相変化によるヤヌス粒子自己推進の動的制御とその機構の考察

Dynamic Control of Janus Particle Self-Propulsion by Phase Change and Investigation of its Mechanisms

慶大理工 ○(M2)遠藤博紀，(D3)中山牧水，(M1)高橋廣守，斎木敏治

Keio Univ., ○Hiroki Endo, Bokusui Nakayama, Hiromori Takahashi, and Toshiharu Saiki

E-mail: hiroty@keio.jp

コロイド粒子研究の中でも、ヤヌス粒子は自己推進が可能であることから注目されている。ヤヌス粒子とは異なる 2 つの材質を組み合わせた複合粒子のことである。その非対称性により推進や制御が可能であり、マイクロロボットとして様々な機能の実現が期待されている。ヤヌス粒子の推進の制御のアプローチとしては、外場を変化させるものと粒子そのものを変化させるものが考えられる。金属-誘電体ヤヌス粒子を交流電界下で泳動させると、低周波(~20kHz)では誘電体側、高周波(50kHz~)では金属側の方向に推進させることができる。我々は粒子そのものを変化させて運動を制御する新たな手段として、GST($Ge_2Sb_2Te_5$)の相変化に着目し、シリカ粒子の半面に GST を被膜させた。GST は結晶、アモルファス状態とでは、濡れ性をはじめとした物性が異なり、交流電界に晒されたヤヌス粒子は、相によって推進運動の速さに差が出る。

従来では外部のホットプレートで相変化させた別々の粒子を用意していたところ[1]、本研究では同一の粒子をその場で相変化させることを試みた。手法としては、交流電界がかかる基盤に挟まれ、泳動するヤヌス粒子に、パルスレーザの照射を行なった。その結果、粒子は結晶化し、その場で大きく推進運動の特徴を変化させることが出来た。また、推進中の粒子にレーザを照射したところ、粒子は 10 倍以上の速度で推進し、通常の結晶状態とは異なる挙動を示した(Fig.1)。このことから粒子の部分的な相変化を実現することで、更なる運動の多様化が可能であることが示唆された。

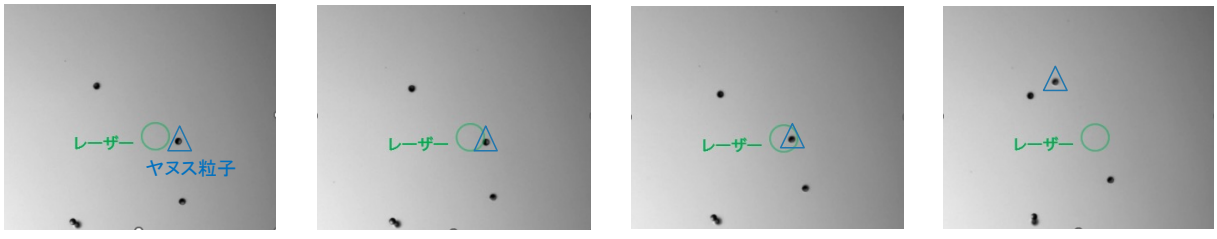

Fig1. A propelling 3 μm GST Janus particle (marked with blue triangle) changing its speed as it changes from an amorphous phase into a crystalline phase by irradiation (marked with green circle).

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究（03701） により得られたものです。

[1] Ryo Soma *et al.* Appl. Phys. Lett. 117, 221601 (2020)

© 2023年 応用物理学会