

## ツリウム添加ファイバー内の非線形効果を利用した超短パルス増幅 Ultrafast Pulse Amplification Using Nonlinear Effects Within a Thulium-Doped Fiber

○ 野村 雄高<sup>1,2</sup>、藤 貴夫<sup>1</sup>(1. 分子研、2. JST さきがけ)

○ Yutaka Nomura<sup>1,2</sup>, Takao Fuji<sup>1</sup> (1. IMS, 2. JST PRESTO)

E-mail: nomura@ims.ac.jp

近年、波長  $2\mu\text{m}$  近傍の超短パルス光源が、精密計測や生物学、医療などの分野における新たな応用が見込まれるため注目を集めている。特に、ツリウム添加ファイバーレーザーは、 $2\mu\text{m}$  帯において広い発光スペクトルを持つため短パルス化が可能のほか、連続光ではキロワット級の出力も報告されるなど高出力化も期待できる。実際に高出力の超短パルスを得るには、増幅時の損傷や非線形効果を抑制するためチャープパルス増幅を用いるのが一般的であり、ツリウム添加ファイバーを用いたチャープ・パルス増幅システムによるワット級以上の出力を持つフェムト秒パルスの報告が数多くなされている。これに対し我々は、通常とは逆に増幅器内の非線形効果をあえて利用することで、増幅後も広いスペクトルを得ることに成功したので報告する。

レーザーシステムの開発にはツリウム添加 ZBLAN ファイバーを用いた。ZBLAN はフッ化物ガラスの一種であり、赤外領域において吸収や分散が少ないことが知られているほか、レーザーの効率の上昇も期待できる [1]。実際のシステムにおいては、ツリウム添加 ZBLAN ファイバーを用いて開発されたレーザー発振器からの出力パルスを、ストレッチャーなどを通さずに直接コア径  $20\mu\text{m}$  のツリウム添加 ZBLAN ファイバーに入射し、波長  $1.6\mu\text{m}$  の高出力励起光源によってコア励起することで増幅した。

増幅器直後のスペクトルの変化の様子を図 1(a) に示す。励起光強度の上昇につれ、自己位相変調によってスペクトルが広がる様子が見られる。これらの出力のパルス波形を周波数分解時間ゲート (FROG) 法で測定したところ、図 1(b) に示すように、励起パワーの上昇に伴ってパルス幅が短くなっていく様子が観測された。特に、励起パワー  $10\text{ W}$  の時に時間幅  $50\text{ fs}$  のパルスが得られた。また、この際の平均出力は  $2.5\text{ W}$  であった。講演では、シードパルスのプリチャープ制御による出力の変化についても議論したい。

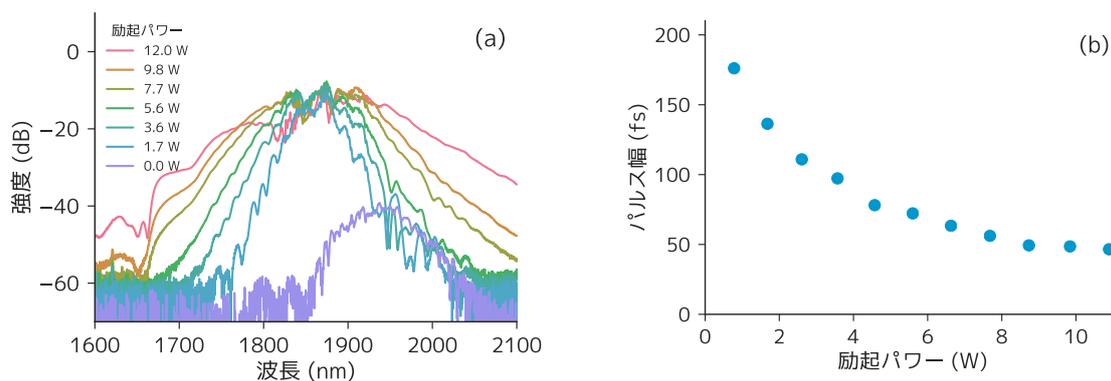


図 1: 増幅器からの出力。(a) 励起光強度を変えた時のスペクトルの変化の様子。(b) FROG によって測定されたパルス幅。

[1] Y. Nomura and T. Fuji, “Efficient chirped-pulse amplification based on thulium-doped ZBLAN fibers,” *Appl. Phys. Express* **10**, 012703 (2017).