楕円スポットを用いたスリット走査型
マルチプレックスコヒーレントアンチストークスラマン散乱分光顕微鏡の開発
Development of a slit-scanning coherent anti-Stokes Raman scattering microspectroscopy system using an elliptical focal spot

北大院情科研　○(M1) 木澤 駿，橋本 守
Hokkaido Univ.,○Shun Kizawa, Mamoru Hashimoto
E-mail: s-kizawa@ist.hokudai.ac.jp

生細胞の CARS (coherent anti-Stokes Raman scattering) 顕微観測において，同等な信号強度と観測時間でのイメージングを単一スポット走査と並列励起/観測による多スポット走査で行う場合，多スポット走査の方がより小さな光ダメージで観測することが可能である [1]．これは，近赤外超短パルスレーザーを用いる CARS 観測では，照射光の光エネルギーよりも放射照度（単位面積当たりの光パワー）が光ダメージを支配する為である．したがって，マルチプレックス CARS 分光顕微鏡においても並列励起/観測系を導入することで，放射照度制限下での光ダメージの低減や，観測時間の短縮が期待できる．さらに，放射照度を制限してマルチプレックス CARS を並列励起/観測する場合，多スポットよりも楕円スポットが高速化にとって有用であることが数値計算により示されている [2]．これは，スポットを楕円状にすることで，コヒーレントな放射である CARS 光同士の強め合い干渉により CARS 光強度が大きくなる為である．

そこで今回，楕円スポットによるマルチプレックス CARS の並列励起/観測を可能とするスリット走査型マルチプレックス CARS 顕微鏡を開発した．開発した装置は，同期した 5 ピコ秒 Ti: Sapphire レーザーと広帯域な 10 フェムト秒 Ti: Sapphire レーザー，分光器, EM-CCD 等で構成され，視野 205×205 μm^2, ラマンシフト 500-1700 cm^{-1} にわたる CARS スペクトルイメージ（512×512×512 pixels）を取得可能である．

最大放射照度（ω_1 光：13.2 mW/μm^2, ω_2 光：3.0 mW/μm^2）が同一な，単一ガウシアンスポットと楕円率 0.125 の楕円スポット（入射光パワーは単一スポットの 8 倍）とを用いて直径 10 μm のポリスチレンビーズ を観察した (Fig. 1)．楕円スポットで得られたイメージでは，ガウシアンスポットで得られたイメージよりも，最大強度は 18.1 倍，強度積算値は 10.1 倍に大きくなった．また，512×512×512 pixels の CARS スペクトルイメージを 15.5 秒での取得にも成功した．

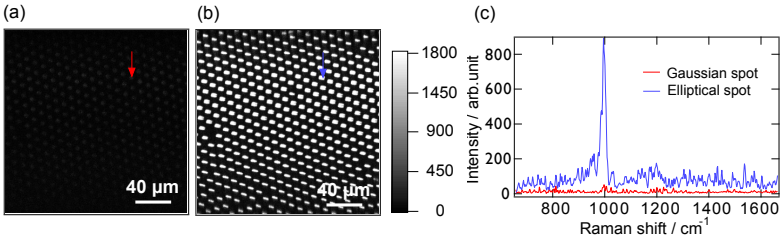

Fig. 1: (a, b) CARS image of polystyrene beads (φ=10 μm) at 1001 cm^{-1}. (a) Gaussian spot. (b) Elliptical spot with ellipticity = 0.125. (c) CARS spectrum at arrow in (a, b). Total acquisition time : 256 sec.

[1] T.Minamikawa, Y.Murakami, N.Matsumura, H.Niioka, S.Fukushima, T.Araki, and M.Hashimoto, Jouranal of spectroscopy, **2017**, 5725340, (2017)
[2] S.Kizawa, and M.Hashimoto, Proceedings of Optics & Photonics Japan 2018, 2aA2, (2018)