

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基盤技術
2016年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書

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

魚類等が環境光を高効率に利用する際に用いているグアニン微小板の機能を解明し、その応用手法の開拓を進めた。新たな知見として、グアニン微小板内部のナノホール構造の存在と光制御機能を明らかにし説明することに成功した。このマイクロスケールの微小板をレンズフリー系に導入し新しいイメージング手法を提案した。水に浮遊させたグアニン微小板を用いることで、画像素子上に光散乱像を投影する技術を開発した。この技術によって水中のマイクロ空間での物体の動きを可視化する上で、従来技術に比べはるかにコンパクトな装置サイズを実現した。イメージング装置内でのグアニン微小板の制御性能を向上させるため、これまでの磁気制御技術に加え超音波等の音響振動技術を導入する手法の開発も進めた。また、グアニン微小板が魚の体表において動的な光強度・色調制御に利用されるメカニズムの解明を進めた。ヤクシマイワシの体表の様々な部位において、グアニン微小板を含むバイオリフレクター微粒子による高速な光点滅が起きていることを、世界で初めて発見した。直径 10 マイクロメートル程度の虹色素胞(リフレクター微粒子による光反射機能を有する細胞)が体表において円形スポット等の様々なパターンを形成し、外部光を数 Hz の周波数で反射点滅させることが明らかとなった。この魚の動的な光反射点滅を引き起こす皮膚は、ヒトが身にまとうことも可能なフレキシブルなフォトニクスデバイスのヒントとなることが期待される。さらに、深海魚等の生物発光の研究を多角的に展開するため、陸上発光生物であるホタルの発光色に関する新規な知見を明らかにした。グアニン微小板の新規機能および学術的知見の発掘・解明に加え、グアニン微小板に強磁性を付与した技術の改良を推進した。

§ 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、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

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Hidden triangular grating structures in biogenic guanine platelet”, M. Iwasaka, AIP Advances 10 (9), 09513 (2020)
- 2) “Flashing spots on the dorsal trunk of hardyhead silverside fish”, M. Iwasaka, Royal Society Open Science 8: 201578 (2021)
- 3) “Real-time lens-free visualization of strong light scattering by biogenic guanine platelets”, M. Iwasaka, bioRxiv (2021)
- 4) “Resurrecting the ancient glow of the fireflies”, Y. Oba, Konishi, K., Yano, D., Shibata, H., Kato, D., Shirai, T. Science Advances 6, eabc5705 (2020)
- 5) “Occurrence of bioluminescent and nonbioluminescent species in the littoral earthworm genus Pontodrilus”, Seesamut, T., Yano, D., Paitio, J., Kin, I., Panha, S. & Oba, Y. Scientific Reports 11, 8407 (2021)