

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

日大生産工(院) ○水野 裕貴 日大生産工 柳澤 一機

1. 緒言

近年、Qoboo¹⁾やLOVOT²⁾といったセラピーロボットの需要が高まっている。セラピーロボットとは、メンタルケアを目的としたロボットであり、アニマル・セラピーを参考としたロボット・セラピーから触れ合いによる楽しみや安らぎを提供する³⁾。使用者はセラピーロボットと触れ合うことで、ストレスを軽減することができる。しかし、セラピーロボットを長期間使用した際に、飽きが生じることでストレス軽減効果が減少することが懸念される。原因としては、新たな発見と刺激が失われることが飽きに繋がり、印象の低下やストレス軽減効果の減少を生じる。したがって、セラピーロボットによる長期のストレス軽減効果の維持には、外見や動きを変化させるなどの人の興味を引き付け、飽きを軽減する仕組みが必要である。しかし、森らは人とロボットのインタラクション実験を通して、ロボットの動きが“複雑になればそれだけ飽きににくくなる”とも単純に言えないことを確認している⁴⁾。

そこで、筆者らは、セラピーロボットに外見の変化を加えることで、飽きを軽減し、関心を維持させる方法として、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⁵⁾。ルポットの外見を図1に示す。植物の成長性をセラピーロボットに加えることで、従来には無かった外見の変化を持たせた。また、使用者に植物の世話を行ってもらうことで、セラピーロボットに対する関心を持たせやすくする。これらの植物の成長性による見た目の変化と世話の必要性から、長期のストレス軽減効果の維持を目指す。

本研究では、ルポットを用いて1ヶ月行ったストレス軽減効果の検証結果を報告する。植物とロボットを組み合わせた「ルポット」を使用する場合、植物を組み合わせずに「ロボットのみ」で使用する場合、「植物のみ」を使用する場合の3条件について検証を行い、印象評価と質問紙を用いた主観的評価、脳活動計測による客観的評価から検証を行う。



Fig.1 Appearance of developed Lupot⁵⁾

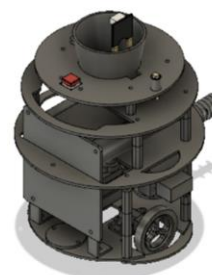


Fig.2 3D model of the developed Lupot⁵⁾

2. 開発したセラピーロボットの仕様

2.1 コンセプト

植物とセラピーロボットを組み合わせることで使用者の関心を持続させることをコンセプトとした。これにより、長期間の使用でもストレス軽減効果を維持できる可能性がある。

使用者は卓上にルポットを設置し、ルポットの一部である植物を育てながら、ふれあいを行う。植物が成長することによって見た目が変化し、使用者の関心を維持させる。また、植物を枯らさないために、世話の必要性が生まれることも関心の維持につながると考えた。

ルポットのプロトタイプを用いて1ヶ月使用した際の印象評価では、植物が枯れた際に実験参加者のルポットに対する印象が低下したことが確認された⁵⁾。植物を健康に保つことが使用者のストレス軽減効果の維持に必要であることがわかった。そこで、ルポットは動作によって植物の状態を使用者にフィードバックを行うように設計した⁵⁾。植物の状態を把握させ

Relieving Stress with a Therapy Robot ``Lupot'' Combined with Plants
Evaluation of reduction effect

Yuki MIZUNO and Kazuki YANAGISAWA

ることで、使用者に適切な世話を促す。植物の状態を良好に保ち、成長性を損なうことを防ぐ。

また、岩崎らの実験から、植物が視界の中に存在することでストレスを緩和する効果が確認されており⁶⁾、植物と組み合わせることがストレス軽減効果持続の一因となる可能性がある。

2.2 筐体の製作

筐体の設計は、Autodesk社のアプリケーションFusion360を用いた。筐体の3Dモデルを図2に示す。製作したデータを基に、各部品をレーザ加工機で切断したアクリル板と3DプリンタにてPLA樹脂を使用して製作した。

2.3 植物の状態のフィードバック

ルボットは、植物の状態をフィードバックした動作を行う。そのため、植物の状態を測定するために土壌の水分量を測定する土壌センサと日照量の強さを測定する光センサを搭載した。図3にルボットの断面図を示す。頭頂部のタクトスイッチが押され、撫でられたことを検知した際に、ルボットは各センサから植物の状態をフィードバックした動作を行う。

フィードバック動作は、尻尾を振る動作と卓上で回転する動作の組み合わせで表現される。尻尾を振る動作は、歯車を装着したサーボモータ2基を回転させることで表現した。尻尾部分の歯車を縦と横に回転させることで、尻尾が上下左右に動く。尻尾は直線的な動きだけではなく、弧を描くような曲線的な動作も行う。サーボモータの速度を段階的に変化させることで、生物的な滑らかな動作を行うよう設定した。また、卓上で回転する動作は、左右に搭載されたDCモータでタイヤを回転させることで表現した。

フィードバック動作は、主に土壌センサより測定された水分量を基に行う。フィードバック動作と水分量の関係を図4に示す。ルボットは、撫でられた際に水分量を「少ない」、「適切」、「多い」の3つの区分で判断し、それぞれに対応した動作を行う。また、撫でずとも水分量が「多い」場合と「少ない」場合は、ルボット自身が定期的にフィードバック動作を行う。これによって、使用者が植物への世話を怠ることを防ぐ。また、光センサが測定した日照量が少ない場合にも水分量が少なくなると同様の動作を行う。

使用者はこれらのフィードバック動作を確認することで植物の状態を把握する。植物の状態を把握して世話をを行うことによって、植物を枯れさせることなく成長性を保ち、使用者の関心を維持させる。

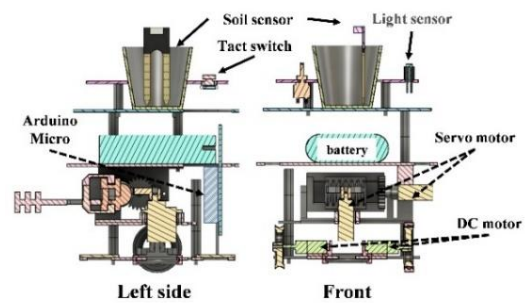


Fig.3 Cross-sectional view of the developed Lupot⁴⁾

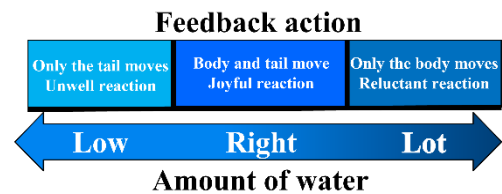


Fig.4 Relationship between feedback action and amount of water⁴⁾

3. 実験方法

3.1 実験概要

実験は20代成人男性12名を対象とし、開発したセラピーロボットによるストレス軽減効果の検証のために3つの条件で1ヶ月間実験を行った。

1つ目の条件は、植物とセラピーロボットを組み合わせた「ルボット」の場合、2つ目は、植物を設置せずにロボットのみで使用する「ロボットのみ」の場合、3つ目はロボットを使用せずに植物のみ使用する「植物のみ」とした。本研究では、各条件をそれぞれ4名の実験参加者を対象に実験を行った。

実験参加者は、それぞれが実験可能な日に各条件の機体や植物を視界に入る位置に設置してもらい、通常通りに過ごすよう指示し、自主的にふれあいや植物の世話を行ってもらう。なお、植物を含む条件では、なるべく枯れることのないように世話をを行うことを依頼した。水やりの頻度などの目安を提示した。

また、実験で用いる植物は1ヶ月の実験期間を考慮して水菜を選定した。水菜は2週間~1ヶ月ほどで収穫ができるほど成長するため、1ヶ月の期間に成長し、見た目の変化を感じることができる。

3.2 評価方法

3.2.1 印象評価

Googleformを用いて、ルボットや植物に対する印象を問うアンケートを製作した。「癒される/癒されない」、「飽きる/飽きにくい」の2項

目を10段階で評価してもらう。値が大きいほどポジティブな印象として評価する。

3.2.2 POMS2

POMS2は、使用者の回答を基に7つのPOMS因子【怒り-敵意】，【混乱-当惑】，【抑うつ-落ち込み】，【疲労-無気力】，【緊張-不安】，【活気-活力】，【友好】とTMD(Total Mood Disturbance)得点から気分の状態を評価する質問紙である。TMD得点は，【友好】を除いた6つのPOMS因子の合計であり，総合的な総合的な気分感情状態を評価する⁷⁾。値が小さいほどポジティブな状態を表す。

3.3.3 脳活動計測によるストレス評価

脳活動の状態から客観的にストレス評価を行う。近赤外線分光法(NIRS：Near infrared spectroscopy)を用いて，前頭前野の血液中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)，脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)を測定することで脳活動を非侵襲的に測定する。

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，ストレスを感じている人の場合に右側の脳活動が優位になり，ストレスを感じていない人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⁸⁾。MLB(Modified Lambert-Beer)則により測定された安静時の前頭前野の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なことを示している。

さらに，山岸らは，MLB則により測定されるoxy-Hbが相対変化の値であることに問題点を挙げ，空間分解分光法(SRS：Spatially Resolved Spectroscopy)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可能性を示した⁹⁾。Isikawaらの提案したLIRを基に安静時の前頭前野における酸素飽和度の左右差からストレス状態を求め，その有効性を報告している。

4. 実験結果

4.1 印象評価の結果

各週に得られた「癒される/癒されない」の各実験参加者の平均の結果を図5に，「飽きる/飽きにくい」を図6にそれぞれ示す。

図5からは「ルポット」と「ロボットのみの条件では値が1週目から維持されており，癒されるという印象が持続していることがわかる。一方，「植物のみ」は2週目に癒しの印象評価が増加したが，3，4週目にかけて減少していた。

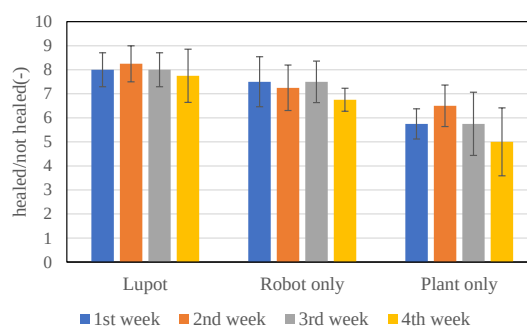


Fig.5 Comparative results of healed/not healed

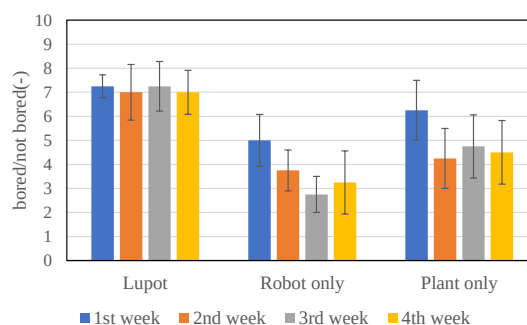


Fig.6 Comparative results of bored/not bored

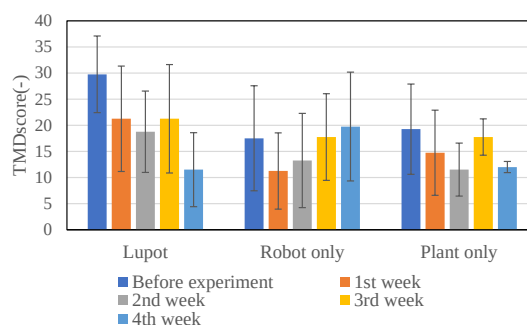


Fig.7 Comparative results of TMD scores

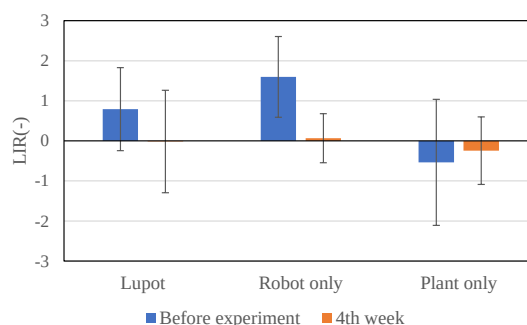


Fig.8 Comparative results of LIR

図6からは，「ルポット」の条件で「飽きる/飽きにくい」の印象値が1週目から維持され，1ヶ月の期間であっても飽きを軽減したことがわかる。しかし，「ロボットのみの」と「植物のみの」の条件では，両方が1週目から2週目にかけて値

が減少しており、それ以降も値が改善されていないことから、飽きが生じていることがわかる。

印象評価の結果から、「ルポット」では癒しの印象を持続し、飽きを軽減したことが読み取れた。コンセプトである植物の成長性による見た目の変化が、ルポットの印象評価に良い影響を与えたことが考えられる。

しかし、「植物のみ」においては、癒しの印象の減少と飽きが生じていることが確認された。原因として、「植物のみ」の植物がすべて枯れたことが挙げられる。植物が枯れたことで見た目の変化が無くなり、癒しの印象低下や飽きに繋がったと考える。「植物のみ」が枯れた原因は、過度な水やりであった。「ルポット」では、フィードバック動作を参考に適切な水やりを促すことで植物が枯れることはなかったが、「植物のみ」では、適切に水やりを行うことができずに枯れてしまった。

「ロボットのみ」では、癒しの印象が持続する一方で、見た目が変化しないことから興味や関心が低下し、飽きが生じたと考える。

4.2 POMS2の結果

各週に得られたTMD得点の平均結果を図7に示す。「ルポット」では、実験前から4週目に向けてTMD得点が下がっており、気分感情状態が改善されたことがわかる。印象評価から確認された癒しの印象や飽きの軽減効果が、実験参加者の気分感情状態に良好な影響を与えたと考えられる。

「植物のみ」では、植物が途中で枯れてしまったが、TMD得点が全体的に低く、気分感情状態を良好に維持していた。しかし、「ロボットのみ」では、2週目から4週目にかけてTMD得点が増加したことから、気分感情状態が悪化していることがわかる。印象評価から得られた飽きの影響が考えられる。

4.3 脳活動計測によるストレス評価の結果

実験前と4週目に得られたLIRの平均結果を図8に示す。「ルポット」と「ロボットのみ」の条件でLIRが減少していることから、実験前で右脳が優位でストレスを感じていた状態が、4週目で改善しており、ストレスが軽減されたことがわかる。一方「植物のみ」では、実験前に比べて4週目のLIRが増加していることから、右脳の活動が活発化し、ストレス軽減効果があまりなかったことがわかる。

5. 考察

実験結果から、「ルポット」を使用する条件による印象評価は、癒され、飽きにくいという良好な状態を保ち、POMS2による主観的評価

とNIRSの客観的な評価からストレス軽減効果の維持を確認できた。一方で、その他の条件では、印象評価の低下やストレス軽減効果低下が確認された。そのため、植物とセラピーロボットを組み合わせることが、長期の使用であってもストレス軽減効果を維持できる可能性を示した。

6. 結言

本研究では、開発したセラピーロボット「ルポット」によるストレス軽減効果の検証を1ヶ月「ルポット」、「ロボットのみ」、「植物のみ」の3条件から行った。

それらの条件を比較した結果、印象評価とPOMS2による主観的評価、NIRSの客観的評価から、植物と組み合わせることがセラピーロボットの長期間なストレス軽減効果の維持につながる可能性を示した。

参考文献

- 1) NDソフトウェア株式会社,
<https://www.ndsoft.jp/product/medical/paro/>,
(2022.10.5 閲覧)
- 2) GROOVE X 株式会社,
<https://lovot.life/>, (2022.10.5 閲覧)
- 3) 柴田崇徳, メンタルコミットロボット「パロ」の開発と普及 認知症などの非薬物療法のイノベーション, 情報管理.2017.vol.60.no.4.p.217-228.doi: <http://doi.org/10.1241/johokanri.60.217>
- 4) 森善一, 太田浩司, 中村達也, 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
- 5) 水野裕貴, 柳澤一機, 植物と組み合わせたセラピーロボット「ルポット」の開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム2022, 2T-D3
- 6) 岩崎寛, 山本聡, 権孝, 渡邊幹夫, 屋内空間における植物のストレス緩和効果に関する実験, 日本緑化工学会誌, Vol.32, No.1, (2006), pp.247-249
- 7) 横山和仁, POMS2 日本語版マニュアル 金子書房, (2015)
- 8) Wakana Ishikawa et al. “New Method of Analysing NIRS Data from Prefrontal Cortex at Rest”, The International Society of Oxygen Transport to Tissue (ISOTT), (2012), pp.391-397
- 9) 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, (2020)