

4D 細胞計測用高出力フェムト秒ファイバーレーザーの開発

Development of High-Power Femtosecond Pulsed Fiber Laser for 4D Imaging

○前田 康大、黒川 量雄、斎藤 徳人、市原 昭、中野 明彦、和田 智之（理研光子）

○Yasuhiro Maeda, Kazuo Kurokawa, Norihito Saito, Akira Ichihara,

Akihiko Nakano, Satoshi Wada (RIKEN)

E-mail: yasumaeda@riken.jp

細胞や生体組織内の分子の挙動をより詳細に観察する手法として 2 光子励起蛍光顕微鏡が発展している。さらに近年の生物学の発展とともに、より深く、広く、リアルタイムに細胞や生体組織の内部を観察する、4D イメージング技術への期待が高まっている。この様な要望を満たす手法として高速ビーム走査法と生体浸透性の高い近赤外光による 2 光子励起蛍光イメージングを組み合わせた手法が近年注目を集めている。本研究では、波長 1030nm の 2 光子励起用高出力フェムト秒ファイバーレーザー光源および、高速画像取得が可能で低ダメージという特徴をもち、ライブセルイメージングに広く利用されているニポウ式ビームスキャナを用いた、高い空間・時間分解能を有し、かつ広領域・

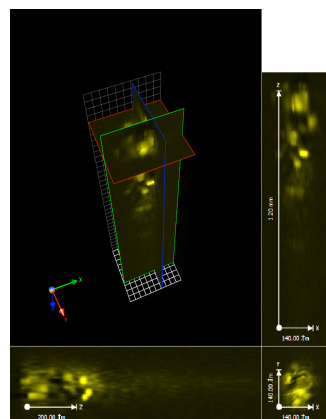


図 1 透明化マウス脳組織の
2 光子蛍光イメージ

高深度観察が可能な 2 光子励起 4D 計測イメージング装置の研究・開発を進めている。図 1 に 1 W フェムト秒レーザー（波長 1030 nm、パルス幅 200 fs、繰り返し周波数 47.5 MHz）を用いて ScaleA2 によって透明化¹したマウス脳組織の 2 光子蛍光イメージング試験結果を示す。直径 200μm、深さ約 1 mm から脳細胞組織のイメージを取得できる事が確認でき、近赤外光を用いた 2 光子蛍光励起が高深度イメージングの実現に有用なことを示した。また、ビーム径を拡大すると、直径約 600μm、深さ約 200μm まで観察できる事も確認した。この結果をもとに、開発する 2 光子励起用高出力近赤外フェムト秒ファイバーレーザーの最大出力を 20W と決定し、現在光源の開発を進めている。図2に現在開発中のレーザーの概略図を示す。装置はシード光として、波長 1030nm、出力 1 W、パルス幅 200fs、繰り返し周波数 47.5 MHz の Yb:YAG レーザーを用い、パルスストレッチャ、Yb³⁺を添加したフォトリック結晶ファイバー（PCF）を用いたファイバーアンプモジュール、波長 976 nm CW 動作の励起用 LD、及びパルスコンプレッサから構成されている。最終的には最大出力 20 W、パルス幅 200fs 出力のオールファイバーレーザーの開発を目指し、装置の研究・開発を進めている。講演では研究の構想と具体的な開発内容について詳細に述べる。

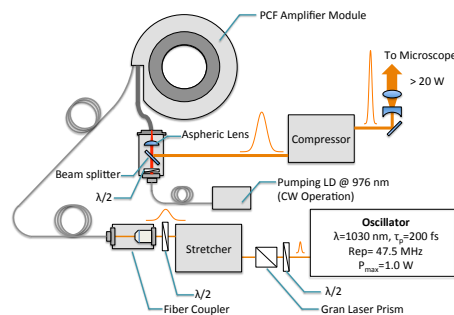


図 2 光学系概略

1) H. Hama *et al.*, Nat. Neurosci. **14**(11), 1481-1488 (2011).