

# Multi-GHz 光周波数コムによるシリカファイバー内の音響フォノン励起

Acoustic phonon excitation in silica fiber with multi-GHz optical frequency comb

東大物性研<sup>1</sup>, °遠藤 護<sup>1</sup>, 谷 峻太郎<sup>1</sup>, 小林 洋平<sup>1</sup>

ISSP, Univ. Tokyo<sup>1</sup>, °Mamoru Endo<sup>1</sup>, Shuntaro Tani<sup>1</sup>, Yohei Kobayashi<sup>1</sup>

E-mail: endo@issp.u-tokyo.ac.jp

## 【はじめに】

光周波数が制御されたフェムト秒モード同期レーザーは、スペクトル構造が繰り返し周波数間隔に並んだ縦モードからなり、光周波数コム（以下、コム）と呼ばれる。その応用は計量標準分野から医療環境応用まで多岐にわたる。また、繰り返し周波数が GHz 以上の multi-GHz コムは、超低位相雑音マイクロ波周波数発生源、コム分解分光、天文への応用といった分野での応用が期待されている。本研究では multi-GHz コムの新たな可能性の一つとして、物質内の素励起（音響フォノン、マグノン、スカルミオンなど）の共鳴周波数が GHz の領域にあることに着目し[1,2]、これらの素励起をコムの繰り返し周波数で直接励起・制御することを目的とした。今回は、共鳴周波数が 15.6 GHz（波長 1  $\mu\text{m}$  での励起時）に存在するシリカファイバー内の音響フォノンに着目し、共鳴周波数に繰り返し周波数を合わせることで、音響フォノンを効率的に励起することに成功した。

## 【実験と結果】

実験系を図 (a)にのせる。励起光源として繰り返し周波数 7.8 GHz のカーレンズモード同期 Yb:Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> セラミックレーザーを用いた（レーザーの詳細は[3]を参照）。その出力をバンドパスフィルタによって縦モードを 4 モード抜き出し、半導体増幅器と Yb ファイバー増幅器によって最大 100 mW 程度まで増幅し、サーキュレーターを介して長さ 10 km のシングルモードファイバーに入射する。ファイバー内で音響フォノンが発生すると、入射光と音響フォノンそして後方散乱光が相互作用し、後方散乱光強度が強くなる。したがって、サーキュレーターによってファイバーからの後方散乱光を測定することで、間接的に音響フォノンの情報を調べることができる。図 (b)は入射光パワーを 50 mW に設定したときの後方散乱光のパワーを、繰り返し周波数の離調に対してプロットしたものである。この図から、繰り返し周波数をフォノンの周波数に合わせたときは、フォノンの線幅以上ずらした時と比べて後方散乱光パワー、すなわちフォノン振幅が 30 倍程度増幅されることが分かる。さらに本発表では、ダブルパルスを用いて音響フォノンの振幅を制御する実験も紹介したい。

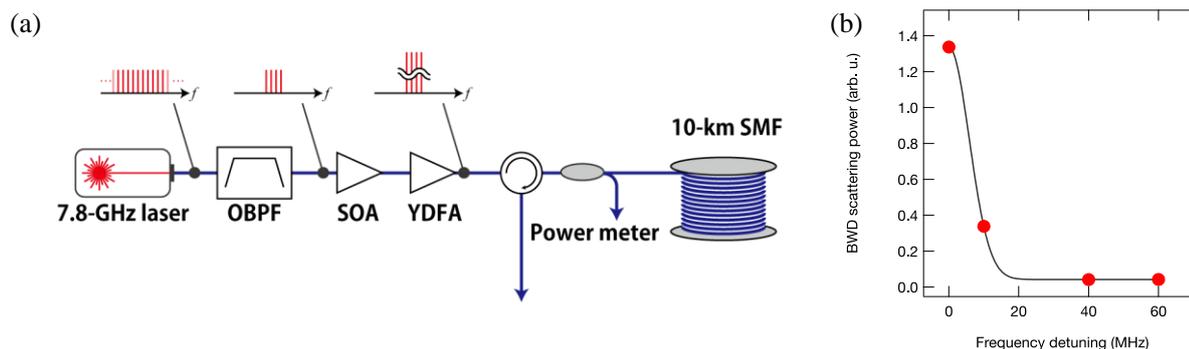


図 (a) Experimental apparatus. OBPF: optical band-pass filter, SOA: semiconductor optical amplifier, YDFA: Yb-fiber amplifier, SMF: single mode fiber. (b) Backward (BWD) scattering power vs. frequency detuning.

## 【参考文献】

- [1] M. S. Kang, A. Nazarkin, A. Brenn, and P. S. J. Russell, *Nat. Phys.*, vol. 5, no. 4, pp. 276–280, 2009.
- [2] N. Ogawa, S. Seki, and Y. Tokura, *Sci. Rep.*, vol. 5, p. 9552, 2015.
- [3] M. Endo, I. Ito, and Y. Kobayashi, *Opt. Express*, vol. 23, no. 2, p. 1276, 2015.