

一酸化炭素レーザーが示す外科手術の将来性

一酸化炭素 (CO) レーザと二酸化炭素 (CO₂) レーザは、ある程度似た中赤外光源であるが、歴史はまったく違う。CO₂ レーザは、過去50年以上にわたり、多くの産業用および医療用アプリケーションを可能にすることに成功した。しかし最近まで、CO レーザはおおむね実験室のアプリケーションに限られていた。信頼性と寿命に限界があり、極低温冷却を必要としているからである。とはいえ、2015年、米コヒレン

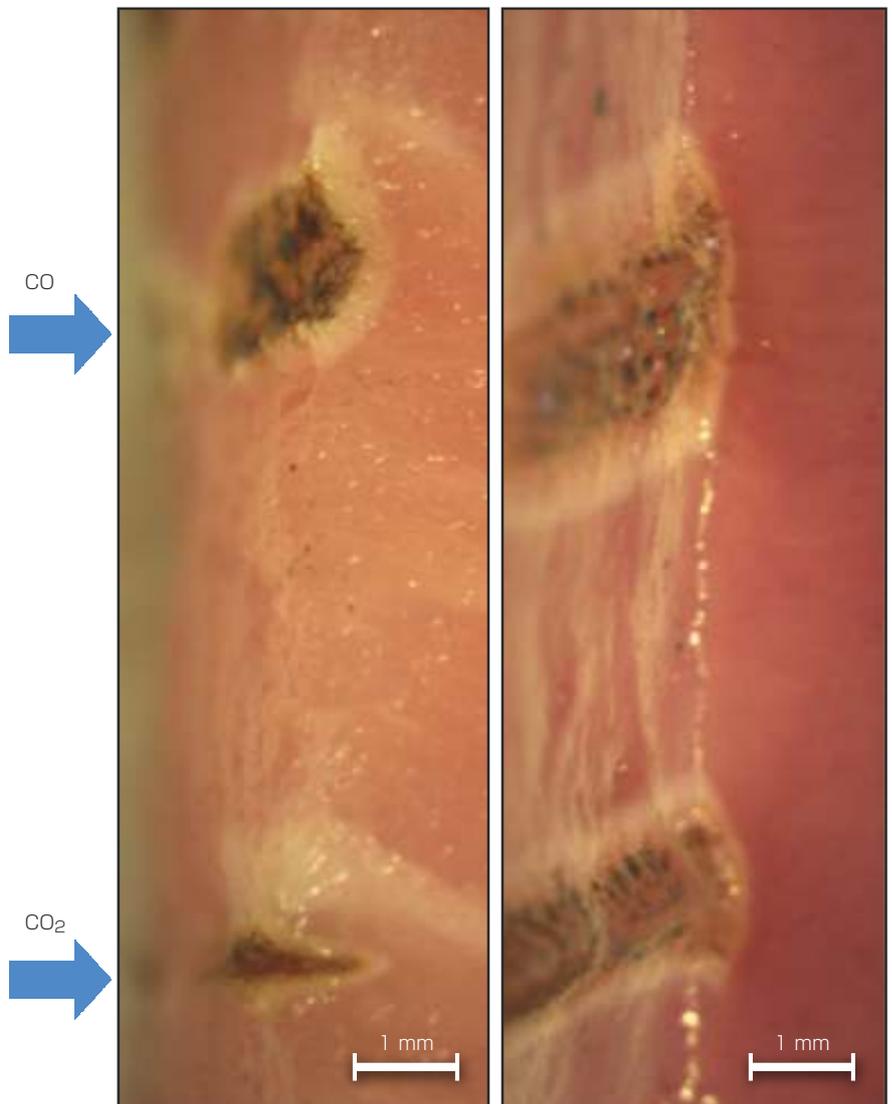
ト社 (Coherent) のエンジニアが、CO レーザの信頼性の問題を解決し、室温動作で数千時間の寿命を持つ、封止型 CO レーザを開発した。

CO レーザは、5.5 μ m 付近で連続的な波長を出す、これはCO₂ レーザの主波長 (10.6 μ m) の約半分である。ガラス、水、哺乳類の組織を含め、多くの材料がこれらの短い波長で、極めて多様な吸収特性を持っている。独アート・フォ

ーション・サイエンティストは先ごろ、吸収の違いがレーザーと組織の相互作用にどのように現れるかを調べた。これには新しいコヒレント社のレーザーの1つが使用された。これは、これらのCO レーザを外科手術および関連の医療アプリケーションの差別化ツールとしての潜在性を探る第一歩である。

レーザー手術や他の医療アプリケーションでは、ファイバデリバリーを必要とするものが多い。アート・フォトニクス

図1 スピード4mm/秒、出力8Wで動作するCO (上)とCO₂(下)レーザーで切断された脂肪質筋肉(左)と心筋(右)からとった豚の組織サンプルを比較、すべての例でビームは組織表面から2mmの深さに焦点を結ぶ。白色ゾーンは凝固の広がりを示している。これらの横断顕微鏡図は、外科用メスで垂直カット後に撮られた。(提供:アート・フォトニクス社)



TECHSPEC®

100Å

非軸放物面 ミラー

精密な製造プロセスから
得られる低光散乱面により、
可視から遠赤外に至る
アプリケーションでの
使用に理想的



- 100Åの面粗さ
- 非軸角度 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
の全5タイプ
- アルミと金(保護膜付き or なし)の
コーティングオプション

▶ 今すぐお問い合わせください

Edmund
75 YEARS OF OPTICS

www.edmundoptics.jp/117-8153

社長、ヴィアチェスラフ・アーチュシェンコ氏 (Viacheslav Artyushenko) の説明のとおり、同社はUVから赤外まで、光送達構造のファイバを提供しており、これには扱いにくい4~16μm領域も含まれる。その内部では柔軟なケーブルが使われており、そのケーブルはハロゲン銀結晶から押し出した多結晶赤外ファイバ (PIR) をベースにしている。

「試験的COレーザーによる過去の予備作業の示すところでは、もっと短い波長が有利な手術アプリケーションがあった、場合によっては短い波長の方が、CO₂レーザーよりも2~3倍深く浸透することがあるからだ」とアーチュシェンコ氏は言う。「われわれは、これをもっと探究したかった」。

コヒレント社のマーケティングディレクター、マチアス・シュルツェ氏 (Matthias Schulze) の指摘によると、同社はCOレーザーの外科手術的な潜在力を調べたかった。したがって、より詳細な研究を行うために40W COレーザー (C-55L-5) を準備した。

実験比較

チームは、CO₂レーザーと新しいCOレーザーを使って、いくつかの異なる動物の組織サンプル (心臓、筋肉、肝臓) で切断を比較した。切断条件は、2つのレーザーでほぼ同じになるように設計された。0.5mm径レーザー出力スポットが組織内2mm深度に焦点を結び、出力レベルは8Wに調整された。異なる組織サンプルを、オブティクスを固定にして、平行移動ステージにマウントし、複数の切断スピード (1、2、4 mm/秒) の比較を可能にした。切断後、サンプルは凍結され、外科用メスで、レーザー切断方向に対して垂直に切った。これにより、質的、量的差異を見

るためのレーザー切断の横断イメージングが可能になる。

3つの組織タイプすべてにおいて、またすべての切断速度で、アート・フォトニクス社のチームは、2つのレーザー波長から得られた結果に大きな違いを認めた。図1は、脂肪質筋肉と心臓筋肉組織サンプルからの多少の典型的な結果を示している。

「レーザーによる組織の切断で、比較的容易に観察される2つの重要なパラメータは、組織がどの程度アブレートされているか。それと、周囲の白色が強いゾーンの広がり。ここでは組織は凝固点まで加熱されているが、除去されているわけではない」とアーチュシェンコ氏は言う。「すべての場合で、CO₂レーザーは、より深く狭いカットを示しているが、COレーザーでは比較的幅広く深い凝固ゾーンになっている。これは、非常に素晴らしいことだ。凝固は、レーザー手術中の出血を最小化するからである。しかし、頭に入れておくべきことは、これらの実験テストは死んだ組織サンプルで行われたことだ。実際の比較は、将来、体内の組織で行われるべきである。その時、血液が血管から流れ出し、レーザー照射がレーザー切断中の出血阻止に役立つことになる」。

同氏は、低出力COレーザービームが凝固に成功し、出血なしでウサギの体内の2mm径動脈切断に成功するという歴史的な証拠があると言う。

COレーザーの優れた凝固能力により、COレーザーは特に血管の多い組織の手術に適している。そのような組織では、過度の出血リスクのために、CO₂レーザーあるいは固体レーザーが使えない可能性がある、とアーチュシェンコ氏は付け加えている。同氏は、血管の結合、美容整形外科、臓器移植などの例も挙げている。 (John Wallace)

LFWJ