

12-fs Yb ファイバーレーザー Intra-pulse DFG による mW 中赤外光の発生

Intra-pulse difference frequency generation of mW-level mid-infrared pulses with a 12-fs Yb: fiber laser

東大理¹, BAE Systems², [○]中村卓磨¹, Venkata Ramaiah Badarla¹, 橋本和樹¹,

Peter G. Schunemann², 井手口拓郎¹

E-mail: t_nakamura@ipst.s.u-tokyo.ac.jp

中赤外光における分子指紋領域($500\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$)は赤外吸収分光にとって最も重要であり、多数の光源が提案、開発されている。中でも Intra-pulse difference frequency generation (DFG)はシンプルな構成で広帯域かつ十分な出力(>sub mW)が得られるため、最も有力な選択肢の一つである[1]。一方で、これまで提案されている手法の大半は Tm: fiber や Cr: ZnS 等、波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上の一般的とは言い難い種光源を用いている[2]。この事は、中赤外波長に近い波長の使用によるメリット(豊富な非線形結晶の選択肢、位相整合条件の緩和、近い群速度による長い相互作用長)と分散補償の容易さ等が理由として考えられる。これに対し、本研究では、Yb: fiber レーザーを用いた Intra-pulse DFG による中赤外光源の開発を目指した。1 μm 帯を使う事によるメリットとして、第一に圧倒的な増幅のしやすさが挙げられ、5 W 級が容易にオールファイバーのコンパクトな構成で実現できる。また短波長である事から、3-4.5 μm 帯(多数の分子の伸縮振動モードが存在)へのアクセスも容易である事に加え、高空間分解能の顕微計測応用との組み合わせも可能である。

図 1(a)に本研究の光源構成を示す。繰り返し周波数 50 MHz の Yb: fiber レーザーを増幅、分散補償した 5 W、230 fs のパルスシングルモードファイバーに入射する。ファイバー中での自己位相変調によるスペクトル拡大と、再度の分散補償により 3.3 W、12 fs の超短パルスを得た(図 1(b))。これを Orientation-patterned Gallium Phosphide (OP-GaP)に入射する事で $900\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$ にわたって 1 mW を超える中赤外光を得た(図 1(c)赤)。これは一般的な MCT(HgCdTe)ダイテクタの飽和入力に 10 倍程度に相当し、赤外吸収分光に最適である。また、反転周期の異なる結晶を用い、位相整合条件を変更する事でスペクトルをシフトする事も可能である(図 1(c)青)。

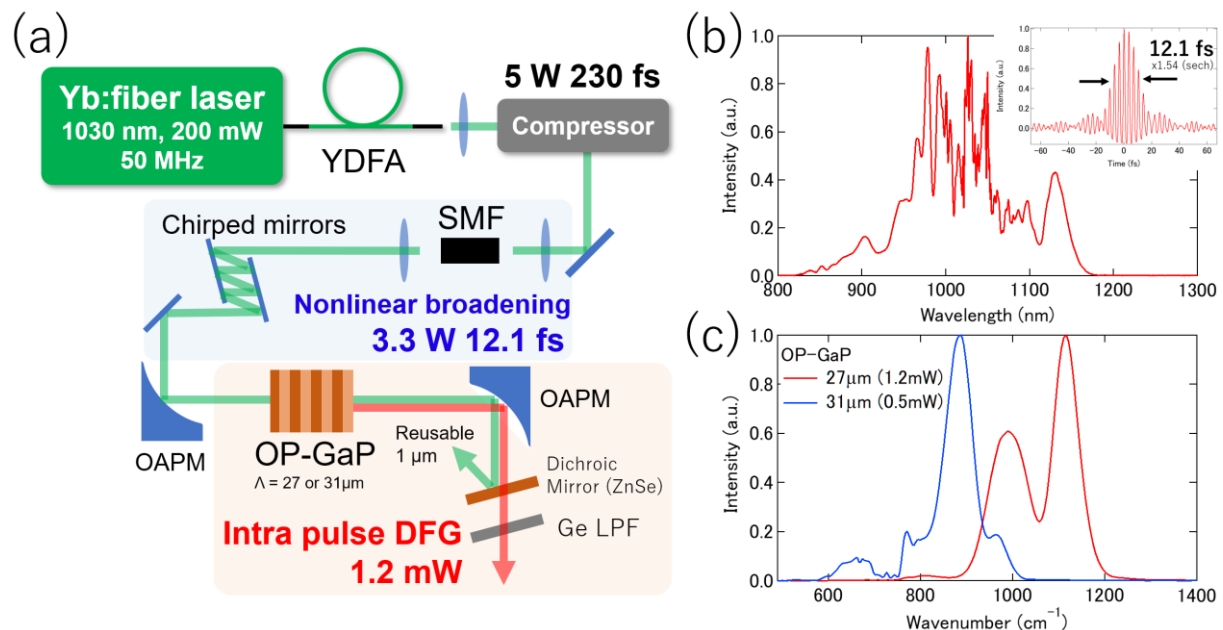


図 1 (a)実験の構成、(b)差周波発生前の近赤外スペクトルとパルス幅計測、(c)得られた中赤外スペクトル

[1] H. Timmers, *et al.*, *Optica* 5, 727 (2018).

[2] S. Vasilyev, *et al.*, *Optica* 6, 111 (2019).