

20a-E17-7

魚類および藻類由来マイクロ・バイオリフレクターの FDTD 解析

FDTD analysis of micro bio-reflectors from fish and algae

千葉大¹, JSPS², JST さきがけ³, ○宮下 惟人^{1,2}, 岩坂 正和^{1,3}Chiba Univ.¹, JSPS², JST PRESTO.³, ○Yuito Miyashita^{1,2}, Masakazu Iwasaka^{1,3}

E-mail: yuito.miyashita@chiba-u.jp

1. 背景と目的 魚類はミクロンサイズのグアニンの結晶板をウロコの内側に持ち、敵から身を守るためのフォトリフレクターとして機能している。グアニン結晶板は、長さ 20 μm 、厚み数十 nm の伸張六角形状である。われわれは、この結晶の高屈折率に着目し、生体材料による光学素子の開発を見据えた基礎研究を進めている。また、ミクロンスケールの結晶を利用する生物として、バイオフィューエルを生産する光合成微細藻類の一種である円石藻が知られている。この細胞は CaCO_3 を主成分とした外皮結晶（円石; *Coccolith*）を細胞を覆うように纏い、紫外線フィルターとして機能していることも報告されている。我々はこれらの結晶が高い反磁性磁気異方性を有し、磁場配向によって光反射方向の制御が遠隔的に可能なことを示してきた^[1,2]。本研究ではグアニン結晶板の結晶面における光反射率の数値計算(FDTD 法)を行い、磁場下で観察されるグアニン結晶および藻類外皮結晶の光反射機構について理論的に検討を行った。

2. 実験 数値解析実験では、生物由来結晶からの反射光または透過光に関して、波長依存特性や結晶板の厚み、積層構造にたいする依存性に焦点を当て、スペクトルの変化を理論的に把握した。薄膜干渉の解析に用いられる理論式を用い、計算ではグアニン結晶板の屈折率を 1.83、円石の屈折率を 1.601 と設定して結晶面と入射光方向との条件の違いによる反射光の差異を解析した。また、FDTD 法による解析から反射光および透過光の空間的な伝搬分布も確認した。

3. 結果とまとめ 比較的薄い 50 nm 程度の厚みを持つグアニン結晶板は反射光の波長依存性が弱い一方、150 nm 程度よりも厚い結晶板は波長特性が顕著に現れることが明らかとなった。また、入射光に対するグアニン結晶板多層構造モデルによる解析の結果、2 枚の結晶板が重なり合う条件では、結晶板の厚みに対して積層間の間隔が約 1/2 の際に短波長の光と長波長の光との反射率に大きな差異が生じることが分かった。また、FDTD 解析の結果からは 50° の入射角において強い光反射が確認されたが、我々の顕微鏡観察ではより低い入射仰角からの光も強く反射することが確認されており、相違点について検討を行う。円石の光反射特性解析では、円盤形状をしている外皮結晶中央にあるくぼみが垂直入射の光に対して絞りとして作用することなどが計算機シミュレーションの結果から確認された。本研究の結果は、自己生産結晶を利用する生物の生命活動の解明といった課題への足がかりとして研究を進める他、これらの結晶独自の特性を活かしたマイクロサイズの光材料としてのシーズ開発を進める。

【謝辞】本研究は JST さきがけおよび JSPS 特別研究員奨励費の支援によるものである。

【参考文献】[1] M. Iwasaka and Y. Mizukawa, *Langmuir*, **29**, 4328 (2013). [2] M. Iwasaka and Y. Mizukawa, *J. Appl. Phys.*, **115** (2014) in press.