

3.9.1 脳情報通信融合研究センター 脳機能計測研究室

室長 田口隆久 ほか 23 名

最先端脳機能計測機器 (7T-fMRI) の稼働

【概 要】

新研究棟で活動を開始した研究センターにおいて、脳機能計測基盤領域の研究開発を担当し、先端計測手法の開発を進めている。今年度導入された、7T-MRI、3T-MRI は、設置後すぐにその性能を発揮している。世界的にも最先端機器である前者では、1mm 角より小さな空間分解能で脳機能に対応した画像を取得することに成功し、後者は、汎用機としてフル稼働し、多くの脳機能データの取得に貢献した。これらの機器を効率よく効果的に先端研究に役立たせるために、運用チームを組織し、安全委員会との連携の下、安全な運用に留意しながら、研究センター所属研究者の研究遂行を支援することができた。このような大型脳機能計測機器の活用に加えて、日常生活の中での脳機能計測に役立てるべく、可搬型脳波計の開発に成功し、企業との連携研究を経て商品化を実現した。研究成果が社会実装された好例である。



図 1 今年度設置された 7T-MRI 装置の外観

【平成 25 年度の成果】

最新の 7T-MRI 装置 (図 1) は、平成 25 年 7 月の設置後すぐに計測準備を開始し、3 か月後には、脳活動変化に対応した極微小領域 (1mm 角以下) の血流量変化の計測に成功した。従来型である 3T-MRI 装置では 3mm 角程度であることを考えると、数十倍の空間分解能の向上が実現した。図 2 の赤および黄色の個々の点が示すように、脳の皮質構造に沿った活動位置の特定に成功した。この結果は、細胞レベルで詳細に研究されてきた脳の局所構造と機能の関係が、MRI 装置で全脳領域にわたり一度で記録できる技術につながる。しかし、7T-MRI は、最先端機器であるが故に、計測条件の調整が難しく、均一でシグナルノイズ比にすぐれた画像の取得は難しい。安定して良好な画像を取得するために、機械系、制御系、ソフトウェア、被験者の制御法などを詳細に検討しているところである。これが達成できれば、さらに 10 倍程度分解能を向上させることも可能になる。

脳の神経回路はミリ秒程度の時間間隔で活

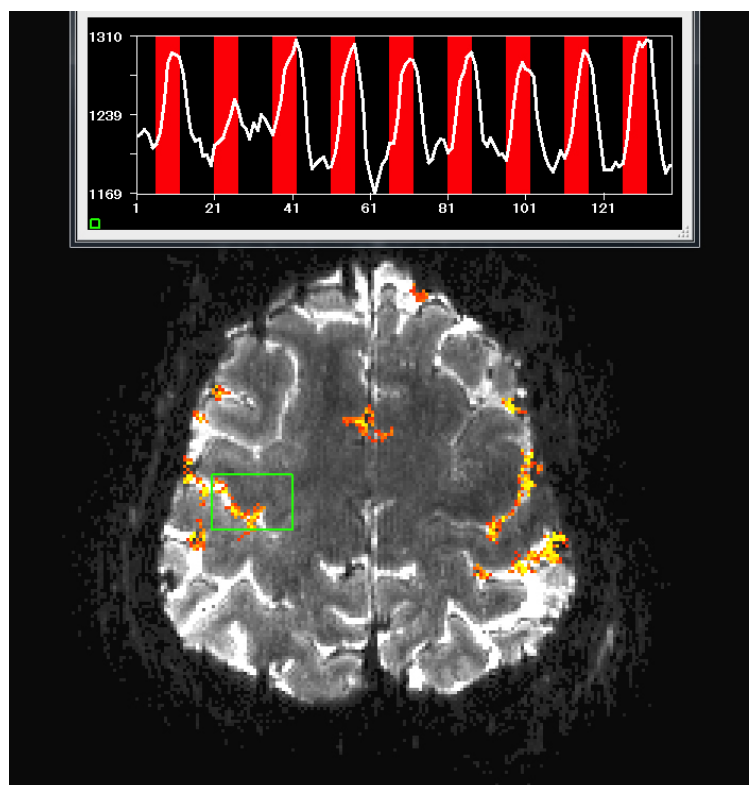


図 2 7T-MRI 装置を用いて撮影した微小領域の脳活動イメージング画像

動している。この時間分解能での脳機能計測には、MEG が適している。新型の MEG 装置が今年度吹田地区に導入され、脳機能計測のための計測条件検討を行った。世界的な液体ヘリウム不足に対応するため、液体ヘリウム回収装置の設計を完了し、次年度設置予定である。MRI 装置は、その特性から時間分解能が秒のオーダーである。個々の神経細胞の活動を追うには不十分であるが、多スライス同時撮像法を用いれば、ある程度時間分解能をあげることは可能であり、この手法の試験的導入にも成功した。また、脳機能画像評価技術の研究開発にも取り組み、品質評価の世界標準策定も目指している。

当該研究室には、大型脳機能計測機器として、吹田地区に 7T-MRI、3T-MRI、MEG、神戸地区に 3T-MRI、1.5T-MRI、MEG があり、これらを安全に、かつ、効率的に活用するために運用チームを編成した。9 名の技術員と補助員が、安全委員会と連携し、実験計画の審査、実験実施日時の調整、機器の調整と操作を分担している。このような体制の下、画期的な研究成果が生まれてきており、研究センター内外から注目を集めている。

現在、一般的な脳波計を利用した脳波計測時には導電性のペーストを頭につける必要がある。しかし、ペーストを利用した脳波計は専門の技術者で無ければ装着ができない、また、ペーストが髪に付着してしまうため取り外した後に洗髪が必要となるなど、ユーザビリティが低い。それ故、Brain Machine Interface といった脳情報通信技術を社会に還元するためには、まず、ペーストを必要としないドライ電極を備えた脳波計を開発する必要があった。ペーストを利用しない場合は電極と頭皮との間の接触抵抗が高くなってしまうことが脳波計測上の問題となるが、高性能なアクティブ脳波電極を採用し、また、髪の間に入り頭皮と接触することが可能なフレキシブル電極チップを開発した。これにより、導電性ペーストを利用した時とほぼ同じ計測データを導電性ペーストなしで計測することができた。そして、可搬性を向上させるために、小型・軽量化をすると共に、Bluetooth によるワイヤレス通信で脳波を転送できるモバイルワイヤレス脳波計の開発を行った。さらに、個々の人の頭の形状の違いを吸収して電極を頭皮にフィットさせることができるヘッドギアの開発も行うことで、より多くの人が簡単に装着できるペーストフリーなモバイルワイヤレス脳波計測システムの開発に成功した(図3)。

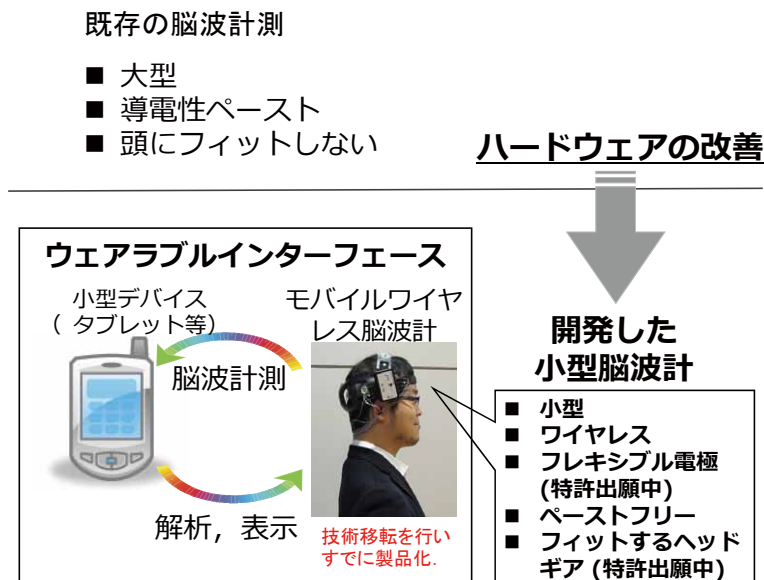


図3 開発したモバイルワイヤレス脳波計