

生体物質（細胞等）と磁場との相互作用

(千葉大院工・JST さきがけ) ○岩坂正和

走磁性細菌のマグネタイトや人工磁性ナノ粒子は、磁気力作用を受ける様子が顕著に観察される。その一方で、生体構成成分のほとんどを占める反磁性物質が磁気作用を受ける様子を観察するのは容易くない。これまで報告された反磁性体の磁場効果としては、水のモーゼ効果やタンパク質重合体の磁場配向が 10 テスラ前後の強磁場下での現象として挙げられる。例えば、マイクロチューブルス(微小管)は細胞の分裂期に再配置し細胞分裂方向を決定するが、10 テスラ級の磁場下での配向が実験的に明らかとなり、アフリカツメガエル(カエル)の初期卵割面の方向が 12 テスラ以上で傾斜した。磁場配向が明確に現れるためには、磁場を与えるタイミングが分子会合時に合う必要がある。分子重合体の磁気回転を阻害する要因を除去することで、1 テスラ以下の磁場でも磁気回転運動を観察することが可能となった。リン脂質(DPPC)が数百ミリテスラで磁気回転を示すデータは 1980 年代から知られていたが、強磁性微粒子の混入等の要因と切り離し反磁性のみによる現象を明確に洗い出すことは困難であったといえる。

本研究では、生体細胞が外部環境光を有効利用するため、その進化過程で身につけてきたバイオ・リフレクター(あるいは biogenic マイクロミラー)に着目し、比較的低磁場での光散乱・光伝搬制御をリフレクターにおいて実現することを目的とした。生物が産生するグアニン結晶は、魚類の眼やウロコ、蛍の発光器で効率的に光を反射させるように設計されているようである。魚類色素細胞から得られるグアニン結晶板は厚み 100nm、長さ 10 ミクロン程度の板状結晶であるが、数百ミリテスラの磁場で瞬間的な磁気回転を示した。生体由来結晶としては高い屈折率($n=1.83$)を有するため、磁場印加時に非常に顕著な光散乱変化が起こった。このグアニン結晶板が積層しフォトニック結晶となった場合、光波長程度の周期構造を外部磁場で制御可能となり、構造色の磁気制御も可能となった。また、藻類細胞の外被結晶も、太陽光を有効利用するバイオ・リフレクターとして機能している可能性が考えられる。円石藻の円石(炭酸カルシウム)、渦鞭毛藻の鎧板(セルロース)や珪藻の被殻(ケイ酸)を水分散コロイドとした場合、ブラウン運動中であっても光散乱(チンダル現象)において磁場配向性の応答が観察可能となった。生体細胞由来の反磁性結晶浮遊液での光散乱が永久磁石程度の磁場で制御可能であることを、会場での実演を通してご理解頂ければ幸いである。

Magnetic Interactions in Biogenic Crystals from Living Cells

M. IWASAKA (Chiba Univ., JST PRESTO, iwasaka@faculty.chiba-u.jp)

Aquatic living creatures such as fish are utilizing organic and inorganic crystals produced in the surface of their body for the purpose of controlling the sunshine reflections. In the case with fish scale guanine crystals, it was found that the thin plate-like crystals were generated in the iridophore cells on the body surface which was the similar process with the bio-mineralization process in the magneto-tactic bacteria. Our study revealed the very rapid response of the guanine crystals of goldfish scale by utilizing the dark field illumination under magnetic fields of up to 0.5 Tesla. The guanine crystals were separated from the iridophore cells in fish scales and suspended in an aqueous solution setting in an optical chamber for in-situ CCD microscope observation during the magnetic field exposures.