

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25280053

研究課題名(和文)作業パフォーマンスを左右する脳内準備メカニズムの解明

研究課題名(英文)Neural correlates of readiness level in humans

研究代表者

山岸 典子(Yamagishi, Noriko)

国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室・主任研究員

研究者番号：50395125

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：同じ人が同じ作業をやる時でも、ある時はうまくでき、あるときはうまくできない。この違いは、作業を行った時の注意や準備状態に大きく左右されている。本研究では研究代表者が開発した「準備内観報告パラダイム」による行動実験の知見を基に、準備状況の進行過程の神経メカニズムを明らかにすることを主目的とした。「準備内観報告パラダイム」に基づいたfMRI並びにMEG実験を実施し、rCMAが準備に関わる脳部位であることを特定した。また、リアルタイムで脳活動を読みだしコーディングができるハードウェアシステムを構築し、脳活動から被験者の注意や準備状況を推定することに成功した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to determine whether oscillatory brain rhythms play a role in the neural processes involved in self-monitoring attentional status. To achieve this goal, we measured cortical activity using MEG and fMRI while participants were asked to self-monitor their internal status, only initiating the presentation of a stimulus when they perceived their attentional focus to be maximal. Our results show that there was a sustained power decrease of alpha activity in the rCMA on the human medial wall, beginning approximately 430 msec after the trial start. We also show that gamma-band power (41-47 Hz) within this area was positively correlated with task performance from 40-640 msec after the trial start. We conclude that the rCMA is involved in processes governing self-monitoring of internal status. Addition to this, we succeeded the online estimation of attentional direction/readiness level by using brain activity with our newly developed the technology.

研究分野：認知心理学

キーワード：注意 準備 MEG fMRI

1. 研究開始当初の背景

近年、作業開始前の脳の内的状態が、その後の作業結果と関係があるという研究報告が視覚、記憶、触覚課題という様々な分野でなされている(Ottenら2006など)。特に作業結果に影響がある要因として、タスク前の注意の状況がよく知られている(Thutら2006など)。しかし、準備レベルが作業結果へ影響することは一般に認められていることではあるが、系統だった研究はほとんどなく、研究代表者自身が近年その影響を行動実験で明らかにした(Yamagishiら2010)。

この研究では、被験者が自ら準備の状態を内観し、十分準備ができた時点を報告する実験パラダイム(「準備内観報告パラダイム」)を提唱し、準備が十分である時は視覚刺激に対する閾値が下がること(感度上昇)を明らかにした。また、準備が十分であると判断するまでの時間は毎回違っており、その分布は1-10秒くらいと幅があり、長い方向に歪んでいる。そして、この時間の逆数分布は正規分布に従うことがわかった。これは、準備信号が時間と共に蓄積されていくが、その蓄積速度の振れが正規分布に従い、閾値に達した時に「準備ができた」と報告するというモデル(Later model, Carpenterら1995)で説明ができる。

2. 研究の目的

本研究では研究代表者が近年開発した「準備内観報告パラダイム」(図1)による行動実験の知見に基づき(Yamagishiら2010)、準備状態の進行過程の神経機序を明らかにすることを主目的とする。

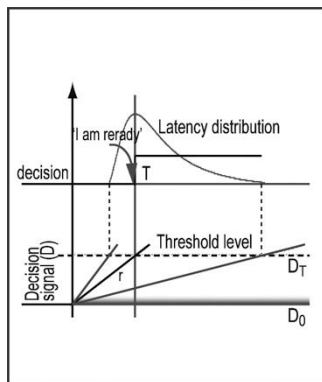


図1

準備状況の変化が脳内のどの場所でどのように表現されているかを解明するために、まず関連脳部位を明らかにすることを目的として機能的核磁気共鳴装置(fMRI)による実験を行う。

時間解像度の高いMEGと空間解像度の高いfMRIの両方の機材を用い、被験者が視覚課題に対して準備を進める過程の脳活動を測定し、階層ベイズ法(Satoら2004)を用いるこ

とでこれらのデータを融合し、被験者ごとに各脳部位でのミリ秒単位の神経活動を推定する。注意などの認知過程は特定の周波数の同期性を変化させることがわかっているため(Wordenら2000)、本研究においても推定された脳活動を周波数成分に変換して解析を行う。各脳部位で、研究代表者らの先行研究で示したモデルのように特定の神経活動(周波数成分)のパワーが蓄積されていき、閾値に達した時点で準備が十分であると報告されたかを検証する。モデルについては類似のものが複数提唱されているため(Amanoら2006)、それぞれについて検証する。周波数ごとにデータ解析を行い、準備レベルが進んで行く過程が、特定の脳部位や周波数でどのように(どのモデルのように)表現されているかを検証する。

3. 研究の方法

本研究の目的は、作業課題結果の成否を左右する準備過程の神経機序を解明することである。そのため、「準備レベルが進んで行く過程に対応する神経機序の解明」をfMRIとMEG実験により行う。fMRIとMEGデータを融合し脳表上の神経活動を推定し、準備に関連する脳部位を同定する。また、リアルタイムで脳活動を読み出すことができるハードウェアシステム構築を行う。ここでは、上記実験の知見を利用し、リアルタイムで準備レベルを推定できるシステムを構築する。

4. 研究成果

「準備内観報告パラダイム」に基づいたfMRI並びにMEG実験を実施し、VBMEGをもちいて、MEGの逆問題をfMRIの結果を緩やかな制限として用いることで、脳表情の4000点にも及ぶ格子点のミリ秒単位の脳活動の推定に成功した(図2)。

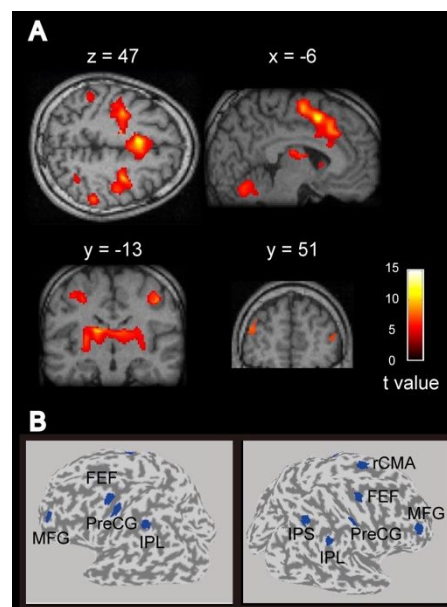


図2

この結果、rCMA(the rostral cingulate motor area) が人が準備を進めるときに関わる脳部位であることを特定した。

また、この部位のアルファ帯域の活動と、ガンマ帯域の活動が特に準備状況に関係していることを明らかにした。アルファ帯域はすべての被験者の準備時にその強さの低下が認められ(図3)、ガンマ帯域は、作業パフォーマンスと正の相関を示した(図4)。

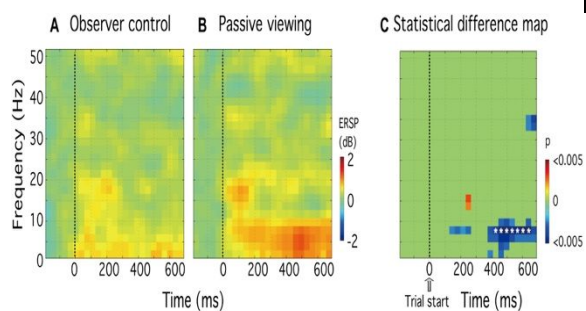


図 3

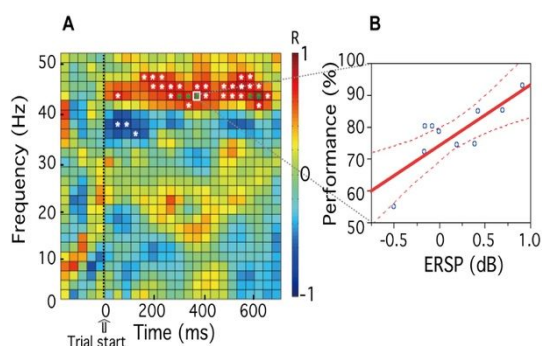


図 4

また、リアルタイムで脳活動を読み出すことができるハードウェアシステム構築を行った。上記実験の知見を利用し、アルファ波帯域とガンマ波帯域の脳活動をリアルタイムで取り出し、デコーディング技術を用いて準備レベルを推定できるシステムを構築することを試み、試作システムの構築に成功した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

1. 山岸 (2016) 脳活動計測による視覚的注意の状態推定. 光学, Vol. 45, No. 1. 特集

企画「視覚における注意のしくみとその産業応用」16-21.

2. Yamagishi, N. & Anderson, S.J. (2013). The relationship between self-awareness of attentional status, behavioral performance and oscillatory brain rhythms. PLOS ONE 8(9): e74962.

Doi:10.1371/journal.pone.0074962.

[学会発表](計 2件)

1. 山岸 (2014年9月10日) 脳から知る心と体の現在・過去・未来 - 個性の理解から教育・スポーツ・リハビリへの応用まで - 、日本心理学会第78回大会、公募シンポジウム SS-032、同志社大学今出川キャンパス(京都府、京都市) 企画者、話題提供者、口頭発表。(Sep. 10-12)
2. 山岸, Anderson (2014年1月24日). 準備状態の内観時の脳活動と作業パフォーマンス. 日本視覚学会2014年冬季大会, 工学院大学(東京都、新宿区). 口頭発表.

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<https://cinet.jp/people/2014287/>

6．研究組織

(1)研究代表者

山岸 典子 (Noriko Yamagishi)
国立研究開発法人 情報通信研究機構
脳情報通信融合研究センター脳情報通信
融合研究室・主任研究員
研究者番号：50395125

(2)研究分担者 なし

()

研究者番号：

(3)連携研究者 なし

()

研究者番号：

(4)研究協力者

Matthew de Brecht