

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名: BMIオープンイノベーションのための脳活動マルチモーダル計測データの解析とその応用技術の研究開発
- ◆副題: Ready-to-Use非侵襲高パフォーマンスBMIのためのキャップ型脳波-脳磁図同時計測法と脳モデルと人工知能を用いたデータ生成技術の開発
- ◆実施機関: 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
- ◆研究開発期間: 平成30年度から令和2年度 (3年間)
- ◆研究開発予算: 総額150百万円 (令和元年度50百万円)

## 2. 研究開発の目標

新しい非侵襲脳計測技術の確立、皮質脳波と頭皮脳波を繋ぐ脳信号解析アルゴリズムの開発、そして脳情報解読アルゴリズムの高度化を行うことにより、皮質脳波BMIの臨床応用の基礎技術となり得るReady-to-Useの非侵襲高パフォーマンスBMIの実現を目指す。

## 3. 研究開発の成果

### 項目1-1. キャップ型脳波-脳磁図同時計測法の研究開発

- 光ポンピング磁力計(OPM)は起動するための環境磁場条件が厳しく50nT以下でないとならぬと測定ができない。シールドルーム内の残留磁場を打ち消すキャンセリングコイルを作製し発生磁場を精密に微調整する制御装置を作製した。その結果、残留磁場は1/100まで下げることが可能になった。(図-1、2)
- OPMを取り付けるためのソケットフォルダーを試作しキャップに装着しキャップ型脳磁図測定器を試作した。(図-3)
- OPMセンサーの座標・方向ベクトルの取得方法:座標はOPM底辺角を磁気を利用した3次元測定器で測定し推定する。(図-4)



図-1 シールドルーム内のキャンセリングコイル

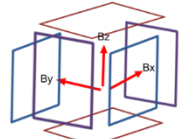


図-2 キャンセリングコイルの構成



図-3 OPMのフォルダーとキャップ(OPM2mock)

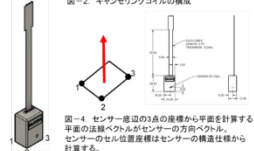
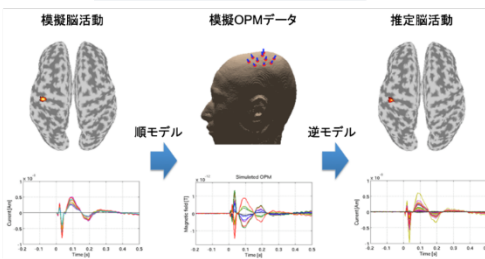


図-4 センサー底辺の3点の座標から平面を計算する平面の法線ベクトルがセンサーの方向ベクトル。センサーのセル位置座標はセンサーの構造仕様から計算する。

### 項目1-2. キャップ型脳磁図計測からの皮質脳活動推定法の研究開発

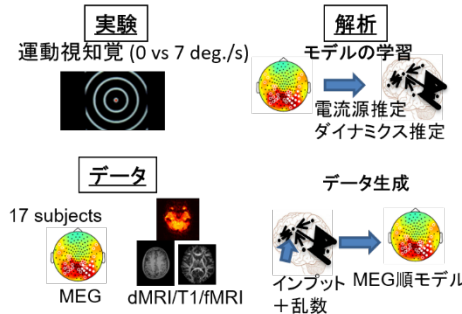
- 光ポンピング磁力計(OPM)データからの皮質脳活動推定に向けて、順モデル及び逆モデル構築のための手法開発及びプログラム実装を行なった。
- 開発手法の妥当性を、シミュレーションデータを用いて検証した。
- 体性感覚刺激課題を想定したOPMシミュレーションデータから、開発手法を用いて脳活動を推定した。
- 結果、高い精度で脳活動推定が可能であり、開発手法の有効性が示された。

#### シミュレーション実験の概要



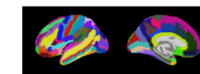
### 項目2. マルチデータ統合・ダイナミクス学習によるデータ生成技術の脳情報解読への応用

- マルチデータ統合・ダイナミクス学習によるデータ生成技術を開発し、脳情報解読問題へ応用した。
- 脳波・脳磁図・拡散MRI・fMRI・T1-MRIを組み合わせて、タスク時の脳活動ダイナミクスを学習した。ダイナミクスに人工的な入力を加えることにより、疑似脳磁図データの生成を行った。
- リング刺激の動きの有無を脳磁図データから判別する脳情報解読問題に対して、10000サンプル生成したデータを用いて3層ニューラルネットワークを学習したところ、ベースラインの方法に比べて、3%程度精度向上を確認した。

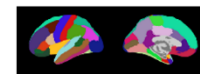


### 項目3. OPM皮質脳活動推定法オープンソース化のためのプラットフォームの整備

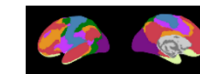
- OPMの皮質脳活動推定法をオープンソース化するためのプラットフォームとして利用予定の電流源推定ソフトウェアVBMEGの更新とドキュメント整備を行った。
- 具体的には、最新のMATLAB環境で動くようにパッチ生成関数を更新し、新しい脳地図4種類を研究用に公開した。
- ユーザーがアクセスしやすくするために、ソフトウェア公開用ウェブページのデザインを大幅に変更した(<https://vbmeg.atr.jp/v22>)。



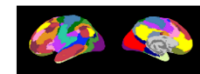
Destrieux Atlas



Desikan-Killiany



Yeo2011\_7Networks



Yeo2011\_17Networks

#### 4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
0 (0)	0 (0)	6 (3)	13 (11)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

##### ●「研究会：最新のEEG/MEG研究と電流源推定法の現在地」の開催 (2019年11月26, 27日)

計測の多チャンネル化・計算機の高性能化・脳構造モデルの高精度化に伴い、EEG/MEGの生データから脳内の活動源をイメージングする“電流源推定法”の適用が進み、EEG/MEG研究の重要性が増してきている。この研究背景のもと、電流源推定法に関する最新の知見を共有することが重要であると考え、電流源推定法を主題にした研究会を開催した。我々が開発する電流源推定ソフトウェアVBMEGのチュートリアルを行うとともに、電流源推定の開発者として、最新の研究成果をもとに、電流源推定法の長所・限界・気を付けるべきことについての知見をシェアした。また、外部機関からの7件の発表があり、手法の応用可能性・拡張可能性について議論した。日本全国から医師・学生・ポスドク研究者など30人の参加者が集まり、活発な研究討論が行われた (<https://bicr.atr.jp/cbi/mini-workshop/>)。

##### ●電流源イメージングソフトウェアVBMEGの整備と公開用ウェブページの刷新

OPM皮質脳活動推定法をオープンソース化するためのプラットフォームとして利用予定の電流源推定ソフトウェアVBMEGの更新とドキュメント整備を行った。具体的には、最新のMATLAB環境で動くようにパッチ生成関数を更新し、新しい脳地図4種類を研究用に公開した。ユーザがアクセスしやすくするために、ソフトウェア公開用ウェブページのデザインを大幅に変更した(<https://vbmeg.atr.jp/v22/>)。

#### 5. 今後の研究開発計画

中間目標達成に向けての以下の研究を実施する。

1. 光ポンピング磁場計(OPM)を利用した脳磁場測定を安定して運用可能な実験系として構築し、脳波(EEG)と同時計測可能な系に拡張することを目標とする。
2. シングルダイポールベンチマークを用いたシミュレーションにより位置誤差5ミリ以内を目指す。また、ベンチマーク的な実験パラダイムである定常視覚刺激や聴覚刺激、体性感覚刺激などの実験データについても検証をおこない、従来のSQUIDセンサを用いた推定結果と比較し同レベルの局在性を示す。
3. 脳科学の知見を利用した生成モデルを構築し、脳情報解読アルゴリズムの高度化への可能性を示し、10%の精度向上への道筋を示す。
4. 検証用に計測した脳波-脳磁図同時計測データ(被験者2名以上、課題は視覚・聴覚・体性感覚など基本的な実験パラダイムから2個以上)およびアルゴリズムを実装したソースコードの公開を行う。