

Title	Analysis of Anisotropic Diamagnetic Susceptibility of a Bull Sperm
Author(s)	江村, 玲奈
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43967
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	江村玲奈
博士の専攻分野の名称	博士(保健学)
学位記番号	第17712号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学系研究科保健学専攻
学位論文名	Analysis of Anisotropic Diamagnetic Susceptibility of a Bull Sperm (ウシ精子の異方的反磁性帯磁率の解析)
論文審査委員	(主査) 教授 依藤 史郎 (副査) 教授 彼末 一之 教授 松浦 成昭 教授 東 照正

論文内容の要旨

[目的]

近年、生体高分子や細胞への磁場影響が注目されている。生体高分子は、内部の電子や原子核が磁場から影響を受けるため、磁場内で磁性を呈し、それに異方性があれば配向する。本研究では、扁平な頭部をもつウシ精子の定常磁場配向を調べた。光学的測定から、ウシ精子全件、精子頭部、精子鞭毛と構造が似たゾウリムシ繊毛の異方的帯磁率($\Delta\chi$)を実測した。これらの実測値と、試料の構成成分の $\Delta\chi$ から概算した $\Delta\chi$ 値を比較・検討し、ウシ精子の磁場配向を定量的に評価することを目的とした。

[方法ならびに成績]

ウシ精子とゾウリムシ繊毛の定常磁場配向を、顕微鏡観察と光学的測定により調べた。

ホモジナイズにより不動化させたウシ精子と、鞭毛を除去した頭部を0~1.5テスラの均一定常磁場に曝露し、その様子を特注製作の顕微鏡により実時間観察した。ゾウリムシ繊毛はポリアクリルアミド溶液に浮遊させ、8テスラの定常磁場に10分間曝露した。磁場内で浮遊液をゲル化させ、磁場外に取り出した後、位相差顕微鏡にてゲル内に封入された繊毛を観察した。磁場配向を定量的に評価するため、磁場内の精子全体・頭部・ゾウリムシ繊毛浮遊液にHe-Neレーザー光(633 nm)を照射し、透過光強度(T%)を測定した。T%が細胞の配向度に伴い変化することを利用して、それぞれの配向度を求めた。

ウシ精子は、扁平な頭部(5 μm)と尾部(50 μm)から構成され、全体を細胞膜で覆われている。頭部には、DNAを含む核が存在する。尾部は、中心に軸糸が縦走した長い鞭毛である。軸糸は、中心にある2本の単微小管を9本の二連微小管が取り巻く構造をもち、単微小管は13本、二連微小管は24本のプロトフィラメントから構成される。プロトフィラメントは、チューブリンダイマー(8 nm)が縦に連なってできている。ゾウリムシは、表面を10 μm の繊毛で覆われている。この繊毛の軸糸は、精子鞭毛の軸糸と同じ構造をもつ。微小管はその長軸を磁場に平行に配向する。そのため、精子は磁場に平行に配向すると思われたが、実際は垂直に配向した。一方、精子鞭毛と構造が似るゾウリムシ繊毛は予想通り平行に配向したため、精子鞭毛のみでは平行に配向すると考えられる。

実測 $\Delta\chi$ T%から、精子全体は1.5テスラ、頭部は1テスラ、ゾウリムシ繊毛は4テスラで100%の配向度 $\langle m \rangle$ を示

すことが分かった。磁場配向を定量的に評価する指標のひとつに $\Delta\chi$ がある。ウシ精子では、 $\Delta\chi$ は、頭部の平盤面に対して垂直方向の帯磁率 χ_a と水平方向の帯磁率 χ_r の差である。ウシ精子全体・頭部・ゾウリムシ繊毛の $\langle m \rangle$ の実験曲線に理論曲線をカーブフィッティングさせてそれぞれの $\Delta\chi$ を求めた。精子全体と頭部の $\Delta\chi$ はそれぞれ $1 \times 10^{-19} \text{ J/T}^2$ 、 $3 \times 10^{-19} \text{ J/T}^2$ であり、精子全体よりも頭部だけの方が強い配向を示すことが分かった。

ゾウリムシ繊毛の $\Delta\chi$ は $2 \times 10^{-20} \text{ J/T}^2$ だった。精子鞭毛の長さはゾウリムシ繊毛の長さの5倍なので、鞭毛の $\Delta\chi$ は $1 \times 10^{-19} \text{ J/T}^2$ と概算した。また、微小管の構成成分であるチューブリンダイマーの $\Delta\chi$ は $9.4 \times 10^{-25} \text{ J/T}^2$ なので、精子鞭毛の $\Delta\chi$ を軸糸構造から計算すると、 $1.5 \times 10^{-19} \text{ J/T}^2$ となった。これらの値は、精子鞭毛の $\Delta\chi$ と考えられる精子全体と頭部の $\Delta\chi$ の差 $2 \times 10^{-19} \text{ J/T}^2$ とほぼ一致する。そのため、精子全体での磁場配向では、鞭毛の微小管と頭部成分、特に核内のDNAの磁性が互いに相殺していることが示唆された。

[総括]

本研究では、ウシ精子の磁場配向を $\Delta\chi$ により定量的に評価できた。今後、遊走・接着などの細胞機能など生体系への磁場影響と磁場配向の関与が解明されれば、 $\Delta\chi$ は、生体系に対する磁場影響の定量的な評価・予測に有意義なものになると期待できる。

論文審査の結果の要旨

江村玲奈氏の学位論文の内容は、ウシ精子の異方的反磁性帯磁率 $\Delta\chi$ 値の解析に関するものである。

本研究では、均一な定常磁場内でのウシ精子の定常磁場配向に焦点を当て、独自に工夫したシステムと理論式によりウシ精子の磁場配向を映像化して、その異方的反磁性帯磁率 $\Delta\chi$ 値を実測した。さらに、 $\Delta\chi$ の詳細な解析を通じて、ウシ精子の磁場配向現象を定量的にとらえることに成功している。この研究結果は、今後の生体に対する磁場影響研究の基礎となり得るものと評価できる。

このような判断に基づき、申請者江村玲奈氏の学位申請論文を博士（保健学）の学位授与に値すると判定した。