

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：携帯型 BMI

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：

脳状態推定と誘導

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

北城圭一

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

全研究期間では視覚共通ノイズにより誘起される脳波非線形ダイナミクスの一貫性特性を用いた個人認証、個人特性分類手法の実現を目指す。29年度はより精度の高い個人特性分類手法の確立を目指し、ノイズ誘起脳波のダイナミクスや個人差の詳細の脳波計測解析基礎技術の確立を目指し脳波実験を引き続き行い、解析手法の開発を行った。さらに自閉症スペクトラム指数(AQ)の質問紙による計測と一貫性特性との関連を検証した。数理モデルに基づいた実験結果予測と検証により脳波非線形ダイナミクスを用いた個人認証、脳機能の個人特性予測、分類技術を開発することを目指した。

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

29年度は被験者を増やし脳波実験を継続して行った。これまで総計130人が初回測定に参加、32人が2回目の測定、1名が3回目の測定に参加した。また、20名でノイズ入力とともに周期信号入力を用いた実験を行った。また、これまでの脳波実験参加者のうち、総計108人分のAQ(自閉症スペクトラム指数)テストを実施した。これは当初の数値目標(ノイズ誘起脳波100名、再現性30名、ノイズ誘起脳波と性格傾向30名計測)を大きく上回る。このデータを用いて、個人特性予測、分類技術の開発とデータ解析を進めた。

2-2 成果

162人(うち32名は2回目)で視覚ノイズ入力脳波実験を進めた。5段階ノイズ強度×2実現値ごとに5.5秒間×14試行の視覚ノイズ誘起63チャンネル脳波を取得し、個人特性の解析を進めた。試行間ペアワイズの脳波試行間の正準相関解析(CCA)ベーストの解析により、各脳波chの脳波で構成される正準変数同士の試行間の距離を求めた。

距離行列を低次元可視化した空間で、サポートベクトルマシンで分類器を作成し、LOOCV(leave-one-trial-out cross validation: 1個抜き交差検証)の結果、5段階のノイズ強度で最大強度での刺激1と2では最も分離がよかった(93.5%)。これらの結果により、脳波一貫性特性が実証されたと考える。また正準負荷量でどのチャンネルの脳波信号が一貫性特性に寄与しているかを可視化した結果、視覚野周りの電極の貢献が高いことが明らかになった。

続いて130人の1種類の視覚ノイズ誘起脳波の14試行を用いて、被験者ペアの計28試行間の、試行間ペアワイズの解析を行った。すべての被験者ペア間で解析を行い、LOOCVの結果、個人認証は99.1%の正答率であった。

1 か月以上の期間をおいての2回目測定の実験者（32名）を用いて、130名中で異なる日でのノイズ誘起脳波の類似性を検証した。その結果、同一個人データの距離は知覚、32名中28名で top-1、32名中32名で top-5 のランキングに入っていた。複数試行を用いた認証方法によりさらに成績の向上が予想される。実際、14試行を用いたマハラノビス距離による個人間の距離では32名中32名で同一個人同士は top-1 ランキングの近さとなった。さらに、ノイズ信号ではなく、周期的な信号を用いた視覚実験の結果、個人間距離はノイズ入力に比べて大きかった。

これらの結果より、ノイズ誘起脳波のコンシステンシー特性を利用して、個人認証が可能であり、周期信号に比した優位性が明らかになった。さらにAQテストのスコアと脳波コンシステンシー特性との関連の検証を進めた。

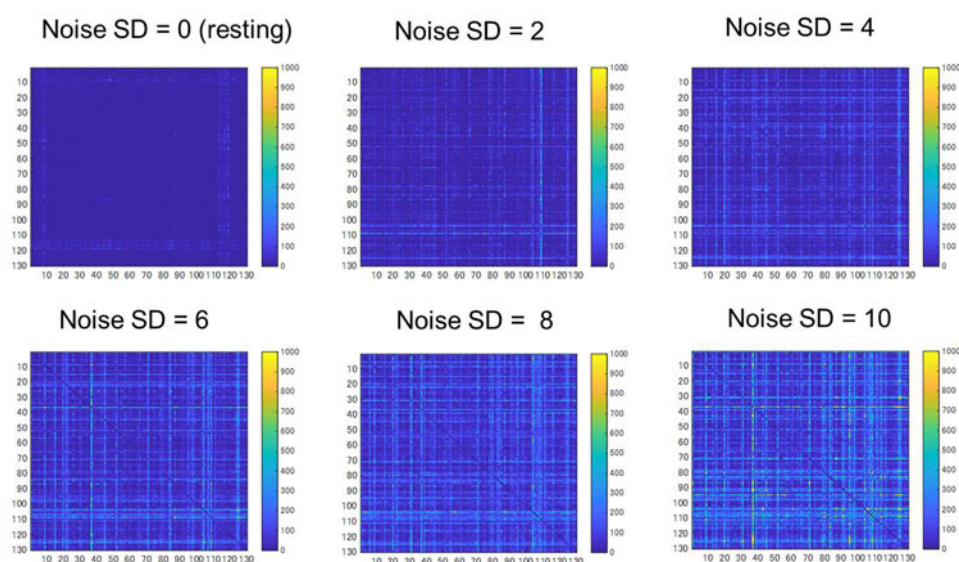


図 130名の被験者間の14試行を用いたマハラノビス距離の可視化マトリクス
ノイズ強度が増加すると被験者間の平均距離は単調増加する。

2-3 新たな課題など

コンシステンシー特性とAQスコアの関連を探索しているが単回帰ではあまりうまくいっていない。そこで重回帰手法を検討している。数理モデルに基づいた実験結果予測とあわせての検証も検討する。

3. アウトリーチ活動報告

なし