



第46回 極限コヒーレント光科学セミナー

2016年11月28日(月) 10:00~11:00

物性研本館 第一会議室

講師：神田夏輝先生

理化学研究所 アト秒科学研究チーム

共振器内高次高調波発生のための高強度 モードロックレーザー開発

レーザーベースの高次高調波は高輝度・高コヒーレンスな深紫外・軟 X 線光源として有用である。しかしながら、高次高調波発生には尖頭強度が 10^{14}W/cm^2 を超える高強度なレーザーパルスが必要であり、通常は再生増幅器などにより増幅されたレーザーパルスが用いられる。そのため、繰り返し周波数の上限は kHz 程度に制限されてしまい、MHz 程度の繰り返しを実現するのは困難であった。軟 X 線領域での分光やイメージングにおいて、大きなフォトンフラックスは高 S/N 測定のために重要である。また、光電子分光への応用では、空間電荷効果が存在するためにパルスあたりの光子数に制限があり、高繰り返し化は非常に重要な課題となっている。

そこで我々はモードロックレーザーの共振器内での高次高調波発生による高繰り返し光源を提案している[1]。そのために、Yb:YAG 薄型ディスクをゲイン媒質に用い、高いパルスエネルギーと MHz 級の繰り返しを兼ね備えたモードロックレーザーの開発を行っている。これまでに繰り返し周波数 3MHz 程度でのモードロック動作に成功しており、中心波長 1032 nm で平均出力 149 W、パルス幅 520 fs、共振器内パルスエネルギー 1mJ を実現している。この時、共振器内の集光点の尖頭強度は $2.8 \times 10^{14} \text{W/cm}^2$ と見積もられており、高次高調波発生が可能な強度領域を達成している。また、集光点へのアルゴンガスの導入によりプラズマの発光も確認できており、現在高次高調波の観測の準備を進めている。本講演ではこの光源開発における技術的な内容とともに、応用実験などの展望についても議論したいと考えている。

本研究は理化学研究所のアamani・イランル博士、鍋川康夫博士、緑川克美領域長、サイバーレーザー株式会社の今銚友洋博士、住吉哲実博士、東京大学の五神真総長との共同研究である。

[1] A. Amani Eilanlou *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 082701 (2014).



第47回 極限コヒーレント光科学セミナー

2016年11月28日(月) 13:00~14:00

物性研本館 第一会議室

講師：野村雄高先生

自然科学研究機構分子科学研究所

ツリウム添加ファイバーレーザーによる 2 μm 帯超短パルスレーザーシステム

近年、2 μm 帯の超短パルス光源としてツリウム添加ファイバーレーザーが注目されています。波長 2 μm 近傍の光は、従来のレーザー光源が発生できる光よりも波長の長い光であり、医療やレーダー、精密加工、中赤外光発生などの新たな応用に用いることができると期待されます。特に、ツリウム添加ファイバーは数百 nm に渡る幅広い発光スペクトルを持つため、この波長域全域において光を発生させてその位相を揃えることができれば、時間幅が 100 fs 以下となるような超短パルスが発生させることが可能だと考えられます。我々は最近、ZBLAN と呼ばれるフッ化物ガラスを材質とするツリウム添加ファイバーを利用することで、時間幅 41 fs のパルスが発生できるようなレーザー発振器を開発することに成功しました。また、このレーザー発振器からの出力をさらに増幅するために、ダブルクラッドツリウム添加 ZBLAN ファイバーを用いてチャープ・パルス増幅システムを開発し、フェムト秒領域で 1 W を超える平均出力を達成しました。講演ではさらに、ツリウム添加ファイバーレーザーの応用の可能性として多光子励起蛍光顕微鏡の開発について議論する予定です。

[1] Y. Nomura and T. Fuji, "Sub-50-fs pulse generation from thulium-doped ZBLAN fiber laser oscillator," *Opt. Express* **22**, 12461–12466 (2014).

[2] Y. Nomura, M. Nishio, S. Kawato, and T. Fuji, "Development of Ultrafast Laser Oscillators Based on Thulium-Doped ZBLAN Fibers," *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **21**, 0900107 (2015).