

新しい解析技術や計測技術で新たな脳情報の取得に成功

■概要

平成29年4月の組織改編により、新しく脳情報工学研究室が脳情報通信融合研究センター内に新設された。脳情報工学研究室では、機械学習技術などを利用した新しい解析法や実生活で活用できる脳活動計測装置の研究開発に取り組み、多様な人間のポテンシャルを引き出すために必要な脳情報を取得できる技術の確立を目指している。また、脳機能に学んだ新たな情報処理アーキテクチャの設計を進めている。

平成29年度においては、機械学習技術を利用することで、1年後のうつ病傾向をfMRIデータから推定する基礎技術の確立に成功し、研究成果は、Nature Human Behaviour誌に掲載された。さらに、機械学習技術を利用してMRIデータから統合失調症のバイオマーカーの抽出を試みる研究も続けている。そして、MRI装置という大型の脳計測装置では、計測が困難な実生活における脳計測を実現するための脳波計の開発を進め、実生活において、コミュニケーションを行っている複数人の脳活動を高精度で同時に計測が可能な脳波計のプロトタイプの開発に成功した。また、脳機能に学んだ新たな情報処理アーキテクチャとして、神経細胞のようなインパルスを用いた効率的な通信システムの開発を進めた。

■平成29年度の成果

1. fMRIによるうつ傾向予測技術の開発

相手の取り分が自分よりどれだけ多いか (social value orientation) に反応する扁桃体の活動のパターンから現在と1年後のうつ傾向を予測する技術を確立し Nature Human Behaviour誌に発表した。具体的には、94名の被験者にうつ病傾向を調べるテストのBeck Depression Inventory IIを行ってもらい、その後MRI装置の中で最終提案ゲームという課題を実行してもらった。最終提案ゲームは対案者と呼ばれる役割の人がお金 (今回の場合は500円) の分配を提案し、被験者はその提案を受入れるか、拒否するかを決定する。受入れれば提案通りにお金が分配され、拒否すれば両者の取り分は0となる。従来研究では分配の割合が2割以下の場合、拒否する人が多いことが知られている。本研究では提案

者と提案内容を変えて、被験者に56回の決定を行ってもらった。被験者には1年後にもう一度Beck Depression Inventory IIを行ってもらい、うつ傾向を調べた。提案時の格差に対する扁桃体/海馬の脳活動パターンから現在と1年後のうつ病傾向の予測を、機械学習の1つの手法であるカーネル関数を用いたベイズスパース回帰を用いて試みたところ、予測値と実測値の間に有意に正の関係が見られた (図1)。予測値と実測値の間に見られる正の関係は予測可能性を示す。この結果はヒトの精神状態における他者との比較 (格差) が持つ重要性を示唆し、その背後に扁桃体/海馬の情報処理が存在することを示している。

2. 機械学習技術による統合失調症に関連する脳活動の特定を目指した研究開発

統合失調症は、現実を理解する能力に影響を及ぼす慢性精神障害である。全世界で約2,300万の人々が統合失調症の影響を受けており、主な原因は環境及び遺伝要因である。統合失調症の診断のための客観的検査は現在のところないため、患者が統合失調症の影響を受けているかどうかを医療スタッフが、より正確に判断するのに役立つ新しい方法を開発することを目指している。機能的MRIスキャンデータをより詳しく解析するために、機械学習やネットワークサイエンスの技術を利用している。本研究は、大阪大学に付属された『子どものこころの分子統御機構研究センター』と連携して推進している。データ解析には、次元削減技術及びクラスタリングと組み合わせ、機械学習技術 (例えば、人工ニューラルネット

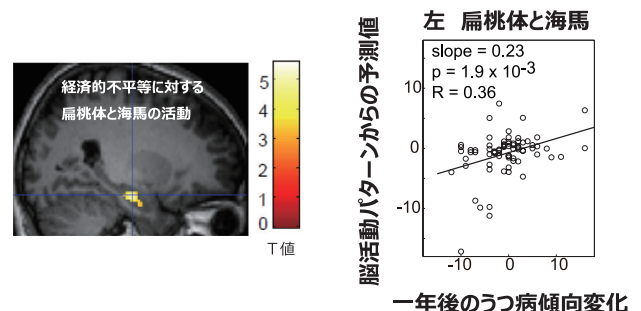


図1 (左) 経済的不平等に関連する脳部位。(右) 一年後のうつ病傾向の変化と脳活動パターンから予測した値との関係。

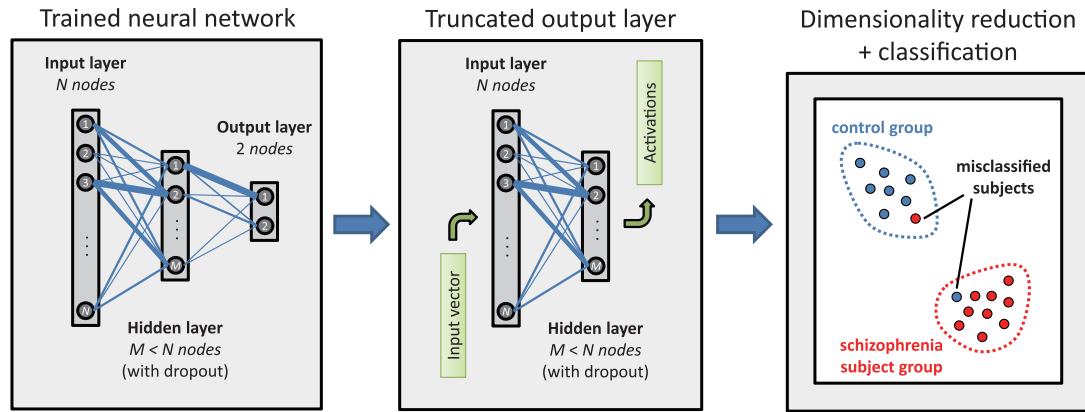


図2 ニューラルネットワークを用いた、統合失調症の検出

ワーク、サポートベクターマシン) を適用した (図 2)。現在のところ、我々の方法は約80%の分類精度を達成することができるが、この精度を更に向上させることを目指している。

3. 実生活において、複数人の脳活動を高精度で同時に計測できる無線時刻同期脳波計のプロトタイプの開発

実生活において、複数人が集まってコミュニケーションをとることは頻繁になされている。このコミュニケーションをとっている複数人の脳活動を高精度で同期計測を実現し得る、無線によりマイクロ秒の精度で同期が可能な脳波計のプロトタイプの開発に成功した。開発した脳波計には無線により時刻サーバーからマイクロ秒以上の精度を保った時刻情報が配信される (図 3)。そして、この時刻情報を計測された脳波データに付加する。これにより、この時刻情報を利用することで異なる脳波計で取られたデータであったとしても、マイクロ秒以上の精度でデータを同期させることが可能となる。これまでの無線による同期においては、数ミリ秒以上のずれが発生するため、高精度で同期する場合は有線で複数の脳波計間を接続していた。しかし、有線で接続されてしまうと、行動が制限されてしまうことから、自然なコミュニケーションの実現は難しい。本研究により実現した、無線でありながら、マイクロ秒の精度で同期可能であり、実生活での複数人の脳活動の計測を高精度で可能とする技術は、自由にコミュニケーションをしている時の脳活動の

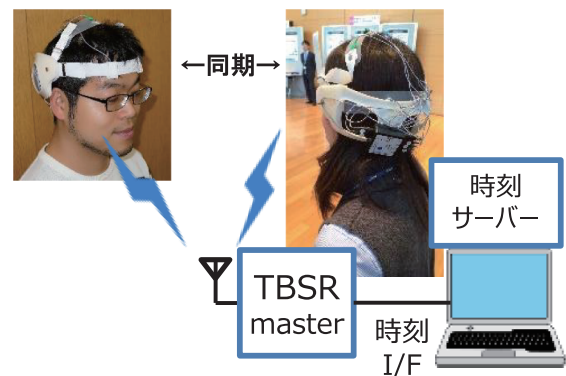


図3 無線時刻同期脳波計の概要図

計測を可能とする重要な技術であると言える。

4. 脳の神経細胞のようなインパルスを用いた通信システムのプロトタイプの開発

脳機能から学んだアーキテクチャを構築し、低エネルギー消費のように脳が優れた特性を持つICTアプリケーションを開発することを目指している。モノのインターネット (IoT) は、最近多くの関心を集めている。IoTでは、小さなセンサノードを大量に使用する。このように大量にセンサノードを使用する場合には、極めて低いエネルギー消費が求められる。これを実現するために、脳の神経細胞と同様の方法、すなわちインパルスを通じてノードを通信させる技術の確立を行った。インパルスによる通信は、情報の符号化及びノード間での効率的な通信を可能とする。このインパルスによって効率的に通信できるノードのプロトタイプの開発に成功した。