

## 論文内容の要旨

博士論文題目

非侵襲脳機能計測による視標運動予測メカニズムの解明とブレインネットワークインターフェースへの応用

氏 名

川脇 大

ヒトの脳機能の解明は科学の大きな目標であると共に医療の分野においても期待が大きい。特に近年、脳とコンピュータやロボットとを繋ぐインターフェースに関する研究が急速に進み、一部実用化もされ始めている。たとえば、サル  
の脳に埋め込んだ電極から計測した神経活動をもとにロボットアームを制御したり、頭部表面より計測した脳波からコンピュータ画面上のカーソルを制御したりすることが可能とされる。しかし、これらの技術を研究者や一般のユーザー向けに開放するには、安全性の問題、精度の問題、ユーザーに対する利便さの問題など、まだまだ多くの課題が残されている。これらの課題に対し、安全な非侵襲計測を複数活用し、高い時空間解像度による計測を実現し、神経科学的知見に基づいた特定の領域の情報を活用するブレインネットワークインタフェースの技術が求められている。本研究では、小さな視標の運動を予測するヒトの脳情報処理の解明と、そのブレインネットワークインタフェース応用が目的である。まず、空間解像度の高いfMRIを用いた研究を進め、外側後頭側頭野の前側および上側における神経活動が視標運動の予測に関わっていることを明らかにした。続いて、このfMRI研究で判明した視標運動予測に関わる特定の局所領域から時間解像度の高い脳活動情報を階層ベイズ脳活動推定法によって取り出せるか検証を行った。その結果、外側後頭側頭野の推定電流から視標速度を再構成し得る情報を取り出せる可能性が示された。また、MEGデータから直接再構成するよりも、階層ベイズ脳活動推定法によって大脳新皮質上の局所領域に推定された脳活動データから再構成するほうが精度が高いことが分かった。

(論文審査結果の要旨)

近年、脳とコンピュータやロボットとを繋ぐインターフェースに関する研究が急速に進み、計測した脳活動からユーザーの意図した行動を、感覚運動器官の代わりにロボットやコンピュータ上で再現することで他人とのコミュニケーションを行うという方法が一部、実現され始めている。その中で、MEGとfMRIなどの複数の安全な非侵襲計測を行い、高い時空間解像度での脳活動の推定を実現し、神経科学的知見に基づいた特定の領域の情報を活用するという、ブレインネットワークインタフェース(BNI)が注目されている。本研究の目的は、1) 滑らかに運動する小さな視標を眼であるいは心的に追跡する課題によるfMRIとMEGを用いた一連の実験を行い、視標の追跡の際の予測をはじめ眼球運動指令や視覚的応答などの課題に関係する皮質領域を同定することと、2) それらの領域から階層ベイズ脳活動推定法によって高い時間解像度で推定した脳活動情報から被験者の追跡した視標速度の再構成を行うことである。本論文の主な成果は以下のように要約される。

1. fMRI 実験の結果、lateral occipito-temporal cortex の特に前側および上側の活動が視標追跡の際の予測に関係していることを明らかにした。さらに、precentral cortex は眼球運動指令や注意、medial superior frontal cortex はサッカードに関わる運動指令、intraparietal cortex はサッカードや空間的注意の定位、dorsolateral prefrontal cortex はワーキングメモリや注意の影響に関係していることを明らかにした。
2. MEG 実験を行い階層ベイズ脳活動推定法によって皮質電流源を推定した結果、視標追跡に関わるそれぞれの皮質領域のうち、lateral occipito-temporal cortex の推定電流から視標速度を予測することができる可能性を示した。

これまで視覚追跡における脳の予測メカニズムに関わる研究は数多く存在するが、視標運動予測に関わるヒトの脳の領域を特定した研究はこれまでになく、さらに、その皮質領域の脳活動から被験者の追跡する視標速度を予測し得ることを示したのも本研究が初めてである。さらに本研究の成果は、筋萎縮性側索硬化症(ALS)、頸髄損傷、重度の関節リウマチ、脳性麻痺など身体が制限されたユーザーに対する、安全で、少ない訓練で操作可能となるようなコミュニケーション用インターフェースへの応用も考えられる。以上のように、意義深い成果が得られており、博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。