

直流電場に誘起されるマイクロ物体の自律的周期運動

(京大院理・東工大総理工・同志社大生命医) ○栗村朋・瀧ノ上
正浩・吉川研一・市川正敏

ナノ～マイクロメートル程度のスケールにおいては粘性が支配的であり、熱ゆらぎの効果が大きい。それ故、マクロなモーターをサイズダウンしたものは摩擦が大きくエネルギー効率が悪い実用に適さない。一方で、バクテリアの回転べん毛モーターなどはこの様なスケールでもゆらぎを利用して自律的な周期運動をしている。したがって、このようなスケールにおいて効率的に駆動する機械をつくるためには動作原理から新しく考える必要がある。

一方、sub-mm スケールにおいて油相中に界面活性剤で安定化した水滴が DC 電圧下で周期運動することが最近報告された[1][2]。今回この系をサイズダウンすることにより新たなマイクロメートルスケールの物体の動作原理として有用であるか調べた。Fig. 1 のように μm スケールの水滴を油中に作成し、直流電場の中での振る舞いのサイズ依存性を調べた。電極間距離 L を固定して電圧を上昇させると、静止していた液滴は電極間を往復運動する (Fig. 2、実空間上の limit cycle 運動)。また、静止状態と往復運動の分岐の閾値電圧が、電極間距離 L の $3/2$ 乗に比例することも明らかになった。往復運動のモデル方程式も考案し、実験と対比しながら理論的な考察を行った。さらに、電圧にノイズを加えた場合にこの液滴の振動が安定することがわかった。

これらのことより、この液滴の運動はマイクロスケールの物体の新しい動作原理として有望であることがわかった。この系の更なるサイズダウンによって電圧をさらに低下させることが予想できる。

参考文献: [1]Hase, *et al.*, PRE **74**, 046301(2006).

[2] Takinoue, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 104105 (2010).

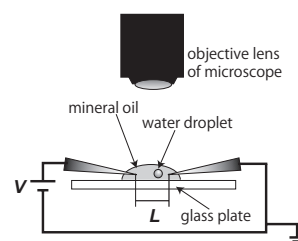


Fig. 1 Schematic representation of the experimental setup.

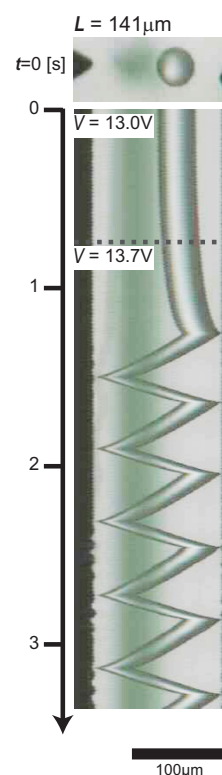


Fig.2 Spatio-temporal diagram

Autonomous rhythmic motion of a micro object under DC voltage

T. KURIMURA, M. TAKINOUE, K. YOSHIKAWA and M. ICHIKAWA (Kyoto Univ., kurimura@chem.scphys.kyoto-u.ac.jp)

Recently, we have reported that an aqueous droplet in an oil phase exhibited rhythmic back-and-forth motion under stationary DC voltage on the order of 100 V. Here, we show that the threshold voltage for inducing such oscillation is successfully decreased to the order of 10 V through downsizing of the experimental system. Notably, it is found that the threshold electric field tends to decrease accompanied by the downsizing obeying a specific scaling law. We derive a simple theoretical model to interpret the size-dependence of the threshold voltage. This model equation suggests the unique effect of additional noise, which is qualitatively characterized as a coherent resonance by an actual experiment as a kind of coherent resonance. Our result would provide a novel insight into the construction of μm -sized self-driving motors and actuators in microfluid-mechanical and devices.