

修士論文

ストレス発散を目的とした ロボットへの攻撃行動に関するユーザの印象評価

足立 麻衣子

2013年2月7日

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科 情報科学専攻

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に
修士(工学) 授与の要件として提出した修士論文である。

足立 麻衣子

審査委員：

萩田 紀博 教授	(主指導教員)
小笠原 司 教授	(副指導教員)
神原 誠之 准教授	(副指導教員)
杉山 治	(ATR 知能ロボティクス研究所)

ストレス発散を目的とした ロボットへの攻撃行動に関するユーザの印象評価*

足立 麻衣子

内容梗概

本研究は、ユーザがロボットへの攻撃行動を行った際に、どのようなロボットの要素がユーザの「楽しい」情動の表出に影響するのかという知見を、明らかにすることを目的にする。従来このようなロボットを攻撃するという試みはほとんど行われていないため、本研究ではまずロボットの「見た目」と「反応」による印象の違いを検証する。被験者実験で実際にロボットに対して攻撃を行ってもらった結果、ストレス発散に必要な情動の表出の中でも重要な「楽しい」情動の表出において、ロボットの反応よりも、見た目の生物感がユーザの攻撃行動の楽しさに影響する結果が得られた。さらに、攻撃行動を行った際に、生物感のあるロボットのほうが楽しいユーザと、生物感がないロボットのほうが楽しいユーザに分類することができ、前者のユーザは攻撃行動を行った際の罪悪感により楽しいと感じていることが示唆された。

キーワード

ヒューマンロボットインタラクション, コミュニケーションロボット, ストレス発散, 情動の表出, 攻撃行動

*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報科学専攻 修士論文, NAIST-IS-MT1151006, 2013年2月7日.

Communication Robot for Expressing User's Physically Aggressive Behavior*

Maiko Adachi

Abstract

This thesis investigates how to relieve stress without breaking social common sense by physically and negatively attacking a robot. Since the effect of this attacking behavior has not been investigated, we examine how people change their thesis depending on the appearances and reactions of the robot while the subject is attacking. The experimental results show that life-like robots effect people who enjoy attacking. The subjects are classified by types of "prefer to attacking life-like robots" and "prefer to attacking artificial-looking robots". It is revealed that the former can enjoy attacking the life-like robots so that they often feel a kind of guilty as the aftereffect.

Keywords:

Human Robot Interaction, Communication Robot, Relieve Stress, Emotion, Physically Aggressive Behavior

*Master's Thesis, Department of Information Science, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT1151006, February 7, 2013.

目 次

1. はじめに	5
2. 関連研究	7
2.1 情動の表出の仕組み	7
2.2 ストレス発散の方法	9
2.3 情動焦点型のストレス発散の方法	10
3. ネガティブな方法を用いたストレス発散に影響を与えるロボットの要素	15
3.1 本研究におけるロボットの定義	15
3.2 悪印象な方法での情動の表出によるストレス発散	16
3.3 ストレス発散に影響を与えるロボットの要素	17
4. 予備実験：ロボットの生物感の有無により「楽しい」情動の表出は変わるのか	19
4.1 実験の目的	19
4.2 実験の概要	19
4.3 実験結果	22
4.4 本実験へ向けての課題	24
5. 本実験：ロボットのどの要素により「楽しい」情動の表出は変わるのか	26
5.1 実験の目的	26
5.2 実験の概要	26
5.3 実験結果	29
6. 考察	33
6.1 被験者の分類	33
6.2 被験者の分類による実験結果の傾向	33
7. おわりに	37
謝辞	39

目 次

図 目 次

1	情動と情動の表出の仕組み	8
2	本研究で扱う情動行動の例	9
3	ストレス発散の例	11
4	アザラシ型ロボットのパロによる癒しのアニマルセラピー [12] . .	12
5	攻撃行動の表出の機会の例	13
6	ぬいぐるみを用いたロボットの例	14
7	ストレス発散方法のユーザの分類	17
8	被験者実験の環境	20
9	実験に用いたロボットの一覧	21
10	使用したロボットの全体図	21
11	実験風景	22
12	予備実験の相対評価の結果	23
13	本実験の実験環境	27
14	実験に用いたロボットの一覧	28
15	実験風景	29
16	本実験の主観評価の結果	30
17	本実験に対応したストレス発散方法の被験者の分類	34
18	被験者の分類による身体的な楽しさと精神的な楽しさの関係 . . .	35
19	被験者の分類による楽しさと罪悪感の関係	36

表 目 次

1	ストレス発散の分類	11
2	ユーザのストレス発散とロボットの要素の関係	17

1. はじめに

現在のストレス社会において、どのようにして効率的にストレスを発散するかはひとつの重要な課題である [1]. ストレス発散の手段としては様々な方法が提案されているが、その中でも情動の表出によるストレス発散 [2] がよく知られている. 情動とは外部の刺激による快・不快の反応であり、その結果起きる身体反応の中で自ら制御できる身体反応を表出することを、情動の表出 [3] という. 情動の表出によるストレス発散の例として、闘志をむき出しにできるスポーツを行うこと [4] や、お笑い番組を見ることで笑ったりすること [5] が挙げられる. このようなストレス発散の方法は一般的に好印象なストレス発散として受け容れられるが、暴力や破壊行動などの悪印象な（反社会的な）方法のストレス発散も存在している. この反社会的なストレス発散方法は、社会的にはあまり良くないストレス発散方法として扱われる一方で、好印象な方法よりも効率的にストレス発散ができたり、暴力などの反社会的な方法でしかストレス発散できない人もいる [6]. そのため、モラル的・社会常識的に好ましくない反社会的なストレス発散方法も人によっては必要であり、それを行うことができる機会を提供することは重要であると言える.

そこで本研究では、これらの反社会的な方法でのストレス発散を、ロボットを用いることでモラル的にも社会常識的にも問題なく実現することを目標とする. 本研究では反社会的な行動の中でも暴力などの身体的な攻撃行動に焦点を当て、本来他人に向けられる攻撃行動をロボットに向けることによって情動の表出を可能にする. ロボットを用いる理由としては、それ自体が生物ではないためモラルの心配がないことや、モノに対するやつあたりよりも生物に近いロボットのほうが情動の表出が効率的にできると考えられるためである. しかしながら、ロボットに対して攻撃行動を行うという試みはほとんど行われておらず、その行為を行ったユーザはどのように感じるのか、またその感じ方の違いが発生するロボットの要素は何か、などが解明されていない. これらの知見は、ロボットに攻撃行動を加えることがストレス発散として役に立つのかどうかを知るために重要な項目であるため、ロボットに対し攻撃行動を行った場合、ロボットの見た目や反応の違いにより、ユーザに対してどのような印象の違いを与えるのかを調べることは重

要である。本研究では被験者実験を通じて、ストレス発散に必要な情動の表出のひとつである「楽しい」[7]が、ロボットのどの要素により影響されるのかを被験者実験により検証する。

以降、2章に情動の表出によるストレス発散を扱った関連研究と本研究の位置づけを説明し、3章では本研究で用いるロボットの定義と、情動の表出によるストレス発散の指標について説明を行う。続く4章と5章では、ユーザの印象評価を行うための実験について述べ、6章でユーザの分類によるそれぞれの傾向の考察を行い、7章で本研究のまとめと今後の課題を説明する。

2. 関連研究

本研究では情動の表出をロボットに対して行うことでストレス発散を行う。そこで本章では情動の表出によるストレス発散についての関連研究をまとめる。

2.1 情動の表出の仕組み

情動 (emotion) とは脳に与えられる入力 (input) に伴う反応のことで、人は刺激に対し「快情動 (pleasure)」か「不快情動 (unpleasure)」かを判断する [8]。これらは単純な脳の反応だけではなく、脈拍の増加や涙を流すなどの身体的変化が現れることが多い。これらの身体的変化を「情動性身体反応 (physical reaction)」と呼ぶ。

情動性身体反応は「自律反応 (autonomic response)」と「身体反応 (somatic response)」に分けられる。前者は「脈が速くなる」といった自分では制御できない自律的な身体反応を指し、後者は「泣く」といったある程度自分で制御できる身体反応を指す。特に後者で表れる反応は「情動行動 (emotional responses)」と呼ばれている。

ちなみに、感情 (feeling) は情動の出力結果のひとつであると考えられている。人の脳は刺激に対して反応を返すことはできるが、それを知覚することができないため、情動性身体反応から脳が再度知覚したものが感情である。例えば、好きな映像を見た (脳への刺激) 際に、脳はそれを快情動と判断し、体温を上げたり (自律反応) 表情筋を緩めて笑ったり (身体反応) する。この際に人はこの反応を知覚し「喜び」 (出力結果・感情) と感じるができる。ただし、この出力結果を「情動」と呼ぶこともあり、本研究でも情動性身体反応を伴う感情状態を「情動」と呼ぶことにする。なお、後述する本研究で用いる「楽しい」という情動は、快情動の結果起こった感情状態のひとつである。図1に情動の表出の流れを挙げる。

今回は情動行動のうち、一般的には悪いとされている「攻撃行動」を扱う。図2に本研究で扱う攻撃行動の例を示す。この攻撃行動は「叩く」「殴る」「蹴る」といった強接触を伴う情動行動を指す (以下、攻撃行動を指して『叩く』という言

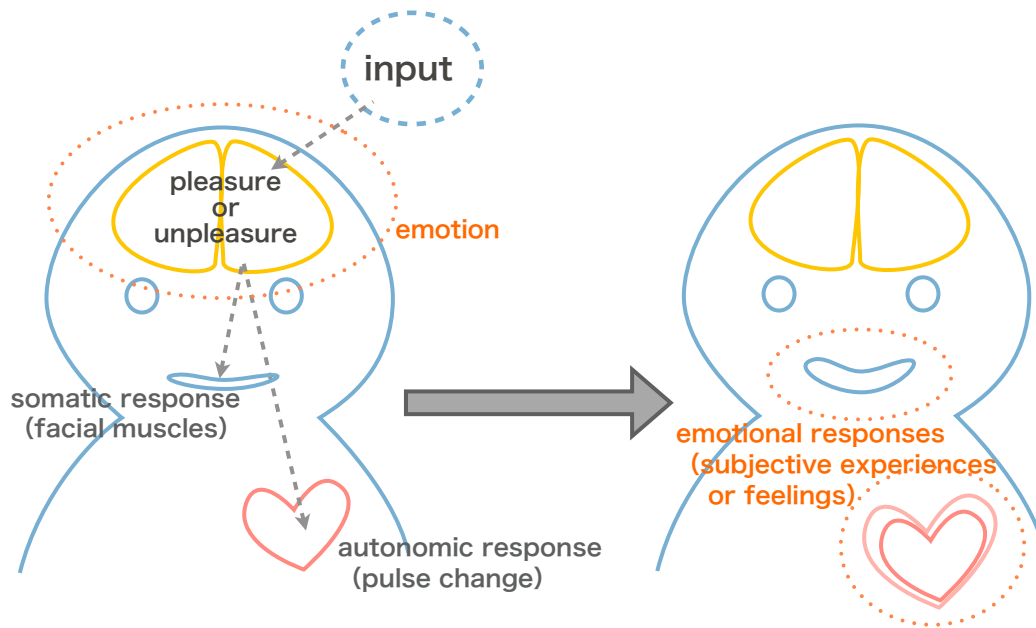


図 1 情動と情動の表出の仕組み

葉を用いる場合がある）。攻撃行動は本来人間の本能であるとされている [9] のだが、日頃外に出すことはほとんどない。この現象の原因としては物理的理由と精神的理由の2つの側面がある。

物理的理由としては「攻撃をすると自分の身体に危害が及ぶ」というものが挙げられる。人は本能的に身体を防御する傾向があり、攻撃を行った際に起こる現象の予測として、自らの体に危害が及ぶことがあれば、それは本能的に攻撃行動をやめる。例えば、目の前に剣山があってもこれを殴ろうとしないのは、本能的に自らの体に危害が及ぶことを予測しているからである。ただし、これらの理由は「攻撃すると痛い思いをする」といった精神的理由にも繋がる部分がある。

精神的理由としては「攻撃をすると身体以外の部分に何らかの被害を被る」というものが挙げられる。これは、個々の理由については個人差が大きい部分もあるが、今回扱うような「制御されてしまった情動行動」の原因はこの精神的理由が大きいと考えられる。例えば、前項での「攻撃すると痛い思いをする」というのも、身体的ではなく「痛い思いをするのが嫌」という精神的な理由により攻撃をやめる場合もある。他には、小さい子どもを殴らないのは「殴ることで周りの



図 2 本研究で扱う情動行動の例

評価が下がる」といった社会的欲求の承認欲（周りから認められたいという欲求）が脅かされる場合があるからと考えられる。

本研究では、このような社会的・物理的制約を排し、攻撃行動を実現可能にする。また攻撃行動の実現だけでなく、攻撃行動に伴う情動の表出を行うことで、ストレス発散を促す。次節からストレス発散について説明を行う。

2.2 ストレス発散の方法

ストレス発散の方法は、主に「問題焦点型」と「情動焦点型」の2種類に分類される[10]。これらの分類による方法、具体例とメリット、デメリットについて表1に表す。前者はストレスの原因を直接解決することで、ストレスを減少させる方法であり、後者はストレスの原因を解決するのではなく、ストレスの原因から一時待避し、情動を表出することでストレスを減少させる方法である。それぞれの方法にはメリット・デメリットが存在するが、本研究ではストレスの発散方法が原因に依らない「情動焦点型」のストレス発散方法を扱うことにする。

2.3 情動焦点型のストレス発散の方法

情動焦点型のストレス発散の方法は、以下の2つ軸で分類することができる。なお、これらの分類は本研究で定義するものである。

- 社会的・モラル的に許されている好印象な方法か、非社会的・非モラル的である悪印象（反社会的）な方法（社会的軸）
- 個人的な情動としてポジティブな情動によるストレス発散、ネガティブな情動によるストレス発散（個人的軸）

前者はそのストレス発散の方法が「社会的・モラル的に許されているかどうか」で分類している。社会的・モラル的に許されているストレス発散の方法を「好印象な方法」とし、非社会的・非モラル的であるストレス発散の方法は「悪印象（反社会的）な方法」とする。後者は「個人的にどのような情動の表出を用いてストレス発散をしているのか」で分類している。「楽しい」「癒し」などの情動の表出によりストレス発散を行うものを「ポジティブな情動によるストレス発散」とし、「怒り」「憎しみ」などの情動の表出によりストレス発散を行うものを「ネガティブな情動のストレス発散」とする。これらの2軸の分類をそれぞれ掛け合わせたものの具体例を図3に表す。

「好印象な方法」でのストレス発散では、一般的に他人に迷惑をかけずにストレス発散ができるものが多く、様々な種類がある。「好印象な方法でポジティブな情動」を用いたストレス発散の方法では、例えばアザラシ型ロボットのパロ [11] を用いた事例 [12] がある。この方法では、図4のようにパロとの触れ合いを通じて、パロの反応により「楽しい」や「癒し」の情動を表出することができ、ストレス発散を行うことができる。「好印象な方法でネガティブな情動」を用いたストレス発散の方法では、例えば破壊セラピー [13] が挙げられる。この方法では、破壊してもよい製品を用意し、実際に自由に破壊をすることで「怒り」や「憎しみ」などの情動の表出をし、ストレス発散を行う。これを用いた事例として、図5に示すような実際にスペインでは車やテレビを破壊するイベント [14] があり、日本ではお皿を割る場が提供 [15] されている。

表 1 ストレス発散の分類

	問題焦点型	情動焦点型
方法	ストレスの原因を直接解決する	ストレスの原因から一時待避し情動の表出を行う
具体例	失敗を責められた際に2度と同じ失敗を繰り返さないようにする	失敗を責められた際にスポーツやカラオケで気分転換をする
メリット	鬱や不安感を減少させ自身のレベルアップが可能	発散方法がストレスの原因に左右されないため実現が容易
デメリット	実現が難しい	その場しのぎ

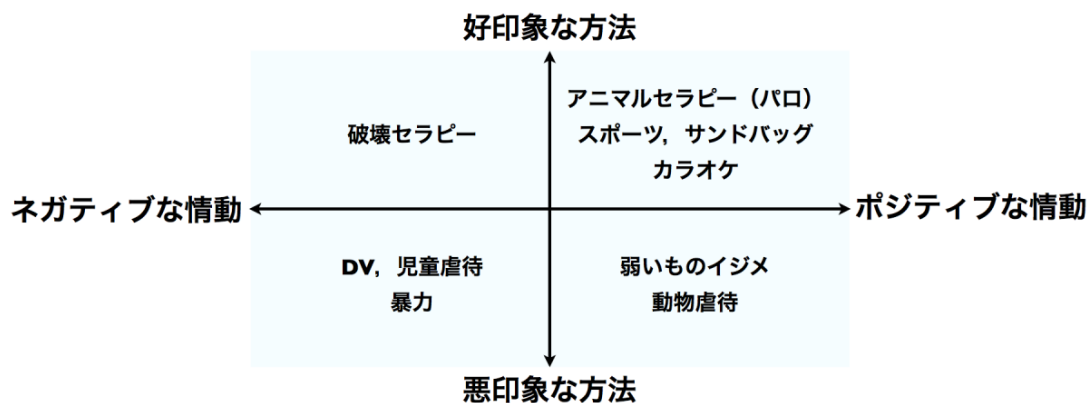


図 3 ストレス発散の例

縦軸は好印象な方法か悪印象（反社会的）な方法，横軸はポジティブな情動かネガティブな情動かを表している。



図 4 アザラシ型ロボットのパロによる癒しのアニマルセラピー [12]

「悪印象（反社会的）な方法」でのストレス発散では、悪口や暴力など他人に危害を加えたり迷惑をかけてストレス発散するものが多い。「悪印象な方法でポジティブな情動」を用いたストレス発散の方法では、他人に暴力などを振る舞うことで「楽しみ」などの情動を表出してストレス発散を行う方法である。例えば、弱いものイジメなどで、自分より弱い存在に対して暴力を振る舞うことで「楽しさ」の情動を表出することができ [16]、ストレス発散を行うことができる。「悪印象な方法でネガティブな情動」を用いたストレス発散の方法では、他人に暴力などを振るうことで「憎しみ」などの情動を表出してストレス発散を行う方法である。例えばDV[17]や児童虐待[18]など、「憎しみ」の情動を表出しながら暴力を振るうことでストレス発散を行うことができる。ただし、このネガティブな方法でのストレス発散は、同じ行為でも「ポジティブな情動」でストレス発散できるか「ネガティブな情動」でストレス発散できるかは、ユーザによって様々である。一般的には好印象な方法によるストレス発散を推奨されているのだが、児童虐待やイジメなどの反社会的な方法によりストレスを発散している人も少なからずいる。

このような悪印象な方法でしかストレス発散ができない人に向けた事例として、社会的・モラル的に許容されるように工夫したものが先述した「好印象な方法でネガティブな情動」を用いたストレス発散の方法である。しかし、上記のような「モノ」に対する情動の表出の場合は、以下のような問題点が挙げられる。



図 5 攻撃行動の表出の機会の例

左：スペインにて行われた破壊セラピーのイベント，右：日本で行われている皿を割る機会を設けているビジネス

課題 1

対象が固い物体である場合，攻撃行動を行ったユーザが怪我をする可能性がある

課題 2

対象が意思のない無機物であるため，攻撃行動を行っても単純な反応（音や壊れた様子など）しか得られない

これらの課題を解決するため，本研究ではコミュニケーションロボットを用いてネガティブな情動の表出を実現する．ロボットを用いた場合の問題点は以下のように解決する．

課題 1 の解決法

ユーザが怪我をしない素材や動きを用いたロボットを用いることで，攻撃行動を行った際に発生する危害を軽減する．ユーザが怪我をしない素材を使ったロボットは，図 6 に示すようなぬいぐるみを用いたロボット [20][21] や，ユーザに必要以上の力を与えないフィードバック誤差学習制御を用いたロボット [19] などが挙げられる．本研究では，攻撃行動の対象として良く使われているサンドバッグやパンチングマシン，および生物感が得られるぬいぐるみを用いてロボットを実装する．



図 6 ぬいぐるみを用いたロボットの例

左は杉浦らの PINOKY[20], 右は椎名らの触感のよいぬいぐるみロボット [21]

課題 2 の解決法

ロボットが声や動きによる反応を返すことで、無機物の持つ単純な反応以外も様々な反応を得られるようにする。多様な反応を実装したロボットとしては、自律的な反応であれば行動パターンに多様性を持たせたロボットの研究 [22] などが挙げられ、非自律的な反応であれば実験者が別室からリアルタイムでロボットを操作する Wizard of OZ[23] の手法によるロボットなどが挙げられる。本研究では、加速度センサを用いた自律的なロボットの反応を目指していたが [24], ユーザの攻撃行動に対して的確なタイミングでの反応をする必要があるため、後者の Wizard of OZ を用いることにより、反応の多様性を持たせることにする。

3. ネガティブな方法を用いたストレス発散に影響を与えるロボットの要素

まず本研究で扱うロボットの定義と、情動の表出によるストレス発散の指標について述べる。その後、本研究で明らかにすべき課題について説明を行う。

3.1 本研究におけるロボットの定義

現在のロボットは人間の形をしているものから、ボールの形をしているものまで様々であり、その反応も多種多様である。そこで本研究で扱うロボットの条件として、以下の2つを定義する。

意思があるように振る舞う

「意思があるように」とは、ロボットが入力に対し知性を持っていると思わせるような適切な内容の反応を返すことである。そのため、ユーザが知性を持っていると感じさせられるものならば、音声や動きなどの反応の種類は何を用いても良いとする。

「素材」「見た目」「反応」で構成

ロボットは「素材 (material)」「見た目 (appearance)」と「反応 (reaction)」の要素で構成される。以下、それぞれの構成要素について例を挙げて説明する。

- 「素材」とはロボットの外装で物理的な部分を構成するものである。素材の要素としては、材料や大きさなどが挙げられ、数値化することが可能であり、絶対的指標で表すことができる。
- 「見た目」とはロボットの外装でユーザが受ける印象の部分を指す。見た目の要素としては、可愛さや生物感などが挙げられ、これらはユーザによって受ける印象が異なるため、絶対的な座標で表しにくく、数値化することが難しい。見た目の要素を特定するには、被験者による主観評価を用いる。

- 「反応」とはユーザの働きかけに応じて起こる変化や動きである。反応の要素としては、表現方法や内容などがある。表現方法の例としては、たとえば声による反応（バーバルな反応）や動きによる反応（ノンバーバルな反応）が挙げられ、内容については、例えば内容がポジティブかネガティブか、知的さの有無などが挙げられる。

3.2 悪印象な方法での情動の表出によるストレス発散

本研究では前章で説明をした「悪印象な方法でポジティブな情動」を用いたストレス発散を扱う。これは、悪印象な方法でしかストレス発散ができないユーザが存在するためである。ポジティブな情動を対象とした理由は、前章でも説明したように悪印象な方法でのストレス発散では、ユーザによってどのような情動の表出を元にストレス発散ができたのかが異なるため、今回は情動の中でも「楽しい」という情動に絞り、この情動の表出によってストレス発散ができたかどうかの指標とする。

なお、ロボットに対する攻撃行動によるストレス発散は、「好印象な方法」によるストレス発散にも「悪印象な方法」によるストレス発散にもなりうる可能性がある。これは、ロボット自体はただの人工物に過ぎないが、中にはロボットに意思や生物感を感じる人もいるためである。そのため、ロボットに攻撃を与えた際に、生物感を感じなければそれはスポーツ（サンドバッグを殴るなど）と同じ「好印象な方法」によるストレス発散とし、生物感を感じれば他人に対し攻撃行動を行っていることと同じため「悪印象な方法」によるストレス発散とする。このようなロボットに対しての攻撃行動を行った際の印象は、図7のように生物感があるとストレス発散できないユーザ（クラスP）や、生物感がないとストレス発散ができないユーザ（クラスN）、生物感があってもなくてもストレス発散ができるユーザ（クラスPN）、ロボットに対する攻撃行動を行うことでストレス発散ができないユーザ（クラスO）の4つに分けられる。

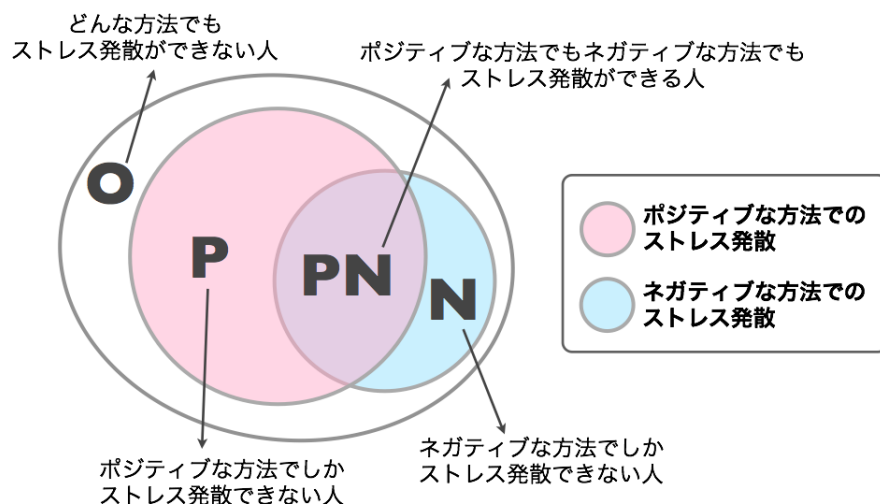


図 7 ストレス発散方法のユーザの分類

3.3 ストレス発散に影響を与えるロボットの要素

本研究では、3.2 節で説明したロボットに対する身体的な攻撃行動によるストレス発散の方法の差（好印象な方法か悪印象な方法）が、ロボットのどの要素によって影響されるのかを被験者実験にて調べる。これは同じロボットを相手に攻撃行動を行っても、ユーザに依ってその攻撃行動の印象が変わると考えられるためである。

ここで、ユーザのストレス発散とロボットの要素の関係を表 2 にまとめる。ユー

表 2 ユーザのストレス発散とロボットの要素の関係

ユーザのストレス発散の原因	ロボット		
	素材	見た目	反応
身体的	◎	×	△
ポジティブ	△	○	○
ネガティブ	△	○	○
罪悪感	×	◎	○

ザのストレス発散方法は、ここでは身体的と精神的な原因に分類し、精神的な原因ではそれぞれ、楽しいや癒しなどの「ポジティブな情動」の表出、怒りや憎しみなどの「ネガティブな情動」の表出に分類する。また別の指標として、ロボットの生命感を表す「罪悪感」も記述している。この罪悪感を入れた理由としては、反社会的なストレス発散を行う際に必要な指標だと考えられ、これもストレス発散の原因のひとつになりうると考えられるからである。なお、表の記号はロボットの要員がユーザに対してどの程度影響するかを表している。

ロボットの要素は3.1節で定義したように「素材」「見た目」「反応」があるが、本研究ではユーザの精神的な部分に影響されると考えられる「見た目」と「反応」に絞り、被験者実験にて「見た目の生物感の有無」と「反応の生物感の有無（反応の有無）」によってユーザの印象の評価が変わるかを調べる。その後、行った実験の結果やアンケート結果より、より詳細に検証すべきロボットの要素を実験的に求め、どのようなユーザに対してはどのようなロボットの要素がストレス発散の方法に影響を与えるのかを調べる。

4. 予備実験：ロボットの生物感の有無により「楽しい」情動の表出は変わるのか

本章の目的は、ロボットの見た目の生物感の有無と反応の生物感の有無によって、ロボットに対する攻撃行動の印象が変化するかを明らかにすることである。そのためにまず予備実験において、4種類のロボットを実際に攻撃し比較してもらうことで、ロボットに対するユーザの印象評価を調べる。

4.1 実験の目的

まず、ロボットの構成要素である「見た目」と「反応」それぞれの生物感の有無によって、ユーザの「楽しい」情動の表出が変化するかを調べる [25]。なお、この生物感の有無は多くのロボットの要素の中から「見た目」と「反応」のどちらにも共通する要素であるため、予備実験で調べる要素として選定している。

4.2 実験の概要

予備実験では、実際に被験者が1人1体のロボットに1分間自由に攻撃行動を行い、その後アンケートにて印象評価を行う。

実験環境

奈良先端科学技術大学院 環境知能学研究室実験室で行った。実験室内での配置は図8に示す。

実験の流れ

被験者は実験室に入り、実験者から実験の説明を受ける。その後、被験者は4つの試行を行ってもらい、それぞれの試行で被験者は、用意されたロボットに対して1分間自由に攻撃行動を行う（この際の攻撃行動の種類は問わない）。1体のロボットの試行が終われば、そのロボットに対する自由記述のアンケートに回答してもらい、次の試行に移る。これを4つの異なる条件下で繰り返した後、被験者には実験全体に対する相対評価を回答し

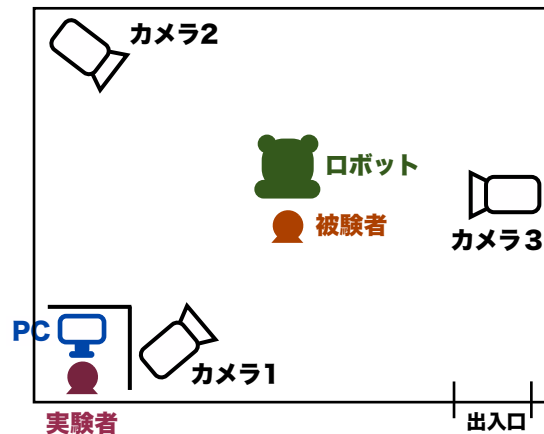


図 8 被験者実験の環境

被験者は実験室のほぼ中央でロボットと対峙し、実験者はパーティションで区切った同室の一角にてロボットの音声を操作する。なおカメラは3台用意し、実験者は被験者の様子をリアルタイムで観察すると同時に録画も行う。

てもらう。その後、実験者が被験者に対してインタビューを行い、実験を終了とする。なお、試行におけるロボットの順番はランダムに行った。

対象とする被験者

奈良先端科学技術大学院大学の22～39歳の男性10人

実験条件

今回比較するロボットの構成要素は、見た目では「生物感の有無」、反応では「反応の有無（生物感の有無）」を掛け合わせた計4種類である。実際に用いたロボットを図9と図10に示す。なお、実験者が別ブースにてカメラで監視し、ロボットはWizard of OZにて操作を行う。ロボットの反応ありの実験では、ロボットが叩かれたタイミングに合わせて「いた」という音声を流す。「いた」という音声は、実験者が事前に収録したものを扱い、ロボットの音声自体に生物感を与えるために選んだ言葉である。なお、今回の実験では「生物かが無く反応も無い」パンチングマシーンもロボットとし「4体のロボット」という表現を用いる。

評価項目

見た目	声(反応)あり	声(反応)なし
ゾウ (生物感あり)	 ゾウ 声あり	 ゾウ 声なし
パンチングマシーン (生物感なし)	 パンチング 声あり	 パンチング 声なし

図 9 実験に用いたロボットの一覧

見た目（生物感）の有無の2種類，反応の有無の2種類，合計4種類のロボット



図 10 使用したロボットの全体図

ゾウはパンチングマシーンに固定し，パンチングマシーンと同じ高さになっている



図 11 実験風景

左はゾウを用いた実験風景，右はパンチングマシーンを用いた実験風景

今回の実験での評価は，各ロボットに対する自由記述の印象評価以外に，4体のロボットに対する順位付けによる相対評価で行ってもらった．相対評価の設問項目は以下の通りである．

- 叩くことが楽しかった
- 叩くことに抵抗がある

それぞれの設問に対して，4体のロボットについて順位をつけてもらい，その後ロボット間での差異を不等号 ($\gg$, $>$, $\geq$, $=$) により表現してもらった．評価の方法としては，一番順位の低いものを0点とし，その他の順位が上がるに対して点数を加点する ($\gg$ = 2点, $>$ = 1点, $\geq$ = 0.5点, $=$ = 0点) 加点方式で最終的な点数を算出する (例えば「 $A \gg B > C \geq D$ 」の場合, 「 $D=0$ 点, $C=0.5$ 点, $B=1.5$ 点, $A=3.5$ 点」となる)．

4.3 実験結果

実験の風景を図 11 に，上記の評価の点数を元に算出したそれぞれのロボットの点数の平均を図 12 に示す．それぞれの結果について以下に詳細に記述する．

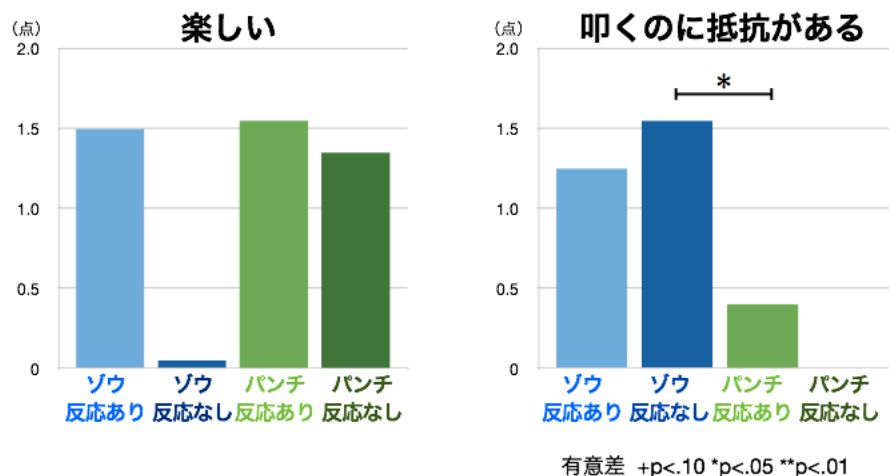


図 12 予備実験の相対評価の結果

左から「叩くのが楽しかった」「叩くことに抵抗がある」の設問の結果。縦軸は評価方法から算出した点数

「叩くのが楽しかった」の結果について

図 12 の左のグラフの左から 2 番目の「ゾウの反応なし」は、他の条件よりも値が低く、他の値はほぼ同等の楽しさが得られたことという実験結果になった。これにより、生物感のある見た目で反応がないロボットは、叩くことに対する楽しさは明らかに得られないということがわかった。

この「ゾウの反応なし（生物感のある見た目で反応がないロボット）」の評価が低かった理由として、後のインタビューにより「無抵抗のもの（反応がないもの）を叩き続けるのは弱いもの虐めをしている気分になる」という意見が得られた。しかし、パンチングマシンの音声がないものについても同様の意見により楽しさの評価が減少するかと考えられるが、結果としてはそのような結果は得られていない。これは、パンチングマシンはそもそも音声がない状態が普通であり、生物的な要素が少ないためである。つまり反応の有無によるユーザーに対する楽しさの印象の違いは、見た目が生物的吗かどうかによると考えられる。

「叩くことに抵抗がある」の結果について

図 12 の右のグラフの左 2 つの「見た目がゾウ（生物的）」のほうが叩くことに抵抗があるという傾向が出た。これにより、生物感のある見た目では、反応に依らず叩くと抵抗感が感じられるということがわかった。

これは見た目から生物感を得られており、叩くことに対する罪悪感を感じているのではないかと考えられる。ただし、後のインタビューにおいて「ゾウの鼻が邪魔で叩きにくかった」「顔以外を狙うと的が小さくなるので叩きにくかった」といった身体的に叩くのが困難であったという意見も得られたので、この結果について全てが罪悪感から起因するものであるとは言いがたい。また「ゾウの声あり」は「叩くのが楽しかった」という評価が得られているにもかかわらず「叩くのに抵抗がある」という矛盾を感じさせる結果が出ている。これについては、本実験にて追加の考察を行う。

4.4 本実験へ向けての課題

予備実験の結果により「ゾウの反応なし」は「楽しい」情動の表出が明らかにしにくいという結果が出た。そのため、本実験では「反応なし」の要素の検証は行わないこととする。

ロボットの「見た目」と「反応」のより詳細な要素として、どのようなものが「楽しい」に影響するかを、被験者へのインタビューによって推定した。その結果、見た目に対しては「可愛い／可愛くない」、反応に対しては「叩かれることに対して喜ぶ／嫌がる」という要素が「楽しい」に影響を与えるのではないかという意見が得られた。そこで本実験では、より詳細な要素として、これらを用いて「楽しい」情動の表出ができるかどうかを検証する。

なお、本実験に向けては予備実験の反省から以下の変更を行う。

- 被験者の意見に「同室に実験者がいると見られているような気分になる」というものが多かったため、本実験では実験者は別室から操作を行うようにする
- 評価の際、「叩くのが楽しかった」と「叩くことに抵抗がある」の設問の答えは、身体的なものから起因するものか（体を動かすのが楽しい）、精神的

なものから起因するものか（ロボットのリアクションが楽しい）が分類できなかったため、本実験では起因するものを明示的に呈示する

- ロボットの的が小さく、叩く難易度が高いという意見が得られたため、本実験では大きいロボットを用いる
- パンチングマシンだと、攻撃行動がパンチに限定されてしまうため、本実験ではある程度攻撃行動の幅ができるように、サンドバッグを採用する
- ロボットの声が「いた」という音声1種類のみであると「機械的で生物のように思えない」という意見が得られたことから、本実験ではより生物感を出せるように、内容のある音声を数種類用意して行う

5. 本実験：ロボットのどの要素により「楽しい」情動の表出は変わるのか

本章の目的は、予備実験の内容を元に検証するロボットの要素を再設定し、どのようなロボットの要素が「楽しい」の情動の表出に影響を与えているのかを明らかにすることである。前章の予備実験ではロボットの見た目と反応の差異で、ユーザに対する印象評価の差異も出ることが分かり、生物感のある見た目で反応がないロボットは明らかに楽しくないという結果が出た。そのため本章での本実験においては、より細かい要素を含んだ6種類のロボットを実際に攻撃し比較してもらうことで、ロボットに対するユーザの印象評価をより詳しく調べる。

5.1 実験の目的

予備実験から「生物感の有無」が「楽しさ」情動の表出になんらかの影響を与えられていることがわかった。そのため、本実験では「見た目」と「反応」についてより詳細な要素を定め、それらの要素がどのように「楽しさ」情動の表出に影響しているのかを調べる。

5.2 実験の概要

本実験では、実際に被験者が1人1つのロボットに制限時間を設けず自由に攻撃行動を行い、その後アンケートにて印象評価を行う。以下に詳しい説明を行う。

実験環境

奈良先端科学技術大学院 環境知能学研究室実験室で行った。実験室内での配置は図13に示す。

実験の流れ

被験者は実験室に入り、実験者から実験の説明を受ける。その後、被験者は前半3つ、後半3つ、計6つの試行を行ってもらう。それぞれの試行で被験者は、用意されたロボットに対して自由に攻撃行動を行う（この際の攻

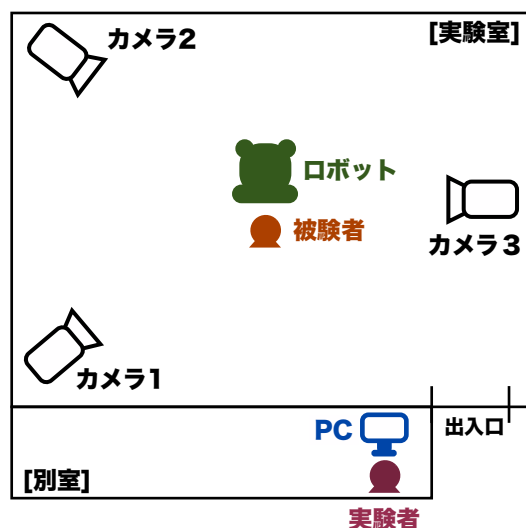


図 13 本実験の実験環境

被験者は実験室の中央にてロボットと対峙し、実験者は別室にて操作と観察を行う。カメラは有線を用い、別室まで映像を送る。

撃行動の種類は問わない)。試行時間に時間制限は設けず、被験者はロボットに対する攻撃行動に飽きたり疲れたら終了してもらう。1体のロボットの試行が終われば、そのロボットに対する自由記述のアンケートに回答してもらい、次の試行に移る。前半後半ともに、ロボット3つの異なる条件下の試行を繰り返した後、被験者には実験全体に対する相対評価を回答してもらう。前半と後半の試行全て行い、実験を終了とする。なお、前半と後半ではロボットの反応を変更し、これは被験者によってランダムとした。同様に試行におけるロボットの順番もランダムに行った。

対象とする被験者

奈良先端科学技術大学院大学の22～24歳の男女20名（男性12名、女性8名）

実験条件

今回比較するロボットの要素と実際に用いたロボットを図14に示す。「見た目」の要素は「生物的／可愛い」「生物的／可愛くない」「非生物的」の3種

見た目 反応	生物感あり		生物感なし
	可愛い	可愛くない	
叩かれたら 喜ぶ (承認)	 くま	 こびとづかん	 サンドバッグ
叩かれたら 嫌がる (拒否)	 くま	 こびとづかん	 サンドバッグ

図 14 実験に用いたロボットの一覧

上段は叩かれたら喜ぶ音声を反応として返し、下段は叩かれたら嫌がる音声を反応として返すロボットである。「可愛くない」のこびとづかんはリトルハナガシラ [26] を採用

類を採用し、「反応」の要素は「承認（叩かれることに対して喜ぶ）」「拒否（叩かれることに対して嫌がる）」を採用する。なお、ロボットの見た目の選定と音声の選定は、予備実験の参加経験のある男性4名により行った。

ロボットの操作は Wizard of OZ 形式にて行う。操作方法は前章の実験と同様であるが、今回の実験では実験者が別ブースにてカメラで監視し、ロボットが叩かれたタイミングに合わせて音声を流す。

評価項目

今回の実験での評価は、承認反応をするロボット3体に対する相対評価と、拒否反応をするロボット3体に対する相対評価の2つを行った。相対評価の点数の算出方法は予備実験と同じである。



図 15 実験風景

左からクマ，こびとづかん，サンドバッグを用いた実験風景

- 全体的な楽しさ
- 体を動かすことの楽しさ
- ロボットの反応に対する楽しさ
- 叩くことに対する罪悪感

5.3 実験結果

実験の風景を図 15 に，予備実験と同様に算出したそれぞれのロボットの点数の平均を図 16 に示す．それぞれの結果について以下に詳細に記述する．

「全体的な楽しさ」の結果について

全体的な楽しさは，反応の種類に関わらず，生物的な見た目のロボット 2 体よりも非生物的なロボットであるサンドバッグのほうが値が高く有意差が出た．反応による差異はどのロボットに対しても見られなかった．このため今回の被験者内では，非生物的な見た目のロボットに対する攻撃行動を行うほうが楽しいと感じる被験者が多いという結果が得られた．

この生物感のある見た目よりも生物感のない見た目のほうが楽しいと感じるという実験結果は，前章で述べた予備実験とは異なる結果である．これはユーザごと傾向を考慮せず，全ユーザのデータの平均を取ったからであ

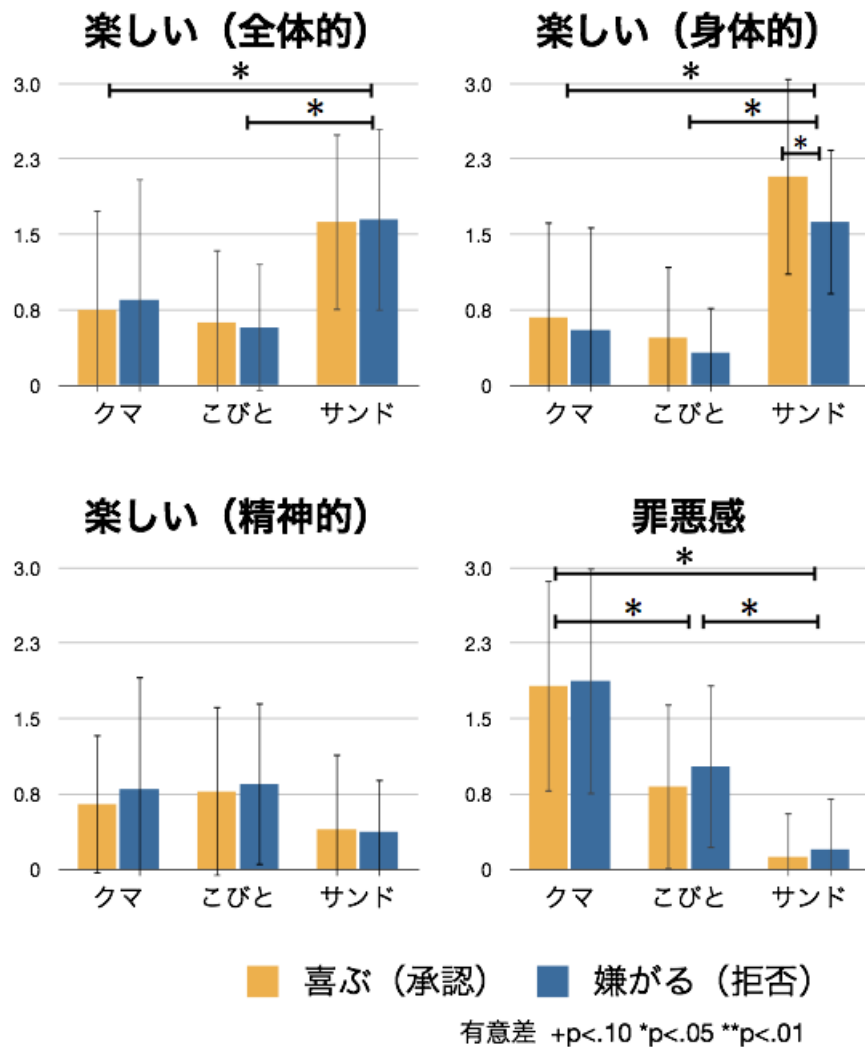


図 16 本実験の主観評価の結果

左から順に「全体的な楽しさ」「身体的な楽しさ」「精神的な楽しさ」「罪悪感」の印象評価の結果である。黄色いグラフはロボットが喜ぶ反応をした試行の結果であり、青いグラフはロボットが嫌がる反応をした試行の結果である。縦軸は予備実験にて行った評価方法から算出した点数である。なお、図中では有意差が現れた組み合わせのみ有意差を示している。

ると考えられる。後述する考察の章では、ユーザごとの分類を行いその分類の中での傾向を調べる。

「身体的な楽しさ」の結果について

身体的な楽しさにおいても、生物的な見た目のロボット2体よりも非生物的なロボットであるサンドバッグのほうが値が高く有意差が出た。反応による差異はサンドバッグにのみ、承認反応の場合のほうが値が高く有意差が出た。このため、非生物的な見た目のロボットが承認反応を行った場合に楽しいと感じる被験者が多いという結果が得られた。

この実験結果より、まず非生物な見た目のロボットの値が高かったのは、今回用いた非生物な見た目がサンドバッグという元々攻撃行動に適したものであるからだと考えられる。さらに、反応によって身体的な楽しさが変わったのは、承認反応の一部に「もっと叩いて」というような攻撃行動を促すような内容が入っていたため、それに応答して攻撃行動が誘発されたため、結果的に攻撃行動の身体的な楽しさが高くなったのではないかと考える。

「精神的な楽しさ」の結果について

精神的な楽しさは、どの試行に対しても有意差は出なかった。これより、精神的な楽しさはロボットの見た目にも反応にもよらず、同様の楽しさを得ているという結果が得られた。

この実験結果ではユーザごと傾向を考慮せず、全ユーザのデータの平均を取ったため、反応の種類に依る差異が出ていないが、実際にはロボットの反応に依って攻撃行動の精神的な楽しさが変わるユーザが存在する。このようなロボットの反応の違いによる精神的な楽しさの差異は個人の好みに大きく、詳細に調べるのは難しい。本実験からは主な傾向は見られなかったため、反応の差異に依る楽しさが出るような条件を設定した実験が必要であると考えられる。

「罪悪感」の結果について

罪悪感については、生物的で可愛い見た目（クマ）のロボット、生物的で可愛くない見た目（こびとづかん）のロボットの順に高い値が得られ、有意

差が出た。なお、サンドバッグに関しては罪悪感を感じるユーザはほとんどゼロに近く、反応による差異はどのロボットに対しても見られなかった。これより、罪悪感は生物感のある見た目のロボットのほうが感じやすく、さらにその中でも可愛い見た目をしているロボットに対して罪悪感を感じるという結果が得られた。

この可愛い見た目をしているロボットに対して一番罪悪感を感じるという結果が得られたのは、もともと可愛いものというのは愛でる対象のものが多く、攻撃行動の相手としては不向きであるからだと考える。対してサンドバッグに対して罪悪感を感じないのは、元々攻撃行動を行うためのものであり、反応があったとしても「攻撃行動を行うもの」という概念が染み付いているからだと考えられる。

6. 考察

前章の本実験の実験結果では、被験者全員の平均を用いることで全体の傾向の結果が得られた。しかし、攻撃行動の楽しさの感じ方は被験者個人に依って傾向が違ふと考えられる。そのため本章では、被験者をストレス発散の方法によって分類し、その中での傾向を調べ、考察を行う。

6.1 被験者の分類

本章では、被験者を以下の4つのクラスに分類する。なお、この4つのクラスは3.2節にて記述したものであり、今回はクラスOについては該当する被験者はなしとし、全員がストレス発散できたものとする。ここで図17に本実験に対応した被験者の分類の図と、本実験で該当した人数を示す。

- クラスP：

反応に依らず非生物的な見た目のロボット（サンドバッグ）が楽しかった被験者

- クラスN：

反応に依らず生物的な見た目のロボット（クマ・こびとづかん）が楽しかった被験者

- クラスPN：

どちらの見た目のロボットでも楽しかった被験者

（反応に依って攻撃行動が楽しいロボットの見た目に差異があった被験者）

- クラスO：

どんなロボットも楽しくなかった被験者

6.2 被験者の分類による実験結果の傾向

今回はより顕著な傾向が出たクラスPとクラスNについて2つの比較を行う。なお、前章の実験結果より見た目の可愛さの違いは罪悪感以外に現れなかったた

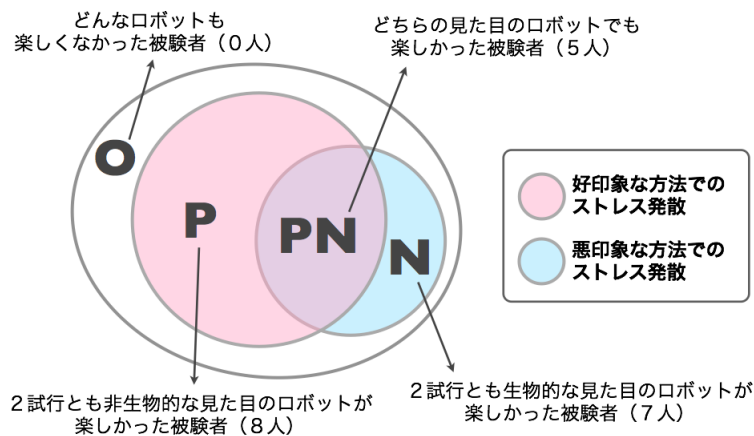


図 17 本実験に対応したストレス発散方法の被験者の分類

被験者はそれぞれ2つの印象評価（相対評価）を行っているため、その評価でそれぞれ一番高い値を得られたものが一番楽しかったロボットとし、その傾向に依って分類する。なお上位が同点だった場合は生物的な見た目のロボットが一番高い値であるとして分類を行う。

め、今回は簡素化のために生物的な見た目のロボットの結果をクマの結果のみ用いる。非生物的な見た目のロボットはこれまでと同様にサンドバッグの結果を用いる。

被験者の分類による楽しさの違い

図18に、クラスPとクラスNの身体的な楽しさと精神的な楽しさの実験結果を示す。クラスPの被験者は身体的な楽しさにおいてサンドバッグのほうがクマよりも値が高く、有意差が出た。対してクラスNの被験者は身体的な楽しさでは有意差が出なかったが、精神的な楽しさでクマのほうがサンドバッグよりも値が高く若干の有意差が出た。これより、被験者の分類によって感じている楽しさの種類が違ってくるのが分かった。

ここから、非生物的な見た目のロボットのほうが楽しいと感じる場合は身体的な楽しさから起因し、生物的な見た目のロボットのほうが楽しいと感じる場合は精神的な楽しさから起因するのではないかと考えられる。すなわち、生物的な見た目のロボットのほうがロボットの反応を楽しみやすい

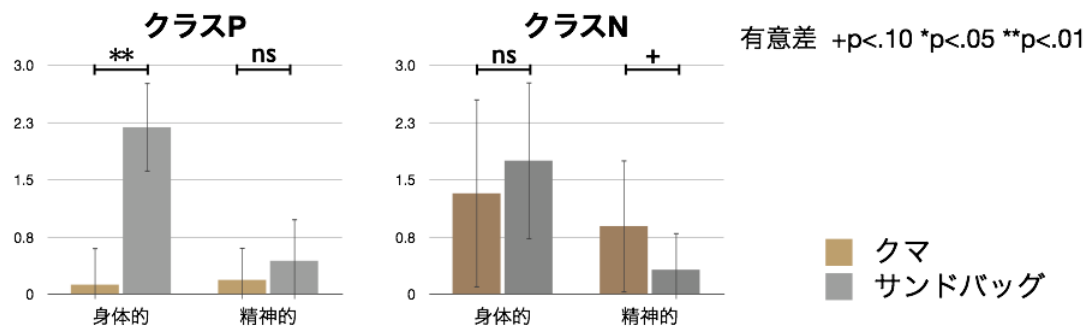


図 18 被験者の分類による身体的な楽しさと精神的な楽しさの関係
左からクラス P（生物感がないほうが楽しい被験者），クラス N（生物感があるほうが楽しい）の実験結果

と考える。

被験者の分類による罪悪感の違い

図 19 に，クラス P とクラス N の全体的な楽しさと罪悪感の実験結果を示す。クラス P の被験者は罪悪感の結果において，クマに対する罪悪感の値が高くサンドバッグに対する罪悪感がゼロという結果が出た。クラス N においては罪悪感の結果において，クマの罪悪感がサンドバッグよりも高く有意差が出た。これより，クラス P の被験者は全体的な楽しさと罪悪感が相反する関係となり，クラス N の被験者は全体的な楽しさと罪悪感が似たような傾向にあることが分かった。

クラス P における実験結果は「罪悪感を感じるから楽しくない」というものであり，ストレス発散の方法としては「好印象なストレス発散」に近い。つまり，このクラス P の被験者は，暴力的なものではなくスポーツのような社会的に許された行為でないと楽しいとすることができない，いわゆる一般的なユーザであると言える。対して，クラス N における実験結果は「罪悪感を感じるから楽しい」というものであり，ストレス発散の方法としては「悪印象な（反社会的な）ストレス発散」に近い。この「罪悪感を感じるから楽しい」という感覚は，単純にイジメといった反社会的なものだけでなく，「やってはいけないと言われたらやりたくなる」といった誰もが

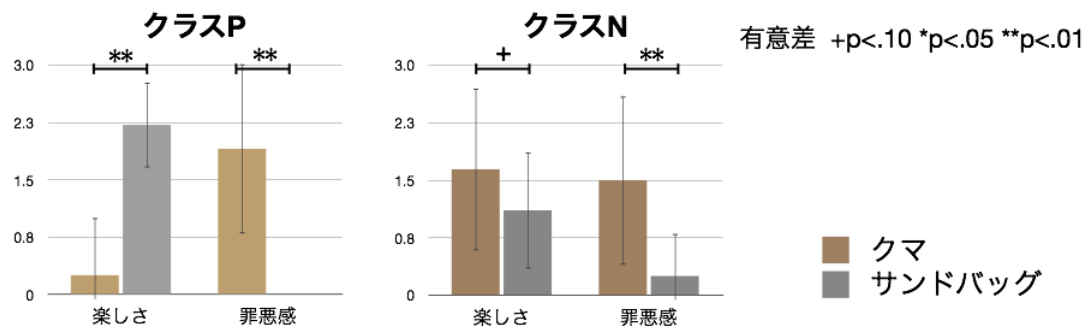


図 19 被験者の分類による楽しさと罪悪感の関係

左からクラス P（生物感がないほうが楽しい被験者），クラス N（生物感があるほうが楽しい）の実験結果

感じたことのあるようなものに似ていると考える。この一見矛盾した「罪悪感や背徳感といったものを感じるからこそ楽しい」というものも起こりうることであり，今回の実験により実際にその存在やそれを好むユーザの存在が確認されたと言える。

7. おわりに

本研究では、暴力などの身体的な攻撃行動による悪印象な方法でのストレス発散を、ロボットに向けることによってモラル的にも社会常識的にも問題なく実現する方法を実験的に明らかにした。攻撃した人のロボットに対する印象に影響を与える要素をロボットの「見た目」と「反応」の違いに絞って調べた。

被験者実験で実際にロボットに対して攻撃を行ってもらった結果、ストレス発散に必要な情動の表出の中でも重要な「楽しい」情動の表出において、ロボットの反応よりも、見た目の生物感がユーザの攻撃行動の楽しさに影響する結果が得られた。とくに罪悪感においては、可愛い見た目のロボットのほうが攻撃した際に感じる傾向が強いことがわかった。

さらに、攻撃行動を行った際に、生物感がないロボットのほうが楽しいユーザと、生物感のあるロボットのほうが楽しいユーザに分類を行い、それぞれの傾向を調べると以下の2つのことが示唆された。

- 生物感がないロボットのほうが楽しいユーザは、攻撃行動において身体的な楽しさを感じている傾向があり、生物感のあるロボットのほうが楽しいユーザは、攻撃行動においてロボットの反応に楽しさを感じている傾向がある。
- 生物感のあるロボットのほうが楽しいユーザは、攻撃行動において罪悪感も同時に感じており、一見矛盾する関係である罪悪感と楽しさが同時に存在できることが確認された。

今後の課題として以下のものが挙げられる。

1. ロボットの身体的な動きや表情の変化などの、ロボットの他の要素による印象の変化
2. 被験者の性別の差や年齢の差による印象の変化
3. 「楽しい」情動の表出以外（たとえば罪悪感など）によるストレス発散の検証

4. 客観的なデータに基づく，実際にストレス発散ができるかどうかの検証
5. ユーザ個人の好みによる攻撃行動の楽しさの差異の検証
6. 人間の普遍的な攻撃行動の欲求はどこからくるのか，どのような要因があるのか
7. 自律的な叩くコミュニケーションを行うロボットの開発

謝辞

本論文を書き上げるにあたって、多くの方々に助けて頂きました。私の在籍する環境知能学研究室 萩田紀博教授には、本研究を進めるにあたり研究室教授として幅広い範囲でご指導を頂きました。特にメンタル面でのご支援をして頂き、研究以外にもとてもお世話になりました。ここに厚く御礼申し上げます。

副指導教官としてご助言を頂いたロボティクス研究室 小笠原司教授には、ゼミナール等でいつも適切なご助言頂戴しまして、研究をより良いものへと導いてくださいました。ここに深く感謝致します。

多大な御時間を割いて細部にわたりご指導を頂いた環境知能学研究室 神原誠之准教授に心より御礼を申し上げます。私とはまったく違う様々な視点からのご意見を頂戴し（最初はとまどうことも多々ありましたが）、議論を進めていく上で別の見方もあることに気付き、最終的にはとても良い方向に進めることができました。また、研究の内容だけでなく研究への姿勢や論文の書き方について詳細に指導して頂きました。ありがとうございました。

ATR 知能ロボティクス研究所の杉山治さんには、2年間ヒューマンロボットインタラクションの研究において、事細かに指導してくださいました。特に被験者実験の進め方については、初期の頃から詳しく勉強をさせて頂き、本当によい体験をさせて頂きました。また未踏への応募時やプロジェクトの内容についても、未踏 OB としてのご意見を多くくださり、とても助かりました。ここに厚く御礼を申し上げます。

環境知能学研究室 浮田宗伯准教授には、日々の生活において多大なるサポートをして頂きました。研究を進めていく上での健康管理面のご支援、他にも TeX の書き方や英語の指導もしていただき、自分自身のレベルアップにも繋がりました。他分野にも関わらず、本研究に対しても印象的なご意見をたくさん頂き、私の研究に対する興味の範囲がとても広がりました。本当にありがとうございました。

研究を進めていくにあたり、本研究に必要不可欠である被験者に参加して頂きました皆さまに深く御礼を申し上げます。皆さまのご協力がなければ、この研究は成り立ちませんでした。私が思いもつかないようなご意見もたくさん頂き、研究がとても良いものとなりました。

そして、日々のほとんどの時間を一緒に過ごしていた環境知能学研究室の皆さま、今は卒業されている先輩方。私がこの研究を進める上で、実験のお手伝いやアンケートに快くご協力頂いたおかげで、スムーズに研究を進めることができました。また日々の生活において、精神的にダメージを受けず楽しく過ごすことができたのは皆さまのおかげです。ありがとうございました。

特に環境知能学研究室 M2 の守口祐介くんは、コンセプトムービーの作成時やに被験者実験の練習において多大なるご協力を頂きました。ロボットに対するインタラクションが自然すぎるため、「プロ被験者」と呼ばれるまでに至りました。この研究に対してたくさんの方に興味を持って頂けたのは、半分以上守口くんのおかげです。これからもこの才能を活かして過ごされることを期待しております。

最後に、本研究の一部は「2012 年度未踏 IT 人材発掘・育成事業」に採択され、多大なるサポートを受けて進めてきました。未踏のプロジェクトとしてサポートいただいた、IPA 未踏事務局の皆さまには心より御礼を申し上げます。特に本プロジェクトの PM として様々なご意見を頂きました東京工業大学 首藤一幸先生には、修士論文とは違う視点で本研究の価値を見いだして頂き、本研究の幅が広がりました。また未踏 PM として参加されていた大阪大学 石黒浩先生には、私が一生考えもつかないような視点のご意見を頂き、それによって本プロジェクトの存在意義や哲学を考えることができました。両 PM に深く感謝いたします。さらに未踏 OB としてもお世話になりました慶應義塾大学 杉浦裕太さんには、被験者実験のために PINOKY を無償で長い間お借りし、ぬいぐるみをロボットにするという上で様々な知見を得ることができました。本当にありがとうございました。また環境知能学研究室の OB で未踏 OB でもある佐野智章さんには、本研究を始める前に相談した際に、多大なる自信を与えて頂きこの研究を始めることができました。佐野さんがいなければ、この研究は始まっていなかったでしょうし、未踏で得られた貴重な経験をすることもありませんでした。本当にありがとうございました。そして、未踏に関わる上で出会い、ご意見を頂いた数えきれないほど多くの皆さまに厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 平成 20 年版 国民生活白書,
”http://www5.cao.go.jp/seikatsu/whitepaper/h20/10_pdf/01_honpen/”,
2013 年 2 月確認.
- [2] R. S. Lazarus, S. Folkman: ”Stress, Appraisal, and Coping”, Medical, 1984.
- [3] J. J. Campos, R, G, Campos, K. C. Barrett: ”Emergent themes in the study of emotional development and emotion regulation”, Developmental Psychology, Vol.25, pp.394-402, 1989.
- [4] 橋本 公雄, 斎藤 篤司, 徳永 幹雄, 磯貝 浩久, 高柳 茂美: ”運動によるストレス低減効果に関する研究 (2) : 一過性の快適自己ペース走による感情の変化”, 健康科学 Vol.13, pp.1-7, 1991.
- [5] 三宅優, 横山美江: ”健康における笑いの効果の文献学的考察”, 岡山大学医学部保健学科紀要, Vol.17, No.1, pp.1-8, 2007.
- [6] 岡安孝弘, 高山巖: ”中学校におけるいじめ被害者および加害者の心理的ストレス”, 教育心理学研究, Vol.48, No.4, pp.410-421, 2000.
- [7] A. J. Zautra: ”Emotions, Stress, And Health”, Oxford University Press, 2003.
- [8] 大江 矩夫: ”人間存在論: 言語論の革新と西洋思想批判”, 第 1 巻, 白川書院, 2001.
- [9] K. Lorenz, 日高敏隆, 久保和彦 訳: ”攻撃 悪の自然誌”, みすず書房, 1985.
- [10] S. Folkman, R. S. Lazarus: ”If it changes it must be a process: Study of emotion and coping during three stages of a college examination”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.48, pp.150-170, 1985.
- [11] 柴田崇徳: ”メンタルコミットロボット・パロとロボット・セラピーの展開”, 日本ロボット学会誌, Vol.24, No.3, p.319, 2006.

- [12] K. Wada, T. Shibata, T. Musha, S. Kimura: "Robot therapy for elders affected by dementia", IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol.27, No.4, pp.53-60, 2008.
- [13] destructotherapy, "http://www.rehabinfo.net/therapy-and-counseling/destructotherapy/", 2013 年 1 月確認.
- [14] Destruction Therapy Promises Peace by Sledgehammer, "http://www.foxnews.com/story/0,2933,369885,00.html/", 2013 年 1 月確認.
- [15] 八つ当たりどころ, "http://www.yatsuataridokoro.com", 2013 年 1 月確認.
- [16] 鈴木康平, 佐藤静一, 篠原弘章, 吉田道雄: "いじめの社会心理学的研究", 熊本大学教育工学センター紀要, Vol.3, pp.97-115, 1986.
- [17] 中村正: "家庭内暴力加害者研究の概略と争点", 立命館人間科学研究, Vol.3, pp.55-71, 2002.
- [18] 子ども虐待による死亡事例等の検証結果等について (第 6 次報告), "http://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/dv37/index_6.html", 2013 年 2 月確認.
- [19] 杉本謙二, 中川繁政, 平田健太郎: "フィードバック誤差学習の蓄積による Just - in - time 制御", システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, Vol.54, ROMBUNNO.F13-4, 2010.
- [20] Y. Sugiura, C. Lee, M. Ogata, A. Withana, Y. Makino, D. Sakamoto, M. Inami, T. Igarashi: "PINOKY: a ring that animates your plush toys", CHI2012 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.725-734, 2012.
- [21] 椎名美奈, 青木孝文, 長谷川晶一: "柔らかいぬいぐるみロボットの開発", エンタテインメントコンピューティング 2009 論文集, pp.111-114, 2009.

- [22] 向井淳, 今井倫太: ”観測指向モデルによる自律エージェントの自発的な行動選択”, 情報処理学会研究報告.ICS, Vol.67, pp.9-14, 2007.
- [23] N. Dahlback, A. Jonsson, L. Ahrenberg: ”Wizard of Oz studies - why and how”, Knowledge-Based Systems, Vol.6, No.4, pp.258-266, 1993.
- [24] 足立麻衣子, 杉山治, 神原誠之, 萩田紀博: ”ロボットに対する人の情動行動の認識手法の提案”, 日本ロボット学会学術講演会予稿集 (CD-ROM), Vol.30, 2N1-6, 2012.
- [25] 足立麻衣子, 杉山治, 神原誠之, 萩田紀博: ”叩くコミュニケーションを用いたインタラクションロボット”, WISS2012 予稿集 (PDF), 2012.
- [26] こびとづかん, ”<http://kobito-dukan.com/>”, 2013 年 1 月確認.