

新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする
次世代フォトニクスの中盤技術
平成 28 年度採択研究代表者

2018 年度 実績報告書

岩坂 正和

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
教授

魚のバイオリフレクターで創るバイオ・光デバイス融合技術の開発

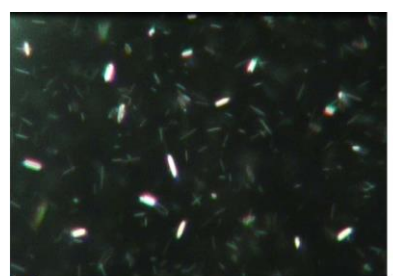
§ 1. 研究成果の概要

魚等のバイオリフレクターが自然界の環境光および生物発光を利用する際の光制御方法をまねる手法の開発を進めた。魚類由来の天然グアニン結晶が、他の材料に比べて次世代のフォトンクス技術に貢献できる点を明確化するため、魚の鱗から採取したグアニン結晶の内部構造や磁気応答特性を明らかにするとともに、結晶板の 102 面である平坦面に対して暗視野照明光を入射した場合の特異な光反射挙動に研究の焦点をあてた。グアニン結晶は分子が平行に積層した厚み 100nm 程度の微小平板であり、その最大面である(102)面に対し、低い仰角（高い入射角）での光入射に対し強い光反射挙動を示すことにこれまで気が付いていた。磁場により結晶面を揃えることでこの入射角依存性を確認できた。結晶板の(102)面に対する低い仰角の光入射に対し結晶板の面全体が白く光り、強い光反射を生じる現象は珍しいと考えられる。従来のアルミ膜を表面に持つ基板等に比較し、光源から光を導入する空間を薄くしても入射光をほぼ 90 度近く曲げる「マイクロ・ハーフミラープリズム」としての機能がグアニン結晶独自の特徴と考えられる

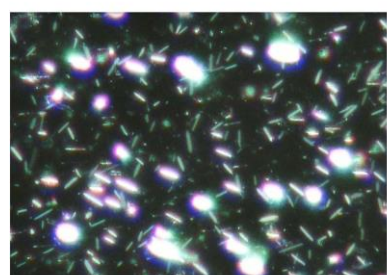
魚類グアニン結晶板集団での光制御が結晶板同士の光干渉によってなされていることを磁場配向で明らかにすることで、結晶板集団における強い輝度コントラストの制御メカニズムを解明した。グアニン結晶が配列したマイクロ構造体を作製し、生物発光の微弱光に対する異方的光反射を実現した。

深海性発光魚の一種ハダカイワシを材料に、ルシフェラーゼの精製と、発光器の反射特性の解析、および発光器に特異的に発現している遺伝子の機能推定を行った。発光器の反射スペクトルを測定することに成功し、青色に特異的な反射をしていることがわかった。ハダカイワシの発光器に分布するグアニン結晶の形状が他の組織にある形状と異なっていることが明らかとなった。

強磁性付与グアニン結晶との磁気力を利用した片持ち梁構造を提案し、半固定型においても 10mT 以内での磁気駆動を実現した。浮遊型ミラーセル内グアニン結晶の配向制御手法の開発を目指し、強磁性体からの空間勾配磁場を利用することでグアニン結晶単体での 3 次元配向による光反射制御を実現した。光 MEMS 用のミラー素子やシリコン基板上でのマイクロ照明系（固定型）では、細胞近傍にアプローチする際に問題点が多いが、この浮遊型グアニン結晶板が生体組織内の任意の場所に導入でき外部磁場で白色の照明光方向を変えられることの有用性は、医療等での次世代光技術において今後高くなると考えられる。



入射光 磁場印加なし 20 μm



入射光 磁場 20 μm

魚類グアニン結晶の光反射：
磁場配向による結晶板同士の光干渉の増強

【代表的な原著論文】

Masakazu Iwasaka, Hironori Asada,
“Floating photonic crystals utilizing magnetically aligned biogenic guanine platelets”
Scientific Reports, 8, 16940, Page(s): 1 – 11, 2018
DOI:10.1038/s41598-018-34866-x

Kousuke Baba, Masakazu Iwasaka,
“Intense light scattering by cooperative relaxation of magnetically aligned organic
crystal particles” AIP Advances, 9, 035127, Page(s): 1 – 5, 2019
DOI: 10.1063/1.5079678

Tomohito Sogame, Masaru Kurahashi, Etsuhiro Muneyama, Masakazu Iwasaka, Kengo
Kishimoto, Tsuyoshi Koyanagi, Hironori Asada,
“3-D Magnetic Orientation Control of Ferromagnetic Film/Guanine Crystal Hybrid
Plate”
IEEE Transactions on Magnetics, 2019
DOI: 10.1109/TMAG.2019.2898216

§ 2. 研究実施体制

(1) 岩坂グループ

- ① 研究代表者: 岩坂 正和
(広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 教授)
- ② 研究項目: バイオリフレクターの微弱光制御機能の解明と光制御手法の開発
 - ・新奇リフレクター機能の発掘と解析
 - ・天然グアニン結晶の光機能を模倣する手法の開発
 - ・ベシクルでのイリドプレート形成
 - ・グアニン結晶の再生産手法の開発

(2) 大場グループ

- ① 主たる共同研究者: 大場 裕一 (中部大学応用生物学部 准教授)
- ② 研究項目: 深海発光魚における発光器特異的遺伝子の特定と、深海光コミュニケーションの解明
 - ・深海魚の発光器に特異的に発現する遺伝子群の探索
 - ・深海発光魚の光コミュニケーションの解明

(3) 浅田グループ

- ① 主たる共同研究者: 浅田 裕法 (山口大学大学院創成科学研究科 教授)
- ② 研究項目: バイオリフレクターの光 MEMS 化のための技術開発
 - ・グアニン結晶を用いた微細加工技術の開発
 - ・磁気駆動グアニン結晶型グレーティングミラー
 - ・グアニン結晶の磁性アシスト法の開発