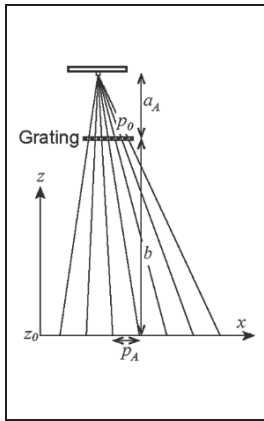


KTN 光スキャナーによる 硬性内視鏡型 OCT への応用

大阪大学大学院医学系研究科 保健学専攻
近江雅人



1. はじめに

低コヒーレンス光干渉をベースとする OCT は、空間分解能 $10\mu\text{m}$ 前後で生体表皮下約 1mm の組織を非侵襲的に、かつリアルタイムに観察できる技術として注目されている¹⁾。眼底検査に始まり、汗腺・毛細血管の観察、内視鏡型 OCT を用いた血流内イメージングや胃壁の観察など、様々な臨床応用がなされている。

OCT はいくつかに分類できるが、現在ではフーリエドメイン OCT (FD-OCT) が主流となっており、本研究もこの FD-OCT の一種である swept source OCT (SS-OCT) を用いている。FD-OCT の干渉信号は、リファレンスアームの光路長とサンプルアームの光路長の差に応じて周波数に変化する²⁾。SS-OCT では波長を周期的に変化させる波長掃引光源を用いて時間的に周波数を変化させることで、干渉信号を得る方法である³⁾。干渉信号の周波数はサンプルでの干渉位置と対応しているため、得られた干渉信号をフーリエ変換することで深さ方向の情報を得ることが出来る。この信号取得方法では参照ミラーを動かす必要がなく、機械的に安定になることで高速かつ高感度を可能にした⁴⁾。

OCT システム本体の開発は急速に進展しており、レーザー光源、受光光学系、干渉計、データ処理系については一部の機能を除いて商用化され、医療現場で利用されている。OCT システムの機能向上については、偏光を利用した目の複屈折測定やドップラー効果を利用した血流測定などがあり、システムの付加価値を向上するために検討が進んでいる。一方で、OCT システムの適用領域拡大には、レーザー光を患部に届け患部からの戻り光を検出するためのプローブ開発が重要である。整形外科用の OCT プローブについての研究報告はあるが、実用化された例はない。整形外科領域では、関節炎や軟骨症等、多くの疾患の幹部が関節部分にあたるため、OCT 装置では深達度が不十分で皮膚表面からの診断は不可能である。整形外科領域における従来の硬性内視鏡では CCD カメラ等による表面の携帯情報のみの撮影に限定され、組織の深さ方向の情報を得ることが出来ない。

KTN 光偏向器はビームの偏光を電氣的に行う電気光学効果を用いるデバイス (EO 偏向器) であり、高速偏向を実現する⁵⁻⁶⁾。本研究では、KTN 結晶を用いた OCT プローブの実用化に向けて 3D 画像取得を試みた。

2. KTN 光スキャナーを用いた OCT システム

2-1 KTN 光偏向器

KTN 光偏向器の特徴について述べる。KTN 光偏向器とは KTN 結晶の EO 効果を利用した光偏向器である。EO 効果とは物質に電界を加えることで媒質の屈折率が変化する現象であり、電界に比例して屈折率が変わるポッケルス効果と、電界の 2 乗に比例して屈折率が変わるカー効果がある。このような EO 効果を利用した EO 偏向器はガルバノミラーやポリゴンミラーなどの偏向器と比べて高速な応答が可能であるという利点がある⁷⁾。しかし、実用的な偏向角を得るには高電圧が必要となり、応用が困難であった。