

# 電気生理学的計測機能を搭載した生体埋植イメージセンサの試作

## Implantable Image Sensor with Electrophysiological Measurement Function

奈良先端科学技術大学院大学<sup>1</sup>, 九州大学<sup>2</sup>

○(D)杉江 謙治<sup>1</sup>, 笹川 清隆<sup>1</sup>, 竹原 浩成<sup>1</sup>, 春田 牧人<sup>1</sup>, 田代 洋行<sup>1,2</sup>, 太田 淳<sup>1</sup>

Nara Institute of Science and Technology<sup>1</sup>, Kyushu Univ.<sup>2</sup>, ○Kenji Sugie<sup>1</sup>, Kiyotaka Sasagawa<sup>1</sup>, Hironari Takehara<sup>1</sup>, Makito Haruta<sup>1</sup>, Hiroyuki Tashiro<sup>1,2</sup>, Jun Ohta<sup>1</sup>

E-mail: sasagawa@ms.naist.jp

### 1. 背景・目的

本研究では自由行動下における実験動物の脳深部神経活動を光学的小および電気生理学的に観察可能な生体埋植用のマルチモーダル CMOS センサの開発を目指す。

覚醒下の動物から神経活動を記録することは知覚, 認知, 行動の神経基盤を明らかにするうえで重要となる. 生体埋植 CMOS イメージセンサは超小型・軽量化を達成し, 自由行動下マウスの脳機能イメージングを可能にする[1].

イメージングと細胞外記録を用いた手法により高時空間分解能での観察が可能になる[2]. 細胞外記録可能な増幅回路を搭載することで, 生体埋植 CMOS イメージセンサだけでは困難な神経活動を同時に記録することを目指す。

### 2. 生体埋植マルチモーダルセンサ

図 1 に示すように提案するセンサは光学的観察のための画素アレイと細胞外記録のための記録電極用パッドおよび神経アンプを持つ. 神経アンプにより数十  $\mu\text{V}$  から数  $\text{mV}$  と微弱な神経信号を増幅する. 同一チップ上に実装することで記録電極と神経アンプ間距離が抑えられ, 配線に混入するノイズを低減できる一方, 回路間のクロストーク低減が課題となる。

表 1 にイメージセンサの仕様を示す. 図 2 はクロック信号の有無で比較した神経アンプ出力の振幅スペクトルである. イメージセンサのクロック信号 (140kHz) によるノイズが神経アンプの出力に現れている. クロックノイズ成分は 10kHz 以上の周波数帯域に存在している. この結果から神経活動帯域の 1 Hz から 7kHz 程度以外をフィルタリングすることでクロックノイズの影響を低減し, 神経信号の取得が可能であることが示唆された。

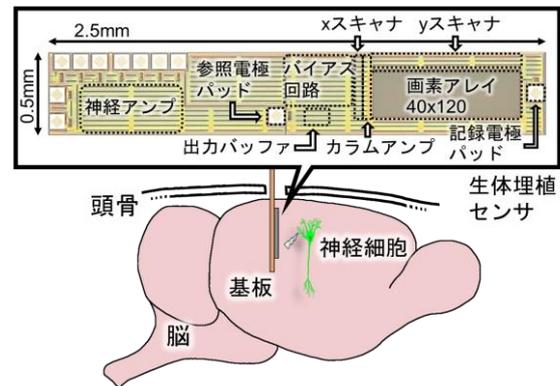


図 1. 生体埋植マルチモーダルセンサ概要

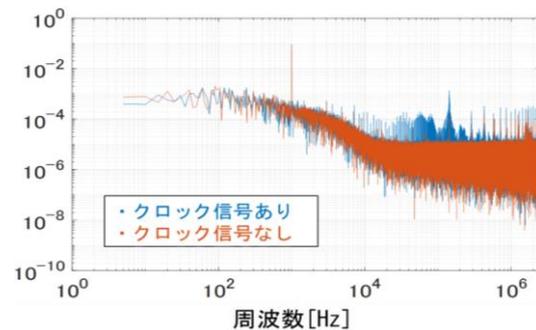


図 2. 神経アンプの振幅スペクトル

表 1. イメージセンサの仕様

Process technology	0.35- $\mu\text{m}$ standard CMOS
Supply voltage	3.3 V
Pixel type	3-transistor APS
Photodiode type	Nwell - Psub
Pixel size	7.5 $\mu\text{m}$ $\times$ 7.5 $\mu\text{m}$
Pixel array size	40 $\times$ 120

### 謝辞

本研究は科研費(18H03780, 18H03519)によって行われた. LSI 設計は東京大学大規模集積システム設計教育研究センターを通しケイデンス株式会社及びメンターグラフィック株式会社の協力で行われた。

### 参考文献

- [1] J. Ohta et al., Proc. IEEE 105, 158-166, 2017.  
 [2] M. J. Donahue et al., eNeuro 5, ENEURO.0187-18, 2018.