



2018.6.15

M 535

表面プラズモン共鳴示す半球ヤヌス粒子

理科大が作製 特異性解明成功

東京理科大学理学部の徳永英司教授研究室チームと積水化成品工業の研究グループは、世界で初めて半球ポリマー微粒子の赤道面にみに金属製膜した「ヤヌス粒子」を作製し、その特異な光・電場・磁場応答を明らかにすることに成功した。

同研究室では、マイクロマシンの一種としてヤヌス粒子に光照射したり電場を印加したりして動かす研究に刺激を受け、クラミドモナス(単細胞緑藻)の走光性と同研究室で最近開始している表面プラズモンの研究から発想して、半

球透明微粒子の赤道面に金属成膜できれば半球面側から光照射してプラズモン共鳴により光に向かってくる粒子(microswimmer)が作れるのではないかと考えたのが始まりである。一方で積水化成品工業でも半球粒子(これ以外にも様々な形状の粒子を作製している)の応用法を探していることから、半球粒子の提供を受けて共同研究を開始することになった。

ヤヌス粒子とは、その名称が2つの顔を持ったローマ神に由来する、2つ以上の異なる物理・化学的性質をもつ表面・形状で構成さ

れる粒子のこと。この赤道面にのみ金属製膜した半球粒子は、空気-水界面で半球粒子を同じ向きに配向させて並べる汎用性の高い簡便な技術の開発により実現した。

研究により、直径2.5μm程度の金属コート半球ヤヌス粒子は、球面側からの光照射で金属の種類によって異なる共鳴波長をもつ表面プラズモン共鳴を示すこと、高反射率をもつ銀を製膜して電場で反射・透過をスイッチできるシャッターとして機能すること、強磁性体のニッケルを製膜して電場・磁場で水中の粒子の向きを完全にコントロールできることが明らかになった。

今後、まだ予備的にしか確認で

きていない走光性を確実な実験結果として確認したいとしている。ヤヌス粒子が赤道面をレーザーに向けているときは、レーザーから離れ(輻射圧で)、球面を向けているときはレーザーに向かう(プラズモン共鳴吸収による熱泳動力で)運動をする可能性がある。徳永教授は「ニッケルなどの強磁性金属製膜半球粒子で、磁場と電場をかけて向きを制御して、光で押ししたり引いたり、横に動かしたりすることができれば面白い。つまり、電場・磁場・光を組み合わせると運動の向きを自在に制御できるmicroswimmerになることを期待しています」という。

ほかに、適切な周波数、振幅の

交流電場や交流磁場下での水中での粒子間相互作用による集団運動は、どういう振る舞いが観測できるかやってみないとわからない。定常磁場下での1次元自己組織化を観測しているが、電場・磁場・光による制御性の高さを利用してもし3次元配列させることができれば、3次元メタマテリアルとしての可能性がある。「研究室ではマイクロ井戸下での単細胞緑藻の観察も行っているので、マイクロ井戸、マイクロ流路でのバルブやポンプとしての応用も視野に入れています」としている。