

【電子・情報通信分野】

仮訳

シリコンのコンピューティング能力を脳研究と義肢に役立てる スタンフォード大学開発のBMIデバイス（米国）

2020年3月20日

新デバイスでは、脳内の数百のニューロンをリアルタイムで観察可能に。同システムは、カメラのシリコンチップを改良したものがベースで、ニューロンの電気活動を、写真ではなく動画で撮影。

記事執筆：Taylor Kubota, Stanford University News Service

スタンフォード大学の研究者たちが、脳をシリコンベースの技術に直接接続する新しいデバイスを開発した。ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI)デバイスはすでに存在し、義肢、疾病治療や脳研究などに利用されているが、この最新デバイスは、既存デバイスよりも非侵襲的にデータをより多く記録できる。

「2D のシリコンエレクトロニクスを、3D 構造の脳に適用させた例は、今までありませんでした。」と、スタンフォード大学で材料科学・工学専攻の大学院生、Abdulmalik Obaid 氏は言う。「私たちは、従来のチップ製造の既存の知見を手放し、シリコンエレクトロニクスを 3D 構造に適用するための新しいプロセスを設計しなくてはなりませんでした。それはまた、簡単にスケールアップできる方法である必要がありました。」



開発したマイクロワイヤアレイを持つ、Abdulmalik Obaid 氏（左）と Nick Melosh 氏（右）。脳内の何百ものニューロンの動きを、このマイクロワイヤの束でリアルタイムに観察できる。

（画像クレジット：Andrew Brodhead）

3月20日発刊の「Science Advances」誌に発表された論文によると、同デバイスにはマイクロワイヤの束が含まれており、各ワイヤは最も細い人間の毛髪の半分以下の薄さだとい

う。これらの細いワイヤを脳に優しく挿入し、外部のシリコンチップに直接接続すると、各ワイヤを通過する脳の電気信号を、まるでニューロンの電気活動の動画を撮るように記録できる。現在のバージョンには数百本のマイクロワイヤが含まれているが、将来的には、数千本含められる可能性がある。

「電気活動は脳の活動を最も高解像度で観察する方法の一つです。」と、スタンフォード大学の材料科学工学教授で、論文の共同上席著者である、Nick Melosh氏は言う。「このマイクロワイヤアレイを使えば、個々のニューロンのレベルで起きていることを観察できます。」

研究者たちは、ラットの網膜細胞と、生きているマウスの脳で、新 BMI デバイスを試験した。その結果、両ケースでマイクロワイヤアレイの数百本のチャンネルを通じた有意な信号が獲得できた。現在実施中の研究では、デバイスの脳内に設置可能な時間と、これらの信号が明らかにできることについて、さらに確認する。研究チームが特に関心を持っているのは、学習に関する信号の意味だ。研究者たちは、人工装具、特に発話補助のアプリケーション開発にも取り組んでいる。

待つ価値がある

研究目的を達成するためには、耐久性のみならず、最小限の損傷で脳との密接な接続を確立できる BMI を作製する必要がある、と研究者たちは認識していた。研究者たちはシリコンベースのデバイスへの接続に焦点を当て、これらの技術の進歩を活用しようと試みた。



マイクロワイヤアレイの近距離画像。上部にシリコンチップ、下部にワイヤを取り付けて、脳内に優しく挿入。同デバイスは、ニューロンの活動を動画で撮影可能にする。

(画像クレジット: Andrew Brodhead)

「シリコンチップは極めて強靱で、驚異的なスケールアップ能力を持っています。」と、Melosh 氏は言う。「新技術のアレイは、このシリコンチップと、とても簡単に結合します。チップをアレイの束の露出した端にプレスして、信号を獲得するだけでよいのです。」

研究者らが取り組んだ主な課題の一つは、アレイの構造を解明することだった。アレイは主要なコンポーネントが数百本の微細なワイヤであるにもかかわらず、強度と耐久性を保持しなければならなかった。解決策は、生体に安全なポリマーで各ワイヤを包み、金属の環で纏めることだった。これにより、各ワイヤの間隔が開けられ、適正な配置が確保される。金属環

の下でポリマーを取り除き、各ワイヤを脳に個別に対応させる。

既存の BMI デバイスは、100 チャンネルの信号を提供する約 100 本のワイヤに制限されており、各ワイヤは手間をかけて手作業でアレイに配置しなければならない。研究者たちは、何年もかけて設計と製作技術を改良し、数千チャンネルのアレイの作製を実現した。本研究の一部は、Wu Tsai Neurosciences Institute の Big Ideas grant により、支援された。

「新デバイスの設計は、既存の高密度な記録デバイスとは完全に異なり、アレイの形状、サイズ、密度を、製造時に簡単に変更できます。つまり、あらゆる 3D 配置でも、様々な脳の領域や深度の信号を、同時に記録できます。」と、論文の共同執筆者で、脳神経外科学および神経学の准教授である Jun Ding 氏は言う。「この技術が広く普及すれば、正常時や異常時の脳機能の理解に大きく貢献するでしょう。」

この野心的でありながらエレガントなアイデアを何年も探求した結果、生体組織で試験可能なデバイスを開発できたのは、同プロセスの最終段階になってからだった。

「私たちは、マイクロワイヤを何 km も使ってスケールアップしたアレイを作製し、それをシリコンチップに直接接続しなければなりませんでした。」と、論文の共同主著者で、Stanford Bio-X Bruce and Elizabeth Dunlevie Fellow の、Obaid 氏は言う。「この設計に何年も取り組んだ後、初めて網膜上で試験したところ、すぐにうまくいきました。とても安心しました。」

研究者たちは現在、マウスの網膜を使った初期の試験に続き、アレイの耐久性とスケールアップしたデバイスの性能の確認に向け、長期的な動物研究を実施している。また、デバイスが報告できるデータの種類についても調査している。これまでのところでは、脳内で起きている学習と失敗を観察できる可能性が示されている。研究者たちは、将来的には、このアレイを使って人工装具や発話や視力の回復を補助するデバイスを作製するなど、人間のための医療技術の向上に役立てられる、と期待している。

スタンフォード大学の他の共著者には、Melosh 研究室の元博士課程学生である Mina-Elraheb Hanna 氏（共同代表）、Ding 研究室の元ポスドク研究員で、現在は台湾・中央研究院分子生物研究所に所属する Yu-Wei Wu 氏（共同代表）、Chichilnisky 研究室の大学院生の Nora Brackbill 氏、John R. Adler Professor of Neurosurgery で、眼科学教授の E.J. Chichilnisky 氏がいる。他の共著者には、英国フランス・クリック研究所（共

同代表)、ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン(共同代表)、Paradromics Inc. (共同代表)、チューリッヒ工科大学の研究者らがいる。

Chichilnisky 氏は、Stanford Bio-X および Wu Tsai Neurosciences Institute のメンバーである。Ding 氏は Stanford Bio-X、Maternal & Child Health Research Institute (MCHRI)、および Wu Tsai Neurosciences Institute のメンバーである。Melosh 氏は、Stanford Bio-X と Wu Tsai Neurosciences Institute のメンバーで、Precourt Institute for Energy のアフィリエイト、Stanford ChEM-H のファカルティ・フェローである。

本研究は、米国立衛生研究所(NIH)、国防高等研究計画局(DARPA)、Wu Tsai Neurosciences Institute、英国フランシス・クリック研究所、ウェルカム・トラスト、ヒューマン・フロンティア・サイエンスプログラムおよび英国医学研究審議会(MRC)が支援した。

翻訳：NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典：本資料は、スタンフォード大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Stanford device brings silicon computing power to brain research and prosthetics”

(<https://news.stanford.edu/2020/03/20/bringing-silicon-computing-power-brain/>)

(Reprinted with permission of Stanford University.)