

レーザーで細胞を調べよう

増原 宏 濱野生命科学研究財団・主席研究員／大阪大学名誉教授

私たちの班の研究成果をお話しします。もちろん、たくさんの班員がおり、すべてをお話することはできませんが、3年間にわたり研究をされた先生方の成果と、私たちのグループの研究を中心に話しさせていただきます。

フェムト秒レーザーとは

レーザーは普通のランプと違います。まっすぐ進み指向性が高く、単色です。そして、

連続して光ることも、ポンポンと写真のフラッシュのように短いパルスにすることもできる特別な光です。そのなかでも私たちは、特にフェムト秒レーザーといわれるレーザーを使っています。

フェムト秒なんてきいたことがないといわれるかもしれませんが、フェムトとは単位を表します。距離をだんだん短くしていくと、1メートルからミリメートル (10^{-3} m)、マイクロメートル (10^{-6} m)、ナノメートル (10^{-9} m)、

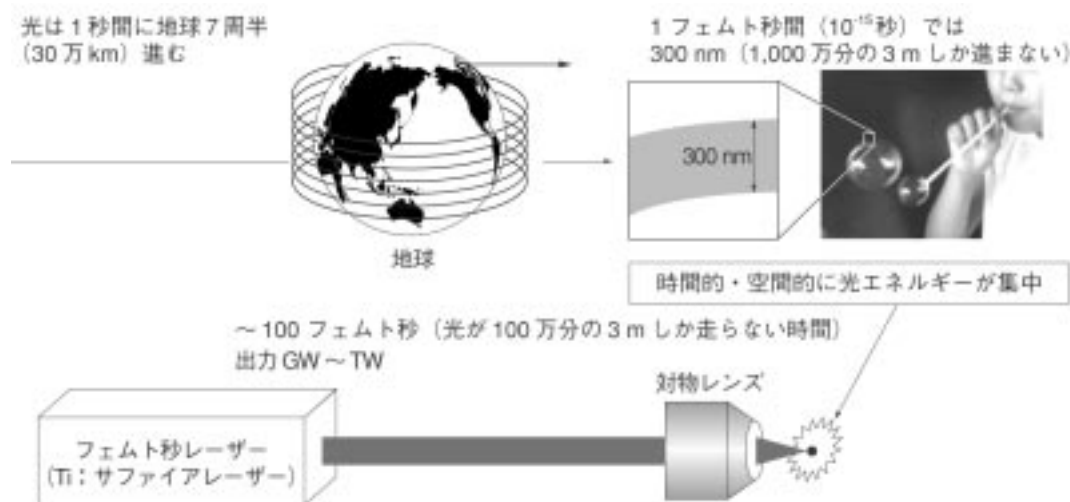


図1 フェムト秒の時間スケール

さらに短くしていくとピコメートル (10^{-12} m)、フェムトメートル (10^{-15} m) となります。時間も同じように1秒、ミリ秒、マイクロ秒、さらに短くしてフェムト秒とは 10^{-15} 秒です。1秒間に地球を7周半も走る速い光が、フェムト秒の間ではシャボン玉の泡の薄い膜 (300 nm) を通過するだけの短い時間です (図1)。

この短い時間幅のレーザー光

を顕微鏡で絞ると、ある空間に、ある時間だけ光子 (光子) を集中させることができます。そうするといろいろな新しい現象が起こります。

今私がおもっているレーザーポインターの赤いレーザーをスクリーンに1年間、いや10年間あて続けても絶対に孔はあきませんが、この光子数を 10^{-15} 秒に集中させてポンと照らすと、スクリーンに孔があいてしまいます。条件をうまくあわせれば、核融合さえ起こすことができます。実際に、そのようなことができる高出力のレーザーが大阪大学のレーザー核融合研究センターにあります。それを身の回りにあるものに照射すると、分解して吹っ飛んでしまいます。

フェムト秒レーザーの利用

フェムト秒レーザーより光る時間幅が1,000倍広いピコ秒レーザー、100万倍広いナノ秒レーザーなどいろいろなレーザーがあります。それぞれ同じ光子数でも、光子が短い時間に押し込まれていると違うことが起こります。その一番の理由は、非常

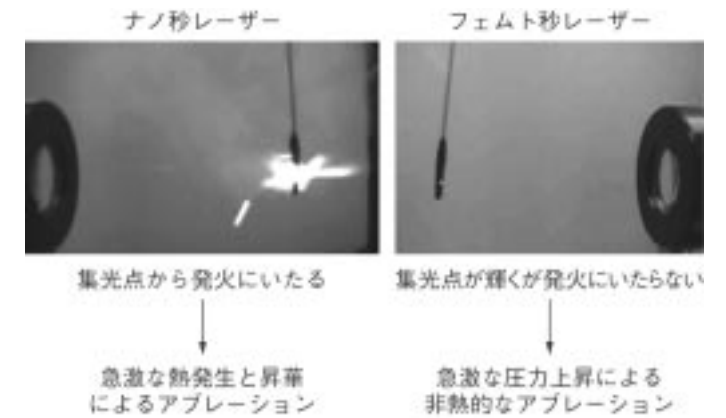


図2 線香花火のレーザーアブレーション(細川陽一郎博士による実験)

に短い時間だけレーザーを照射すると、短時間すぎて照射された物質が燃える暇も、溶ける暇もないためです。

このことを今からムービーでおみせします。線香花火に、ナノ秒レーザーとフェムト秒レーザーを照射してみます。ナノ秒レーザーはフェムト秒レーザーより時間幅が100万倍広がっていますが、それでも10億分の1秒という短さです。10億分の1秒に光子を押し込めると、温度が急激に上がって線香花火が発火します (図2)。一方、フェムト秒レーザーをあてると、あたった部分が輝き、線香花火が吹っ飛んでしまいましたが、発火はしません。短時間すぎて温度が上がっていないわけです。このフェムト秒レーザーを使うと、温度が上がらない加工、たとえば、切断や孔あけができますし、生物や細胞を傷つけないで操作をすることもできます。

ここで、フェムト秒レーザーと計測装置を図3に示します。1m×2mほどの大きさの平らな鉄板上に鏡やレンズを並べて光を走らせ、発振したレーザーを顕微鏡へ導いて、いろいろな実験をしています。最近、私が引