

3.10.1 脳情報通信融合研究センター 脳機能計測研究室

室長(兼務) 田口隆久 ほか 22 名

最先端脳機能計測機器(7T-fMRI)の稼働

【概要】

脳機能計測研究室は、当研究センターの研究4本柱のひとつである、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。大型脳機能計測機器として、4台のfMRI、2台のMEGを保有し、これを用いて先端研究を進めている多数の研究者と機器運用チームを擁している。世界的に見てもトップクラスの陣容であり、この環境での研究を望む研究者が世界中から集まってきている。これらの機器は、専門の技術員が操作を担当し、研究者の要望にすぐ応えることのできる体制が確立できている。世界的にも最先端機器である7T-fMRI装置(図1)は、平成25年度に設置し、構造画像取得に成功しているが、平成26年度は、更に計測精度を高め、機能画像の取得が可能になった。3T-fMRI装置は、汎用機としてフル稼働し、多くの脳機能データ取得に貢献した。また、新しいMEG装置は、ヘリウム再液化装置を組み込むことにより安定した計測が可能になった。これらの機器を効率よく安全に活用するため、運用チームを組織し先端的な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も進めている。また、脳波計測応用として言語理解に脳刺激が有効であることも示すことができた。これらは、第3期中期計画に対応した課題「将来のテーラーメイド情報提示技術や脳情報インターフェイス技術の実現」に位置づけられる研究成果である。



図1 NICTに設置された7T-fMRI装置

【平成26年度の成果】

7T-fMRI装置を用いた構造画像取得については、前年度に空間分解能0.5mm以下を達成したが、今年度は、様々な計測上の工夫をすることによって、脳機能画像(boxel画像)においても、サブmm角の分解能での取得が可能になった。7Tのような超脳高磁fMRI画像取得においては、分解能が高いがゆえ、被験者の体や脳のわずかな動きも計測に影響を与える。この点を改善するためにNICT独自の計測技術の開発に成功した。被験者の心拍を同時計測し、心拍に由来する画像の歪みを推定し自動除去することにより、信号ノイズ比に優れた画像の取得に成功した(図2、3)。これにより、7T-fMRIの高空間分解を生かした脳全体での機能画像取得が安定できるようになり、脳内ネットワーク解析の実現に大きく貢献するものと期待されている。この成果は、第107回日本医学物理学会において学術大会長賞を受賞した。この成果の他にも、画像欠損のない撮像方法の開発や血流に依

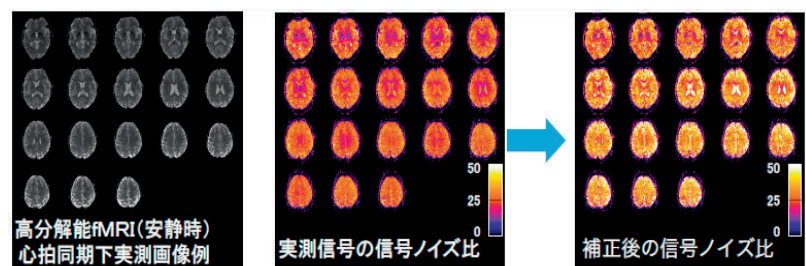


図2 新しい補正法を用いた7T-fMRI画像

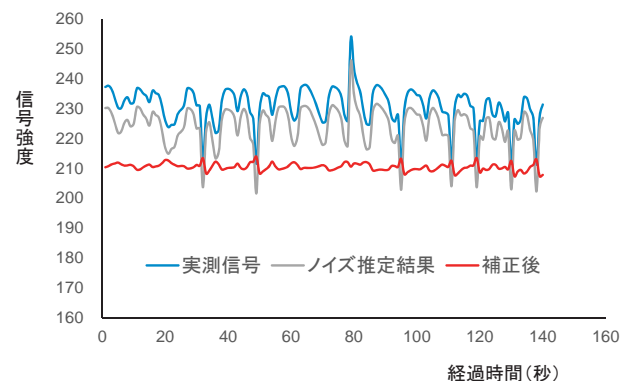


図3 新しい補正法の時間安定性

存しない神経活動の計測法、あるいは、脳内温度の精密測定法などの新技術の開発が進んでいる。

当該研究室には、大型脳機能計測機器として、吹田地区に7 T-fMRI、3 T-fMRI、MEG、神戸地区に3 T-fMRI、1.5 T-fMRI、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、業務に当たっている。10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。このような充実した体制下では、研究員は実験の企画に専念できるため画期的な研究成果が生まれやすくなる。このNICTの研究体制は、研究センター内外から注目を集めている。

fMRIやMEGを用いれば、脳機能の精密な計測は可能になるが、装置が巨大であるため、日常生活での脳機能計測には不向きである。この点を補うため、当該研究室では、ポータブル型でドライ電極を有する脳波計の開発に昨年度成功した。この装置は、今年度に、連携企業により商品化され、すでに100台程度の販売実績を記録している。当該研究室では、脳波計の応用を幅広く推進するため、いろいろな基礎的研究に取り組んでいる。

そのひとつの成果は、外国語の発音を効率よく学習できる技術の基礎の確立である。例えば、日本人にはrightとlightという単語の発音を聞いたときにその音の違いが分からない人が多いように、母国語にない音の違いを認識することは困難である。しかし、Mismatch Negativityと呼ばれる脳波を増強するようにトレーニングすることでこのような音の違いを効率的に認識できるようになることを明らかにした。被験者は、語学学習をしていることを意識することなく、コンピューター画面の円筒形を大きくするように意識するだけのトレーニングを行った。図4に示したように、5日間のトレーニングでこの効果を実証したが、1日のトレーニングだけでも効果が現れていることから、非常に効率的な学習方法であることが分かる。本研究成果はScientific Reports誌に掲載され、特許を出願中である。今後は、社会での実装を目指し、様々な種類の英単語を学習させるための効率的なトレーニング方法の確立などを行うとともに、語学学習以外への展開も指向している。

もうひとつの成果は、言語認知に関わるものである。当研究室の研究員は、2007年に、文脈での意味確定には脳の左下前頭部の活動が重要であることを発見した。この成果に基づき、今年度は、経頭蓋直流刺激(tDCS)により脳左下前頭部を非侵襲的に刺激することにより、意味的曖昧処理が迅速化することを確認した。図5に示すように、対照刺激(青色の棒グラフ)に対して、左下前頭部を刺激した場合(赤色の棒グラフ)の方が、特に、曖昧性のある多義語理解を促進していることが分かった。この成果は、非侵襲的脳刺激により、言語理解のパフォーマンス向上が可能であることを示しており、更に研究を進めることにより、失語症などの患者さんに対するニューロリハビリテーション手法の開発も期待できる。

脳波を増強するニューロフィードバックトレーニングを行うことで、音の違いを学習させることに成功した

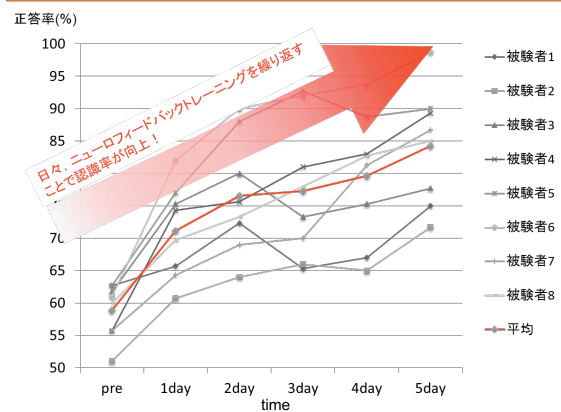


図4 脳波を利用した語学学習効果

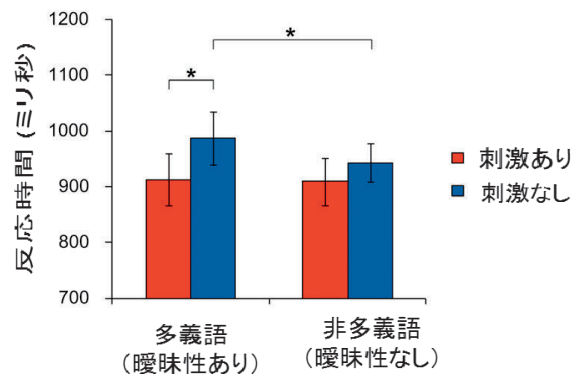


図5 脳左下前頭部刺激による曖昧言語処理向上