

# 人工視覚用ハニカム型 CMOS スマート電極アレイの動物実験による機能検証 In-vivo Demonstration of Honeycomb Array of CMOS Smart Electrodes for Retinal Prosthesis

奈良先端科学技術大学院大学<sup>1</sup>, 株式会社ニデック<sup>2</sup>, °寺田 啓介<sup>1</sup>, 野田 俊彦<sup>1</sup>,  
中野 由香梨<sup>2</sup>, 寺澤 靖雄<sup>2</sup>, 春田 牧人<sup>1</sup>, 笹川 清隆<sup>1</sup>, 徳田 崇<sup>1</sup>, 太田 淳<sup>1</sup>

Nara Institute of Science and Technology, NIDEK Co., Ltd., °Keisuke Terada<sup>1</sup>,  
Toshihiko Noda<sup>1</sup>, Yukari Nakano<sup>2</sup>, Yasuo Terasawa<sup>2</sup>, Makito Haruta<sup>1</sup>, Kiyotaka Sasagawa<sup>1</sup>,  
Takashi Tokuda<sup>1</sup>, and Jun Ohta<sup>1</sup>

E-mail: ohta@ms.naist.jp

## 1. 背景と目的

網膜色素変性症などの網膜機能不全によって失明した患者に対して、埋植された人工視覚デバイスで網膜の電気刺激を行い、視覚を回復させる技術の開発が進められている。中でも脈絡膜上に電極を埋植する脈絡膜上経網膜刺激 (Suprachoroidal Transretinal Stimulation, STS) 方式は、安全性の高い刺激方式として注目されており、既に臨床研究が実施されている。我々は STS 方式人工視覚の次世代型デバイスを開発してきた<sup>[1]</sup>。その最新型では高解像度と広視野角を実現する新たなデバイスアーキテクチャを提案し、デバイスを試作、ex-vivo での刺激機能の実証により、in-vivo 実験へ適応可能であることが示唆された<sup>[2]</sup>。本研究では、試作したデバイスをラットに埋植し、電気刺激による視覚野誘発電位 (Electric Evoked Potential, EEP) を測定することで、デバイスの刺激機能を実証した。

## 2. デバイス構成

今回試作したデバイス Fig. 1 は、7つの単位モジュール (正六角形、対角 1.44 mm) から構成される。1モジュールの片面には7つの刺激電極が実装され、反対面には刺激電極の制御を行う CMOS チップが実装されている。CMOS チップは電源電圧 5 V で駆動され、最大 1550  $\mu\text{A}$  両極性刺激が可能な電流生成機能を持ち、電極切り替え回路によりチップ内の7電極から1電極を指定し刺激を行う。また、ID 回路によりチップ指定 (単位モジュール指定) を行う事が可能で、最大 1792 電極を4本のバス配線で制御可能である。

## 3. 刺激機能の検証

EEP を確認する事で、電気刺激によるフォスフェン (光覚) の発生が期待できる。そこで健常眼ラットの左眼球を露出させ、眼球の強膜を露出させた部位へ刺激電極を押し当て、電気刺激を行った。対向電極から刺激電流波形の記録を行い、ラットの右側頭蓋を開頭し視覚中枢の上丘に設置した記録電極から EEP の測定を行った。刺激電極から出力する刺激パルスは、0~800  $\mu\text{A}$ 、パルス幅 0.5 ms の両極性定電流パルスとした。刺激電流値を変化させ EEP を測定した結果を示す (Fig. 2)。ラットにおける典型的な EEP 波形が確認でき、電流値に応じて EEP のピークが大きくなってい

る。また刺激電極切り替え機能により刺激電極を変化させ、EEP を測定した結果を Fig. 2 に示す。電極の切り替えによって、EEP の変化が確認でき、刺激位置が変化していると考えられる。以上の結果により、今回提案するハニカム型 CMOS スマート電極が人工視覚デバイスとして有用である事が示された。

なお本研究における動物実験は、(株)ニデックの動物実験規程に基づき実施された。

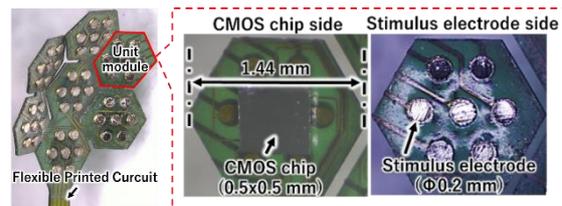


Fig. 1. Photograph of a fabricated device

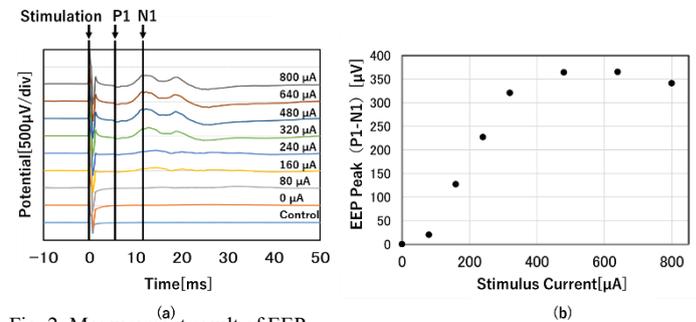


Fig. 2. Measurement result of EEP

(a) Measured EEP (b) Relationship between stimulus current and EEP peak

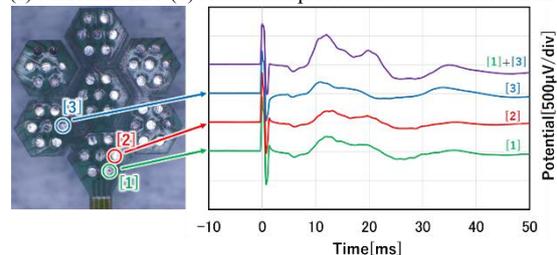


Fig. 3. Relationship between EEP and stimulation position

## 謝辞

本研究の一部は、科研費基盤(C)18K04265 の助成により遂行された。

## 文献

[1] T. Noda et al., *Sensors Mater*, vol. 30, no. 2, 2018.

[2] K. Terada et al., *JSAP2018*, 17p-F306-1, Tokyo, Mar.2018