

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	武 内 裕 香
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 style="text-align: center;">Magnetic Rotational Properties of Biogenic Micro-crystals Initiating Urinary Tract Stones and Gout (尿路結石・痛風の原因となる生体由来微結晶の磁気回転特性)</p>			
論文審査担当者			
主 査	教 授	岩 坂 正 和	印
審査委員	教 授	吉 川 公 麿	印
審査委員	教 授	横 山 新	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>生体を構成する多くの物質は反磁性体である。反磁性体の内部では磁場によって分子内に反磁性的な磁気モーメントが誘起される。ミリテスラ級の磁場下での反磁性体の性質、特に磁気回転特性については十分に研究が進んでいないため、さらなる研究の必要性があることを第一章では指摘している。磁場の生物影響に関する基礎的研究や医工学的応用が多数行われている状況において、本研究の目的が、痛風および尿路結石の原因となる尿酸含有微結晶に対する反磁性的な磁場効果の解明であることを述べている。</p> <p>第二章では磁場配向の原理および磁場効果研究の動向について紹介している。超伝導マグネットによる磁場発生技術の進歩に伴い、生体関連物質の中でも特にコラーゲンなどの生体高分子、および血球細胞を構成する反磁性物質に対する強磁場影響について研究がなされてきた。10 テスラ級の磁場下において、物体が配列する磁場配向現象などが明らかになってきた。しかし、物体が磁力線に対して回転する閾値に関する知見の蓄積が不十分であるといえる。次に、本研究の対象とする生体由来微結晶について概説している。尿酸結晶は、人体内に蓄積された微結晶が原因で生じる疾患（尿路結石）の原因物質のひとつである。また、尿酸とナトリウムが結合した尿酸ナトリウム (MSU) 結晶は痛風関節炎の原因物質として知られていること等を解説している。</p> <p>第三章では尿酸結晶の反磁性的な磁気回転運動について述べている。尿酸粉末から人工的に数十マイクロメートル角の板状尿酸結晶を析出させる技術を確立した。次に、最大 500 ミリテスラの磁場を発生する電磁石を使用し、顕微鏡下での結晶の回転挙動の観察と解析を行った。磁場印加前にランダムに配向していた板状結晶は、磁場印加により結晶板の最大面積面である(100)面の二辺が磁力線に対して平行となるように回転した後、(100)面が磁力線に対して垂直に配向した。すなわち、この板状の尿酸結晶が二段階の磁気回転運動を経て磁場配向することを明らかにし、そのメカニズムを定量的モデルに基づいて考察して</p>			

いる。そこでは、尿酸結晶の最大面積面（(100)面）の法線方向の磁化率の絶対値が結晶中で最小であると推定している。

第四章ではMSU結晶の反磁性的な磁気回転運動について述べている。MSU結晶は棒状結晶であり、*c*軸方向に細長く成長した構造をもつ。このMSU結晶を人工的に析出させ顕微鏡下で磁場印加した際のMSU結晶の挙動を観察し解析を行った。MSU結晶は磁場印加に追従して回転し、その回転の速さは磁場に依存した。また、磁場と光および観察方向の組み合わせを変え、水中に浮遊する結晶の磁気回転挙動と反射光強度との関連性を考察している。磁気回転前後の結晶による光反射強度変化を吟味し、作成したMSU結晶の磁気応答の閾値が95ミリテスラであったと述べている。ここで、結晶内の芳香族分子の配列に関する既知データをもとに、結晶全体が磁気エネルギー的に安定になる方向を考察し、MSU結晶の*c*軸方向が外部磁場に対し約14度傾斜することを推測しており、この推測値が実験結果と一致したことを述べている。

第五章では本研究で得られた結果を総括し、研究展望について述べている。本研究で得られた知見をもとに、MSU結晶の反磁性的な磁気回転運動を光学測定する技術の医療応用の可能性を考察している。例えば、人体透過性の高い近赤外光と磁場を使用したセンサーを構築することで、非侵襲的かつ簡便に痛風の診断を行えると指摘している。MSU結晶の溶解過程における磁場効果の検討を行った結果も紹介している。尿酸結晶およびMSU結晶の反磁性的な磁気回転を応用した尿路結石・痛風の新たな診断・治療法の開発を展望している。

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。