

デジタルマイクロミラーデバイスを用いた多光子パターン照明

Multiphoton Patterned Illumination Using a Digital Micromirror Device

理研光子¹, 慶大理工² ○石川 智啓^{1, 2}, 磯部 圭佑¹, 稲澤 健太^{1, 2}, 神成 文彦²,
緑川 克美¹

RIKEN RAP¹, Keio Univ.², °Tomohiro Ishikawa^{1, 2}, Keisuke Isobe¹, Kenta Inazawa^{1, 2},

Fumihiko Kannari², Katsumi Midorikawa¹

E-mail: tomohiro.ishikawa@riken.jp

蛍光イメージング技術だけではなく、3次元組織における特定の細胞を刺激したり離れた場所に存在する細胞を同時に刺激したりするパターン光刺激技術があれば、多細胞間の相互作用解析に役立つ。これまでに、多光子パターン照明技術として空間光変調器(Spatial Light Modulator, SLM)を使用した手法が報告されている[1]。SLMを用いて、フェムト秒パルスの空間位相を変調することによって、任意の位置に任意の形状のホログラフィックパターン照明を実現できる。しかし、通常の空間集光ではパターン照射スポットの拡大に伴い、光軸方向の励起領域が著しく大きくなる。この問題を解決するために、広視野照明であるが、多光子励起領域をパルス幅が短くなる焦点面近傍に局所化できる時空間集光が用いられる。一方、時空間集光法では、試料面に対し4-f光学系を介して共役な位置に回折格子を配置する必要があり、ホログラフィックパターン照明の光学系と合わせると、系が複雑になるという問題がある。

本研究ではデジタルマイクロミラーデバイス(Digital Micromirror Device, DMD)を用いて多光子パターン照明を行った。DMDは多数の微小ミラーがアレイ状に配置されたデバイスである。微小ミラーの傾きをON/OFFで電氣的に操作できるため、微小ミラーのON/OFFのパターンを試料に結像することでパターン照明が行える。また、アレイ状に配置された微小ミラーは回折格子としても作用するため、分光された回折光を利用することで時空間集光が行える。したがって、DMDを用いることでパターン照明と時空間集光を同時に1台のデバイスで行えるメリットがある。

本手法で多光子パターン照明が行えるか実験で確かめた。Fig. 1(a)に実験系を示す。4-f光学系において試料面と共役となる位置にDMDを配置した。照射光には出力600 mW、繰り返し周波数1 MHz、パルス幅145 fs、中心波長1060 nmのパルスを用いた。試料にはアガロースゲルに分散・固定したローダミンを使用した。Fig. 1(b), (c)に本実験で設定した照射パターンおよびカメラで取得した試料の2光子蛍光画像を示す。DMDに設定したパターンと同様の蛍光パターンが得られ、本手法で多光子パターン照明が行えることを確認した。

本研究は理研の大学院生リサーチ・アソシエイト制度の下での成果です。また、本研究は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 CREST (JPMJCR1851), MEXT/JSPS KAKENHI Grant Number JP18H04750 “Resonance Bio”からの助成を受けて行われた。ここに深く感謝の意を表します。

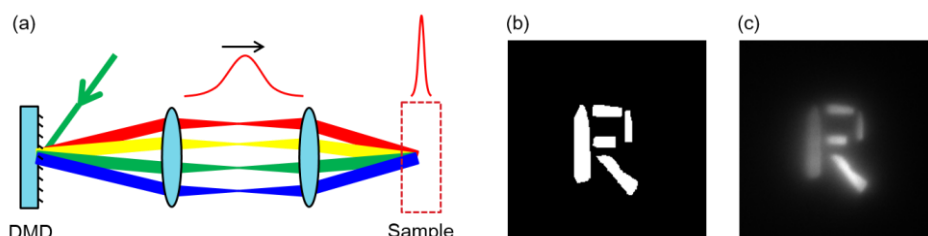


Fig. 1 (a)Schematic of multi-photon patterned illumination by DMD. (b)Displayed pattern on DMD. (c)Collected two photon fluorescence image.

参考文献

[1] O. Hernandez *et al.*, Nat. Commun. 7, 1–10 (2016).