

主観的評価と客観的評価に着目した セラピーロボットのストレス軽減の評価に関する基礎的検討

井上 朋紀[†] 柳澤 一機[‡]

日本大学大学院生産工学研究科[†] 日本大学生産工学部[‡]

1. 緒言

近年、ストレス軽減を目的としたセラピーロボットの需要が高まっている。セラピーロボットのストレス軽減効果の評価にはアンケートによる主観的評価や生体計測による客観的評価など様々な手法が用いられているが、統一的な評価方法は確立されていない。

本研究は、セラピーロボットのストレス軽減効果を総合的に評価可能な指標開発のための基礎的検討を行う。1 か月間セラピーロボットを継続して触れ合う実験を行い、主観的評価として POMS2、二次元レジリエンス要因について調査し、客観的評価として生体情報である脳活動計測、唾液アミラーゼ量計測を行い、各指標間の相関について分析を行う。

2. ストレス評価指標

2.1 POMS2 による主観的評価

POMS2 (Profile of Mood States 2nd Edition 日本語短縮版) は、35 項目の質問から怒り、混乱、抑うつ、疲労、緊張のネガティブな気分尺度と活気、友好のポジティブな気分尺度を評価する質問紙法である。この7つの気分尺度のうち、友好を除いた計6因子から計算した TMD (Total Mood Disturbance) 得点から総合的な気分状態を評価できる。TMD 得点が低いほど気分状態が良好であることを意味する。

2.2 二次元レジリエンス要因による主観的評価

二次元レジリエンス要因は、心理的回復力を測る尺度であるレジリエンス要因を資質的レジリエンス要因(資質的要因)と獲得的レジリエンス要因(獲得的要因)に分けて捉えた尺度である。資質的要因は生得的な気質に影響を受けるため、値が高いほど持って生まれた気質によってスト

レスからの回復力が高いことを意味する。獲得的要因は後天的に身についた気質に影響を受けるため、値が高いほど後天的に得たストレスからの回復力が高いことを意味する。

2.3 脳活動計測による客観的評価

NIRS (Near-InfraRed Spectroscopy) は、近赤外光を用いて脳血流から脳活動を計測する手法である。Ishikawa らは NIRS を用いた脳活動計測から、前頭前野の左右活動のバランスがストレス反応を制御しており、高ストレス状態の場合は右側の脳活動が優位になり、低ストレス状態の場合は左側の脳活動が優位になることを報告している。安静時の前頭前野の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)の左右差から LIR (Laterality Index at Rest) を求め、ストレス状態を評価可能である^[1]。

さらに、山岸らは、oxy-Hb が相対変化の値であることを問題点に挙げ、空間分解分光法によって測定した酸素飽和度(StO₂)からストレス状態を定量的に評価できることを示した^[2]。LIR を基に前頭前野における酸素飽和度の左右差 LIRStO₂ からストレス状態を評価し、その有効性を報告している。LIRStO₂ 値の減少量が多いほどストレス状態が改善されたことを意味する。

2.4 唾液アミラーゼ量計測による客観的評価

唾液アミラーゼ量は、不快な刺激によって増加する^[3]。ストレスが交感神経系の興奮信号を励起し、体内の自己防衛反応としてアミラーゼ活性が高まる。唾液アミラーゼ量が少ないほどストレス状態が良好であることを意味する。

3. 実験概要

実験は20代前半の男性12名を対象とし、対象としたセラピーロボットは植物と組み合わせたセラピーロボットのルポット^[4]である。実験期間は1か月とした。

実験開始日に、POMS2 と二次元レジリエンス要因尺度への回答、及び NIRS を用いた脳活動計測と唾液アミラーゼ量計測を行った。実験参加者は1か月間、平日の可能な日時に自宅や研究室などで視界に入る位置にロボットを設置しても

Fundamental study on evaluation of stress reduction for therapy robots focusing on subjective and objective evaluations

[†]Inoue Tomoki, Graduate School of Industrial Technology, Nihon University

[‡]Yanagisawa Kazuki, College of Industrial Technology, Nihon University

らい、通常通り過ごす中で自主的に触れ合ってもらった。1 か月後の実験終了日に実験開始日と同様の手順で計測を行った。

脳活動計測は株式会社アステム製のウェアラブル NIRS Hb132(サンプリング間隔: 0.5s, チャンネル数: 5ch)を用い、計測部位は前頭前野左側と右側を対象に 1ch と 3ch とした。

唾液アミラーゼ量計測はニプロ株式会社製の唾液アミラーゼモニターを用いた。

4. 実験結果

計測不良がみられた実験参加者 2 名を除外し、計 10 名のデータを対象に解析を行った。

TMD 得点と資質的要因得点、獲得的要因得点、LIR, LIRStO₂, 唾液アミラーゼ量の実験終了日と実験開始日の差分を求め、相関を分析した。各指標の相関分析の結果を図 1 に示す。

4.1 TMD 得点と LIR の相関

TMD 得点と LIR に正の相関 ($r=0.58$, $p=0.077$) が確認できた。この結果から、セラピーロボットと触れ合ったことにより、脳活動が左優位となりストレスが低い状態であるほど気分状態が良好であることが確認できた。

4.2 TMD 得点と獲得的要因の相関

TMD 得点と獲得的要因に正の相関 ($r=0.64$, $p=0.045$) が確認できた。この結果は、気分状態が良好なほど後天的なストレス回復力が低いことを意味している。これはストレスが低い状態では、ストレスから回復する必要性が少ないことを反映した結果であると考えられる。

4.3 唾液アミラーゼ量と LIRStO₂ の相関

唾液アミラーゼ量と LIRStO₂ に正の相関 ($r=0.59$, $p=0.075$) が確認できた。背外側前頭前野は交感神経系を調節している^[5]ことや、唾液アミラーゼ量は交感神経の影響を受けて変動する^[3]ことが知られている。そのため、セラピーロボットと触れ合ったことにより、前頭前野活動による交感神経の抑制がなされ、その影響が唾液アミラーゼ量を減少させたことを反映した結果であると考えられる。

5. 結言

本研究は、セラピーロボットのストレス軽減効果を総合的に評価可能な指標開発のために、1 か月間セラピーロボットを継続して触れ合う実験を行い、主観的評価としてアンケートを用いた調査、客観的評価として生体計測を行い、各指標間の相関について分析を行った。

その結果、以下の指標間に正の相関が確認できた。

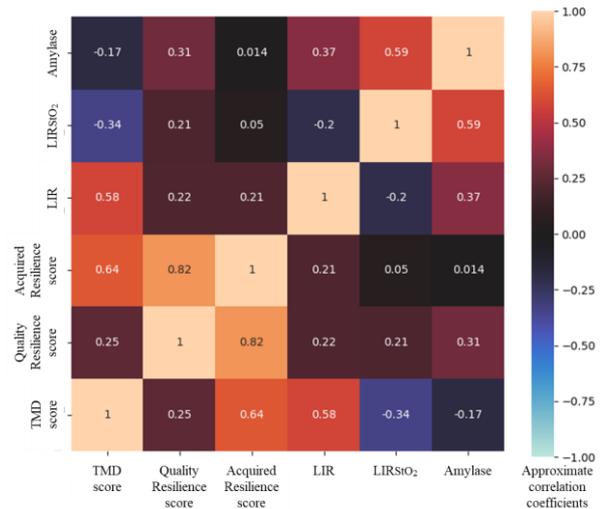


Fig.1 Correlation results of pre- and post-experimental change data

- 総合的な気分状態を評価できる「TMD 得点」と、前頭前野の oxy-Hb の左右差によってストレス状態を評価できる「LIR」
- 総合的な気分状態を評価できる「TMD 得点」と、後天的に得たストレスからの回復力を評価できる「獲得的要因」
- 交感神経の影響を受ける唾液中のアミラーゼ量によってストレス状態を評価できる「唾液アミラーゼ量」と、前頭前野の StO₂ の左右差によってストレス状態を評価できる「LIRStO₂」

今後は、心臓自律神経活動のストレス評価指標についても分析を行う。

参考文献

- [1] W.Ishikawa et al, New Method of Analyzing NIRS Data from Prefrontal Cortex at Rest, The International Society of Oxygen Transport to Tissue (ISOTT), (2012), pp.391-397.
- [2] 山岸恒平, ウェアラブル NIRS を用いたストレス状態の評価に関する研究, 日本大学大学院生産工学研究科修士論文, (2021).
- [3] 中野敦行 他, 唾液アミラーゼによるストレスの評価, 日本バイオフィードバック学会誌, (2011), Vol38, No.1, pp.3-9.
- [4] 水野裕貴, 長期的なストレス軽減を目的とした植物一体型セラピーロボットの開発とその評価, 日本大学大学院生産工学研究科修士論文, (2023).
- [5] 中野元 他, 手浴による自律神経系および中枢神経への影響, 日本看護技術学会誌, (2020), Vol.19, pp.43-53.