

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：脳ロボティクス

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：

ブレインロボットヘルスケア

研究開発機関名：

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

研究開発責任者

住岡 英信

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

本研究開発では、脳活動解析技術とロボティクス技術を融合し、対話型ロボットとの対話中のユーザの心理状態を脳活動から推定し、対話を活性化するための対話システムの実現を目指す。その中で、今年度は以下の2点を目標に研究を進めた。

1. **〈脳状態フィードバックシステムの試作機構築と効果検証〉**前年度に構成した識別器を用いて、対話中の人の認知的負荷をロボットの遠隔操作者に呈示するシステムを構成する。システムの改善を行いながらシステムを用いたロボットを介した対話の効果を数名程度の被験者実験を通して行い、対話に対する印象や対話時間、対話中の脳活動状態、対話後のホルモン状態などからシステムを用いた対話の効果を検証する。
2. **〈対話活性化ロボットシステムの効果検証〉**対話を活性化するためにより親和的なデザインを検討し、ロボットシステムの試作を行う。試作したシステムの効果を数名による予備的な検討を行う。検討の際にはホルモン・免疫系指標を用いた検査も行い、ロボットの健康効果を網羅的に検討する。

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

1. **〈脳状態フィードバックシステムの試作機構築と効果検証〉**計画していた通り、前年度に構成した差分エントロピーを用いた識別器に基づき、対話中の人にかかる認知的負荷を推定し、呈示するシステムを構築した。現在システムに関して論文投稿中である。実際にロボットを遠隔操作している操作者に呈示しながら、対話を行ってもらったところ、状態呈示に時間遅れが大きく、話し方の変更など会話制御にはシステムの修正が必要であることがわかった。差分エントロピーについては、我々の研究から従来研究で使用されている時間平均といった指標に比べて、識別精度が高いことが明らかになっていたが、その優位性について、ニューロンの発火モデルに基づいて示した。この結果については論文を投稿し承認された。
2. **〈対話活性化ロボットシステムの効果検証〉**前年度に阪大石黒グループと連携して行った、話し手が人、ロボット、スピーカー、テレビ電話の場合で脳活動に異なる反応が起こるといふ発見について論文投稿を行った。また、抱擁型コミュニケーションメディアを用いて話を聞くことが我々の脳活動に与える影響について得られた結果についてもまとめ、論文投稿を行った。次に、対話ロボットとの対話の長期的効果について1ヶ月間、週3回対話を行った時の脳活動やホルモンの変化を調査した。その結果、音声のみの対話と比較して、ロボット

によって脳活動が活性化されること、ホルモンにも変化がでることが明らかになった。この結果について論文投稿中である。

これまでの結果を踏まえ、より親和的なデザインの検討と試作を計画していた通り行った。試作したシステムの効果を数名による予備的な検討を行った。

2-2 成果

本年度は、開発システムの基礎となっている差分エントロピーの有効性について明らかにすることを優先した。その結果、従来研究で使用されている指標に対する差分エントロピーの優位性を証明した研究が **Frontiers in Neuroinformatics** に承認された。以下に報告する。

これまでの従来研究では、得られた脳血流データの分析に平均や勾配といった特徴量が用いられてきたが、近年、脳波分析においては信号のバラつきが脳活動、特にワーキングメモリの働きに関して有意な情報を含んでいることが言われている。本研究では、脳血流データのバラつきも有意な情報を含んでいることを示し、差分エントロピーがそれを反映していることを示した。実際に従来型の特徴量（平均値、勾配、移動平均）と比較した結果、リスニングスパンテストといったワーキングメモリ課題や暗算といった認知課題だけでなく、会話といったより自然な課題においても差分エントロピーが課題の難易度を反映し易いことが分かった。

2-3 新たな課題など

近赤外線分光装置（NIRS）のデータには脳血流だけでなく皮膚血流の影響も含まれるが、これまでの研究において、その影響を十分に調査してこなかった。そのため、皮膚血流計を購入し、どの程度影響があるかについて NIRS と同時計測をして調査することが必要となった。また、これまで様々な皮膚血流除去の手法が提案されているが、どの手法が脳血流の情報を保持しながら、皮膚血流の影響を除去できているかについてという視点で評価はされてこなかった。そのため、NIRS データに対する皮膚血流の影響を情報理論的視点から評価した。その結果、実際に NIRS データには皮膚血流の大きな影響が存在すること、適切な皮膚血流除去手法を選択することでその影響を軽減できることを確認した。これにより今後のデータ分析方法について指針を構築することができた。この結果について論文投稿中である。

3. アウトリーチ活動報告

本グループの取り組みの概要と研究成果、今後の研究計画について ATR オープンハウス 2017 にて一般市民に紹介するポスター発表を行った。