

「光コヒーレンストモグラフィー」解説小特集号によせて

美濃島 薫

産業技術総合研究所 計測標準研究部門(〒305-8563 茨城県つくば市梅園1-1-1)

Topical Papers on Optical Coherence Tomography

Kaoru MINOSHIMA

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology,

1-1-1 Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305-8563

(Received August 15, 2003)

光コヒーレンストモグラフィー(OCT)は、光を使って見えないものを見る技術のひとつである。そのような技術は、生体のイメージングや医療診断、さらにはデバイスや材料などの検査に威力を発揮する。特に、医療分野におけるOCT技術のインパクトは明白である。まず、検査のために組織切除の必要がなく非侵襲診断が可能なので、生体へのダメージが少ない。光源としてもX線などに比べ安全性が高い。このことは検査がより気軽に行えるということであり、病気の見過ごしを減少させることにつながる。さらに超音波診断よりイメージングの分解能が高いので、より病気の初期段階での診断が可能である。これらのメリットから、すでに、眼科や皮膚科において実用化され、医療現場で使われている。

一方、技術的側面を見ると、「見えない」対象を光で見るのは大きな挑戦である。まず、内部構造を得るには、多層に積み重なった三次元の空間情報を取得しなければならない。特に、内部の強い散乱で光の位相・強度情報が乱されるので、圧倒的多数のバックグラウンドの中から、わずかに残った情報を保持した光を如何に効率よく選択するかが課題となる。これらのゲート技術と微弱光計測という2つの技術的挑戦が、光技術に関わる研究者を長い間惹きつけてきた。これまでに、飛行時間(光路長)やコヒーレンス、波面の違いなどを駆使したさまざまな技術が提案されている。その中でOCTは、時間的コヒーレンスの低い光を用いて光路長選択により深さ情報を取得し、干渉計測により散乱によって初期の位相情報を失っていない直進反射光を選択しているのが共通した特徴である。それに加え、多くの実施例では、ファイバー干渉計などによる空間的フィルタリングの利用により、直進光の選択性を高めている。

OCT技術の進展は、光源の進歩と強く結びついている。OCTにおいては、イメージングの分解能、感度、高

速性を向上させるために、時間コヒーレンスが短く、かつ空間コヒーレンスの高い、高輝度光が必要である。このような光源として超短パルスレーザーの応用は有効であるが、装置の大掛かりなことと高額なことが障害となっていた。しかし、近年、超短パルスレーザーの開発が急速に進み、短パルス(広帯域)、高強度に加え、コンパクトで安定な光源がさまざまな波長域で比較的簡単に得られるようになってきた。これらはOCT技術の光源として用いたとき、その性能向上に直結するものばかりである。逆に、これらの光源技術開発において、応用技術としてのOCTが脚光を浴びており、開発の促進力としての役割も果たしている。

このように、OCTは、光技術としての面白さと実用的なインパクトが両立する、希少な例といえるかもしれない。

OCTに関しては、これまでも生体計測の側面から多くの特集が組まれている。この小特集では、OCTの光技術としての側面を中心に取り上げることとし、世界的に活躍されている著者に解説をお願いした。

まず、第1の解説では、OCTの原理と応用について述べていただく。特に、光源の高度化を中心とした技術的進歩と、それによって広がる応用について概観していただく。次に、第2の解説では、OCTの重要な技術要素である高速化に注目して、走査の高速化と多次元化の2つの方向を概観していただく。第3の解説では、OCTのゲート技術としての側面に注目し、さまざまな手法による光ゲート技術について、その機能と応用を概観してもらう。最後に、第4の解説では、OCT技術の医療応用から見た展望と意義、そして国内の現状を概観していただく。

この小特集が、OCT技術の特徴と現状、さらには将来展望を見渡す一助となれば幸いである。