

Title	超短パルスレーザーを用いた多次元顕微測定に関する研究
Author(s)	吉木, 啓介
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/49604">https://hdl.handle.net/11094/49604</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

【145】

氏 名	吉 木 啓 介
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 3 2 5 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 21 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	超短パルスレーザーを用いた多次元顕微測定に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 荒 木 勉 (副査) 教 授 宮 坂 博 教 授 和 田 成 生

## 論文内容の要旨

本研究は、超短パルスレーザーを光源とするレーザー顕微鏡に立体配向検出を付加したほか、ナノ・ピコ秒時間分解計測によるカルシウムイオン濃度の定量をおこない、観測する次元を時空間的に拡張し、顕微鏡観察の多次元化を行ったものである。

レーザー顕微鏡観察は従来、3次元空間内の物質の濃度分布を計測する装置であった。しかし、物質の機能は、量だけでなく向きも重要である。そこで入射ビーム断面内の偏光、位相を制御する装置を開発し、ラジアル偏光と直線偏光を組み合わせることで、焦点における励起光の電場の方向を立体的に制御することに成功した。これを超短パルスレーザーを用いた第2高調波顕微鏡に導入することにより、ヒトアキレス腱のコラーゲンやリポソームリン脂質の3次元的な立体配向を検出することに成功した。

次に、偏光・位相の制御装置をコンパクトな8分割液晶素子に改良することにより、顕微鏡の対物レンズ直下に簡便に取り付けられる装置とした、これにより、より安価、簡便、小型となり、実用的な装置として完成した。また、改良前と同等の立体配向検出能が得られることも、ヒトアキレス腱コラーゲンの計測により明らかとなった。

さらに、顕微鏡にナノ・ピコ秒の時間分解能を与えることにより、蛍光プローブの蛍光減衰曲線を解析し、蛍光寿命によるカルシウムイオン濃度計測のために最適な色素を発見した。また、パルス法による蛍光寿命計測の最適サンプリング間隔を決定した、これにより高速なカルシウムイオン濃度イメージングが可能となった。

これらの研究により立体配向計測と3次元空間分解能の両立が初めて可能となった。それを実用的な装置として完成させたことにより、今後、本装置で得られる知見に期待できる。また、未だ使用方法が確立されていない蛍光寿命による蛍光プローブ法に実験、理論双方からの評価を行い、実験上の指針を示した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、超短パルスレーザーを光源とする新しい時空間顕微鏡の開発と応用に関する研究をまとめたものである。具体的には従来のレーザー顕微鏡に立体配向検出機能を付加して分子の3次元方向を観察したほか、ナノ・ピコ秒時間分解計測によるカルシウムイオン濃度の定量を試みるなど、観測する次元を時空間的に拡張し、顕微鏡観察の多次元化を行っている。その成果を以下に記す。

レーザー顕微鏡観察は従来、3次元空間内の物質の濃度分布を計測する装置であった。しかし、物質の機能の知見を得るためには、物質量だけではなく、空間的な広がりとその方向の情報の取得が必要である。そこで入射ビーム断面内の偏光、位相を制御する装置を開発し、ラジアル偏光と直線偏光を組み合わせることで、焦点における励起光の電場の方向を立体的に制御することに成功した。この手法を超短パルスレーザーを用いた第2高調波顕微鏡へ導入することにより、コラーゲンやリン脂質の3次元的な立体配向を計測することに成功した。また汎用性を高めるため、偏光・位相の制御装置をコンパクトな8分割液晶とすることで顕微鏡の対物レンズ直下に簡便に取り付けられるよう改良し、より実用的な装置として発展させた。さらに、顕微鏡にナノ・ピコ秒の時間分解能を与えることにより、蛍光プローブの蛍光減衰曲線を解析し、蛍光寿命によるカルシウムイオン濃度計測のために最適な色素を発見した。

このように、本論文は極短パルスレーザーを利用した顕微鏡に新たな時空間機能を与える手法を提案したものであり、得られた成果の工学的意義は大きく、また学術的にも高いレベルの内容を有しているものと認められるので、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。