

平成28年度研究開発成果概要書

採択番号：173

課題名：脳活動推定技術高度化のための測定結果推定システムに向けたモデリング手法の研究開発

個別課題名：

副題：脳機能ネットワークダイナミクスプラットフォームの構築

(1) 研究開発の目的

脳研究への高まる社会的ニーズに応えるためにも、頑強で汎用性の高いブレイン・マシン・インタフェース技術の開発が望まれる。現在抱えるブレイン・マシン・インタフェースの脳情報抽出器（デコーダ）の脆弱性の問題の根本原因は、利用者やタスクに完全にカスタマイズするために一つの実験の限られた少量データ（情報）からデコーダを作成している点にあると考えられる。異なるタスクや異なる被験者、異なる脳計測のデータを有効に利用することができれば、この問題は解決される。そのためには、メタな視点からタスク間の構造や被験者間の構造を抽出し、その構造を各タスク・各被験者に適応する方法が必要となる。

本研究では、一つの実験を超えた複数タスクや複数被験者からなる大規模データから“構造（規則性）”を抽出する研究、“構造”を場面場面に適応させる方法の研究、複数計測データを統合する研究を行うことによって、頑強で汎用性の高いブレイン・マシン・インタフェース技術の開発に貢献することを目指す。特に、脳機能ネットワークダイナミクスモデルという生理学的知見に基づいた“構造”の上に、“ヒト脳機能データ推定システム”を構築することを目指す。ネットワークダイナミクスモデルに脳機能データ（EEG/MEG/fMRI/NIRS）、脳解剖データ（MRIや拡散MRI）、環境情報（刺激や課題）など複数の情報を集約する方法、各タスク・各被験者に適応させる方法の研究を行うことによって、タスク汎化性や被験者汎化性を持ったヒト脳機能データ推定システムを構築することを目的とする。個々のデータを集約するプラットフォームを構築することによって、基礎神経科学の知見統合に寄与する。

(2) 研究開発期間

平成25年度から平成29年度（5年間）

(3) 実施機関

株式会社国際電気通信基礎技術研究所〈代表研究者〉

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 799 百万円（平成28年度 150 百万円）  
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目1：入力パラメータの圧縮と脳モデルの高度化

1-1：入力パラメータの圧縮

1-2：脳モデルの高度化

研究開発項目2：環境・ユーザの影響を評価できるヒト脳機能データ推定システムの開発

2-1：様々な刺激環境に対する脳活動モデルの構築とこれに基づく

ヒト脳機能データ推定システムの開発

(28-1)

2-2：ユーザ(個人)の相違を考慮した脳モデルの構築とこれに基づく  
ヒト脳機能データ推定システムの開発  
研究開発項目 3：推定システムが出力する脳活動テストデータの妥当性の検証

株式会社国際電気通信基礎技術研究所が単独で担当している。

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

|      |            | 累計（件） | 当該年度（件） |
|------|------------|-------|---------|
| 特許出願 | 国内出願       | 1     | 0       |
|      | 外国出願       | 0     | 0       |
| 外部発表 | 研究論文       | 22    | 13      |
|      | その他研究発表    | 96    | 27      |
|      | プレスリリース・報道 | 6     | 6       |
|      | 展示会        | 0     | 0       |
|      | 標準化提案      | 0     | 0       |

(7) 具体的な実施内容と成果

- **研究開発全体**

**目標：**平成 27 年度までに開発した技術を用いて、ヒト脳機能データ推定システムの実験データを用いた検証を行う。また、ヒト脳機能データ推定システムの要素技術となるネットワークダイナミクスモデルや刺激モデルの改良・研究開発を継続する。

**実施内容：**研究開発項目 1 ではモデル化のための情報抽出アルゴリズムの開発とネットワークダイナミクスを理解する方法の提案、研究開発項目 2 では脳ダイナミクスのユーザ間の違いを検討する方法を開発し、研究開発項目 3 では推定システムの一部(MEG データ・EEG データ)の実験データによる検証を行った。

- **研究開発項目 1-1 入力パラメータの圧縮**

- 1-1(1) 画像からの質感抽出および形状抽出との相互作用の調査

多層ニューラルネットワークを用いて質感情報の抽出を行った。画像に 3次元形状情報を付加して学習を行ったところ、学習されたフィルタで画像と形状との相互作用が見られた。

- **研究開発項目 1-2 脳モデルの高度化**

- 1-2(1) 脳神経活動推定のための階層バイズモデルの開発

脳神経活動データからサンプリング周波数より高い精度で活動時系列を推定するため、複数の階層バイズモデルを開発し、シミュレーションデータでその有効性を確認した。

- 1-2(2) 脳ネットワークダイナミクスを理解する方法の開発

信号伝達イベント解析法を提案し、顔知覚時のデータに適用したところ、100~200 ミリ秒の間の初期視覚野と高次視覚野の信号伝達イベントを確認した。

- **研究開発項目 2-1 様々な刺激環境に対する脳活動モデルの構築とこれに基づくヒト脳機能データ推定システムの開発**

- 2-1(1) 単純感覚刺激に対する脳ネットワークダイナミクスモデルからの情報抽出

運動知覚課題時の脳ネットワークダイナミクスモデルから MT への信号の流れを推定した。結

(28-1)

果、BA17, 18, 19 から MT への生理学的に妥当な信号の流れが推定された。さらに、これらの信号の流れは被験者間で共通していることを示した。

#### 2-1(2) 呈示モダリティが短期記憶ネットワークのダイナミクスに与える影響の検討

視覚的短期記憶における脳ネットワークダイナミクスの共通性を確認した。記憶負荷量の差によって頭頂-後頭の賦活が亢進することを明らかにした。Test-retest 法によって、この現象の再現性は EEG よりも MEG で推定された電流の方が優れることを示した。

- **研究開発項目 2-2 ユーザ(個人)の相違を考慮した脳モデルの構築とこれに基づくヒト脳機能データ推定システムの開発**

#### 2-2(1) 被験者間共通の MEG デコーダーの作成

MEG のセンサを二次元平面に射影し、二次元マップ上でコンボリューションを行うディープニューラルネットにより、被験者間の位置ずれを補正しつつ、視覚刺激を予測する MEG デコーダーを作成する方法を提案した。

#### 2-2(2) 脳ネットワークダイナミクスの粗視化による複数被験者解析手法の開発

脳活動を領野レベルに粗視化する「結合自己回帰部分空間(COARS)」法を開発し、シミュレーションで有効性を示した。さらに顔知覚課題 MEG データに適用し、複数被験者に共通した脳ネットワークダイナミクスモデルを同定した。

- **研究開発項目 3 推定システムが出力する脳活動テストデータの妥当性の検証**

#### 3(1) ヒト脳機能データ推定システムの実験データによる検証

MEG 電流源から EEG データ、EEG 電流源から MEG データの生成がほとんど出来ないことを確認した。しかし、MEG+EEG 電流源を用いれば、MEG データ・EEG データ双方を生成できることが分かった。