

## 自励振動する自己駆動液滴

(広島大院統合生命) ○松尾 宗征・中田 聡

Self-oscillating menthylacetate swimmer (*Graduated School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University*) ○Muneyuki Matsuo, Satoshi Nakata

In this study, we constructed a self-oscillating droplet swimmer composed of menthylacetate (MA) to demonstrate the emergence of recursiveness of molecular aggregates under the condition in which there are no oscillating chemical reactions and perturbations.

MA is readily hydrolyzed to menthol (MOH) and acetic acid. When MA (2-8  $\mu\text{L}$ ) was dropped onto 3 mL of NaOH aqueous solution (0.1-10 mM) or ultrapure water which filled a glass Petri dish, MA spread wet on the surface of an aqueous solution. However, MA gradually re-aggregated, and MA droplets were formed. The formed droplets exhibited self-propulsion. Surface tension measurements revealed that the hydrolysis product MOH reduced the interfacial tension by up to 13 mN/m. Droplets composed of decyl acetate, in which MOH was replaced by decanol, did not exhibit self-propulsion. These results strongly suggest that self-propulsion is induced by the MOH-derived inhomogeneity of the surface tension (Fig. 1).

Furthermore, at a NaOH concentration of 10 mM, MA droplets with an initial volume of more than 6  $\mu\text{L}$  exhibited oscillatory self-propulsion, i.e., repeatedly stopped and moved (Fig. 2). The oscillation was driven by the deformation of the droplet. When a droplet position was fixed, a droplet beat, i.e., repeatedly swelled and shrank. When a petri dish was covered with a cap, no oscillation and beating were observed. These results indicate that the oscillatory motion of the droplets is due to the synergy of MOH production and sublimation.

**Keywords :** Self-oscillation; Self-propelled droplet; Self-propulsion; Active matter; Synergy

本研究では、振動性の化学反応や摂動がない環境下での無生物的な分子集合体における再帰性の創発を実証するため、メントール (MOH) と酢酸に容易に加水分解されるメンチルアセテート (MA) からなる自励振動する自己駆動液滴を構築した。

ガラスシャーレを満たした NaOH 水溶液 (0.1~10 mM) または超純水 3 mL 上に MA (2~8  $\mu\text{L}$ ) を滴下すると、水面に濡れ広がり、油膜を形成した。しかし、加水分解が進行するにつれ MA が再度凝集し、液滴が形成された。さらに、液滴は自己駆動した。表面張力測定により、加水分解産物である MOH が水の表面張力を最大で 13 mN/m 下げることが明らかになった。また、MOH をデカノールに置換したデシルアセテート液滴では、自己駆動が抑制された。これらの結果は、液滴から生成される MOH 由来の表面張力の不均一性が自己駆動を誘起することを意味している (図 1)。

さらに、NaOH 濃度が 10 mM のとき、MA の初期体積が 6  $\mu\text{L}$  以上の液滴は停止と自己駆動を繰り返す振動運動を発現した (図 2)。この振動は、液滴の変形に先導されていた。液滴は固定されると、膨潤と収縮を繰り返し拍動した。振動運動や拍動はシャーレに蓋をすると観測されなかった。これらの結果は、液滴が MOH の生成と昇華の協同効果で振動することを示唆している。

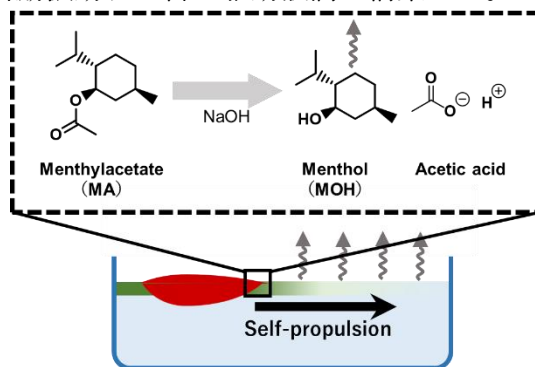


Figure 1. Self-propulsion mechanism of MA droplet

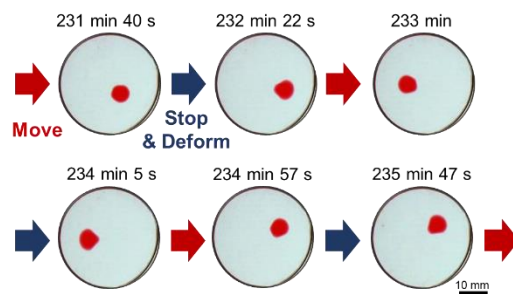


Figure 2. Self-oscillatory motion of MA droplet