

高密度 Si マイクロニードル電極アレイを用いた 脳活動信号の空間分解能の評価

Evaluation of spatial resolution of neuronal activity
using a high density array of Si microneedle electrodes

豊橋技大 電気・電子情報¹, 産総研², 豊橋技大 環境生命³, 豊橋技大 EIIRIS⁴

○(M1)小谷 裕太¹, 澤畑博人², 山際翔太¹, 沼野利佳³, 鯉田孝和⁴, 河野剛士¹

Toyohashi Tech. Electrical and Electronic Information Engineering¹, AIST²,

Toyohashi Tech. Environmental and Life Science Engineering³, EIIRIS⁴,

○Yuta Kotani¹, Hirohito Sawahata², Shota Yamagiwa¹, Rika Numano³, Kowa Koida⁴,
Takeshi Kawano¹

E-mail: kotani-y@int.ee.tut.ac.jp

はじめに:脳科学実験やブレイン・マシン・インタフェース技術において、大脳皮質内部の神経回路ネットワークの振る舞いを高い時空間分解能で計測する技術が重要である。しかし、個々のニューロンから発せられる spike 信号 (0.5~3 kHz) は組織液中の受動的伝導の過程で空間的な広がりを持つため、信号自体の空間分解能が必ずしも高くない可能性がある。本研究では、高密度な剣山型 (ニードル) 電極アレイを用いて spike 信号を計測し、実測により空間分解能を明らかにすることを目的とした。

方法:計測には、VLS (Vapor-Liquid-Solid) 結晶成長法により形成した直径 5 μm 、長さ 200 μm の Si マイクロニードルを 150 μm の電極間隔で 1×8 に配置した電極アレイを用いた (Figure 1)。まず、マウス (体重 26.8 g) に麻酔を投与し、外科的手術によって頭蓋骨と硬膜 (bregma から外側 1~4 mm かつ尾側 0~3 mm) を除去した。その後、油圧マニピュレータを用いて電極アレイを一次性感覚野バレル領域 (S1B 野) に深さ 200 μm (大脳皮質第 II/III 層) まで刺入し、対側顔ヒゲへの刺激に対する応答を計測した。

結果:得られた信号からバンドパスフィルタ (0.5~3 kHz, 2 次バターワースフィルタ) を用いて spike 信号を抽出すると、それぞれのチャンネルで感覚刺激に対する応答波形が得られた。ここから、spike 発火のタイミングを閾値検出 (-20~30 μV) とスパイク密度関数 (幅 1 ms) を用いて発火頻度の時間変化を算出し、これがチャンネル間で独立かどうか相関係数を用いて解析した (Figure 2)。その結果、電極間隔 150 μm で相関係数が 0.41 にまで急峻に減衰していることが分かった。このことから spike 信号の分解能は少なくとも、ヒゲ一本ずつの感覚刺激と対応している体性感覚野バレル領域の機能カラム (200~800 μm) よりさらに微小スケールであり、従って、脳信号の空間分解能の計測には 150 μm 以下的高密度電極アレイの開発が重要と言える。

謝辞:本デバイスの作製に携わって頂いた豊橋技術科学大学 河野研究室 2014 年度~2016 年度の学生の方々と大井英生先生に謹んで感謝の意を表します。

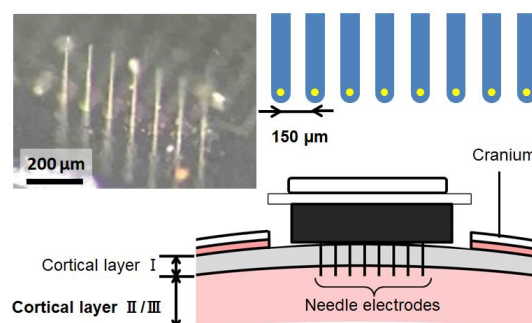


Fig. 1 An array of Si microneedle electrode for *in vivo* recording of mouse's cortex.

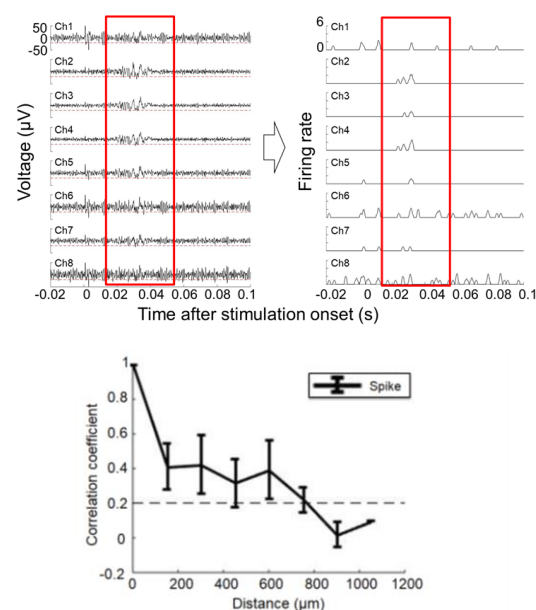


Fig. 2 Correlation coefficient of firing rate between electrodes calculated by spike density function.