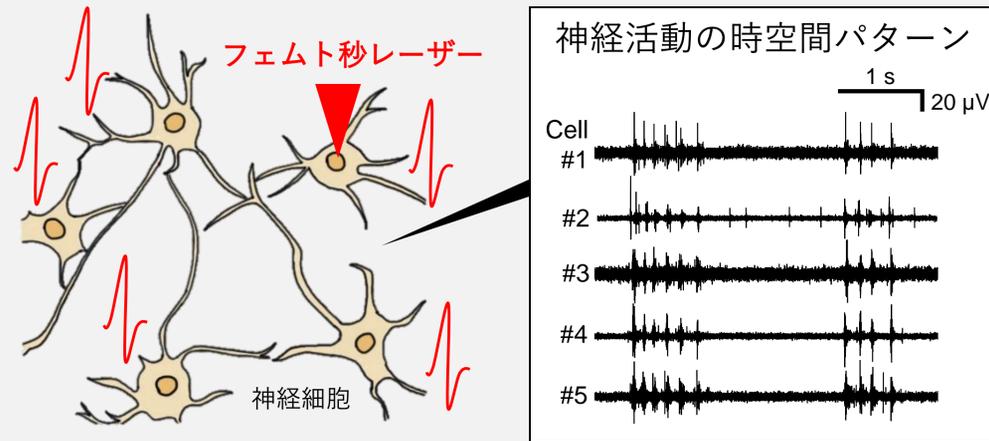


フェムト秒レーザーの時空間制御による神経情報処理機構の解明

瀬川夕海 (理学研究科 生命物理化学研究室)

Objective

神経活動の時空間パターンは外部刺激により変化し、記憶や学習に深く関与する。複雑な脳の情報処理機構の解明には、単一神経細胞レベルの外部刺激手法が有用である。

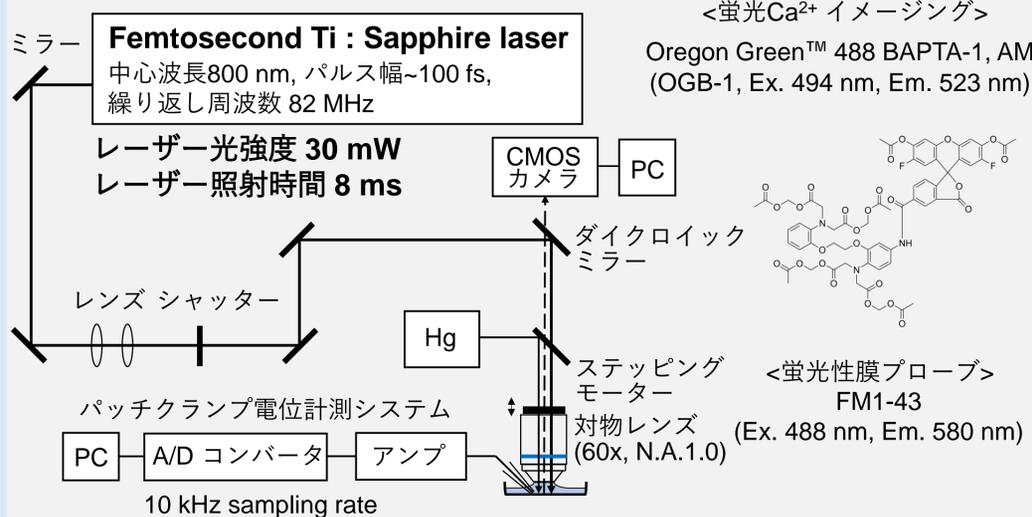


フェムト秒 (fs)レーザー
(800 nm, ~100 fs, 82 MHz)

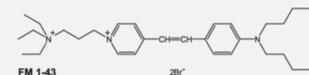
多光子吸収
鋼のレーザーアブレーション
700 nm
B.N. Chichkov et al., *Appl. Phys. A Mater.*, 63, 1996.

- ✓ 集光領域のみの物質除去
- ✓ 組織への非侵襲性
- ✓ 高空間精度 (~1 μm)

Experimental setup

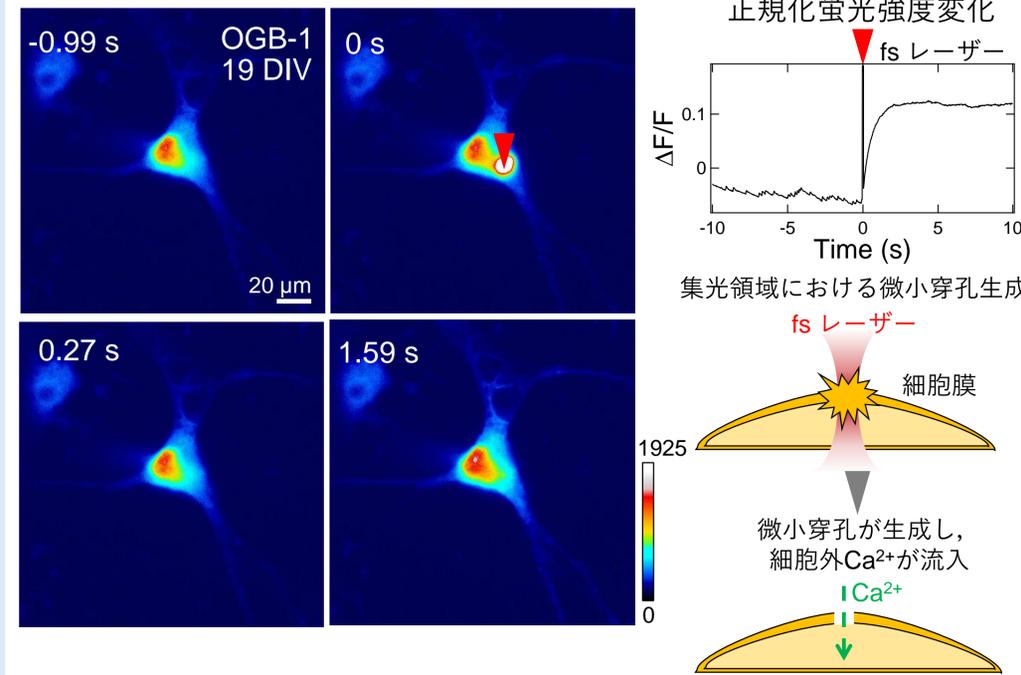


- ・ 胚令18日目のラット胎児由来海馬神経細胞
- ・ ラット胎児海馬由来初代分散培養(18-23 DIV)



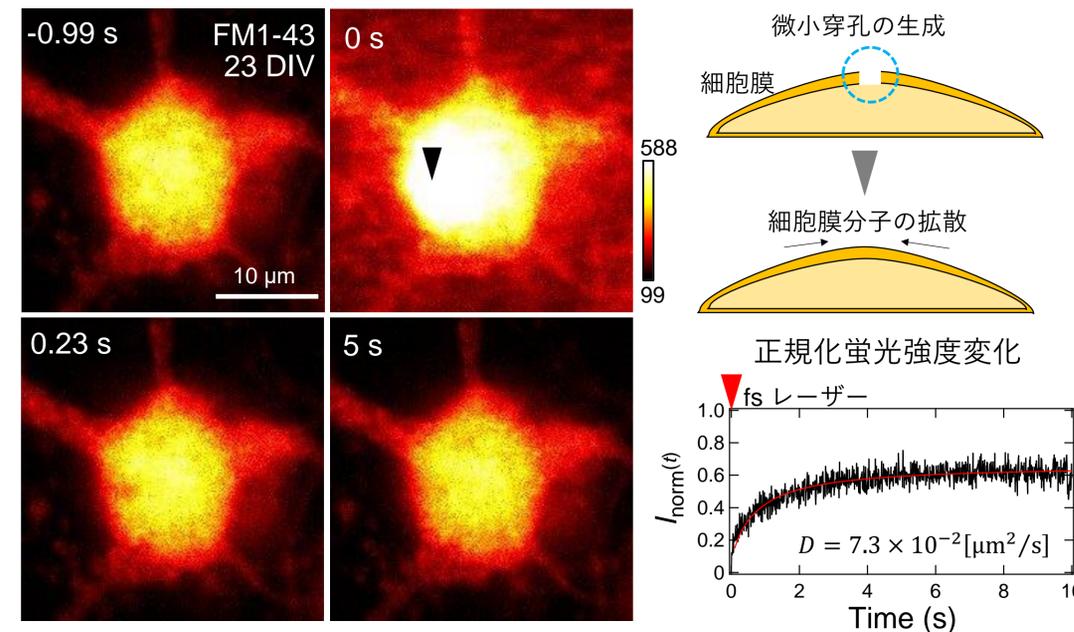
Results & Discussion

集光フェムト秒レーザー照射に伴う細胞内Ca²⁺濃度変化



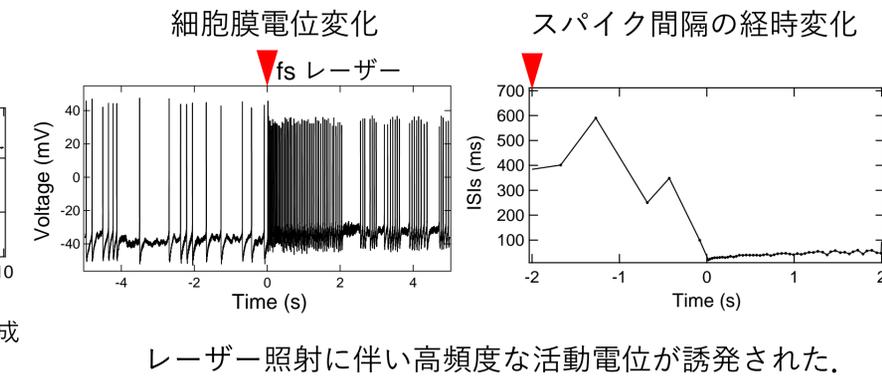
多光子吸収に基づくレーザーアブレーションにより集光領域において微小穿孔が生成し、細胞外Ca²⁺が流入した。

集光フェムト秒レーザー照射に伴う細胞膜の形態変化



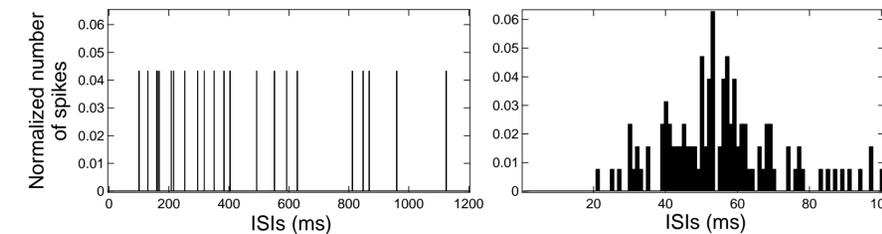
膜電位上昇が照射後5秒程度持続し、高頻度の活動電位が誘発された。

ターゲット細胞における細胞膜電位変化



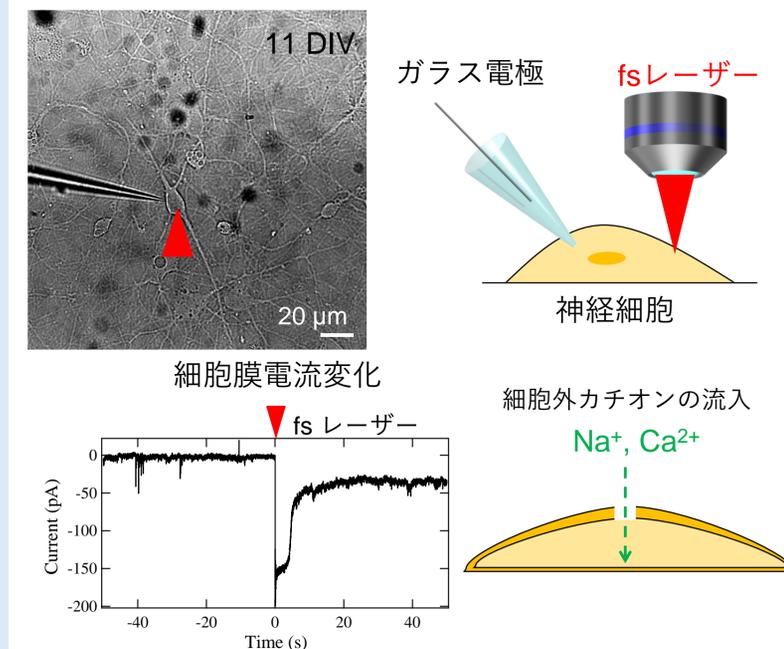
レーザー照射に伴い高頻度の活動電位が誘発された。

照射10秒前のスパイク間隔分布



レーザー照射前後でスパイク間隔が減少した。

ターゲット細胞における細胞膜電流変化



レーザー照射後に内向き電流が観測された。

Conclusion

- ・ フェムト秒レーザー照射直後より、細胞体領域において蛍光強度が増加し、細胞外Ca²⁺の細胞内へ流入した。
 - ・ レーザー照射直後より高頻度の活動電位が観察され、照射前と比較して細胞膜電位スパイク数が増加し、高頻度の活動電位が照射後約2秒間にわたり持続した。
- 集光フェムト秒レーザー照射は単一細胞レベルの神経回路網刺激手法として有用である。