

非線形反応を利用した環境応答型自己駆動素子

○ 末松 J. 信彦 (明大院先端数理, MIMS)・中田 聡 (広大院理)

【序論】 運動する素子の研究は、濡れ性の勾配を持つ固体基板上的液体の運動に端を発し、現在では運動素子自らが周囲に異方性を作り出して運動する自己駆動粒子へと発展している。過酸化水素水中を動く白金粒子、水面を滑走する樟脳粒やアルコール液滴、水中を泳ぐベシクルや油滴など、種々の材料を用いて様々な運動機構が提案・研究されている。これらの自己駆動粒子の駆動力が周囲の環境条件に依存していることを利用し、化学場や光場を介した自律運動の制御も行われている。一方で近年、Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応を内包した液滴が、反応生成物により油相中を駆動するシステムが報告された[1]。本研究では、光照射により液滴内の BZ 反応を制御し、それにより液滴の運動を制御することを目指している。BZ 反応を介すことで、履歴現象のような非線形反応特有の性質を持つ環境応答性を自己駆動粒子で実現できるものと期待される。

【実験】 Monoolein (MO)の squalane 溶液 (100 mM)を油相として用意し、そこに光感受性の BZ 溶液を加え、攪拌して W/O エマルションを作成した (Fig. 1a)。BZ 溶液の組成は、 $[\text{NaBrO}_3] = 490 \text{ mM}$, $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 345 \text{ mM}$, $[\text{CH}_2(\text{COOH})_2] = 160 \text{ mM}$, $[\text{NaBr}] = 30 \text{ mM}$, $[\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}] = 1.7 \text{ mM}$ である。作成したエマルションを薄く広げて、液滴の2次元的な運動を光学顕微鏡で観察した。光応答性を調べるために、ハロゲンランプを光源とした光 (200 kLx)を照射した。

液滴の駆動力は界面活性剤の臭素化に伴う界面張力勾配の発現である。そこで、駆動力を評価するために、MO/Br₂MO の割合を変えて H₂O/MO/Squalane の界面張力を測定した。測定には表面張力計 (DY-300, 協和界面科学株式会社; Wilhelmy 法)を用いた。

【結果・考察】 油相中には直径 10 – 300 μm の液滴が生成され、50 – 100 μm/s の速さで運動した。

このエマルションに横から光を照射したところ、ランダムな運動が、光源と逆方向への直線的な運動へと転移した (Fig. 1)。これは光照射に伴い臭素イオンが液滴の光源側で生成されたためと考えられる。本講演では、界面張力測定データと光感受性 BZ 反応の機構を踏まえて、光場および非線形化学反応が液滴運動に与える影響を含めて議論する。

[1] S. Thutupalli *et al.*, *New J. Phys.* **13**, 073021 (2011).

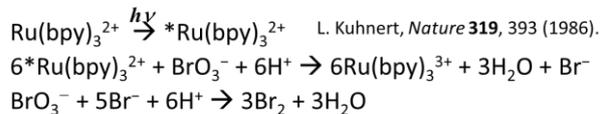
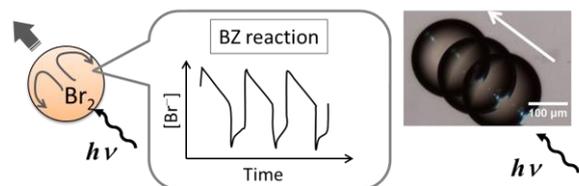


Fig. 1 Illustration and superimposed photograph of photosensitive BZ droplet (top). Photochemical reaction (bottom).

Environmental response of self-propelled particle coupled with nonlinear reaction

N. J. Suematsu (Meiji Univ., suematsu@meiji.ac.jp), Satoshi Nakata (Hiroshima Univ.)

Variety of self-propelled systems has been investigated to find a simple way to manipulate a material in a small scale. Here, we propose photosensitive self-propelled system moving in 3D space, which consists of Belousov-Zhabotinsky (BZ) droplet [1]. Liquid droplets with BZ reaction containing $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ as a catalyst were prepared into monooleine/squalane solution and were observed under an optical microscope. The droplets showed self-motion and its speed was 50 ~ 100 μm/s. In the presentation, we will report an effect of light illumination on the self-motion and the relationship between BZ reaction and self-motion.