

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	水 川 友 里
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目			
Characterization of Light Reflection of Fish Guanine Crystals by Diamagnetic Micromanipulation (反磁性マイクロマニピュレーションによる魚類グアニン結晶の光反射の特性評価)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	岩 坂 正 和	
審査委員	教 授	横 山 新	
審査委員	教 授	東 清一郎	
審査委員	教 授	中 島 田 豊	
〔論文審査の要旨〕			
<p>生物が体表面にて 100 ナノメートル程度の間隔で周期的構造を有する場合、屈折率の異なる層間での光干渉による構造色を生じる場合がある。この生体組織の機能は外敵から身を守るためのカモフラージュに役立つと考えられており、またダイナミックな構造色変化を実現する新しい光学デバイスへの応用も期待されている。魚類の場合、その構造色形成を担うグアニン結晶集団の多層構造と光反射に着目した先行研究は存在したが、グアニン結晶板 1 枚での光学特性の解明が不十分であったことを第一章では述べている。研究の目的が、キンギョ由来グアニン結晶の光反射解析のための反磁性マイクロマニピュレーション法の開拓と、グアニン結晶板 1 枚での光学特性評価であることを述べている。</p> <p>第二章では、グアニン結晶の反磁性磁気異方性、構造解析、および顕微赤外分光解析について述べている。キンギョのグアニン結晶板 1 枚が約 <math>20 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m} \times 100 \text{nm}</math> の細長い六角形状の薄い結晶であり、無水結晶および一水和物結晶の双方の特徴を持つことを解明している。高輝度赤外分光 FTIR 測定を行うことで、C=O 結合と N-H 結合が結晶 b 軸に沿って配列し、無水単結晶が主成分であることを解明している。</p> <p>第三章では、水中にて浮遊状態のグアニン結晶板集団の磁場下での光反射特性について述べている。入射光方向・観察方向・磁力線方向を組み変えた時の結晶の光反射変化を捉えている。水中で浮遊した結晶板集団においてブラウン運動状態および対流状態であるにもかかわらず、磁場により光反射の遠隔制御が可能であることを明らかにしている。</p> <p>第四章では、結晶板 1 枚に対する光反射解析のための反磁性マイクロマニピュレーションを行う上で、魚類由来グアニン結晶の持つ磁化容易軸を明らかにした結果について述べている。結晶の(102)面に対して平行方向に磁場印加した際、結晶 b 軸が徐々に磁力線方向に整列するという磁場配向現象を捉えた。これは、第一磁化容易軸（結晶の b 軸）と第二</p>			

磁化容易軸の間での磁化率の差による回転運動であると考察している。魚類由来グアニン結晶板は2つの磁化容易軸と1つの磁化困難軸を持ち、2つの磁化容易軸方向への磁場配向が時間的に区別して観察可能なことが初めて明らかとなった。また、合成グアニン粉末から再結晶化したグアニン結晶板の磁場配向を解析している。この再結晶化した結晶板は磁力線方向に対し形態長軸を垂直とするように配向した。魚の虹色素胞が形成したグアニン結晶板と人工的に再結晶化したグアニン結晶板とでは結晶成長方向が90度相違していると考察している。

第五章では、光反射解析のための魚類由来グアニン結晶板1枚での反磁性マニピュレーション法と光反射特性評価について述べている。結晶板1枚の光反射特性を評価するため、グアニン結晶1枚をガラス基板表面へ固定する試みを行っている。DNAを接着剤として結晶板の側面をガラス基板に固定し、磁場配向によって結晶板の(102)面が傾斜する様子を捉え、結晶板1枚での再固定・磁気制御ができることを初めて示している。さらに、非固定のグアニン結晶板を経度方向および緯度方向へ回転させる手法を考案し、3次元的反磁性マイクロマニピュレーションによる捻り回転制御法を編み出すことに成功している。

第六章では、今後の展望について述べている。本研究の成果により、魚類のバイオリフレクターとしてのグアニン結晶板の動物行動学的な機能解明がさらに進むと見込まれる。永久磁石でも発生可能な強さの磁場を用いた有機結晶のマイクロマニピュレーション法として、MEMS分野での波及効果も大きいと考えられる。

以上のように、本論文の著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと判断する。