

生成 AI と 3D プリンタを用いたモノづくり体験による セラピーロボットへの愛着形成効果の検証

日大生産工(院) ○星野 裕平 日大生産工(学部) 小竹 彰
日大生産工(学部) 田中 彩貴 日大生産工(学部) 安井 清隆 日大生産工 柳澤 一機

1. 緒言

人とのかかわりや職場環境などの様々な要因によるストレス問題の対策として、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の触れ合いには、ストレスの改善などの心理的・生理的效果があることが知られている。

先行研究として、Imamuraらは、コンパニオンロボットLOVOTを用いて、LOVOT所有者と非所有者を対象に、人との親和的關係を形成し、メンタルヘルスに寄与するかどうか検証したり。その結果、LOVOT所有者のほうが、親和的關係がより深く築かれており、触れ合うことでストレスが軽減したと報告している。このように、セラピーロボットとの親和的關係の構築がストレス軽減効果に影響を及ぼす可能性がある。

親和的關係の構築として、本研究では、製作や組み立てによって対象物への価値認識が高まる心理的效果（IKEA効果²⁾）に注目する。近年急速に進展している生成AI、および産業用途から家庭用まで幅広く普及している3Dプリンタを活用することで、使用者自身がオリジナルのセラピーロボットを作製できる環境が整いつつある。セラピーロボットを自作することによるロボットへの愛着形成により、高いストレス軽減効果が期待できる。

本研究では、生成AIを活用したセラピーロボットのキャラクタ作りが愛着形成に与える影響についてアンケートによる主観的評価と脳活動計測による客観的評価より検証する。

2. 関連研究

IKEA効果とは、実際にモノを作ったり組み立てたりすることで、そのモノに対する価値や愛着を高める心理学的現象であり、支払意思額（WTP：Willing to Pay）の上昇として現れる。

WTPとは、製品に対して「支払っても良い」と考える上限金額のことである²⁾。

先行研究としてNortonらはIKEAの商品を組み立てることによるIKEA効果の立証をWTP評価より検証した。その結果、組み立てたことで組み立てなかった人と比べてWTP価格が高くなったことを報告した²⁾。

また、心理的要因についての検証も行われており、Atakanらは生産プロセスにおける価値観が製品評価に与える影響並びに制作過程における知的関与および物理的関与がモノへの愛着にどのように影響するかを検証した。その結果、制作過程に関与することでモノに対する評価が高まることが示され、特に作業環境が整っていて、楽しみながら作業に没頭できた場合、知的関与や物理的関与を伴うことでモノに対する価値や愛着が一層高まることを報告した³⁾。

さらに、Danらは、IKEA効果の認知メカニズムを脳機能の観点から調査した。製品を組み立てることで、記憶想起に関連する前頭極皮質（FPC）と愛着に関連する左背外側前頭前皮質（DLPFC）が活性化したことを報告した⁴⁾。

これらの先行研究から、製作の対象物をセラピーロボットとした場合でもIKEA効果により、愛着形成に影響を与える可能性がある。

3. NIRSによる脳活動計測

近赤外分光法（NIRS：Near-Infrared Spectroscopy）は、生体透過性が高い近赤外光（約700~1000nm）を用いて、血液中のヘモグロビン（Hb）の濃度変化を計測する方法である⁵⁾。血液中のHbは、酸素が結合した酸素化ヘモグロビン（oxy-Hb）と結合していない脱酸素化ヘモグロビン（deoxy-Hb）が存在し、吸光スペクトルが異なるため、通過する光強度変化を計測することで、それぞれのHbの濃度変化を算出する。脳機能活動による局所的な脳内酸素消費の増加は5%程度であるのに対し、それに

Validation of a Proposed Approach for Fostering Attachment to Therapy Robots
through a Creative Experience with Generative AI and 3D Printers

Yuhei HOSHINO, Akira KOTAKE, Ayaki TANAKA,
Kiyotaka YASUI and Kazuki YANAGISAWA

伴って供給される局所脳内血流の増加は30～50%と消費に対して大きく上回る。そのため、脳賦活が発生した領域では典型的にoxy-Hbの増加とdeoxy-Hbの減少を示す。

4. 実験方法

4.1 実験概要

本実験では、生成AIを用いてセラピーロボットのキャラクターのデザイン制作を行い、他者がデザインしたロボット「他者デザイン」と自分でデザインしたロボット「自己デザイン」で愛着形成の違いについて検証した。セラピーロボットのキャラクターデザイン制作は以下の流れで実施した。

- ① 実験参加者がセラピーロボットのコンセプトを文章化し、画像生成AI「Image FX」によりキャラクター画像を作成する。
- ② 3Dモデル生成AI「Tripo AI for Web」を用いて生成した画像から3Dモデル（STLファイル）を作成する。

本実験で使用した他者デザインを図2に示す。他者デザインのプロンプトは、「A robot that gives you a sense of security when it is nearby. It has a warm, cute, angelic atmosphere.」とした。

4.2 実験デザイン

実験手順は図1に示す通りであり、Danらの実験⁴⁾を参考にした。

初めに、実験参加者は「一緒にいたい、相棒となるロボット」というテーマのもと、生成AIを用いてロボットのデザインを30分間行った。

キャラクターのデザイン後、40秒間の安静状態を設け、その後、WTP評価タスクを行った。まず、他者デザインまたは自己デザインの画像が20秒間表示された。その後、「あなたは、ロボットにいくら払いますか」が10秒間表示され、参加者はWTP価格の入力を行った。そして注視点が表示され40秒間安静にした。

このプロセスを各デザイン3回ずつ繰り返し、各参加者のWTPを評価した。また、それぞれ画像は、生成AIで作成した画像または3Dモデルの画像を使用した。WTP評価を行う際には、『画像提示中はいくら払いたいか考えてください。また、セラピーロボットの参考価格として、1万円から40万円ほどです。』と教示した。

4.3 計測項目

本実験は、健康な20代男性4名を対象に実施した。

脳活動計測には、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

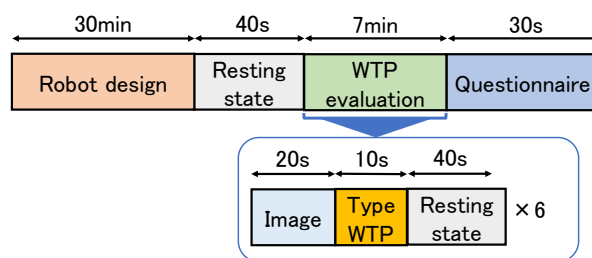


Fig.1 実験手順



Fig.2 セラピーロボット（他者デザイン）

数は5チャンネルであり、サンプリング間隔は0.5秒とした。

IKEA効果においては、製作体験中に愛着が生まれ、WTP評価時に製作した商品の写真を見ることで製作体験の記憶が想起され、愛着に関連した左背外側前頭前皮質が賦活することが報告されている⁴⁾。そのため、本研究で注目する部位は、左側前頭前皮質のヘモグロビン濃度変化を指標とするため、前頭前皮質の左側である1chとした。

4.4 愛着度に関するアンケート

愛着度に関するアンケートは、Google Formsを用いて作成した。質問項目は、「他者デザインのロボットに愛着を抱いたか」、「自己デザインのロボットに愛着を抱いたか」の2項目を作成し、7件法で回答を求めた。「抱いた」を7、「抱かなかった」を1とした。

5. 実験結果

脳活動計測で測定不良が見られた実験参加者1名を除外し、3名を対象に分析を行った。

5.1 愛着に関する評価

各条件における実験参加者3名の愛着度の点数を平均にした結果を図3に示す。値が高くなるほどロボットのキャラクターに対して愛着を抱いたことを意味する。

他者デザインのロボットよりも自己デザインのロボットの得点の方が高かった。生成AIを用いたデザインを考えるとといった知的関与が、ロボットへの愛着度を高めると考えられる。

5.2 WTP評価

各条件における実験参加者3名のWTP価格を平均にした結果を図4に示す。なお、各実験参加者のWTP価格は、3回の平均値を用いた。値が高くなるほど、ロボットに対して多くの金額を支払いたいことを意味する。

他者デザインのロボットよりも自己デザインのロボットの方が、支払う金額が高かった。そのため、デザイン制作によって、自己デザインの価値を高め、支払う意思が高まったと考えられる。

5.3 前頭前皮質の活動状態

各条件における実験参加者3名の画像表示時と画像表示中およびWTP評価までのoxy-Hb濃度変化を平均にした結果を図5に示す。値が高くなるほど、脳活動が賦活したことを意味する。

他者デザインのロボットを見たときと自己デザインのロボットを見たときで前頭前皮質の活動状態に変化が見られなかった。また、両条件での違いを確認することはできなかった。IKEA効果における多くの研究は、モノを作る、商品を組み立てるといった作業を行っている。これらの作業と比べ生成AIによる製作体験では作業負担が低くなり、結果として、前頭前皮質の賦活が確認できなかったと考えられる。

6. 結言

本研究では、生成AIを活用したセラピーロボットのキャラ作りが愛着形成に与える影響についてアンケートによる主観的評価と脳活動計測による客観的評価より検証した。愛着度に関するアンケートとWTP評価では、自分で考えたロボットのキャラの方が価値を感じ、愛着を抱いた結果となった。しかし、脳活動計測では、生成AIを用いた製作体験における作業負担の低さから愛着に関連する左側前頭前皮質の賦活は確認できなかった。

今後は、生成AIを用いた製作体験の作業負担を高めるために、実際に3Dプリンタで印刷したロボットのキャラに色塗りするなどの作業を行うことによる愛着形成の検証を実施する。

参考文献

- 1) Imamura, S., et al, Higher oxytocin concentrations occur in subjects who build affiliative relationships with companion robots, *iScience*, Vol.26, No.12, (2023), 108562.
- 2) Norton, M. I., et al., The IKEA effect: When labor leads to love, *Journal of*

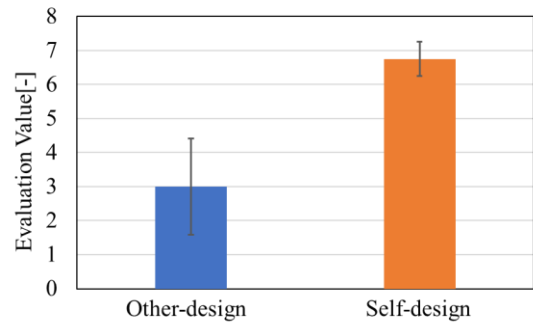


Fig.3 愛着度の比較

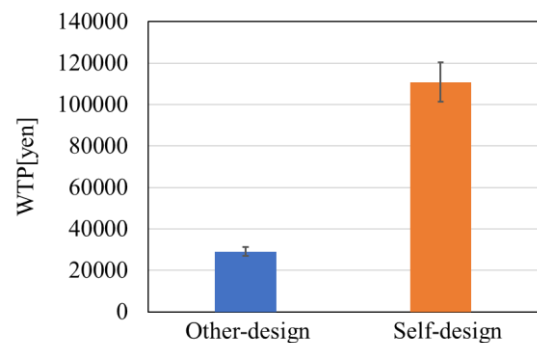


Fig.4 WTP 価格の比較

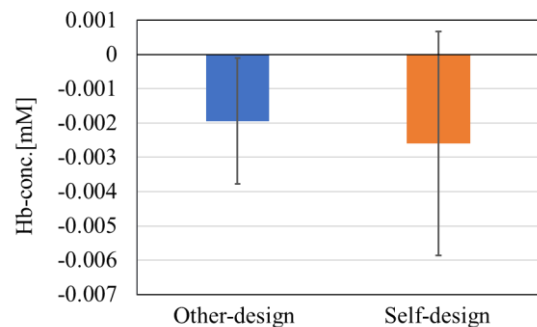


Fig.5 左側前頭前皮質の比較

Consumer Psychology, Vol.22, (2012), pp.453-460.

- 3) Atakan, S. S, How and Why Self-production Affects Product, Evaluations: The Role of Process Valence and Involvement in Shaping Evaluation of, Attachment to, and Identification with Self-made Products; Dissertation, University of Michigan. (2011).
- 4) Dan, I., et al, Visualizing the IKEA effect: experiential consumption assessed with fNIRS-based neuroimaging, *Frontiers in Neuroergonomics*, Vol.4, (2023), 1129582.
- 5) 酒谷, 岡田, 他, *NIRS-基礎と臨床*, 新興医学出版社, (2012).