

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（工学）	氏名	Dilipkumar Mootha Archana
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
<p>Study on the utilization of bio-crystals for bio-sensing (生体計測のための生物由来結晶利用法の研究)</p>			
論文審査担当者			
主査	教授	岩坂正和	印
審査委員	教授	鬼丸孝博	印
審査委員	教授	岡村好子	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>生物由来結晶の光・磁気特性およびその形成過程には未知の部分が多い。DNAの塩基のひとつであるグアニンは、魚類等の皮膚で結晶化し光制御に用いられていると考えられている。本研究では、生物由来のグアニン結晶の光学および磁氣的性質の解析を行い、人工的に作製したグアニン結晶との特性比較の結果を示している。新規の光特性および磁気特性をグアニン結晶やリン脂質複合体において見だし、その生体計測応用の可能性を議論している。水分を含有する生体組織においてマイクロメートル程度の物体の光反射特性の制御を磁氣的に行うための方法論を述べている。</p> <p>第一章の序論および第二章の研究背景では、関連する研究分野である生体磁気学、特に強磁場における生体および生体関連物質の挙動に関する先行研究について述べた後、生物由来結晶の中でも生物体表近傍の構造色と本研究の関連性についても述べている。自然界の一部の生物が有する構造色に関し、魚類の多くが持つといわれてきたグアニン分子の結晶板の先行研究を紹介している。グアニン結晶の反磁性的な磁気異方性と光反射異方性の知見をもとに、本研究にて調べているグアニン結晶の新規現象の研究を行う学術的意義を述べている。</p> <p>第三章では、グアニン結晶の微粒子が水中で示す光反射の点滅に対する磁場効果について述べている。人工的に合成された市販のグアニン微粒子粉末および魚鱗由来のグアニン結晶微粒子の光反射強度が磁場下で変化することを確認し、微粒子の反磁性的な回転が生じていることを示した後、グアニン結晶の微粒子を水中に浮遊させた際の回転運動によって生じる反射光の強度変化の解析を進めている。反磁性的なトルク力が微粒子の回転運動に影響を及ぼした結果、光点滅の時間間隔が短縮したと結論している。</p> <p>第四章では、グアニン結晶の微粒子をリン脂質ベシクルの中に封入し、魚類の生体中において結晶が発現できる光学特性を模倣するための技術開発について述べている。2種類のリン脂質分子（POPCとPOPG）を用いて袋状のマイクロ構造体を水中で作製する</p>			

際、その内部に魚皮膚由来のグアニン結晶微粒子を封入することに成功した例（ハイブリッドベシクル）について述べている。作製したハイブリッドベシクル内部の水相において、グアニン結晶微粒子がベシクル外部に存在する場合と同等の光反射異方性を示すことを明らかにしている。細胞内の水—グアニン—リン脂質の積層構造が光反射強度に与える影響も検証している。また、グアニン結晶微粒子を内包したこのリン脂質ベシクルに500ミリテスラ程度の外部磁場を与えることでベシクルの運動を誘起できることを述べ、その推定メカニズムについて議論している。

第五章では、人工的に魚のグアニン結晶に近い微粒子を作成するための物理化学的な再結晶化プロセスの開発について述べている。グアニン結晶微粒子の光反射を磁氣的に制御する上で、結晶の磁場配向性能を向上させることに注目している。グアニン結晶化プロセスにオストワルド法を初めて適用し、再結晶化に成功している。その微結晶が磁力線に対して配向現象を示すことを明らかにするとともに、機械的な微細化処理を再結晶に与えることで微結晶の磁場配向性能を向上させることを提案している。

第六章では、本研究で得られた3つの学術的新知見の関連付けを試みている。歯科医療領域におけるグアニン結晶の応用展開に関する独自の議論を導入し、人工歯の表面の色調をグアニン結晶板による多層光干渉で制御するための数値シミュレーションを示している。また、人工歯の表面の塗装剤である有機溶媒（methyl methacrylate）に魚類由来グアニン結晶を分散させ塗装可能とする新手法を提案している。

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。

備考 審査の要旨は、1,500字程度とする。