

眼球の三次元デジタルコピー — 高速三次元光断層診断 —

チームリーダー 加藤千比呂 ((株)トーマコーポレーション 新規開発部・部長)

サブリーダー 安野 嘉晃 (筑波大学大学院数理物質科学研究科・助教)

Keyword 生体計測、断層映像、眼科計測、内視鏡

タイプ プロトタイプ実証・実用化タイプ

開発課題名 光断層装置「フーリエ光レーダー」高機能臨床型の開発

■参画機関: 筑波大学

■開発期間: 機器開発タイプ: 平成16~19年度、プロトタイプ実証・実用化タイプ: 平成20~23年度

課題概要

前眼部疾患の診断のために非破壊・非侵襲にヒトの眼球の三次元断層を取得する装置を開発する。この装置は前眼部光干渉断層計 (CAS-OCT) と呼ばれる装置であり、生体試料からの反射光を基準参照光と干渉させ、そのスペクトルをフーリエ変換することにより、非接触でかつ高速に眼球の三次元トモグラフィーを取得することが可能である。本課題では、CAS-OCTの原理に加え、前眼部診断のための高精度化を行い、同時に各種疾患の診断プログラムの開発を行い、「医療機器」としてのCAS-OCTの開発を行う。

得られた開発成果の概要

■開発の背景/経緯

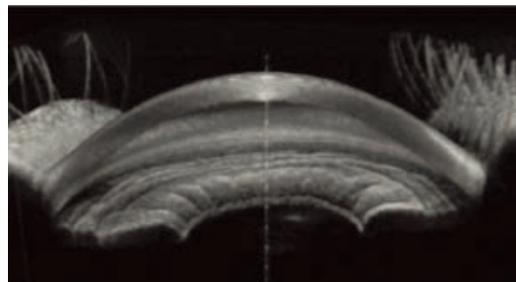
平成16年-平成19年度に機器開発プログラムの一環として高速フーリエ光レーダー (光干渉断層計: OCT) の開発が行われた。このプログラムでは消化器分野・循環器分野での技術としてOCTの開発を行ってきたが、同時に、本技術が前眼部の診断にきわめて有用であることが確認された。

しかし、本技術の前眼部眼科分野での実用化のためには、医療サイドと密に協力しての臨床研究による知見の収集、装置の高精度化、高機能化、各種診断プログラムの開発など非常に多くの、かつ、多岐に渡る課題が残されていることも確認された。

そこで、本プロトタイプ実証・実用化プログラムでは前眼部診断機器分野で多くの経験を持つトーマコーポレーションおよびOCT開発の経験の深い筑波大学が開発グループを組織し、さらに、東京医科大学眼科、筑波大学眼科、大阪大学眼科の臨床サイトと密に協力することにより、前眼部OCTの早期実用化を目指すこととなった。

■開発の成果

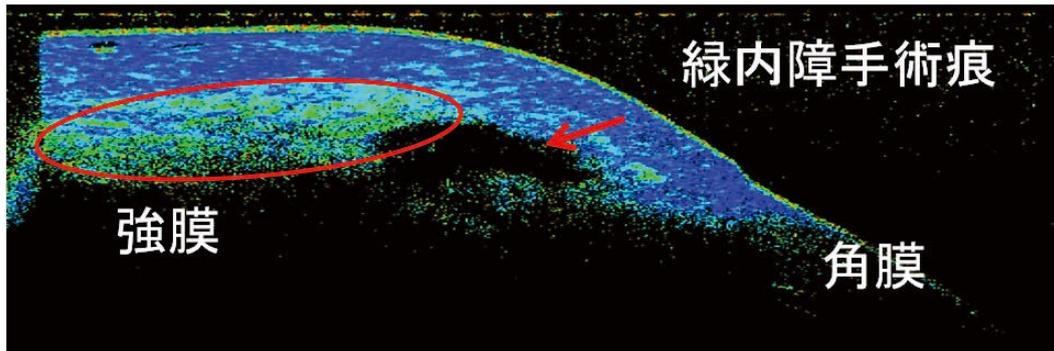
本プロジェクトで開発された技術を元にした高速三次元前眼部診断装置 CASIA がトーマコーポレーションより上梓された。この装置はわずか 0.3~2.4秒でヒト前眼部の三次元トモグラフィーを取得することが可能である。こ



三次元前眼部診断装置CASIA (左) とCASIAによって撮影されたヒト前眼部の三次元断層 (右)。

れにより、診断に携わる医師は患者との対面撮影が終了した後も患眼前眼部の三次元情報を取り出し、任意の方向からの断層観察が可能になる。また、前眼部形状解析、トポメトリック角膜解析等の高度な診断補助プログラムを備えており、これにより、撮影データを元に緑内障、円錐角膜などの失明につながる疾患の危険度・進行度を定量的な数値として把握することが可能である。

さらに、CASIAの技術をベースにした多機能前眼部OCTの開発が進んでいる。この次世代OCTのは偏光OCTと呼ばれ、病変部の組織特性と強く結びついた「複屈折」の断層可視化が可能である。これにより、例えば、緑内障手術の術後評価を行い、その後の治療方針の決定を正確に行うことができることが期待される。



偏光OCTによって撮影された緑内障手術痕。矢印の部分に手術によって意図的に作られた水隙が見える。その左の赤い楕円で囲まれた部分に緑色で表された部位が見える。これは組織が線維化を初めていることを示唆しており、この状態が進行すると再手術が必要になる場合がある。

高速・高分解能で測定でき、しかも低コストで操作性の高い光断層撮像装置(OCT)として、既に医療現場で活躍

- (1) 世界最高レベルの性能を持った生体断層映像装置の開発に成功した。
- (2) 医療診断に利用可能な周辺技術開発にも成功し、世界的な規模で市場に受け入れられ、緑内障、円錐角膜などの眼疾患の診断に用いられている。通常の診察だけでは分かりにくい病変部位の形態学的変化を明らかにすることにより、より適切な治療方針の決定や、治療効果の判定に役立っている。
- (3) 本プロジェクトで開発された技術をさらに発展させ、人体の偏光特性を三次元的に可視化する偏光OCT装置の開発が進んでいる。

上記成果の科学技術的根拠

【出願特許】

1. 特開2007-127425、「光断層画像化法における補正方法」、出願人：筑波大学
2. 特開2007-298461、「偏光感受光画像計測装置」、出願人：筑波大学

【発表論文等】

1. M. Yamanari et al.: "Fiber-based polarization-sensitive fourier domain optical coherence tomography using b-scan-oriented polarization modulation method", Opt. Express, 14, 6502-6515 (2006).
2. Y. Nakamura et al.: "High-speed three-dimensional human retina imaging by lime-field spectral domain optical coherence tomography", Opt. Express, 15, 7103-7116 (2007).