

反磁性トルクによる魚類ウロコ由来マイクロミラーの光反射制御

Magnetic control of light reflection in fish scale micro mirrors

千葉大院工¹, JST さきがけ² ○岩坂 正和^{1,2}, 水川 友里¹

Chiba Univ.¹, JST PRESTO², Masakazu Iwasaka^{1,2} Yuri Mizukawa¹

E-mail: iwasaka@faculty.chiba-u.jp

背景と目的：生物における構造色の研究の歴史は長いですが、近年、フォトニック結晶との関連から研究される機会も増えている。魚類が銀色のキラキラした光反射を生じる原因は、グアニン結晶とよばれる魚類ウロコ近傍の色素胞細胞が産生する核酸結晶にあることが明らかとなった。一方、外部磁場に応答する細胞内結晶として、これまで走磁性細菌のマグネタイトが注目を集めてきた。強磁性結晶のみならず、反磁性磁化率異方性 $\Delta\chi$ の大きな反磁性結晶においても高感度の磁気応答が期待されたため、本研究では魚類由来グアニン結晶における磁気応答を光反射変化として検出することを目的とした。

実験方法：金魚 (*Carassius auratus*) の鱗に付着したグアニン結晶板を分離濃縮したサスペンションを作成しプレパラートおよびガラス容器内に封入した後、2種類の CCD 顕微鏡 (高倍率 (x1000@モニタ画面) および実体顕微鏡観察) による観察を行った。その際、ハロゲン光源による暗視野照明光と磁力線の方向を3種類組み合わせることで、磁場印加による反射光強度の変化を調べた。5テスラ超伝導磁石および 500mT 電磁石を用いた。

結果と考察：電子顕微鏡およびX線解析により、金魚由来グアニン結晶板が厚さ数 100nm 以下の薄い板であり、無水結晶部分に加え水和結晶を部分的に含むことが明らかとなった。この結晶板の磁場配向と光反射変化が数 100 ミリテスラの直流磁場で劇的に起こることが明らかとなった [1]。結晶板の最大面 (102 面) が磁力線に平行に向くことから、結晶内の反磁性磁化は 102 面の法線方向で最大と考えられる。観察方向と同じ向きに与えられた磁力線が 102 面に平行な場合、磁力線に垂直な方向からの光は全く観察側に届かなかった。一方、磁力線、入射光および観察方向の3つのベクトルが互いに直交した場合、反射光強度は増加した (図 1)。実体観察では対流を伴う水中においても、グアニン結晶板集団の光反射減少と増加が磁場印加 (500mT) とともに瞬時に起こったため、薄いグアニン結晶板の反磁性磁気エネルギーは十分大きく、これをマイクロ流体回路等でマイクロミラーとして利用可能なが見込まれる。現在われわれは、グアニン結晶に類似した磁気光学的な挙動を示す biogenic な結晶を藻類においても見出しつつある。

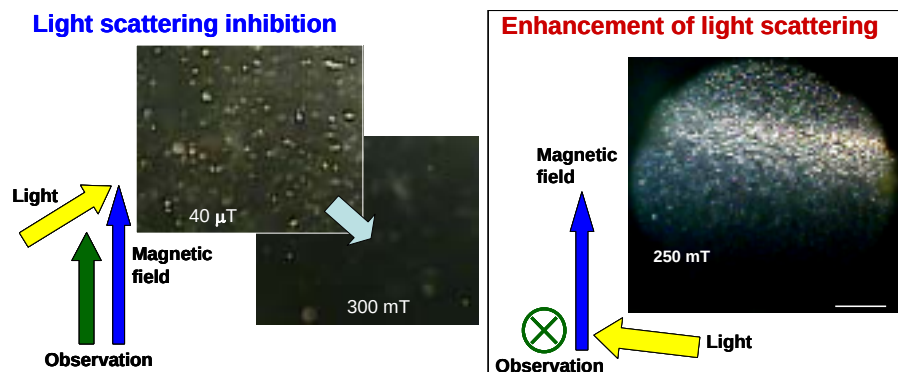


図1.
Light reflection anisotropy in
guanine crystals suspension
under magnetic fields.

参考文献

[1] M. Iwasaka and Y. Mizukawa, *Langmuir*, **29**, 4328 (2013).

【謝辞】本研究は JST さきがけ「藻類・水圏生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創製のための基盤技術の創出」領域の支援によるものである。