

埋植用自己リセット型 CMOS イメージセンサによる内因性シグナルの検出

Intrinsic signal detection by an implantable self-reset CMOS image sensor

○山口 貴大、須永 圭紀、春田 牧人、元山 真由美、太田 安美、

竹原 宏明、野田 俊彦、笹川 清隆、徳田 崇、太田 淳

(奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科)

○Takahiro Yamaguchi, Yoshinori Sunaga, Makito Haruta, Mayumi Motoyama, Yasumi Ohta,

Hiroaki Takehara, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta

(Nara Institute of Science and Technology, Graduate School of Materials Science)

E-mail: ohta@ms.naist.jp

自由行動下のマウスの神経活動を詳細に観察することが可能となれば、知覚や動作に関連した脳機能の解明に大きな前進をもたらすと期待される。特定の波長域における神経細胞周辺の吸光度は神経細胞の興奮と強く相関していることが指摘されており、脳表の吸光度変化を測定することで神経活動を間接的に測定することが可能となる^[1]。

本研究では、非拘束下マウスにおける神経活動イメージング手法の確立を目的として、脳表面に埋植可能な自己リセット型 CMOS イメージセンサを開発し、神経活動に起因した吸光度変化の検出を試みた。自己リセット型イメージセンサは画素内の容量が露光過多により飽和する前に画素をリセットし、画素飽和を回避することで高光強度下における測定を可能としたセンサであり、通常センサより高い信号雑音比で光強度変化の測定を可能とする^[2]。

実験では、Fig.1 に示すようにセンサをマウスの後肢体性感覚野付近に埋植し、外部から中央波長 630 nm の LED 光を照射した。Fig.2 に埋植用自己リセット型イメージセンサによって得られた画像を示す。また、マウスの後肢に電気刺激を与えた際に後肢体性感覚野で得られた信号強度変化を Fig.3 に示す。刺激直後に脳表の吸光度が減少し、10 秒程度の間信号強度が上昇した。

酸化型ヘモグロ빈は還元型ヘモグロ빈に比べ波長 630 nm 付近の光に対して低い吸光度を示すことが知られており、また神経興奮の直後から 10 秒程度の間は神経細胞の周囲で酸化型ヘモグロ빈濃度が上昇することが報告されている^[1]。Fig.3 はそこから予測される信号強度の変化とよく整合しており、自己リセットセンサによる内因性シグナル検出の可能性を示している。

【謝辞】本研究は、日本学術振興会科研費 (26249051 および 15K01289, 15K21164)、立石科学技術振興財団研究助成により遂行され、また東

京大学大規模集積システム設計教育センターを通して、日本ケイデンス株式会社の協力で行われたものである。

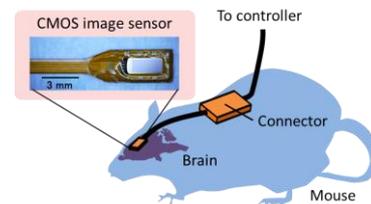


Fig.1 Schematics of neural activity measurement using an implantable image sensor.

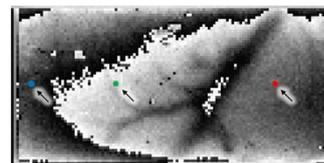


Fig.2 Image of brain surface obtained with a self-reset image sensor. Blue, green, and red points represent pixel1, pixel2, and pixel3 in Fig. 3, respectively.

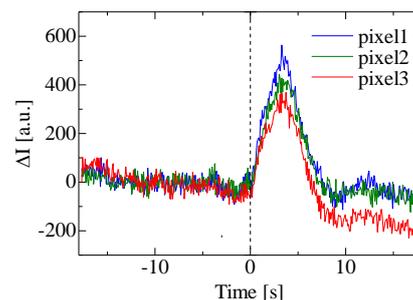


Fig.3 Temporal changes in signal intensity of the pixels. Electrical stimulation of a hind leg was performed at 0 s. The data were averaged over ten trials.

【参考文献】

- [1] Y. B. Sirotin et al., PNAS, 106(43), 18390, 2009
- [2] 山口貴大 他, 応用物理学会春季学術講演会, 11p-D6-2, 2015