

# 植物を組み合わせたセラピーロボットの開発と評価

－脳活動計測と心臓自律神経活動計測による客観的評価－

日大生産工(院) ○根本 瑛仁 日大生産工 鶴田 真盛 日大生産工 柳澤 一機

## 1. 緒言

近年、セラピーロボットの需要が高まっている。しかし、飯塚らは Qoboo と人のインタラクションの実験結果から、長期に渡る付き合いを実現するためには、Qoboo の動きを変化させるなどの改善が必要だ<sup>1)</sup>と述べている。これは、見た目や動作が変化しないことから「飽き」が生じ、ロボットに対する関心が低下するためだと考えられる。関心の低下はロボットが人に与えるセラピー効果にも影響を及ぼすため、長期のストレス軽減効果の維持には、セラピーロボットの外見や動作に変化が必要である。しかし、その一方でロボットの動きが複雑になればそれだけ飽きにくくなるとも単純に言えないことが指摘されている<sup>2)</sup>。

これらの問題を踏まえて、水野らは植物と組み合わせたセラピーロボット「ルポット」を提案した<sup>3)</sup>。ロボットに植物の成長性を加えることで、植物の成長性による外見の変化と世話の必要性から、長期に渡ってストレス軽減効果を維持させる可能性を示した。

しかし、ルポットの感情表現はしっぽの上下左右の2自由度とその場の回転であり、卓上などで触れ合う際にしっぽの動きが見づらく感情表現方法に問題がある。そのため、本研究では使用者がわかりやすい感情表現方法に変更することで解決を試みた。

本研究では、新たな感情表現の方法で植物を組み合わせたセラピーロボットを開発し、ストレス軽減効果が長期間持続するか調査を行う。本論文では、植物を組み合わせたセラピーロボットの概要とストレス軽減効果の検証実験について述べる。

## 2. セラピーロボットの仕様

### 2.1 コンセプト

開発したセラピーロボットの外観を図1に示す。世話をすることによる植物の成長がもたらす外見の変化と世話の必要性が使用者に刺激と関心を持たせ、長期の使用においてもストレス軽減効果の持続が期待できる。



Fig. 1 開発したロボット

### 2.2 機体のシステム

植物の成長を支援するために土壌の水分状態を計測し、ロボットが感情表現を行うことで育成者にフィードバックするシステムを作成した。ロボットは撫でられた際(圧力センサに入力がある際)に感情表現動作をする。感情は土壌センサの測定値によって水分量の判別が行われる。水分量が適切るとき「喜び」、少ないとき「元気がない」、多いとき「嫌がる」の各感情表現動作をする。

### 2.3 感情表現動作

著者らはロボットの感情表現動作方法としてはフルカラーLEDによる色と点灯間隔の制御、DCモータによる回転行動、サーボモータによる葉っぱの上下動作の3つの動作の組み合わせで感情表現動作を生成した<sup>4)</sup>。使用者はこれらの組み合わせで表現する動作から植物の状態を把握する。

## 3. 生体計測

### 3.1 NIRS による脳活動計測

近赤外分光法(NIRS : Near-Infrared Spectroscopy)は、血流中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)の濃度変化から脳活動を計測する方法である<sup>5)</sup>。

NIRS によって計測された脳活動情報からストレス状態を評価する指標としてLIR(Laterality index at rest)がある。LIR は左右の前頭前野の活動バランスを評価する。前頭

Development and Evaluation of a Therapy Robot Combined with Plants  
－ Objective Evaluation Using Measurements of Brain Activity and  
Cardiac autonomic Nerve Activity －

Akihito NEMOTO, Mamoru TURUTA and Kazuki YANAGISAWA

前野の右側が左側より活動が優位な場合、高ストレス状態、反対に左側が優位な場合低ストレス状態とされている。

また、山岸らは空間分解分光法 (SRS: Spatially Resolved Spectroscopy)から算出した脳の酸素飽和度( $StO_2$ )の左右差からストレス状態を評価することを提案した<sup>6)</sup>。ここでの酸素飽和度とは、血液中の oxy-Hb の割合である。健康者の酸素飽和度は60%から70%であり絶対値で示すため、参加者間で測定値の比較が可能である。

前頭前野の右側の  $StO_2$  値から左側の  $StO_2$  値を引いて算出したものを  $LIR_{StO_2}$  とし、前頭前野の活動左右差からストレス状態を評価できる。

### 3.2 心臓自律神経活動計測

拍動間隔(RRI : R-R interval)を計測し、RMSSD(Root Mean Square of Successive Differences of RR intervals)を求めることによりストレス状態を評価できる。RMSSD は副交感神経活動の指標であり、副交感神経はリラックス状態のとき優位になる。RMSSD は隣接する RRI の差の二乗平均平方根である。RMSSD の値が大きくなる場合は副交感神経活動が優位であり、小さくなる場合は交感神経活動が優位であることを意味する。

## 4. 実験方法

本実験は、開発したセラピーロボットを用いて1か月間触れ合う実験を行った。星野らの実験デザイン<sup>7)</sup>を参考にした。実験期間は1か月で生体計測は初週と5週目の計2回行う。計測を行わない週(2, 3, 4週)は2回のセラピーロボットとの触れ合いを合計15分間実施する。1, 5週目の生体計測の実験手順は図2に示す。

暗算課題を行う目的は、高ストレス状態から開発したセラピーロボットとの触れ合いによってどの程度ストレスが軽減するか検証するためである。暗算課題は4桁引く2桁の計算で出てくる答えから最初の2桁を引き続ける(例：4013-67=3946, 3946-67=3879, ...)。1問1分間を計3回行う。実験参加者には素早く正確に解くよう教示した。

生体計測は脳活動計測と心拍計測を、開発したセラピーロボットとの触れ合いの前後にそれぞれ安静状態で3分間行う。

脳活動計測は、株式会社アステムのウェアラブルNIRS Hb-132を使用した。チャンネル数は5チャンネルであり、サンプリング間隔は0.5秒

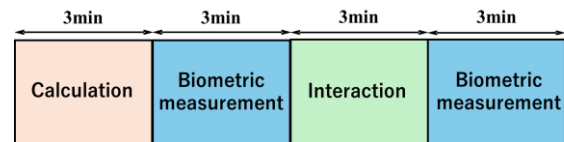


Fig. 2 実験の流れ

で行った。計測部位は前頭前野の左側(Fp1)にあたる1chと右側(Fp2)にあたる3chとした。心拍計測には、ユニオンツール株式会社のmyBeat WHS-1を使用した。

実験結果については当日発表する。

## 5. 結言

本研究では、先行研究の問題点だった感情表現方法を解決し、新たな植物を組み合わせたセラピーロボットの開発を行った。

先行研究の感情表現動作の結果を基に、開発したセラピーロボットを用いて1か月間触れ合った際のストレス軽減効果を、前頭前野の脳活動計測、心拍計測より検証を行う実験方法について述べた。

## 参考文献

- 1) 飯塚, 石川, クッション型セラピーロボットの動きの有無は印象と接触の仕方に違いを生む, ヒューマンインターフェースシンポジウム, (2020), P-26.
- 2) 森, 他, 人の感性を考慮したインタラクションロボットの行動生成, 感性工学研究論文集, Vol.4, No.1, (2004), pp.17-20.
- 3) 水野, 柳澤, 植物と組み合わせたセラピーロボット「ルポット」のストレス軽減効果の評価, 日本大学生産工学部第55回学術講演会講演概要, Vol.55, (2022), pp.185-188.
- 4) 根本, 柳澤, 植物を組み合わせたセラピーロボットの感情表出手法の検討, ヒューマンインターフェースシンポジウム2024, (2024), pp.129-131.
- 5) 山岸, 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).
- 6) 酒谷, 他, NIRS-基礎と臨床-, 振興医学出版社, (2012).
- 7) 星野, 柳澤, セラピーロボットのストレス軽減効果における生体計測を用いた客観的評価の必要性, ヒューマンインターフェースシンポジウム2024, (2024), pp.697-700.