

油/水界面の pH 条件によるオレイン酸ナトリウム円板の運動モード制御

(広島大院統合生命¹・明治大学 先端数理科学インスティテュート (MIMS)²・東大院総合³) ○新井 貴仁¹・久世 雅和^{1,2}・松尾 宗征^{1,3}・中田 聡¹

Self-propulsion of a sodium oleate disk place on an oil/water interface as a function of pH (¹Hiroshima Univ., ²Meiji Univ., ³Univ. of Tokyo.) ○Takahito Arai,¹ Masakazu Kuze,^{1,2} Muneyuki Matsuo,^{1,3} Satoshi Nakata¹

In this study, we focused on mode of self-propulsion for a sodium oleate disk at an oil/water interface as a function of acid dissociation equilibrium of oleic acid ($pK_a = 5.35$). We found that characteristic features of self-propulsion changed depending on pH of the aqueous phase, i.e., uni-directional motion at $pH = 2.2 \sim 6.0$, self-propulsion with inversion at $pH = 8.0 \sim 8.7$, and no motion at $pH = 11.0 \sim 12.0$. Interfacial tension measurements suggested that the non-equilibrium state of the interface changed with pH.

Keywords : Self-propelled Objects, Non-equilibrium state, Acidity constant

油水界面に浮かべたオレイン酸ナトリウム (OleNa) 円板は界面張力差によって自己駆動する。本研究ではオレイン酸の酸解離反応 ($pK_a = 5.35$) に着目し、水相の pH が運動モードに与える影響を明らかにした。

円環水路(直径: 46 mm, 水路幅: 8 mm)に、水相としてリン酸緩衝溶液($pH: 2.2 \sim 12.0$, イオン強度: 0.5)、油相としてトルエンをそれぞれ 10 mL ずつ注ぎ入れ、OleNa 円板(直径: 3 mm, 厚さ: 1 mm)を油水界面に浮かべた(図 1a)。また、界面活性剤分子の吸着・脱離を速度論的に評価するため、OleNa 円板の界面への接触 ($t = 10$ s) と除去 ($t = 30$ s) にともなう界面張力の経時変化を測定した。

低 pH では単指向運動、中性付近では反転しやすい運動、高 pH では停止した(図 1b)。pH が高いほど界面張力は低下しやすく、元の界面張力まで回復しづらくなった(図 2)。以上の結果から、pH が高いほど界面活性剤分子の界面への吸着と脱離の非平衡度が低下し、界面に分子が堆積しやすいことが示唆された。中 pH では堆積した界面活性剤分子の履歴によって円板周囲の界面張力差が逆転しやすいため、反転しやすい運動を示したと考えられる。

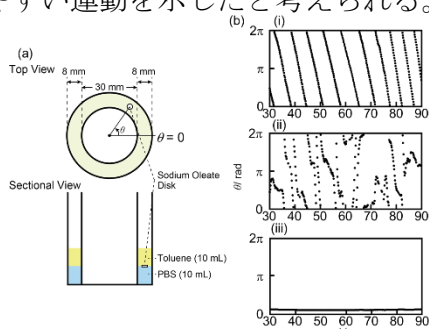


図 1 (a)実験系, (b) $pH =$ (i) 6.0, (ii) 8.0, (iii) 12.0 における角座標 θ の経時変化($\theta = 0$ は(a)で定義)

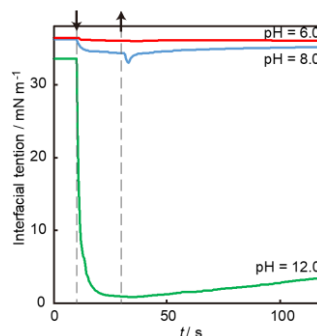


図 2 $pH = 6.0, 8.0, 12.0$ における界面張力の経時変化 (OleNa 円板の界面への接触: $t = 10$ s, 除去: $t = 30$ s)