

2019年度 委託研究

## 課題 213

脳波（事象関連電位） - fMRI  
同時計測に関する研究開発

## 研究計画書



## 1. 研究開発課題

『脳波（事象関連電位） - fMRI 同時計測に関する研究開発』

## 2. 研究開発の目的

国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）は、脳情報通信技術を発展させるために、fMRI（functional Magnetic Resonance Imaging）を用いた研究や脳波を用いた研究を進めている。fMRI は詳細な脳情報を取得可能であるが、装置自体が大きいことから実環境での脳活動計測は不可能である。実環境で脳情報通信技術を活用するには、脳波による脳活動計測が有用であり、その活用が期待されるが、脳波は、情報（特に空間的な情報）自体は fMRI に劣るという欠点がある。そこで、脳波データと fMRI データとを関連付け、脳波による脳活動計測結果に fMRI をベースにした神経科学的なエビデンスを付加することで、脳波による脳情報通信技術（例えば、BMI（Brain Machine Interface）やニューロフィードバックなど）に関し、脳波の欠点を補完することができる。

本委託研究は、脳波と fMRI との同時計測データを取得し、fMRI データと脳波のデータをつなぐ技術を開発することにより、脳波による脳活動計測結果に対して、fMRI の情報を付加できるようにすることを目的とする。これまでに、脳波と fMRI の同時計測データに関しての公開データはいくつかあるが、脳波に含まれる成分である事象関連電位と fMRI の同時計測データは少ない。事象関連電位は、既に BMI やニューロフィードバックに活用されていることから、事象関連電位と fMRI の同時計測データを取得することができれば、BMI やニューロフィードバック技術の向上に役立つ。例えば、これまでの研究から、ニューロフィードバックにより、英語のリスニング能力を向上させる技術が存在している[1]が、この技術が向上すれば、より効率的かつ効果的に英語学習をすることができる。また、取得したデータに関しては、将来、公開することにより、脳情報を利用した研究のオープンイノベーションへの貢献が期待できる。

## 3. 研究開発の内容

P300 や Mismatch negativity に代表される事象関連電位[2]は、BMI やニューロフィードバックに活用されている。しかし、事象関連電位の脳活動源の特定に関しては、未だ議論されており、脳内メカニズムに関して、未知な部分が残っている。本委託研究では事象関連電位に関する理解をより深め、実環境において脳情報を活用するために、事象関連電位が現れうる認知課題を実施しているときの脳波-fMRI 同時計測データを取得する。

これまでに、簡単な視聴覚刺激による課題中の脳波-fMRI 同時計測は行われ、そのデータも公開されているものもある[3、4]。しかしながら、このような例は少なく、様々な事象関連電位と fMRI のデータとの間の関連を議論することは難しい。例えば、ニューロフィードバックによる英語リスニング能力の強化[1]に関しては、先述の Mismatch Negativity を利用しているが、Mismatch Negativity が発生する課題時の脳波-fMRI の同時計測データに関しては、公開されているものはない。

そこで、本委託研究では、脳波-fMRI 同時計測データを取得し、さらに、その時の認知能力を測るための認知行動データや安静時脳活動データなどの個人特性を反映するデータを取得す

る。ただし、fMRI と同時計測を行った脳波データには、大きなノイズが重畳している。そのため、このようなノイズが重畳している脳波データから事象関連電位を抽出する解析法を確立する。具体的には、現在、fMRI と同時計測した脳波データからノイズを減らす技術として、計測時の fMRI のシーケンスを工夫することで脳波に重畳するノイズを減らす方法や計測後に信号処理を用いて重畳するノイズを減らす方法が存在しているが、事象関連電位は、何らかの刺激が入力されてから 1 秒以内に発生する。そのため、このタイミングに特化したノイズリダクション法を開発することで、既存のノイズリダクションを高度化し、fMRI と同時計測した脳波から事象関連電位を抽出できるようにする。さらに、高い時空間解像度で事象関連電位に関わる脳活動の特徴づけ（例えば、個人差による違いの明確化）を行うことができる脳波-fMRI 同時計測データ解析法を開発する。

#### 4. 研究開発の到達目標

以下の到達目標を考慮した研究提案を行うこと。

##### 1) 脳波-fMRI 同時計測データの取得

- a. 認知課題を 2 種類以上設定し、各認知課題下での脳波と fMRI との同時計測。認知課題については、提案時に概略を提示し、詳細は採択後にプロジェクトオフィサーと協議すること。
- b. fMRI 計測には 3 テスラの機器を利用すること。
- c. 脳波は 19 チャネル以上の計測を実施すること。
- d. 各認知課題に対して 25 名分以上の脳波-fMRI 同時計測データを取得すること。ただし、実験参加者は神経疾患や精神疾患の既往歴がないものとする。

##### 2) 同時計測データのノイズリダクション技術の確立

- a. fMRI により脳波データ（特に事象関連電位の発生しているタイミングの脳波データ）に重畳しているノイズを信号処理で低減する技術を確立し、fMRI と同時に計測した脳波から事象関連電位を抽出できるようにすること。

##### 3) 事象関連電位に関わる脳活動の特徴づけに関する技術の確立

- a. fMRI と事象関連電位とを関連付け、事象関連電位の活動源や事象関連電位の個人差などを特徴づける技術を確立すること。

##### 4) 公開するデータの生成

- a. 個人情報保護を考慮した加工を行い、かつ広く使われやすい形式での公開を前提としたデータを生成すること。

#### 5. 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採択件数 : 1 件

研究開発期間：2019 年度（契約締結日）から 2020 年度

研究開発予算：各年度、総額 20 百万円（税込）を上限とする。

（提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。）

研究開発体制：単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の実施主体からなる体制とすることを推奨する。

## 6. 提案に当たっての留意点

- 具体的目標に関しては、定量的に提案書に記載すること。
- 脳波-fMRI 同時計測の計測プロトコルの作成と認知課題の選定においては、どのような事象関連電位と fMRI の同時計測が可能かについて提案書に記載すること。
- 研究開発成果の情報発信を積極的に行うこと。
- データ取得に関する実験については、受託した機関における倫理審査を受けるとともに、審査結果及び実験参加者の同意内容を機構に報告すること。
- 取得したデータは、機構が公開できる形で提供すること。
- 機構が所有する MRI の利用を希望する場合は、提案書に記載すること（無償で利用可能とする）。

## 7. 運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。
- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的に行うこと。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合がありますので、留意すること。

## 8. 評価

- 機構は、2020 年度に終了評価を実施する。また、本委託研究終了後に追跡評価（成果展開等状況調査を含む）を行う場合がある。
- 機構は、上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、臨時にヒアリングを実施することがある。

## 9. プロジェクトオフィサー

脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室

成瀬 康

## 参考

1. Ming Chang, Hiroyuki Iizuka, Hideki Kashioka, Yasushi Naruse, Masahiro Furukawa, Hideyuki Ando, Taro Maeda, Unconscious improvement in foreign language learning using mismatch negativity neurofeedback: A preliminary study.

- PLoS ONE. 12(6), e0178694, 2017.
2. 入野宏, 心理学のための事象関連電位ガイドブック, 北大路書房, 2005.
  3. Walz et al., Simultaneous EEG-fMRI reveals temporal evolution of coupling between supramodal cortical attention networks and the brain stem, *J. Neurosci.*, 33(49):19212-19222, 2013.
  4. Walz et al., Prestimulus EEG alpha oscillations modulate task-related fMRI BOLD responses to auditory stimuli, *Neuroimage*, 113:153-163, 2015.