OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	光学顕微鏡トモグラフィに関する研究
Author(s)	中村, 収
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36450
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【14】

氏名・（本籍）	中村　収（なかむら　おさむ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第8653号
学位授与の日付	平成元年3月24日
学位授与の要件	工学研究科応用物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**光学顕微鏡トモグラフィに関する研究**
論文審査委員	（主査）教授 南　茂夫 教授 一岡 芳樹　教授 後藤 誠一

論文内容の要旨

バイオサイエンスや工業の諸分野において，細胞等の微小試料の内部構造および内部状態を定量的に把握できる技術の開発が強く望まれている。本論文は，その実現にむけての新しい計測原理の提案，装置の開発，および多くの検証実験の結果をまとめたものであり，5つの章からなっている。

第1章では，序論として光CT計測の定義を行い，光CT計測に関連する研究の流れを概観し，本研究の位置づけを行っている。

第2章は，光CT顕微鏡の開発に関するものであり，偏斜照明・結像系とコンピュータによる再生アルゴリズムから構成される光CT顕微鏡の原理の考案と，実際に試作した装置による生物試料の3次元構造計測の検証結果について述べている。

第3章では，光CT顕微鏡の性能向上と機能拡張の試みについて述べている。

第3－1節では，光CT顕微鏡の奥行き分解能の向上を目的として，物質密度の非負値性を拘束条件として3次元再構成に導入し，実験により光CT顕微鏡の奥行き分解能が約3倍向上することを示している。第3－2節では，物質間の分光特性の差を利用した，混合物試料に含まれる複数の物質の3次元分布分離再生手法の開発について述べ，2種の物質から構成されている試料の物質別3次元分布を実際に再生して，本手法の有用性を示している。第3－3節では，運動体，流体，経時変化する試料の3次元観察を目的とする，4眼実体顕微鏡を中心とした光CTシステムの開発について述べ，検証実験により実際に生物試料の3次元分布が再生できることを明らかにしている。第3－4節では，光源に波長可変レーザを用い，照明方向の走査に回転プリズムを用いることでエネルギー効率の向上と照明方向の走査の高速化が実現できるレーザCT顕微鏡の試作について述べ，このレーザCT顕微鏡の実用機としての可能性についても考察

している。

第4章では，顕微3次元計測に対し最適な光学系を考案・開発することを目的として，各種顕微鏡の3次元空間周波数帯域と3次元光学的伝達関数を，光波の分散条件と回折制限条件のもとに導出している。その結果，コンフォーカル蛍光顕微鏡だけが帯域角度を制限されないことを示し，この事実を実験により確認している。さらに導出した3次元光学的伝達関数を利用した3次元定量分析の可能性を示唆している。

第5章では，以上を総括し，本研究による結果と知見を基に，今後の研究の動向について概観している。

論文の審査結果の要旨

医用X線CTで人体の内部構造の断面像を得るのと同じ操作が，光学顕微鏡下の微生物や半導体マイクロデバイスなどを対象に実行できないかということが，ここ数年来，光計測分野の大きな課題の一つとなっている。本論文は，それを解決するための新しい手法の提案を行なうと共に，幾つかの装置を試作してその可能性を実証した一連の結果をまとめたものであり，主な成果は以下の通りである。

(1) 顕微鏡筒と試料の相対位置を固定したままで偏斜照明を採用し，角度制限下で得られる複数枚の投影像から対象物体の3次元像を再構成する3次元透過型光学顕微鏡CT法を初めて提案すると共に，その理論的基礎を明確にしている。

(2) 上記の手法を実証するため，固定試料測定を目的とした偏心開口回転方式と運動する試料に拡張しうるフラッシュ照明4眼顕微方式のシステムを試作し，各種細胞の測定を行なって最高3次元位置分解1～2 μmで3次元CT像が取得しうることを実証している。

(3) 形態観測用の上記透過型CT光学顕微鏡に分光情報を付加した物質分布のCT計測法を提案し，光学フィルターを併用するシステムを試作して，細胞内物質分布の3次元再構成に成功している。

(4) 像再構成数値処理を必要としない3次元光学顕微鏡として，近年実用化が進みつつある共焦点レーザ走査蛍光顕微鏡の結像特性について，明確な理論づけがなされていない点に着目，理論計算によってその3次元光学的伝達関数を初めて導出すると共に，検証実験によりその妥当性を確認している。

以上のように本研究は，光学顕微鏡トモグラフィに関する数々の新しい提案を行うと共に，装置試作を行って有効性を確認したものであり，光工学に大きく寄与することはいうまでもなく，工学全般ならびに生物学・医学などの分野で広い応用面が期待できる。よって本論文は，博士論文として価値あるものと認める。