]。

[1] S. Nakata et al. *Langmuir* **13**, 4454 (1997).

[2] M. Nagayama, et al., *Physica D* **194**, 151 (2004).

[3] H. Kitahata et al. *Phys. Rev. E* **87**, 010901 (2013).

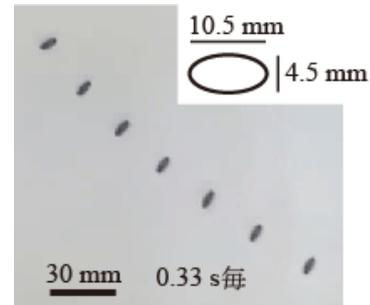


Fig. 1 Superposed figure for the motion of an elliptic camphor particle [3].

Spontaneous motion of an elliptic camphor particle driven by interfacial tension gradient

H. KITAHATA, K. IIDA, M. NAGAYAMA (Chiba Univ., kitahata@physics.s.chiba-u.ac.jp)

The coupling between deformation and motion in a self-propelled system has attracted broader interest. In the present study, we consider an elliptic camphor particle for investigating the effect of particle shape on spontaneous motion. It is concluded that the symmetric spatial distribution of camphor molecules at the water surface becomes unstable first in the direction of a short axis, which induces the camphor disk motion in this direction. Experimental results also support the theoretical analysis. From the present results, we suggest that when an elliptic particle supplies surface-active molecules to the water surface, the particle can exhibit translational motion only in the short-axis direction.