

ものすごい一瞬を生み出す「超短光パルスレーザー」、そこから新しい世界を広げたい。

017 Karasawa LABORATORY 唐澤研究室

教授・Ph.D 唐澤 直樹

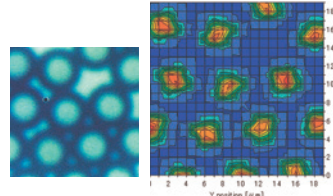
- 専門分野 超短光パルス技術、非線形光学、非線形ファイバ光学、フォトニック結晶ファイバ
- 慶應義塾大学工学部電気工学科卒業
- カリフォルニア工科大学(アメリカ)応用物理専攻博士課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

レーザーによる新規計測技術等の基礎的研究を行っています。特に超短光パルスレーザーを用いた超広帯域光の発生と分光計測、デジタルホログラフィによる超高速現象の振幅位相計測等の研究を行っています。

顕微鏡画像と超短光パルスレーザーによる発光から得られた構造。



微細な構造や化学的な組成が分かる顕微鏡への応用を研究中

レーザー技術に関しての研究で、特に超短光パルスというものがごく瞬間的な光レーザーを使って、新たな可能性を探っています。画像計測や顕微鏡などへの応用を考えています。また、この超短光パルスレーザーと組み合わせると非常に興味深い特性を持つフォトニック結晶ファイバというファイバの設計や実験も行っています。フォトニック結晶ファイバに超短光パルスレーザーを入れると色を自在に変えることができ、例えば赤色の光を入れると虹色の光が出てきます。そうした波長変換は、通常のレーザーでは簡単にはできない技術で、特殊な構造のこのファイバが発明されて初めてできた現象です。高強度の超短光パルスレーザーを原子に当てると電子が飛び出し、電子の分布などの状態が分かります。さらに、もっと短い波長にできればX線が出るので、X線レーザーへの応用が考えられます。普通のX線では2次元画像しか

撮れませんが、X線レーザーができればホログラフィ^{※1}のような3次元画像が撮れる可能性があります。

今、主に取り組んでいるのはそうしたもののうち顕微鏡への応用実験です。超短光パルスレーザーを物質に集光すると、物質によって違う色の光を発生します。その色を見分けることで、構造と化学的な組成が同時に分かるという顕微鏡です。細胞レベルで見えるので医療面での応用のほか、ポリマーの分布などを見る材料系でも使えるのではないかと考えています。将来的には、顕微鏡の光源としてレーザーシステムをつくれたいと思っています。

光が見える実験は面白い “史上最短”の光を自在に扱うことも可能

人類が現時点で手にしている最も短時間の現象を扱うための技術は、超短光パルスレーザーしかありません。超短光パルスレーザーを使

うと、普通では起きないような非線形^{※2}光学現象が起こりますから、新しいことが見つけれられるのではないかと研究を続けているところです。先端分野として世界中で取り組んでいるため、競争が激しく新しいものがどんどん出てきていますが、それだけ我々のチャンスも大きいといえます。

ほかにも、私の研究室では光をいろんな角度から研究しています。ある学生は波形成形という技術の研究を担当しています。1個のパルスを10個にしたり、パルス列をつくるなど、いろいろな操作がコンピュータ制御で自在にでき、パルス列にして物質に当てると、非常に強い信号が出たりします。多くの可能性を秘めた光を好奇心に沿って純粋に研究していくのはとても楽しいものです。しかもそれが可視光なので、自分なりに実験したことがどう変化していくか、その場で見ることもできるため分かりやすいですし、面白さを感じます。だからこそ私も長年夢中になっていられるのだと思っています。

SEEDS

研究テーマ 超短光パルス応用・非線形ファイバ光学・フォトニック結晶ファイバ

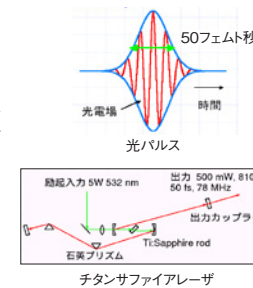
指向性の強い光を発生する装置としてレーザーがありますが、発生する光の制御を行うことによって時間的に非常に短い時間だけ存在する光のかたまり(これを光パルスと呼びます)を作ることができます。これはカメラのフラッシュライトのようなものですが、現在のレーザー技術ではその時間幅が千兆分の1秒程度(1千兆分の1秒のことを1フェムト秒と呼びます)の光パルスが発生可能です。これは人類が現時点で手にしている、最も短時間の現象を扱うための道具とも言えます。このような超短光パルスを用いると通常の光では起こらない様々な現象を起こすことができます。この良い例が、フォトニック結晶ファイバという空孔のあるファイバを用いた超連続光の発生です。我々の研究室ではそのような現象の解明と応用について研究をしています。

光のかたまり(光パルス)

■レーザーを用いて工夫すると光を非常に短い時間だけ存在するかたまり(パルス)にできます。

■実験室のレーザー(チタンサファイアレーザー)からは幅が50フェムト秒(5×10⁻¹⁴秒)の光が発生します。

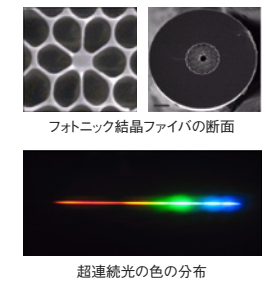
■これは現時点で人類が手にしている、最短の時間を制御できる技術です。



超連続光の発生

■フォトニック結晶ファイバとは光を導くための光ファイバの一種ですが、通常の光ファイバとは異なり、断面に多くの微小な空孔が形成されています。

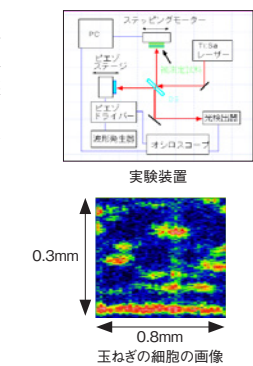
■この光ファイバに超短光パルスを導くと光の強度が非常に高くなるため超連続光と呼ばれる光が発生し、多くの応用に用いることができます。



断面画像計測への応用

■超短光パルスと、それを生体などの試料に照射し反射した光を干渉させると試料の微細な断面構造を破壊することなく得ることができます。これを光コヒーレンストモグラフィと呼びます。

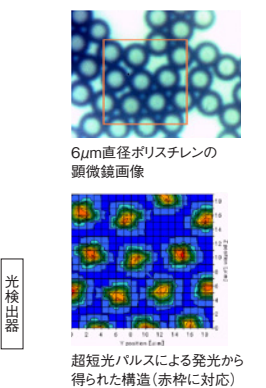
■分解能はパルスが短いほど良くなります。これは時間的にパルスが短いとそれは空間的には狭い位置にあることになるからです。



顕微鏡への応用

■色の異なる超短光パルスを物質に集光すると物質の分子構造によって異なる光が発生します。これを顕微鏡に応用すると試料の分子組成や微細構造がわかります。

■この一例が物質中の分子振動をとらえるコヒーレント反ストークスラマン法です。



企業等への提案

超短光パルスレーザー等を用いたレーザー加工、超高速現象計測、分光計測に関する光学系の検討や超広帯域光発生のための光ファイバの設計、また保有するレーザー装置の試験の使用等が考えられます。

地域に向けてできること

地域企業またはその関連企業に対する上記の提案が考えられます。また一般的な研究紹介等も考えられます。

※1「ホログラフィ」 光の回折・干渉を利用して、レーザーで立体画像を記録・再生する方法。3次元画像の可能性を秘めています。
 ※2「非線形」 入力に対する応答(出力)が、入力強度に比例する現象を「線形」、しない現象を「非線形」と呼びます。