

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核技術  
平成 28 年度採択研究代表者

H29 年度  
実績報告書

岩坂 正和

国立大学法人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) 菊池グループ

- ① 主たる共同研究者: 菊池 裕 (広島大学大学院理学研究科、教授)
- ② 研究項目: バイオリフレクターの再生産手法の開発
  - ・魚類グアニン結晶形成を制御する遺伝子の同定
  - ・大腸菌等での再生産

### (3) 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

(4) 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

## § 2. 研究実施の概要

魚等の生物の効率的な光利用を解明するため、深海魚を含む魚類やプランクトンが有する新奇なバイオリフレクターの発掘調査を進めた。深海魚の体表の発光器に付随したグアニン結晶型バイオリフレクターの光反射特性を解析し、微弱発光を制御すると考えられるバイオリフレクターの形状と多層膜構造の情報を得た。発光器の光照射口近傍のグアニン結晶積層体が光反射の指向性を制御することを明らかにした。さまざまな魚種の光利用情報収集を行い、深海発光エビ、深海発光サメ(フジクジラ)、クシクラゲ等の生体組織成分の中からバイオリフレクターとして強い光反射・光干渉を有する部分の探索を行い、グアニン以外に深海エビの油とクシクラゲの微小管アレイにおける光干渉を磁気的手法(磁場配向等)で調べた。また、淡水魚(金魚)のグアニン結晶板の磁場下での応答に関し、結晶板の厚さ 100nm の端面における光反射スポットの配列を磁場で制御する技術開発に成功した。さらに、水中でブラウン運動を生じるグアニン結晶微粒子の振動周波数に対する磁場効果を明らかにし、磁力線に沿った回転運動周波数の変化と反射光点滅(フリッカリング)に関する新規知見を得た。魚類グアニン結晶板に関して得られた知見をもとに、微弱な生物発光(ルシフェリン・ルシフェラーゼ反応:L-L 発光)をグアニン結晶で制御する手法開発を開始した。L-L 発光部位近傍での光強度を 40%程度増加させることに成功した。グアニン結晶板を光 MEMS デバイスへ導入するための要素技術の開発を進めた。魚類由来の天然結晶の表面分析および精製法の開発を行った。グアニン結晶板数枚を収容したマイクロウェルを作製、外部駆動力を用いた結晶板の傾斜変化制御技術を開発し、グアニン結晶板を搭載した片持ち梁の試作を行った。また、グアニン結晶板に対する強磁性膜付与法を開発し、結晶板面における光反射制御をミリテスラ級の磁場で実現した。

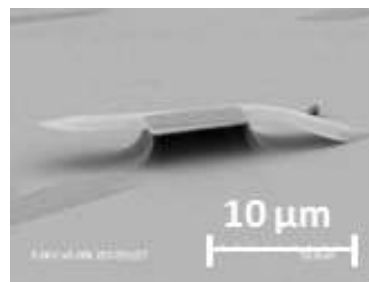
グアニン結晶板の再生産に関し、物理化学的プロセスおよび生物工学プロセスによる再結晶化をチーム全体で取り組んだ。コロイド化学的結晶化の数手法を開発し、光反射挙動の磁気応答性の明確な微結晶を得た。この微結晶をリン脂質ベシクル内部に内包しイリドプレート化する開発にも着手した。ゼブラフィッシュ網膜に分布する虹色素胞を用いた網羅的な遺伝子発現解析を基に、*gbx2* 遺伝子が虹色素胞前駆細胞の分化・維持に機能して

いることを明らかにした。深海魚の発光器に特異的に発現する遺伝子群の探索を開始した。高知県にて新鮮なハダカイワシとサガミハダカを採取し、眼前・体側発光組織等 RNA を抽出し RNA-seq を行った。予想遺伝子数を約 100 万個から約 25 万個まで絞り込み、さらに遺伝子発現量クラスタリングを行って発光器特異的な遺伝子を 1480 個に絞り込むことに成功した。

### 代表的な原著論文

1) Magnetically-assembled micro/mesopixels exhibiting light intensity enhancement in the (012) planes of fish guanine crystals, T. Chikashige and M. Iwasaka, AIP Advances 8, 056704, 2018

doi: 10.1063/1.5006135



シリコン台座上のグアニン結晶片持ち梁

- 2) Quenching of light flickering in synthetic guanine crystals in aqueous solutions under strong static magnetic fields, A. Mootha, Y. Takanezawa and M. Iwasaka, *AIP Advances* 8, 056715, 2018 doi: 10.1063/1.5006409
- 3) Visualization of Magnetohydrodynamic Micro-Vortices with Guanine Micro-Crystals, Iwao Mogi, Masakazu Iwasaka, Ryoichi Aogaki, and Kohki Takahashi, *J. Electrochem. Soc.*, 164, issue 9, H584-H586, 2017  
doi: 10.1149/2.0711709jes