

サル用脳表光刺激デバイスの開発と駆動時における伝熱シミュレーション

On-Brain Optogenetic Stimulator for
Non-Human Primates and Heat Transfer Simulation奈良先端大 物質創成 〇長沼 京介, 太田 安美, 木村 文香, 春田 牧人,
野田 俊彦, 笹川 清隆, 徳田 崇, 太田 淳NAIST, 〇Kyosuke Naganuma, Yasumi Ohta, Ayaka Kimura, Makito Haruta, Toshihiko Noda,
Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, and Jun Ohta

E-mail: ohta@ms.naist.jp

1. はじめに

オプトジェネティクスとは、生体細胞に ChR2 などの光受容タンパク質を導入することで光による神経細胞の活動を制御する技術である。オプトジェネティクスでは *in vivo* (生きた生体での) 実験に利用可能な小型軽量のフレキシブル光刺激デバイスが求められている。本研究では、脳構造が人に近いマカクザルの脳表で光刺激を行うため、LED アレイを搭載したデバイスを作製し、駆動時における伝熱シミュレーションにより熱の影響を検討した。

2. 光刺激デバイスのデザイン

作製した脳表光刺激デバイスを Fig. 1 に示す。9 mm×7 mm のフレキシブル基板の上に青色 1 列 6 個の LED を 8 列搭載した。6 個の LED は直列接続されており、8 つの列を個別に動作させることができる。LED の搭載ピッチは 1 mm である。さらにマイクロダイアリシス等を用いるプローブを挿入するため、中心部に直径 700 μm の穴を 3×3 形成した。脳表でデバイスを駆動させる際を模した写真を Fig.2 に示す。

3. 生体組織の伝熱シミュレーション

デバイス動作時の熱の影響を検討するため、COMSOL Multiphysics (伝熱モジュール) を用いたシミュレーションを行った。単純化したモデルとして、半径 4 cm の球体の上面から 1 cm の面で切断して、デバイスを配置するものとした。一次近似として、生体組織のパラメータにはモジュールに搭載されていた筋肉のデータを用いている。デバイスはポリイミドの平板が発熱しているとして切断された上面の中心に配置した。このモデルにおいて、デバイスを 2 min 駆動させた時点の *yz* 断面の温度分布を Fig.3 に示す。現在より詳細なモデル[1]でのシミュレーションを進めており、当日報告する。

4. まとめ

シミュレーションの結果から、生体組織の温度上昇は限定的であり、デバイスの発熱量が生体組織の熱容量に対して十分に小さいことが

推測された。しかし、生体組織表面から深さ 3 mm までは 40°C 以上という計算結果となっており、生体組織のダメージを避けるために温度上昇を抑える方法が必要となることが確認された。今後は、解析モデルやパラメータを最適化し、シミュレーション精度を向上させ、デバイス構造および埋植・運用形態の検討を行う。

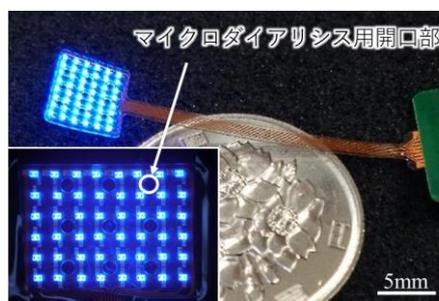


Fig.1 Fabricated on-brain optogenetic stimulator.

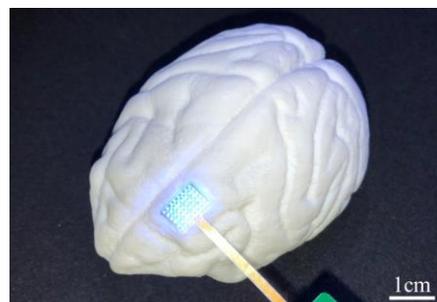
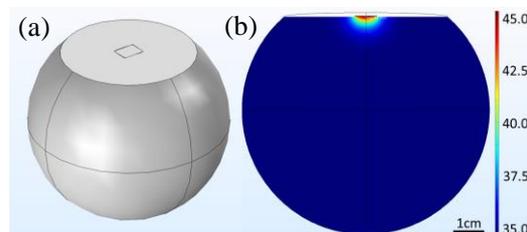


Fig.2 Expected placement of the stimulator.

Fig.3 (a) Simulation model and (b) calculated temperature distribution on *yz* cross-section after 2min operation.

[謝辞] 本研究の一部は戦略的創造研究推進事業 (CREST) 「霊長類の大規模回路の光遺伝学的操作による高次脳機能の解明」により行われた。

[参考文献]

[1] Carabrese *et al.*, *Neuroimag.* **117**, 408 (2015)