

自己推進型イオンゲルの運動特性の水温依存性

Temperature dependence of self-propelled characteristics of ion gel on water surfaces

明星大理工 鍋谷 怜, 吉成 亜粋, °古川 一暁

Meisei Univ., Rei Nabetani, Aiki Yoshinari, °Kazuaki Furukawa

E-mail: kazuaki.furukawa@meisie-u.ac.jp

はじめに 私たちはこれまで、1-エチル-3-メチルイミダゾリウムビス(トリフルオロメチルスルホニル)イミドとポリ(フッ化ビニリデン-コ-ヘキサフルオロプロピレン)とからなるイオンゲル (Fig. 1) を水面に置くと、強力で持続的な自発運動を示すことを報告してきた¹。この自己推進運動の駆動源は、イオン液体が水面に溶出することで生じる表面張力の勾配である²。本研究では自己推進運動の水温に依存した変化を明らかにするために、両者の相関を調べた結果を報告する。

実験 Fig. 1 に示すように、イオンゲルを 3×8 mm の短冊状に切断し、その中心に $\phi = 1.5$ mm の穴を開けた。これを水面に垂直に立てた回転軸に通すと、イオンゲルは回転運動を始める。このときの回転速度を、各水温における自己推進力の評価に用いた。

結果と考察 Fig. 2 に回転速度の温度依存性を示した。水温 280 K 付近の回転速度は毎秒 6 回転 (rps, revolutions per second) 程度であるが、320 K 付近のそれは 1 rps 以下であり、一旦停止した後に逆回転を示す例もあった。さらに高温での測定では、350 K 付近で 3 rps を示し、イオンゲルの水面での自己推進運動には特異な温度依存性があることが明らかになった。Fig. 2 の結果は、水温上昇に伴う自己推進力の減少要因と増大要因の両者が競合することを示唆する。前者は、水温の上昇による水の表面張力 γ の低下 ($\gamma = 74$ mN/m @280 K; 63 mN/m @350 K) が考えられる。界面活性剤で表面張力を制御した水面での実験から、室温において 60 mN/m 以下の表面張力では自己推進力を発現しないことが示された。一方、後者は水温の上昇による水の粘度 η の低下 ($\eta = 1.3$ mPa·s @283 K; 0.4 mPa·s @343 K) の他、イオン液体の溶解度の温度依存性を考えている。

参考文献 1. 古川一暁 応用物理 89, 287-290 (2020).

2. K. Furukawa, T. Teshima, Y. Ueno, *Sci. Rep.*, 7, 9323 (2017).

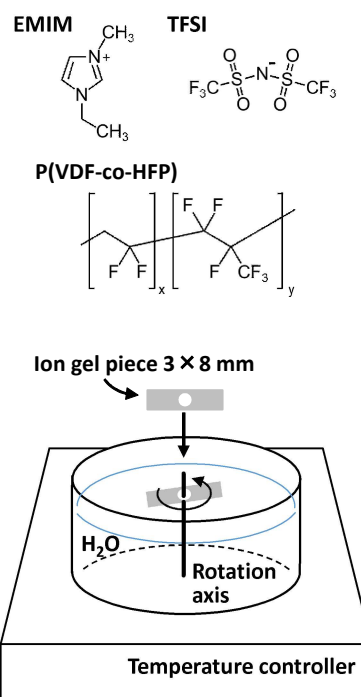


Fig. 1. Top: source materials of ion gel (EMIM-TFSI and P(VDF-co-HFP) are ionic liquid and polymer). Bottom: experimental setup for observations.

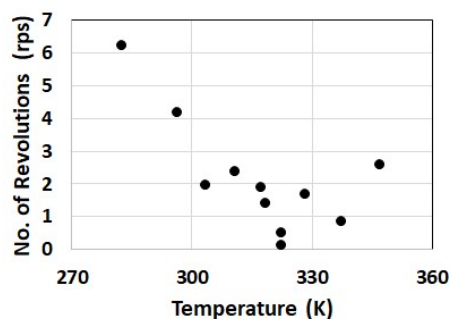


Fig. 2. Temperature dependence of the number of rotation of ion gel pieces.