

## Cobolt社 レーザーを用いた応用例

- 蛍光顕微鏡
- フローサイトメトリー
- ガス検出
- ホログラフィー
- 干渉
- ドップラー流速計
- LIBS
- 光ピンセット
- 光遺伝学
- ラマン分光

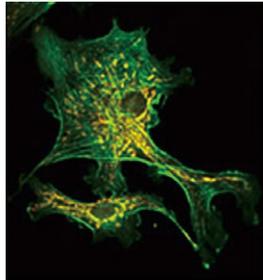


## 蛍光顕微鏡用レーザー

現在、可視域CWレーザーは、蛍光顕微鏡に広く使用されています。近年では特定の蛍光色素又はバイオマーカーからの蛍光を共焦点光学系を用いて、細胞ダイナミクスを高速かつ高分解能でイメージングを可能にしています。

光学分解能は、レーザーの回折限界(アッペの原理)によって約200nmに基本的に制限されていますが、過去数十年にわたり、蛍光信号の操作によって回折限界を超えることができる、いわゆる超解像イメージング技術が開発されてきました。超解像イメージングには、STED、STORM、PALM、SIM及びRESOLFTがあり、これらの新しい技術は生細胞における分子レベルでの微生物学的構造の動的な研究を可能にし、光学顕微鏡の分野に革命をもたらしています。

一般的なSTED顕微鏡では、励起用レーザーをドーナツ型のビームと組み合わせて、励起された蛍光発光を誘導放出により抑制し、試料上の焦点スポットを走査すると、サブ回折分解度の画像が得られますが、高出力レーザーが必要でした。しかしながら、Coboltとドイツ、ゲッティンゲンのMax Planck Instituteとの共同研究では、STEDナノスコーピーは、高性能、低ノイズ、コンパクトなCW DPSSレーザーでも実現できることが最近実証されました。研究者らは、STEDビームとして500 mW出力のCobolt Flamenco 660nmレーザーを使用することで、高品質の生細胞STEDイメージングを生成し、超解像蛍光相関分光法を可能にするゲート検出方式を用いました。この実験では、コンパクトで高性能のDPSSレーザーが、STED技術をより実用的かつ経済的に実現可能にすることに大きく貢献できることを示しています。



コボルトは、蛍光顕微鏡の業界で最も高性能なレーザーメーカーの1つです。この製品群は、小型でUVから近赤外にわたって一般的に使用されるすべての蛍光物質に適応し、高速イメージング技術に必要な幅広い波長の選択肢を提供します。

### 関連するレーザー

**04-01シリーズ:単一周波数 LD励起CWレーザー**  
(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm, 1064nm)

**05-01シリーズ 単一周波数 LD励起CWレーザー**  
(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm, 1064 nm)

**06-01シリーズ:半導体レーザー及び小型DPSSレーザー**  
(405nm, 445nm, 473nm, 488nm, 515nm, 532nm, 553nm, 561nm, 633nm, 638nm, 647nm, 660nm)  
製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスからご参考ください。

## フローサイトメトリー用レーザー

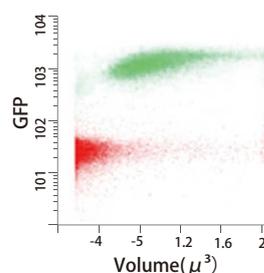
フローサイトメーターは、単一または複数の細胞の集合体を光学的に分析する手法です。一般的に、蛍光標識された細胞は、フローセル内のジェット流中でレーザー光により照射され、得られた散乱光と蛍光から多様な分析が可能です。

より高度なシステムは、FACS (Fluorescence - Activated Cell Sorting) に使用できます。サイトメーターは、血液学および免疫学の分野で一般的に使用される方法であり、生物医学研究及び臨床診断用途に使用されます。

Cobolt社のレーザーは、高出力で優れたビーム品質を持ち、光ノイズは極めて小さいです。これらは、計測器の分解能と感度(しばしばCV値が低いと言われる)を最大化するための重要な要素です。Coboltの世界初の小型CW355 nmレーザー、

Zoukの成功により、高性能UVレーザーをベンチトップ型サイトメーターに適用する新しい可能性が開かれました。これは、エンドユーザーにとって重要なUV領域の知見を広くもたらします。

図1) Hoechst 33342 (Invitrogen) は、UVでの使用に非常に魅力的な蛍光物質です。これは、核及びミトコンドリアを視覚化するためにDNAを染色並びに細胞からの積極的な輸送及び混合された細胞集団を分類



するために使用されます。したがって、Hoechst 33342はSP細胞の表現型を見るための幹細胞研究に使用されます。幹細胞活性の変化は、癌の存在の可能性を示し、SP細胞で見ることができます。図1)は

マウス骨髄細胞中のZouk 355nm, 10 mWレーザーで励起されたHoechst 33342を用いたSP細胞の例を示しています。ZoukはTEM<sub>00</sub>ビームで最大20 mWの355nmの単一周波数DPSSレーザーで、RMS強度ノイズは0.2%未満です。

フローサイトメトリー用のレーザーは正規代理店のカンタムエレクトロニクスのHPをご覧ください。

### 関連するレーザー

**04-01シリーズ:単一周波数 LD励起CWレーザー**  
(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm, 1064nm)

**05-01シリーズ 単一周波数 LD励起CWレーザー**  
(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm, 1064 nm)

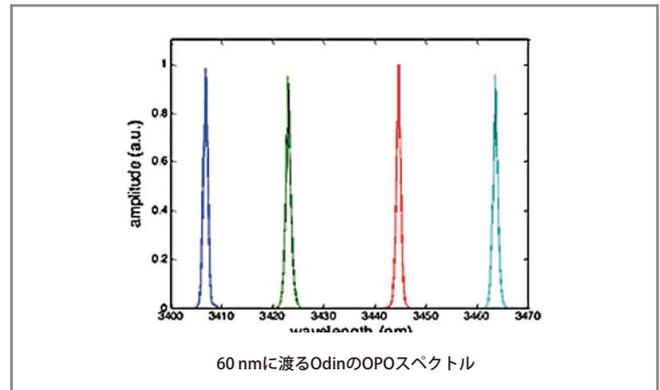
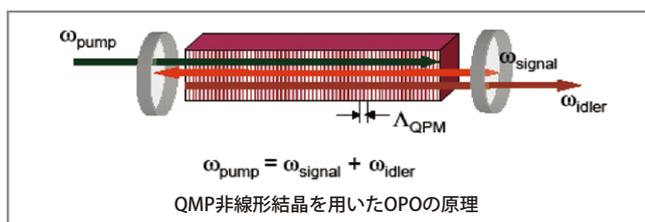
**06-01シリーズ:半導体レーザー及び小型DPSSレーザー**  
(405nm, 445nm, 473nm, 488nm, 515nm, 532nm, 553nm, 561nm, 633nm, 638nm, 647nm, 660nm)

製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスのウェブサイトからご参考ください。

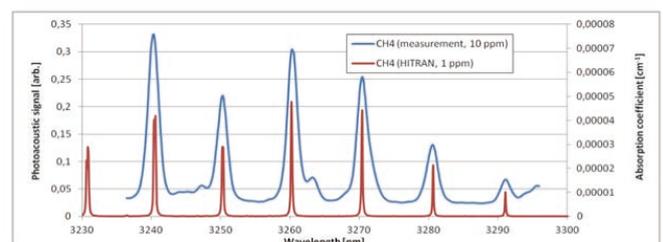
## ガス検知用レーザー

光音響赤外分光法 (PAS) は環境モニタリング、プロセス制御、医療における微量ガス検出及び分析にとっても有望な技術です。PASは赤外光によって気体分子の励起回転及び振動状態から情報を得られます。

吸収されたエネルギーは運動エネルギーに変換され、マイクロフォンで検出できる音響波を発生します。PASは幅広いダイナミックレンジと高速応答時間を備えた、感度が高い小型かつ堅牢なマルチガスアナライザーです。高出力で単色かつ波長可変な中赤外パルスレーザーとMEMS加工カンチレバーマイクロフォンの最近の開発により、ppbレベルの感度と多岐に渡る検出対象物を検出可能なPASシステムが可能になりました。



Cobolt の中赤外レーザーOdinは、多くの面でPASシステムに最適です。Odinは励起レーザーから共振器内の2つの波長にダウンコンバートする非線形光学素子を用いた超小型光パラメトリック発振器 (OPO) です。発振波長は非線形光学結晶 (NLO) の構成に依存し、波長レンジは最終的に NLO の透過率によってのみ制限されます。この非常に広いスペクトルと波長可変性は、他の中赤外光源よりも長所となります。例えば 2.8 ~ 3.6 μm において高出力で波長可変なレーザーが可能で、これは BTX、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、HCN、HCL、HF 等の汚染又は有毒物質の最も基本的な分子電子遷移に対応するので、感度の高い炭化水素検出にとって特に重要な波長範囲になります。他の中赤外レーザー技術と比較して OPO の波長可変機能は、複数のガス検出を可能にします。Odin は励起レーザーと OPO 共振器は Cobolt の HTCure 密封パッケージ技術を使用することで、小型で堅牢に製造されています。



波長可変中赤外レーザーOdin (95mW) を用いたCH<sub>4</sub>の検出。  
検出限界は1秒の積分時間で3 ppbであることが分かった。  
(Co Gasera Ltd, Turku, Finland)

レーザーヘッドはわずか 125×70×45 mm であり、高い環境信頼性を持ってあります。(衝撃値 60 G、-20°C~+70°Cの耐温度変化) このサイズ、信頼性及び利便性は微量ガス検出のための小型計測器を可能にします。

小型な OPO-PAS 技術の多くの有望な用途には、例えばメタン (CH<sub>4</sub>) の環境、自動車の排ガス測定及び工場の排出ガスモニタリング並びにプロセス制御のための

BTX 分析があります。これらのアプリケーションにおいて OPO / CE-PAS 技術は、現在広く受け入れられている FTIR 分光法の感度と分解能の限界を克服する大きな可能性を秘めています。

#### 関連するレーザー

##### 2 μm – 5 μm パルスレーザー Odin

製品群の詳細は Cobolt 社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスウェブサイトからご参考ください。

### ホログラフィー用レーザー

高品質のホログラフィック画像の生成は露光時間の間に安定した干渉を得るため、長いコヒーレンス長及び単一モード特性を有するレーザーが必要です。

今日のホログラムはアート作品として評価されるだけでなく、クレジットカードや銀行券などのセキュリティ対策、リアルタイムでのサブミクロン測定及び3D計測等の高度なアプリケーションに使用されつつあります。Cobolt の DPSS レーザーは非常に狭い線幅のためにホログラフィーに非常に適しており、長いコヒーレンス長と非常に安定した出力をもたらします。安定した単一モード動作は、長時間の露光が必要とされる大面積のホログラムにとって特に重要になります。



ホログラム

ホログラフィック光学素子を用いた3D画像  
(Courtesy of Jonny Gustafsson, Royal Institute of Technology, Stockholm)

#### 関連するレーザー

##### 04-01シリーズ:単一周波数 LD 励起 CW レーザー

(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm, 1064nm)

##### 05-01シリーズ 単一周波数 LD 励起 CW レーザー

(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm, 1064 nm)

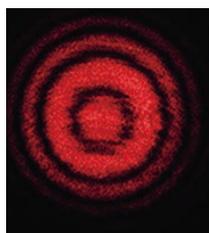
製品群の詳細は Cobolt 社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスウェブサイトからご参考ください。

### 干渉計用レーザー

干渉計は、例えば光学表面の平坦度の調査のような測定目的の干渉現象を利用する。干渉計にはさまざまな種類がありますが、基本的に同じ原理で動作します。

光線は単一の光源から得られ、2つ以上の平面鏡は異なる光線を分離するために使用される。これらのビームは、それらが互いに干渉するように結合される。干渉を得るためには、非常にコヒーレントなレーザー源が必要である。レーザービームがよりコヒーレントであるか、またはコヒーレンス長が長くなればなるほど、干渉計で分解される細部はより細くなる。

すべての Cobolt DPSS レーザーはコヒーレンス長が10m以上の単一縦モードであり、干渉計アプリケーションに適したレーザーです。



マイケルソン干渉計による干渉縞  
(633nm, HeNe レーザー)

#### 関連するレーザー

##### 04-01シリーズ:単一周波数 LD 励起 CW レーザー

(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm)

##### 05-01シリーズ 単一周波数 LD 励起 CW レーザー

(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm)

製品群の詳細は Cobolt 社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスウェブサイトからご参考ください。

### ドップラー流速計用レーザー

レーザードップラー速度計は非接触で気体又は液体中の微小領域における流体速度を計測することができます。

一般的に交差する2つのコリメートされたレーザービームを干渉させることで得られます。この干渉されたビームの領域を通過する粒子の散乱光はドップラーシフトし、粒子の速度を測定することが可能です。このような用途に適したレーザー光は長いコヒーレンス長と良好な出力安定性及び低い光ノイズを有する必要があります。したがって Cobolt の CW DPSS レーザーはこのような用途に最適といえます。さらに Cobolt 社の 355nm レーザーを用いて粒子の大きさに関する情報をも得ることができます。



LDVを用いた流体計測

関連するレーザー

04-01シリーズ:単一周波数 LD励起CWレーザー  
(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm)

05-01シリーズ 単一周波数 LD励起CWレーザー  
(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm)

製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスウェブサイトからご参考ください。



自動スクラップ装置における  
LIBSを用いた金属選別



ナノ秒パルス1064nmレーザー Tor

れており、様々な環境下において堅牢で長寿命を保証し、厳しい産業用途への組み込みに非常に適しています。

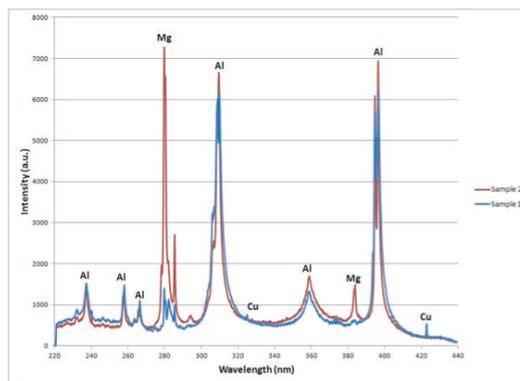
**LIBS用レーザー**

レーザー誘起絶縁破壊分光法(LIBS)は、金属、半導体、ガラス、生物組織、プラスチック、土壌、薄塗料コーティング及び電子材料等の幅広い材料を高速で化学分析を可能にする原子発光分光法です。

LIBSは短パルス(nsレベル)で高エネルギーのレーザーパルスを材料表面に集光させ、アブレーションされた材料の発光スペクトルを分光させることで元素の定量分析をすることができます。発生されたプラズマ(> 100,000 K)は、アブレーションされた励起された原子及びイオン種に解離させ、分光器によって検出することができます。この方法は基本的に試料の調整を必要とせず、重金属元素をPPMレベルで物質の形態(相)に依存することなく高速かつ高感度な化学分析を可能にします。

LIBSはその場計測及びオンライン分析の構築を可能にする携帯性のある分析装置として近年注目を浴びている技術です。さらに小型高エネルギーパルスレーザーにより小型化が可能になりました。小型LIBS装置が得意とする応用例はアルミニウムのリサイクルです。アルミニウムは基本的に100%リサイクル可能であり、リサイクルされたアルミニウムの消費電力は鉱石からアルミニウムを製造する消費電力のわずか5%です。

ACREOとKimab社のアルミニウムリサイクル研究者は産業用途に適した堅牢性と小型化を満たすことができるLIBS装置を開発するために、Cobolt Tor™レーザーをLIBSに採用しました。Cobolt Tor™レーザーは小型で高性能なLD励起Qスイッチレーザーであり、研究用途から産業用アプリケーションへの応用を高める可能性を持っています。このレーザーは、安定した繰返し周波数(> 7 kHz < 1 μsのパルス間ジッター、図4参照)で、100 μJクラスのパルスエネルギー(1064nm、パルス幅は数ns、高品質のビーム(M² < 1.3))を持っています。最も大きな特徴は従来の高パルスエネルギーのNd:YAGレーザーと比較して非常に小型なことです。レーザー共振器は密閉さ



得られた発光スペクトル

関連するレーザー

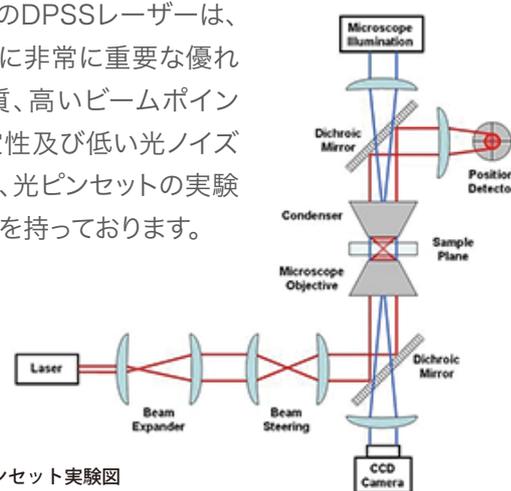
1064nm/パルスレーザー Tor

製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスウェブサイトからご参考ください。

**光ピンセット用レーザー**

レーザー光の集光点は強い電場勾配が生じ、誘電体粒子を引き寄せることができます。また、レーザー光は伝搬方向に沿ってビーム内の粒子に力を加えることができます。この力を利用することによって、細胞を操作することが可能です。

Cobolt社のDPSSLレーザーは、光ピンセットに非常に重要な優れたビーム品質、高いビームポインティング安定性及び低い光ノイズを持っており、光ピンセットの実験に多くの実績を持っています。



一般的な光ピンセット実験図

## 関連するレーザー

### 05-01シリーズ: 単一周波数 LD励起CW1064nmレーザー Rumba

製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスからご参考ください。

## 光遺伝学用レーザー

光でタンパク質を制御する光遺伝学(オプトジェネティクス)は、ここ数年の間に神経科学に革命をもたらし、人間の脳の機能をより深く理解するための新しい研究方法です。特定の脳細胞内の神経活動パターンを正確に思考、行動及び記憶をどのように引き起こすかを研究することができ、うつ病、中毒、統合失調症及びパーキンソン症候群のような神経および精神障害疾患の解明に役立つことが期待されています。

哺乳類の脳は数千万にもおよぶ数多くの絡み合ったニューロンがミリ秒スケールの電気信号で生化学的な計算する複雑なシステムです。

神経科学者は何十年も前に、脳の実際の働き方をよりよく理解するため、脳内にある1種類だけの細胞を制御していましたが、電極を使用した電気刺激の方法では異なる細胞タイプを区別せずに挿入部位の神経回路を刺激してしまい、この課題に対応できませんでした。オプトジェネティクスは、この課題に対して画期的な解決方法を得ました。これは動物の培養ニューロン細胞又は脳細胞を、オプシンと呼ばれる光応答性タンパク質を発現するように遺伝子組み換えを可能にしたことです。このような光感受性ニューロンは非常に高い時間的及び空間的精度で選択的にオン又はオフにすることができ、ニューラルネットワークの構造及び機能の解明を可能にします。

異なる応答パターンを持つ多くの異なるタイプのオプシンが存在します。オプシンはイオンチャネルを開き、細胞活性を「スイッチオン」にし、細胞活性を閉じ又は「スイッチオフ」にします。オプシンは470nmで吸収ピークを有し、スイッチオフされるオプシンは550nmから近赤外までの感度ピークを有します。最も一般的に使用されるスイッチオフされるオプシンは、590nmにピークが存在します。

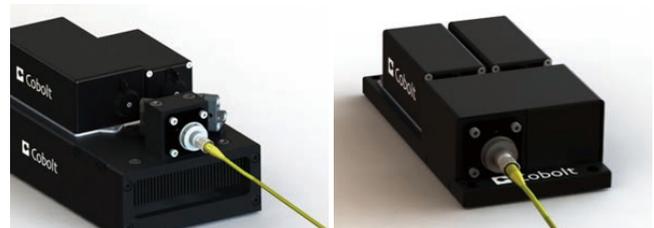
実験では神経科学者は、ある特性を有するオプシンを保有するウイルスを用いて、試験動物の脳の標的部に

感染させます。脳の部分に制御されたレーザー光を照射させるために、動物の頭に光ファイバーコネクタを取り付けます。

神経科学者の重要な課題は、脳のターゲット部分を過度に露出させることなく、所望の効果を達成するのに十分な光で照射することです。オプシンには適切なレーザー波長と広い出力にわたって調整可能であることが必要です。実験が数分間続くことがあるので、経時的な出力安定性も非常に重要です。また、0~200 Hzまでの変調周波数が必要であり、周波数が高くないにもかかわらず立ち上がり時間がmsの範囲になければなりません。変調中の安定したパルス安定性も非常に重要になります。

オプトジェネティクスは、遺伝学、心理学、神経学並びにレーザー物理学及び光ファイバーを含む多分野からなる研究分野です。Coboltはこの分野において使いやすいレーザーソリューションを提案するために、この分野の著名な研究グループの一部と緊密に協力してきました。

Coboltによるオプトジェネティクス用ライトエンジンソリューションは473nm, 532nm, 561nm, 594nm, 640nmのレーザーで構成されており、光ファイバー出力や高速変調が可能です。



## 関連するレーザー

### 04-01シリーズ: 単一周波数 LD励起CWレーザー

(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm, 1064nm)

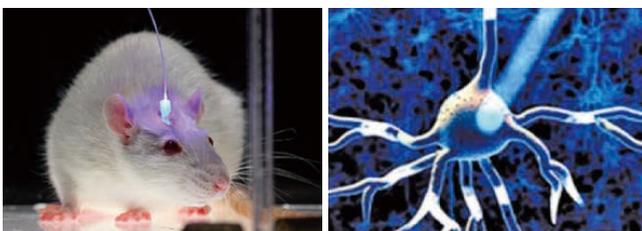
### 05-01シリーズ 単一周波数 LD励起CWレーザー

(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm, 1064nm)

### 06-01シリーズ: 半導体レーザー及び小型DPSSレーザー

(405nm, 445nm, 473nm, 488nm, 515nm, 532nm, 553nm, 561nm, 633nm, 638nm, 647nm, 660nm)

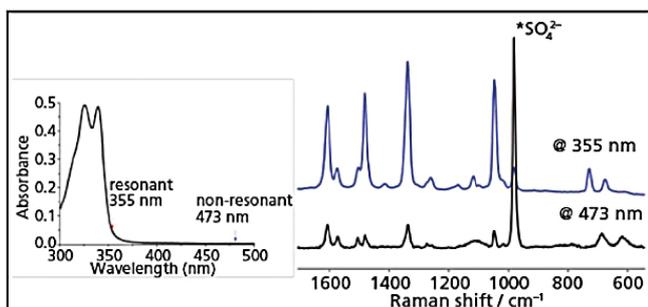
製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスからご参考ください。



## ラマン分光用レーザー

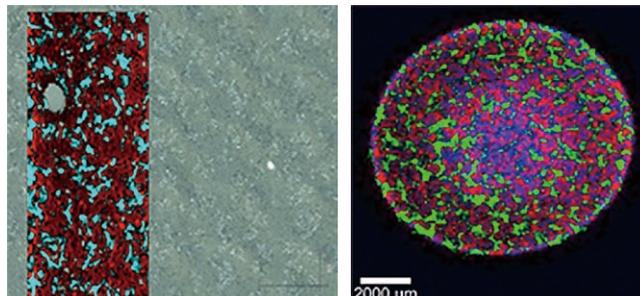
「光の非弾性散乱」すなわちラマン効果は、1928年に初めてCVラマンによって1930年にノーベル賞を受賞しました。ラマン分光法では対象となる物質の非弾性散乱によってわずかに周波数シフトされた光を調べることで物質を特定をすることができます。

周波数シフト(ストークシフト)は物質中の分子振動、フォノン又は他の励起とのレーザービームの相互作用に起因し、得られたスペクトルにより物質中の化合物分布に関する定量的及び空間的情報を取得することができます。ラマン分光法の主な利点はラベルフリーで生化学および材料分析が可能なことです。紫外から近赤外までの広範囲の波長にわたる高性能で小型のDPSSLレーザーは、ラマン分光を実験室環境だけでなく、製薬、半導体及び化学産業などでのライン品質とプロセス制御を可能にしました。ラマン信号は非常に弱く、励起ビーム、レイリー散乱及びバックグラウンド蛍光から慎重に区別しなければなりません。しかし、表面増強ラマン(SERS)、共鳴ラマン及びチップ増強ラマンなどの新しいタイプのラマン分光法はラマン信号の強度を著しく増加させ、物医学的分析および医学的診断等の新しい応用領域への拡大を可能にしました。高性能なラマン分光法はレーザー光のスペクトル純度及びスペクトル安定性に対して非常に高い要求をします。CoboltのDPSSLレーザーは、ラマン分光法の要求の厳しいアプリケーションに最適です。HTCure製法による超堅牢な筐体により、単一周波数動作(<1 MHz)、極めて低いスペクトルドリフト(8時間にわたって2 pm以下)、60 dBを超えるスペクトル純度を可能にします。また、高分解能ラマン分光法及びTHz領域においても低周波ラマン信号を検出する可能性も持っております。



### 共鳴ラマン効果の例

473nmのレーザー励起ではなく355nmを選択することで観察されたラマン信号がより強くなり、分解能が改善された。(Co WR Browne、グローニンゲン大学化学研究所、オランダ)



Cobolt Samba 532nm (Co Renishaw, New Mills,UK) を用いたラマン共焦点顕微鏡法による神経細胞イメージング

Cobolt Samba 532nmを用いたラマン顕微鏡法で生成されたアスピリン錠剤中の医学的化合物分布

### 関連するレーザー

**04-01シリーズ 単一周波数 LD励起CWレーザー**  
(457nm, 473nm, 491nm, 515nm, 532nm, 561nm, 594nm, 660nm, 1064nm)

**05-01シリーズ 単一周波数 LD励起CWレーザー**  
(355nm, 457nm, 491nm, 532nm, 561nm, 660nm, 1064 nm)

**06/08-01シリーズ 狭帯域レーザー、小型DPSSLレーザー**  
(405nm, 532nm, 553nm, 561nm, 785nm)

製品群の詳細はCobolt社、正規代理店のカンタムエレクトロニクスのウェブサイトからご参考ください。

**カンタム** **株式会社**

〒224-0053 神奈川県横浜市都筑区池辺町4666 TEL.045-345-0002  
info@kantum.co.jp www.kantum.co.jp FAX.045-345-0012