

水圏生物のバイオリフレクター磁場配向の高感度検出

Detection of the magnetic orientation bio-reflectors in aquatics

千葉大¹, JST さきがけ² ○岩坂 正和^{1,2}, 水川 友里¹, 宮下 惟人¹Chiba Univ.¹, JST PRESTO², Masakazu Iwasaka^{1,2} Yuri Mizukawa¹ Yuito Miyashita¹

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

背景: 深海魚など太陽光の十分に行き届かない生存圏に生息している生物は、生物発光などで得られるわずかな光を有効利用するため、炭酸カルシウムやケイ酸の結晶のほか、核酸塩基（グアニン）の結晶をリフレクター（ミラー）として有効利用していることが解明されてきた。深海魚の眼底のグアニン結晶板はパラボラ状の高い光捕集能を持ち、また、北海ニシンの体表では屈折率分布の異なる結晶板が向きを違えつつ積層することで、無偏光特性を持ち捕食者からの逃亡に役立つことが最近報告された。われわれは、金魚（*Carassius auratus*）の鱗に付着したグアニン結晶板の光反射が磁場下で制御可能なことをみだし、そのメカニズムがグアニン分子シートの反磁性磁化の異方性によることを明らかにした。本報告では、この魚類由来グアニン結晶板以外に、藻類の外被結晶である円石、珪藻の被殻、セルロース微結晶が、水中でブラウン運動を生じている状態にて、数百ミリテスラ程度の直流磁場による配向制御可能であることを述べる。

実験方法: 天然グアニン結晶は、数種類の魚類（金魚、タチウオ、鯉）の鱗から分離濃縮した。藻類由来の結晶として、円石藻 *E. huxleyi* から分離した円石（炭酸カルシウム結晶カルサイト）、珪藻 *A. minutissimum* から酵素分解で分離したケイ酸結晶、渦鞭毛藻 *P. bipes* から超音波分離した微結晶セルロース含有粒子を用いた。これらの結晶粒子板の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、CCD 顕微鏡および実体顕微鏡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: 珪藻由来ケイ酸結晶は、暗視野観察にて 5 テスラ (T) の磁場を観察方向に与えた場合、わずかな反射光強度の減少がみられた。渦鞭毛藻由来微結晶セルロース含有粒子では、5T の磁場と平行に照射した光の側方への反射光強度の増加がわずかに検出された。いずれのマイクロ粒子も非晶質あるいは結晶の分離特性の低さが磁場配向・光反射の弱さに帰結したとみられる。一方、円石藻由来の円石（円形皿状、直径 3 μ m 前後）は、暗視野観察にて 5T の磁場を観察方向に与えた場合、反射光強度の顕著な減少および構造色分布変化が検出された。また 0.5 T 以下の磁場下でも、光反射強度の磁力線方向依存性が明確に生じ、円石の径方向が磁力線に垂直に配向することが示唆された。魚類由来グアニン結晶は、200mT 程度の磁場印加で非常に顕著な反射光の方向制御が可能であった。これらのバイオリフレクターのうち、特にグアニン結晶板と円石は、マイクロ流体回路での浮遊型光学素子として応用可能と考えられる。

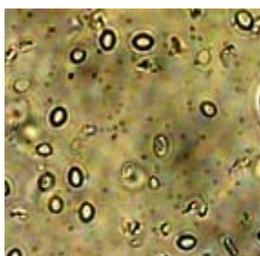
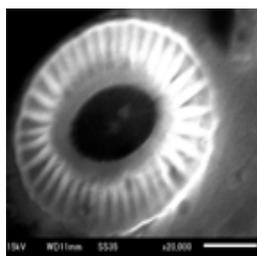


図 円石藻 *E. huxleyi* (NIES1313) から分離した円石の SEM 像 (左: Bar, 1 μ m) および、円石サスペンションの光学顕微鏡像 (右)

【参考文献】 [1] M. Kerysing, et al., Science 336, 1700 (2012) [2] T.M. Jordan, et al., Nature Photon. 260, 759 (2012) [3] M. Iwasaka, et al., JAP, in press (2014) [4] M. Iwasaka, et al., APL, in press (2014) 【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。