

## M20220131\_01\_Caltech

Caltech、レーザ光で脳活動を記録

**Caltech** の教授は、南カルフォルニア大学の研究者と協力して、レーザ光と超音波を使ってヒトの脳をイメージングする新技術を初めて実証した。

光音響コンピュータトモグラフィ(PACT)として知られるその技術は、**Bren** 医用工学 および 電気光学教授、**Lihong Wang** が、組織や臓器のイメージング法として開発した。PACT の以前のバージョンは、ラットの身体の内部構造をイメージングできることが示された。PACT は、人の乳ガンを検出することができるのでマンモグラムの代わりになる可能性がある。

現在、**Wang** は、その技術をさらに改善して、非常に正確かつ高感度にしており、非常に小さな血管を通して流れる血液量の微小な変化、その血液の酸素化レベルでさえ検出できるほどに精密、高感度になっている。血流は、認知活動中、脳の特別な領域で増加する。例えば、血中濃度と酸素化の変化を示すデバイスは、研究者や医療のプロが脳活動をモニタする際に役立つ。これは、機能イメージングとして知られている。

「胸部イメージングでは、見たいのは血管だけである。そこに、腫瘍の存在が明らかになっているからである(腫瘍は、血管の形成を促進する化学物質を分泌する)。しかし、脳活動のイメージングでは、機能的変化は、ベースライン信号のほんの数%である。計測は、桁違いに難しい」(**Wang**)。

以前は、この種のイメージングは、機能磁気共鳴イメージング(fMRI)装置でしか実行できなかった。これは電波と、地球の磁場よりも 10 万倍強力な磁場を使い、血中酸素レベルをモニタする。装置は、よく機能し、成熟した技術であるが、欠点がある。一つは、非常に高価であり、1 台が数 100 万ドルである。もう 1 つのマイナス面は、装置が作る強磁場のために特別な事前注意が必要なことである。一部の医療ツール、手術によるインプラントなどは、装置の強力な力に引き寄せられる。MRI 装置では、イメージング中に、患者は狭いチューブに入らなければならない。これは、閉所恐怖症の人々には不快である。

対照的に、**Wang** の技術は、遙かに簡素、安価、コンパクトであり、患者はマシンの中に入る必要がない。

それは、レーザ光パルスを頭に照射することで機能する。頭皮と頭蓋骨を通して光を照射すると、脳で散乱され、患者の赤血球細胞の酸素を運ぶヘモグロビン分子によって吸収される。ヘモグロビン分子が光から取り出すエネルギーにより分子は超音波振動する。その振動が組織を通して戻り、頭の外部周辺に設置された **1024** の微小な超音波センサアレイで受信される。そのセンサからのデータは、コンピュータアルゴリズムにより、脳の血流の **3D** マップと酸素化にまとめられる。

ヒトでのその技術をテストするために、**Wang** は **Jonathan Russin** と協働した。

重症頭部外傷の後、患者の中には、救命処置、減圧半頭蓋切開を受けるものがある。これにより頭蓋の大きな部分が切除される。脳腫脹のために圧力をコントロールするのである。**Liu** と **Russin** はカリフォルニア州 **Downey** の **Rancho Los Amigos National Rehabilitation Center** で多くのそのような患者とともに働いている。**Liu** は、そこで、イノベーションと研究主任として働いている。急性損傷から快復後であるが、頭蓋再建手術前に、イメージング技術がどのようにうまく機能するかを見定めるため、この研究に参加する患者を選んだ。

「われわれが、今なお克服する必要がある障害は頭蓋だ。それは音響レンズであるが、悪いものであるので、減衰により信号を歪める。波状の窓から外を見ているようになものである。しかし、多くの患者が片側頭蓋切除を受けている。頭蓋の一部を失うので、イメージングできる」(**Wang**)。

「神経画像処理は、新しい処置パラダイム開発の中核であり、このデモンストレーションは、影響の大きな新しいツールの開発への重要なステップであり、これにより **MRI** ベースの技術など、現在のアプローチの補完ができる」(**Russin**)。

**Lim** は、「機能回復への最も素晴らしい治療アプローチは、**MRI** 環境では調べることができないニューロモデュレーション戦略を必要とする。われわれは、われわれの処置の理解を深め、改善するためにこの新技術の利用を楽しみにしている。この研究への参加者の多くは、最終的に新しい処置を必要としているかも知れないので、究極的に参加者にメリットがあるツールの開発を支援することは素晴らしい方法である」と話している。

患者をイメージングするために研究チームは、レーザー光が頭蓋を照射するように頭を剃った。次に患者は、頭をわずかにボールに乗せてテーブルに横たわった。ボールには、レーザー光源、超音波センサと水が入っている。水は、「仲介者」として機能し、**Wang** によると、センサを頭蓋表面に音響的に結合し、効率的に信号が拾えるようにする。それは、患者が超音波を受けるときに皮膚に塗るジェルと類似である。

将来は、髪の毛や頭蓋による問題の解決を重視している。**Wang** によると、光ファイバを使ってレーザー光を頭蓋の毛囊の間に当てることができれば、患者の頭を剃ることは回避できる。また、最終的には、そのままの頭蓋の患者にその技術を適用できると同氏は考えている。

「頭蓋によって起こる歪に対抗する方法が必要である」。矯正「レンズ」は、画像のアセンブリで歪を補正できる、より強力なデータ処理アルゴリズムとなる可能性が高い。

論文

"Massively parallel functional photoacoustic computed tomography of the human brain," (Nature Biomedical Engineering)