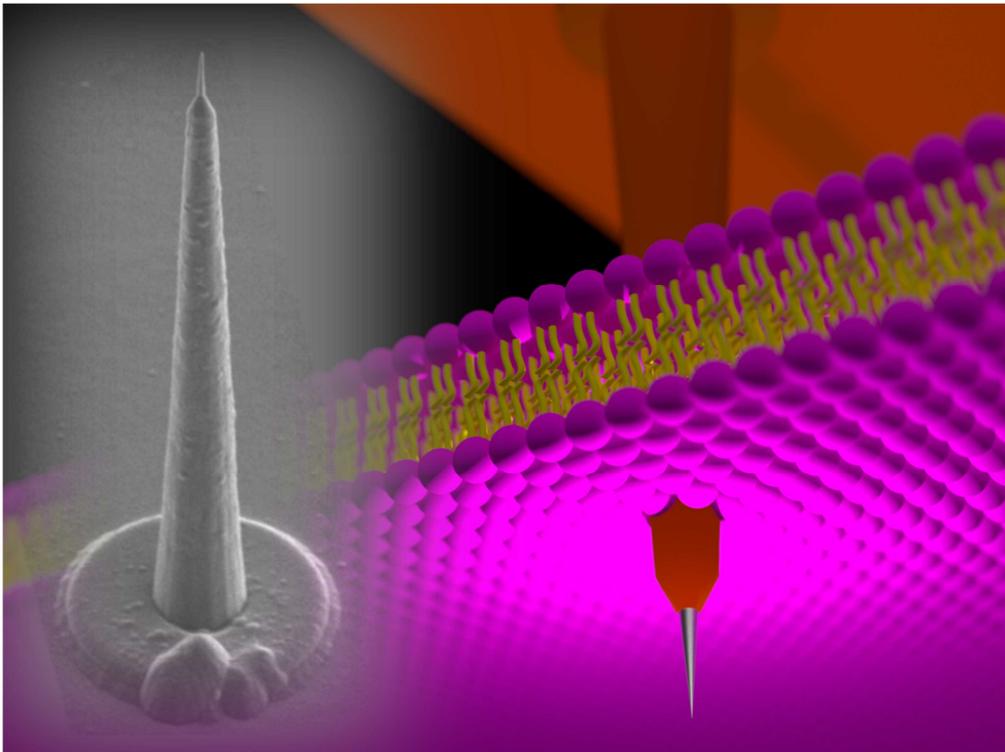




細胞内電位計測のための‘ナノタワー’電極デバイスを開発 —細胞内電位計測のための高アスペクト比・ナノスケール先鋭化マイクロニードル電極—

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 河野剛士准教授らの研究チームは、細胞内電位計測応用として、長さが 100 μm 以上、先端の直径がナノサイズに先鋭化された 3 次元的マイクロプローブ電極デバイスを開発しました。また、開発した電極を用いたマウスの筋細胞への電極刺入及び細胞内からの信号計測を実証しました。研究グループが開発したナノ電極は、長さが 10 μm 程度以下に留まっていた既存のナノ電極デバイスの長さを大きく上回るもので、脳スライスや生体内 (*in vivo*) 計測での組織深部の細胞における細胞内電位計測の可能性を拡大し、脳計測技術さらには私たちの脳の理解を加速させるツールとして今後期待されます。



細胞膜を突き破る高さ 100 μm 以上の‘ナノタワー’電極。シリコン結晶成長技術と三次元的なマイクロ/ナノプロセス技術により、非常にアスペクト比の高い細胞内電極を実現

<研究経緯・研究組織・研究内容・今後の展開>

脳に対する私たちの理解は未だもって不十分で、今後の脳計測技術のさらなる進展が必要です。その中でも電気生理学的手法は脳組織の神経回路網を理解するための有力な方法です。細胞外電位計測と比較すると、細胞内電位計測は信号の電圧値の大きさや信号の質（シナプス後電位等）などの点において優れた方法です。既存のガラス管電極の空間分解能や感度を上回る技術として、ナノテクノロジーを駆使したナノワイヤやナノチューブによる細胞内電位計測用のデバイスが近年開発されてきています。

しかしながら、これらのナノ電極デバイスは製作手法の制約からその電極長が 10 μm 以下に留まっている。そのため、これら従来のナノデバイスでは、脳スライスや生体内 (*in vivo*) 脳組織などの厚みのある生体組織の深部に位置する細胞への応用が困難でした。

本学、電気・電子情報工学専攻の学生・研究者たちとエレクトロニクス先端融合研究所・環境・生命工学系の研究者たちは長さ 100 μm を超える三次元的ナノスケール先鋭化マイクロニードル電極 (Nanoscale-tipped electrode, NTE) デバイスを開発しました。開発した電極ニードルの長さは、従来の細胞内電位計測用ナノ電極の長さを大きく上回り、ナノデバイスによる細胞内電位計測の応用範囲を大きく広げます。また、研究チームは開発した NTE による筋細胞への電極の刺入及び信号計測を実証しました。

筆頭著者である本学博士後期課程および博士課程教育リーディングプログラム(文部科学省・日本学術振興会)の久保田吉博は「従来のナノ電極を用いた電気生理学的手法における技術的な課題は、組織深部の細胞に対する細胞内電位計測です。例えば脳スライス(切片)の場合、損傷の少ない細胞は、切片表面から深さ約 40 μm 以上に位置します。しかし、40 μm 長の高アスペクト比のナノ電極では、そのナノ構造の不十分な剛性のために刺入が困難でした。一方で、私たちが開発した 120 μm 長の NTE は、その円錐に近い電極形状により、細胞や組織を貫くのに十分な剛性を実現できる。」と説明しました。

本研究のチームリーダーである河野剛士准教授は「今回は、提案する NTE デバイスの基礎的な特性結果を示したに過ぎないが、長さ 100 μm 以上のナノ電極アレイを一括製作が可能な今回の技術は、細胞内用のデバイス技術をさらに発展させるもので、また本提案デバイスにより最終的にはこれまでの細胞内計測では困難とされてきた脳スライスや *in vivo* (生体内) 脳組織を含む組織深部での多点同時における細胞内計測の実現が可能性である」と考えています。

今回開発された NTE デバイスは、脳スライスや生体内 (*in vivo*) 脳組織などの組織深部における細胞内電位計測の可能性を拡大させるもので、脳計測技術さらには私たちの脳の理解を加速させるツールとして今後期待されます。

本研究は、文部科学省・日本学術振興会科学研究費基盤研究 S (20226010)、基盤研究 A (25249047)、若手研究 A (26709024)、若手研究 B (22760251)、及び科学技術振興機構さきがけ (PRESTO) の助成によって実施されました。また、筆頭著者の久保田は文部科学省・日本学術振興会の実施する博士課程教育リーディングプログラム(R03)の支援を受けました。また共著者本学 環境・生命工学系 沼野利佳准教授は文部科学省・日本学術振興会科学研究費基盤研究 C (24590350)、公益財団法人武田科学振興財団、公益財団法人旭硝子財団の支援を受けました。

【論文情報】

Yoshihiro Kubota, Hideo Oi, Hirohito Sawahata, Akihiro Goryu, Yoriko Ando, Rika Numano, Makoto Ishida, and Takeshi Kawano (2016). Nanoscale-tipped high-aspect-ratio vertical microneedle electrodes for intracellular recordings, *Small*, Article first published online:

8 April 2016 | DOI: 10.1002/sml1.2016001724

本件に関する連絡先

担当：電気・電子情報工学系 河野剛士准教授 TEL:0532-44-6738

広報担当：総務課広報係 高柳・梅藤 TEL:0532-44-6506