

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

P M 名：山川義徳

プロジェクト名：携帯型 BMI

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

個人特性予測

研究開発機関名：

京都大学

研究開発責任者

水原啓暁

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

神経活動の振動の位相による情報処理に着目して、脳波ネットワークの因果関係および結合関数を同定する手法を開発することを目的とする。複数の振動子のネットワークは位相振動子モデル(蔵本モデル)で記述可能なことが示されている。そこで、位相振動子モデルにもとづき、脳波で計測する振動子間のネットワークの因果性および結合関数を同定する技術を開発する。さらに、頭皮上で観察する脳波の電流源推定を、脳波と機能的 MRI の同時計測に基づいて実現することで、個人認証に利用するノイズ誘起脳波活動の起源について、その詳細を検討することを目的としている。

前年度までに、振動子間の因果関係について結合振動子モデルにより推定する手法を構築した。本研究開発では全研究期間を通じて、頭皮上で計測した脳波データを脳内の皮質部位での個別振動子に分離するとともに、その振動子間の因果性解析および結合の内部ダイナミクスを推定する手法を構築することを計画している。その一段階目の研究開発として、脳波データを独立振動子として取り扱うことで、振動子間の因果性およびその結合の内部ダイナミクスを結合振動子モデルにより推定する手法の開発を開始している。

平成 28 年度においては、開発した結合振動子モデルによる解析手法の妥当性を検証するために、シミュレーションデータ、電子回路を用いた実測データおよび脳波計測データを対象として結合関数を推定した。また、個人認証に利用するノイズ誘起脳波の起源を探索するために、脳波と機能的 MRI の同時計測を開始した。平成 28 年度においては、特に、機能的 MRI と同時計測した際の脳波データにおいても、MRI 環境下ではない通常の脳波計測と同様な結果が得られるようなノイズ画像刺激のパラメータを探索した。

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

結合振動子モデルによる振動子間の内部ダイナミクスの推定手法開発について、平成 28 年度はシミュレーション実験、電子回路を用いた測定データを用いた検証、および実際の脳波計測データを用いた際の検証を実施した。また、脳波と機能的 MRI の同時計測については、ヒト実験参加者へノイズを視覚提示している際の脳波と機能的 MRI の同時計測を実施し、このときの脳波データにより、MRI 撮像下ではない通常の脳波計測時と同様に個人認証が可能かを検証するとともに、視覚刺激強度などのパラメータを調整することで最適な実験条件の探索を行った。

2-2 成果

前年度までに確立した結合振動子モデルによる振動子間の結合内部ダイナミクスの推定手法の検証を行った。解析手法の正当性を検証するため、数値シミュレーションを行うとともに、結合状態を理論的に記述可能な実験系として電子回路を用いた測定データへ適用して検証を行った。その結果、数値シミュレーションデータにおいて結合振動子モデルにより推定した振動子間の結合関数が理論値と一致する

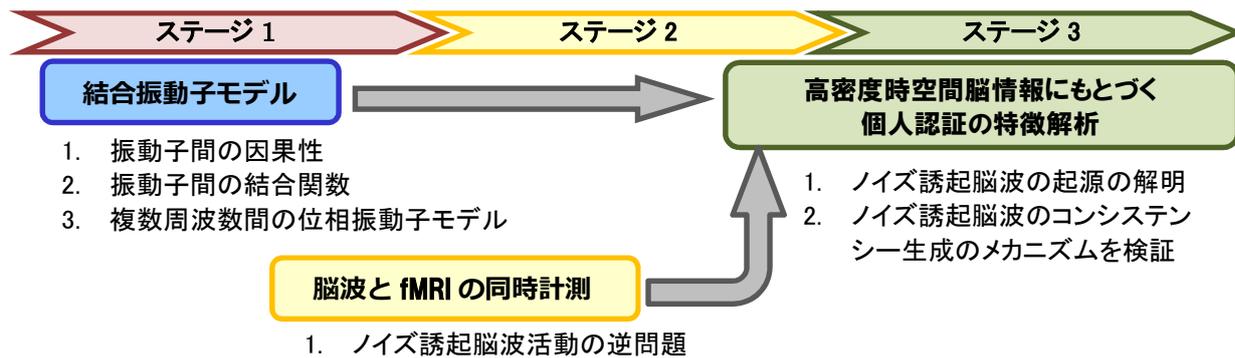


図 1 研究開発のマイルストーン

ことを確認するとともに、電子回路実験においても正しく振動子間の結合関数を推定できていることを確認した。さらに、この手法を脳波データに適用可能であることを確認することを目的として、認知心理実験課題遂行中の脳波データに対して適用した。その結果、実験設定において期待される方向の結合が正しく推定される結果を得たことより、脳波データに対してその結合の態様を詳細に検証可能な手法として構築できていることを確認した。

また、脳波と機能的 MRI の同時計測については、ノイズ画像刺激を提示した際の脳波データが、MRI 環境下において計測した場合においても個人認証に用いることが可能かを検証した。機能的 MRI と同時に計測する脳波データには、MRI の高磁場環境に由来するノイズが重畳することから、この確認は必要不可欠な研究ステップとなっている。平成 28 年度においては、ノイズの影響は残るものの個人認証可能な脳波データを得るための実験刺激のパラメータ設定などを実施した。

2-3 新たな課題など

脳波と機能的 MRI においては、MRI 環境に由来するノイズが脳波データに重畳している。計測後の事後処理によりこのノイズの低減を行うとともに、個人認証に用いるノイズ画像の刺激パラメータを調整することで、MRI 環境下ではない脳波データの場合と同様に、個人認証可能となっている。しかしながら、ノイズの影響が残っているため、ノイズ誘起脳波による個人認証の起源を検証するためには、より MRI の高磁場環境由来のノイズの影響を低減する必要がある。そこで引き続き、ノイズ画像刺激のパラメータ調整を行うとともに、MRI の撮像方法を調整するなど、最適な測定条件を探索する予定である。

3. アウトリーチ活動報告

神経科学においてその脳機能を理解する上での脳波振動子ネットワークの重要性について、以下の一般市民向けのイベントにおいてアウトリーチを実施した。

- ・ 平成 28 年度 京都大学情報学研究科 公開講座
生命や社会の「つながり」を科学する、青柳富誌生（2016 年 8 月 11 日実施）