

中赤外レーザーのビーム操作と 非侵襲生体細胞観察システムの開発

代表 東口 武史

所属・職名 工学研究科・准教授

連絡先 TEL : 028-689-6087 E-mail : higashi@cc.utsunomiya-u.ac.jp

メンバー Dinh Hung Thanh, 天野 玲保, 宮崎 孝基

キーワード 中赤外レーザー, X線顕微鏡, 生体細胞

背景および目的

X線は医療分野で使われているだけでなく、建築物や部品内部の欠陥の計測などでも使われており、幅広い分野で活用されている。X線（波長 0.01 nm～数10 nm）の中で、波長 2.3～4.4 nm の領域は「水の窓」と呼ばれており、水にほとんど吸収されない反面、生体を構成する炭素に強く吸収される。この波長領域のX線を使うと、水分中の生きた細胞の内部構造をナノメートルレベルの分解能で観察することができるようになり、新薬開発などに役立つと期待され、生体観察の夢とされている軟X線顕微鏡を目指した研究が行われている。しかしながら、水の窓領域のX線を用いた生体細胞の撮影やタンパク質の構造解析をシングルショット、すなわちフラッシュ撮影することは未だに実現されていない。つまり、

(a) 卓上型（小型、実験室レベルの大きさ）

(b) 簡便な高分解能（50 nm以下の分解能）システム

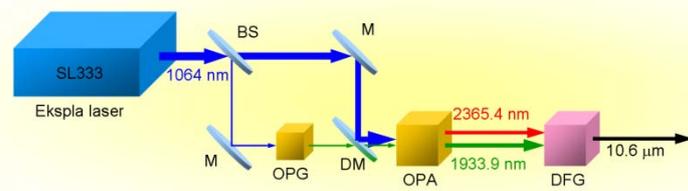
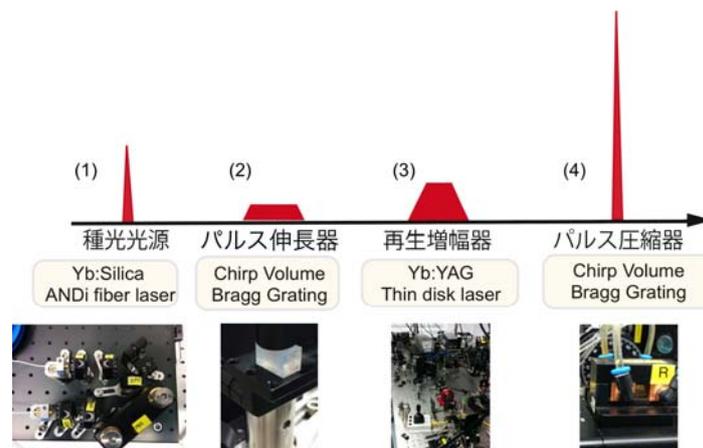
(c) シングルショットでの高出力のX線放射

を同時に満たす光源・光学系を開発する必要がある。

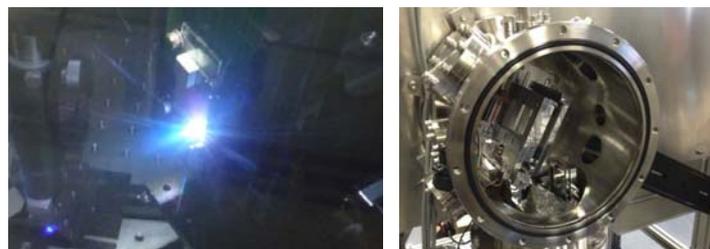
実験室サイズに収まる小型で高輝度、省エネルギーの水の窓軟X線光源による非侵襲生体細胞観察システムを世界に先駆けて開発している。このような光源顕微鏡システムに欠かせないのが中赤外レーザーシステムである。これは、これまでにない新しい方法で波長2～11ミクロンの中赤外レーザーを実現するものであり、かつ波長可変である。光学定盤も1～2枚程度で済み、小型である。しかしながら、顕微鏡システムとも装置を近づけて結合試験をするだけでなく、中赤外レーザービームそのものを農学部や幾つかの外部の組織との共同開発も進める。

プロジェクトの内容

本プロジェクトでは、固体レーザーとガスレーザーを組み合わせるハイブリッドレーザーシステムを開発する。波長変換には光パラメトリック法を用い、レーザーパルスエネルギーとパルス幅の最適化を進め、小型化かつ高効率化を進める。具体的には、波長可変部とパルス幅がサブナノ秒の炭酸ガスレーザーシステムの開発を並行して進めていく。



本プロジェクトで開発する中赤外レーザーそのものの波長域で応用研究に供することもできるが、プラズマ光源用駆動レーザーとしても用いて、水の窓軟X線顕微鏡を動かすことも目指している。



期待される効果・展開

本研究が発展することで、生体組織や細胞を生きたまま撮影することができるようになる。また、以下のような分野での寄与が期待できる。

- (1) 医療現場での生体組織・細胞観察
- (2) 新薬創成
- (3) 半導体の微細化に寄与するリソグラフィ用露光光源
- (4) 次世代自由電子X線レーザーのシード光や光学系調整などの基礎実験