

プログラム名：脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現

PM名：山川 義徳

プロジェクト名：汎用型脳計測

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 29 年度

研究開発課題名：

脳波めがね

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

入來篤史

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

携帯型EEG計測装置試作機を用いて、霊長類が多様な認知行動を日常的に行っている状況での脳活動を長期間持続的に記録することによって、行動解析による集中力状態の遷移と脳活動ピーク軌道との対応関係を見出すことを目的とした。具体的には、これまでに開発した低い侵襲型慢性脳表電極と無線記録システムを駆使して、認知行動課題遂行環境での無拘束EEG記録を継続する。得られた結果を検証し、研究課題2（生田グループ）と共同で装着する電極に改良を加え、少なくとも数ヶ月以上に亘る安定した記録条件を確立する。このデータを用いて研究課題1（田森グループ）が新規に開発した脳波-認知行動パターン相関解析法による統合データベースの信頼性を検証するために、同じデータを既存の確立手法によって解析して比較検討するとともに、より制御可能性の高い認知行動課題を新たに開発して両者の対応関係をより定量的に比較検討して、最終製品（脳波メガネ）の動作信頼性の定量評価を行う体制を確立する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

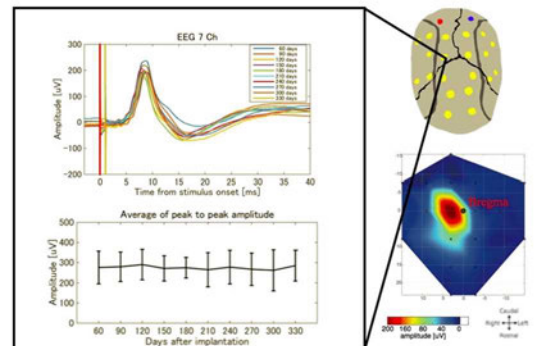
昨年に引き続いて安定的な全脳EEG記録のため、研究課題2（生田グループ）と共同で簡便型絶縁治具の改良を重ねるとともに、それを利用した超低侵襲でメンテナンス・フリー電極装着手術法を確立して、目標とした「数ヶ月程度」を大きく上回る、1年以上に亘る超安定記録を実現することが出来た。また、自由行動下での長期間記録を可能にする多チャンネル脳活動無線データ収集システムの構築を完成し、その動作の長期安定性を検証した。また、研究課題1（田森グループ）と協働して、このシステムから得られるデータを対象として、既存の行動バッテリーを用いて、注意や集中度を含む認知状態遷移と本課題独自の脳活動ピーク運動パターンとの対応関係を抽出して、その妥当性を確実に検証する基盤を確立した。具体的には、脳波解析の観点からは、田森新法とは異なる2つの解析方法（従来の脳波解析法と、独自の高速解析法）を開発して、相互の信頼性を確認したので、田森新法の妥当性をより高精度で検証することが可能となった。また、行動解析の観点からは、既存の認知行動バッテリーシステムに加えて、より集中度の制御が可能な新たな行動解析法を開発したので、本プロジェクトの開発するシステムの改良や検証をより効率的に実行することが可能となった。

2-2 成果

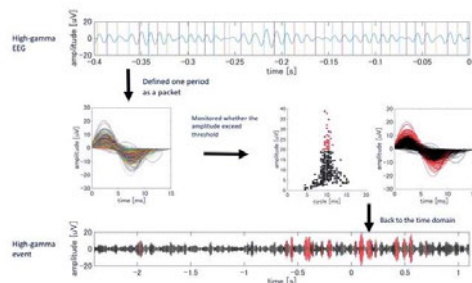
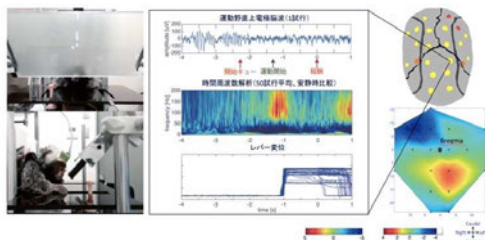
1) 超長期保守不要安定記録法の確立：

昨年に引き続いて、新規開発の侵襲型慢性脳表電極を用いた無線記録システムの動作の安定性と再現性を検証するためのデータを取得した。その結果、当初目標の数ヶ月を大きく超える1年以上に亘って、全く保守管理をする必要なく、安定した電極状態を保つことが確認された。それに対応して、脳表上からの体性感覚誘発電位も減衰・変形することなく、同一の波形で安定的に記録できることが確認された（右図）。

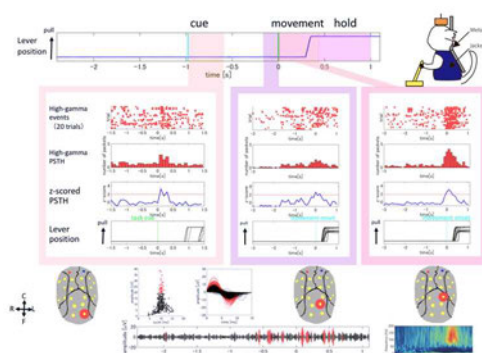
2) 新技術の評価基準となる脳波解析法の開発：



人間に適用する最終製品に近い脳波解析法を確立するために、課題1（田森グループ）で開発する手法の評価基準として、本システムデータに対して昨年から継続して検証をすすめてきた a) 計算に時間がかかり事後処理が必要な従来の法（下図左）、および、今年度より新たに着手した b) リアルタイム検出が可能な新規の高速簡便法（下図右）の2つの方法を適用した結果、相互に信頼性の高い手法を確立する事が出来た。

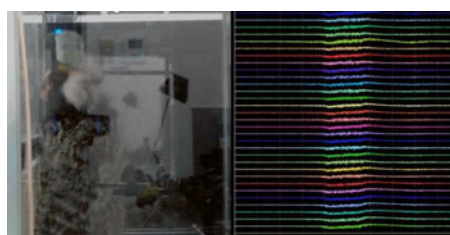


また、この簡便法を用いることによって、全脳に亘る脳活動パタンのリアルタイム解析が可能となることが実証され（右図）、本課題が目指す、より広範で高速の「脳活動ピーク運動パターン」の検出法の評価法として、極めて有効であることが示された。



3) 高度制御可能な認知行動課題の開発：

人間に適用する最終製品に近い脳波解析法の改良・標準化工程をより効率化最適化するために、既存の大規模居住ケージをベースとした認知行動バッテリーシステムに加えて、より細かく段階的に集中度の制御が可能な新たな行動解析法を開発した。具体的には、複数個体が対面する双子ケージを液晶シャッターで仕切り（下図左）、相対してコミュニケーションすることが可能な装置を開発し、2個体の組合せを変えたり、相手が見えるタイミングを制御したりして、相手への注意度や関心度を変調させることによって「集中度」をコントロール出来るメカニズムを組み込んだ。また、この装置の中で上記の多チャンネル脳波無線記録が安定的に記録出来る（下図右）を確認した。現在、この装置を用いて操作可能な種々の認知機能バッテリーを追加開発している。



2-3 新たな課題など

現在までの開発によって、単一個体での迅速正確なシステム評価法がほぼ完成したといえる。ただ、社会的文脈における本開発システムの検証には、複数個体での相互作用などを通じた介入評価が不可欠である。現在2頭目の評価対象個体を準備中であり、それを追加することによ

ってより高度な検証が可能となることを企図している。これによって、ヒトを対象とした最終製品の性能評価過程がさらに効率的で正確・高速化することが期待される。

3. アウトリーチ活動報告

担当研究課題3としては、今年度は特段のアウトリーチ活動は行っていない。