

公共空間において恥ずかしさが ロボットの利用に与える影響の調査

Investigating the impact of embarrassment on the use of robots in public spaces

牧田 昌大^{1*} 岡藤 勇希¹ 松村 耕平¹
Masahiro Makida¹ Yuki Okafuji¹ Kohei Matsumura¹
馬場 惇^{2,3} 中西 惇也³
Jun Baba^{2,3} Junya Nakanishi³

¹ 立命館大学

¹ Ritsumeikan University

² 株式会社サイバーエージェント

² CyberAgent, Inc.

³ 大阪大学

³ Osaka University

Abstract: 近年では、労働力不足に対応するため、接客ロボットが積極的に活用され始めている。一方で、公共空間でロボットと対話をする際には恥ずかしさが生起し、これによりロボットの利用が妨げられる可能性がある。そこで本研究では、恥ずかしさを含めたロボット利用に影響する要因を定義し、ロボットを利用するシチュエーションを用いた実験により、恥ずかしさがロボットの利用に与える影響並びにロボット利用時の恥ずかしさの要因を調査した。実験結果より、ロボット利用中に感じる恥ずかしさは、周辺からの注目と周辺からの理解による要因に影響を受けることが示された。また、利用中の恥ずかしさを減少させることにより、ロボットとのインタラクション時間が延びることが示された。

1 はじめに

近年日本では、少子高齢化の進行に伴い総人口が減少を続けており、その中でも労働力不足が深刻化することが大きな課題となっている。この課題を解決するため、労働力のサポート手段としてロボットを活用することが考えられている [1]。このようなロボットの活用事例としては、生産ラインなどで単純作業を行う産業用ロボットなどがあげられるが、人間と対話を通してコミュニケーションがとれるようなサービスロボットの開発も活発に行われている。これらのロボットは、ユーザーとのインタラクションを通じたサービスを提供することができるため、公共空間における接客ロボットとして活躍の場を広げていくことが期待され、様々な実証実験が行われている [2, 3]。

このような公共空間におけるロボットの利用を拡大させていく過程で、ロボットの利用が阻害される要因の1つとして、ロボット利用時の恥ずかしさが考えら

れる。商業施設のような不特定多数の人が行き交う環境において、一般に普及していない新しいデバイスを使うことは、恥ずかしさが生起することにより、利用を妨げてしまうことが明らかになっている [4]。また、2017年に行われた調査では、日本人の71.1%の人が、人前でスマートスピーカなどを用いた音声入力を行うことは恥ずかしいと回答している [5]。これらのことから、人前でサービスロボットとの対話を通じたインタラクションを取ることは、恥ずかしさを生起させ、ロボットの利用が妨げられていると考えられる。

しかしながら、著者らの知る限りでは、公共空間におけるロボット利用時の恥ずかしさに関して調査された例はなく、実際に恥ずかしさがロボットの利用に対して与える影響は明らかになっていない。また日本語の「恥ずかしい」という言葉は、「決まりの悪さ」、「羞恥」、「恥じ入り」など複数の意味合いを包含した表現である。加えて、複雑な構造を持つ感情とされているため、ロボット利用時における恥ずかしさの要因や、構造といったものは明らかになっていない。

そこで本研究では、公共空間においてロボットの利

*連絡先：立命館大学情報理工学部
滋賀県草津市野路東 1-1-1
E-mail:is0475fv@ed.ritsumei.ac.jp

用を促進させるため、恥ずかしさが公共空間でのロボット利用に対して与える影響、並びにロボット利用時の恥ずかしさの発生要因を明らかにすることを目的とする。そのために、恥ずかしさを含めた公共空間においてロボット利用に影響を与える要因並びに、ロボット利用時の恥ずかしさの要因を仮定し、サクラを用いた実験を通してこれを検証した。

2 ロボット利用時の恥ずかしさに関する仮説

2.1 概要

本論文では、公共空間におけるロボット利用時の恥ずかしさに関して2つの仮説を提唱する。1つ目の仮説は、恥ずかしさがロボット利用を妨げる要因となっていること。2つ目の仮説は、恥ずかしさの要因が周辺からの注目と理解によって定義されることである。これらの仮説の詳細について、次節で述べる。

2.2 恥ずかしさがロボット利用に与える影響

まず本研究では、ロボット利用に影響を与えると考えられる要素として、「興味」、「利用の強制」、「利用の制限」、「恥ずかしさ」の4つをあげ、式(1)で表現可能であることを仮説1として提唱する。

$$F = a|\text{興味}| + b|\text{利用の強制}| - c|\text{利用の制限}| - d|\text{恥ずかしさ}| \quad (1)$$

F はロボットの利用に対して影響を与える値、 a, b, c, d はそれぞれの要素に対する係数であり、環境による差やユーザの個人差によって変化する値として定義する。 F が大きいほど、ユーザのロボット利用度を示す立ち止まり率と利用時間が向上するものとする。

「興味」と「利用の強制」は、 F に対する正の要素として定義する。「興味」は、ユーザのロボットに対する純粋な興味のことを指す。「利用の強制」は、ユーザに対してロボットの利用を強制させる要因として定義する。利用の強制が働いている例としては、ロボットがホテルの受付をしているため、利用が前提となっている状況や、ロボットが「困ったな誰か助けてくれないかな」等の発話を行っており、モラルによって心理的な強制力が働く状況などがあげられる。

「利用の制限」と「恥ずかしさ」は、 F に対する負の要素として定義する。「利用の制限」は、ユーザに対してロボットの利用が制限される要因として定義する。利用の制限が働いている例としては、道の反対側にロボットがいるため、物理的な制限によって利用できない状況や、急用があるためロボットを利用できないと

いった状況があげられる。「恥ずかしさ」は、ロボット利用時の恥ずかしさのことを指す。

以上のように本論文では、式(1)に示すように、恥ずかしさはロボット利用を妨げる要素として存在し、恥ずかしさを減らすことでユーザの立ち止まり率や利用時間が増加するということを仮説1として提唱する。

2.3 立ち止まり時・利用時の恥ずかしさの影響

本研究では、先行研究[6]を参考にし、公共空間におけるロボットの利用は「ロボットの前に立ち止まる」、「ロボットの前に滞留しインタラクションをとる」という2段階に分け、それぞれを、通行人の「立ち止まり率」、立ち止まった通行人のロボットの「利用時間」で評価する。ユーザの行動が2段階に分けられるため、恥ずかしさの影響もそれぞれのステップに応じて変化すると考え、仮説1を仮説1-a, 1-bの2つに分割する。

公共空間において、一般に普及していない新しいデバイスを利用する際、ユーザはデバイスの見た目などの大まかな情報と過去の経験から判断し、利用の開始を決定していることが知られている[4]。このことから公共空間でサービスロボットの前に立ち止まり利用することも、新しいデバイスの利用に該当し、ロボットの見た目や周辺の環境、過去の体験などから興味や恥ずかしさを予測して、ロボットを利用するかを判断していると考えられる。

一方で一度ロボットの利用を始めると、ユーザのロボットに対する興味は利用時間によって変化し、利用の継続や離脱の意思決定に影響を与えていることが知られている[7]。このことから、恥ずかしさも興味と同様に利用時間で変化しており、ユーザはロボット利用中に感じている興味や恥ずかしさの実感値をもとに、ロボット利用をやめるタイミングを判断していると考えられる。

以上のことから、本論文では2.2節の仮説1における F の要素に関して、立ち止まり時には、興味や恥ずかしさの予測値をもとに立ち止まりを判断しており(仮説1-a)、ロボット利用時には、利用中の興味や恥ずかしさの実感値をもとに、利用の継続を判断している(仮説1-b)という2つに分割する。

2.4 ロボット利用時の恥ずかしさの要因

本研究では、ロボット利用時の恥ずかしさを生起させる要因として、「周辺からの注目」と「周辺からの理解」という2つの要因をあげ、式(2)で表現可能であることを仮説2として提唱する。恥ずかしさは0以上の値と仮定し、 max 関数を用いて表現した。

恥ずかしさ = $\max(0, e| \text{周辺からの注目} - f| \text{周辺からの理解})$ (2)

e, f はそれぞれの要因に対する係数であり、環境による差やユーザの個人差によって変化する値として定義する。

「周辺からの注目」は、恥ずかしさを上昇させる要因として定義する。先行研究において、恥ずかしいという感情の発生状況を分類した結果、85.7%が他者からの注目が要因であることが明らかになっている [8]。また、人前で感じる恥ずかしさは、周辺の人から自身が望まない社会的な評価を受けていると感じることで生起することが明らかになっている [9, 10]。これらのことから、周辺の人からの注目が高い状態で、ロボットを利用することは、自身の望まない社会的評価を受ける確率が高くなり、恥ずかしいという感情を増加させる要因になると考えられる。

「周辺からの理解」は、恥ずかしさを減少させる要因として定義する。周辺からの理解がある状況の例としては、親が子供に誘われてやむなくロボットを使っているといった状況などがあげられる。こういった状況では、周辺の人からユーザがロボットを利用している理由が理解されているため、自身が望まない評価を受けるリスクが減ることに加え、ロボット利用に対する口実のようなものが生まれ、恥ずかしさを減少させる要因となると考えられる。

以上のことから、公共空間においてロボットを利用する際に発生する恥ずかしさは、周辺からの注目と周辺からの理解の2つの要因から生起し、式(2)のように定義できるということを仮説2として提唱する。

3 恥ずかしさがロボット利用に与える影響と恥ずかしさの要因の検証

3.1 実験概要

本実験では、恥ずかしさがロボット利用に与える影響(仮説1)と、ロボット利用時の恥ずかしさの要因(仮説2)の検証を目的とする。2つの仮説を検証するために、恥ずかしさの要因として定義した、周辺からの注目と周辺からの理解を操作するために、ロボット利用者のサクラを用いた実験を行う。本実験は、立命館大学「人を対象とした医学系研究倫理審査委員会」の承認を受けて実施された(承認番号:BKC-人医-2020-027-2)。

3.2 実験環境

本実験は、立命館大学びわこ・くさつキャンパスの正門付近(図1)で実施する。この場所はキャンパスの

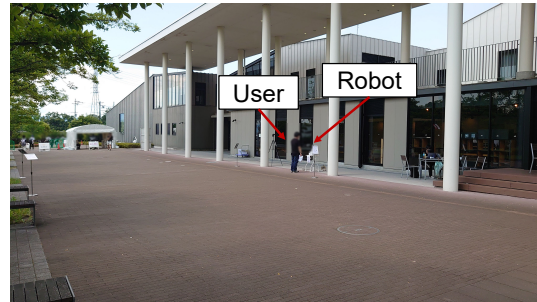


図 1: 実験環境

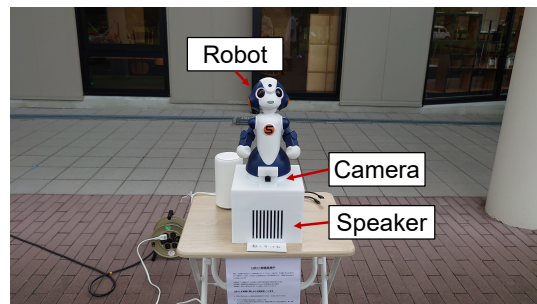


図 2: ヒューマノイドロボット「Sota」

自転車駐輪スペースから教室までの通路であり、一定の歩行人量が見込まれることから、商業施設のような不特定多数の人が行き交う状況に近い状況になることが考えられたため、実験環境として選定した。

3.3 インタラクションデザイン

本実験では、図2に示す、Vstone社のヒューマノイドロボット「Sota」を遠隔操作することで、利用者とのインタラクションを図る。遠隔操作システムでは、オペレータが遠隔地からロボット側の画像と音声情報をリアルタイムで取得することができ、ユーザと対話することができる。Sotaは腕、肩、頭、胴体の動作が可能であり、オペレータ側からSotaに対して、手を振るなどのコマンドを実行することも可能である。さらに対話中のユーザの顔を自動で追従し、Sotaとユーザの目が合うようにする機能も有している。本実験ではアルバイトで雇用した男性1名、女性1名にオペレータを依頼したが、音声変換ソフトを用いることで、ロボットから出力される音声から性別が特定できないようにした。

ロボットの対話シナリオはユーザを立ち止めるフェーズ、ユーザを滞留させるフェーズの2つの段階で設計する。ユーザを立ち止めるフェーズでは、歩行人に対して「僕とおしゃべりしようよ」、「誰かお喋りしてくれないかな」等の声掛けを行う。この時、顔追従機能

を有効にし、最も近い通行人に対して目を合わせる動作を行う。ユーザを滞留させるフェーズでは、立ち止まった通行人に対して、ロボットからインタビューを行い、「お名前は何ですか」、「出身はどこですか」等の簡単な質問を行う。ユーザの返答に対しては相槌や簡単なリアクションを行う。また対話中は顔追従機能を有効にし、ロボットとユーザの視線が常に合うようにする。手を振る、腕をあげるといった動作コマンドも、会話内容に応じて適宜実行する。ユーザが立ち去ろうとした際には、「もう行っちゃうの」、「もっとおしゃべりしようよ」等のユーザを引き止める対話を1度のみ行う。インタビューは最大で30問用意されている。また、最後の質問まで回答したユーザに対しては「質問に答えてくれてありがとう」、「バイバイ」等の離脱を促す対話を行う。

3.4 実験条件

本実験では、周辺からの注目、周辺からの理解を操作することによって2つの仮説を検証するため、ロボットを利用しているサクラを用いた比較を行った。本実験でのサクラとは、複数体のロボットが設置された環境において、他のロボットを利用している人がいる状況を恣意的に生成したものを指す。

サクラ無し条件では、図3に示すようにロボット1体のみを配置し、これをロボット利用の計測対象とする。サクラ有り条件では、図4に示すようにロボットを3体配置し、そのうち2体に、アルバイトで雇用した実験協力者を配置し、常にロボットと対話している状況を生成する。残りの1体は通行人が自由に使える状態にし、これをロボット利用の計測対象とする。

また、恥ずかしさを生じやすくするために、図5に示すようにロボット利用中に視界に入る席に、実験協力者である傍観者を配置した。

このようにサクラを設置することにより、周辺の通行人からの注目が単一の利用者に集中しなくなり、周辺からの注目が分散すると考えられる。また常に複数のサクラがロボットを利用しているため、ロボット利用が当たり前であるような環境を作り出すことにより、周辺からロボット利用に対する理解が上昇すると考えられる。これにより、2.4節の仮説2で述べた、周辺からの注目が減少し、周辺からの理解が増加することで恥ずかしさが減少することが予想される。その結果、2.2節の仮説1で述べたように、通行人の立ち止まり率、利用時間が増加すると考えられる。

実験は4日間の1日6時間（10-16時）行い、1日1条件で、サクラ無し→有り→無し→有りの順番で、各条件2日ずつ実施した。



図 3: サクラ無し条件での配置



図 4: サクラ有り条件での配置



図 5: 恥ずかしさを生起させるための実験協力者

3.5 評価方法

本実験では、研究対象者を自由参加ユーザと統制ユーザに分けて評価する。自由参加ユーザとは実験実施中に実験環境内を通行したすべての人のことを指し、データ計測対象のロボットに対する立ち止まり率、利用時間を評価する。統制ユーザは自由参加ユーザとは別に、募集されて参加した人のことを指し、必ずロボットとの対話を行う。ロボットの利用前後でロボットに対する興味や恥ずかしさに関するアンケートを行い、興味や恥ずかしさの予測値と実感値を評価する。本実験では、自由参加ユーザに対して利用前のアンケートを実施することで、その後のロボットに対する行動が影響を受けることが容易に考えられるため、自由参加ユーザと統制ユーザは別の研究対象者を用いて評価した。

3.5.1 自由参加ユーザに対する評価

ロボットに対する自由参加ユーザの立ち止まり率と利用時間の2つを評価するために、録画映像から実験環境内の通行人数と利用者数、並びに利用者のインタビューの質問回答数を計測する。録画映像からの通行人数、利用者数等の計測作業は、2名の計測者によって行われた。1名の計測者は著者であり、4日分すべてのデータの計測を行った。もう1名はアルバイトとして雇用された本論文とは無関係の人であり、各計測者の判断に使用される基準は、記録前に協議して取り決めて統一された。アルバイトの計測者は1日分のデータの解析を行い、重複したデータにおけるCohen's Kappaは、高い一致率(.979)であることが確認された。

立ち止まり率は、計測対象のロボットを利用している人がいない状態における、通行人数に対する利用者数の割合で算出する。計測対象のロボットに対して利用者がいる状態は、利用の制限がかかっているとみなせるため、利用中の人がいる間に実験環境内を通行した人は、通行人数としてカウントしない。利用時間は利用者の離脱までにおけるインタビューの回答数(最大30問)を用いて評価する。また、ロボットの前に立ち止まったがインタビューに回答しなかった人は利用者としてカウントしない。

3.5.2 統制ユーザに対する評価

自由参加ユーザとは別に募集した統制ユーザにロボットを利用してもらい、ロボットに対する興味や恥ずかしさに関して、7段階のLikert scaleを用いたアンケートを行う。統制ユーザは、あらかじめロボットを利用する実験を行う旨を伝えられたうえで実験に参加した。

まずロボット利用前に、統制ユーザはロボットから離れた位置でロボットの様子を確認した後、表1に示す質問に回答する。これにより、ロボット利用前における興味や恥ずかしさの予測値を評価する。続いて統制ユーザは1人でロボットの前に行き、ロボットとのインタラクションを行い、インタビューの最後までロボットを利用する。ロボット利用終了後、再びロボットから離れた位置に移動し、表2に示す質問に回答する。これらのアンケートの回答選択肢は表3に示す。これにより、ロボット利用後における興味や恥ずかしさの実感値を評価する。アンケート回答後、ロボットを利用した感想や恥ずかしさに関して自由回答での聞き取り調査を行う。式(2)では周辺からの理解度合いを用いているのに対して、アンケートでは周辺からの理解を得られていない度合いを回答させていることに注意されたい。

なお、統制ユーザは18歳から22歳の男女であり、各条件10名、合計20名(男:17, 女:3)であった。

表 1: 実験前アンケートの質問項目

質問番号	質問内容
Q1	今からロボットを利用する場面を見て、あなたはロボットにどの程度興味を持ちますか
Q2	今からロボットを利用する場面を見て、あなたはどの程度恥ずかしさを感じると思えますか
Q3	恥ずかしさの要因として「周辺から注目を浴びていたから」という理由はどの程度当てはまりますか
Q4	恥ずかしさの要因として「周辺から理解を得られていないと感じたから」という理由はどの程度当てはまりますか

表 2: 実験後アンケートの質問項目

質問番号	質問内容
Q1	実際にロボットを利用してあなたはロボットに対してどの程度興味を持ちましたか
Q2	実際にロボットを利用して、あなたはどの程度恥ずかしさを感じましたか
Q3	恥ずかしさの要因として「周辺から注目を浴びていたから」という理由はどの程度当てはまりますか
Q4	恥ずかしさの要因として「周辺から理解を得られていないと感じたから」という理由はどの程度当てはまりますか

表 3: アンケートでの回答選択肢

質問番号	回答選択肢
Q1	全く持たない [1] .. [4] .. [7] 非常に持つ
Q2	全く感じない [1] .. [4] .. [7] 非常に感じる
Q3	全く当てはまらない [1] .. [4] .. [7] 非常に当てはまる
Q4	全く当てはまらない [1] .. [4] .. [7] 非常に当てはまる

また統制ユーザには実験を通して1,000円の謝金を支払った。

4 実験結果

自由参加ユーザにおける2日間の通行人数と利用者数を表4、立ち止まり率を図6、全利用者の平均質問回答数を図7に示す。図6より、サクラ有り条件はサクラ無し条件と比較して、自由参加ユーザの立ち止まる割合が約1.35倍に増加したことが確認できる。しかしながら、各条件の立ち止まり率をカイ二乗検定を用いて比較した結果、有意水準5%で、統計的に有意な差は示されなかった($\chi^2(1) = 2.77, p = .078, \phi = .017$)。

表 4: 自由参加ユーザの通行人数と利用者数の 2 日間
合計人数

条件	利用者数 [人]	通行人数 [人]
サクラ無し	62	4861
サクラ有り	73	4244

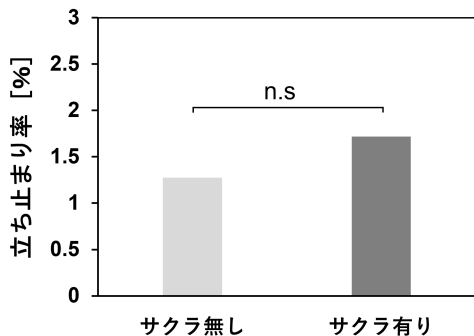


図 6: 自由参加ユーザの立ち止まり率

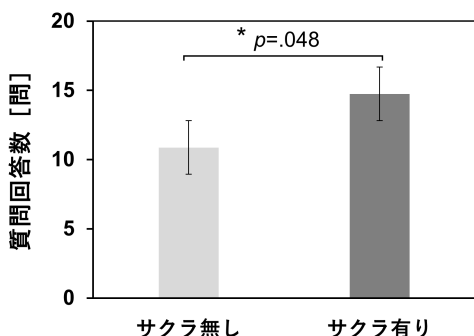


図 7: 自由参加ユーザの平均質問回答数

一方で、図 7より、サクラ有り条件はサクラ無し条件と比較して、質問回答数が増加することが確認できる。各条件の質問回答数をマン・ホイットニーの U 検定を用いて比較した結果、有意水準 5%で、サクラ有り条件において質問回答数が有意に増加することが示された ($U = 1815, p = .048$)。

次に、利用前と利用後における統制ユーザのアンケートの結果を、図 8, 9に示す。アンケート結果より、サクラ有り条件はサクラ無し条件と比較して、利用前においては興味の項目が増加し、利用前後においては恥ずかしさ、周辺からの注目、周辺からの理解の無さの項目が減少することが確認できた。アンケート結果をマン・ホイットニーの U 検定を用いて、条件間での差を比較した結果、利用後の恥ずかしさが有意に減少することが示された ($U = 24.5, p = .048$)。一方で、利用前の恥ずかしさ ($U = 35.5, p = .260$)、興味 ($U = 39.5, p = .417$)、周辺からの注目 ($U = 32.0, p =$

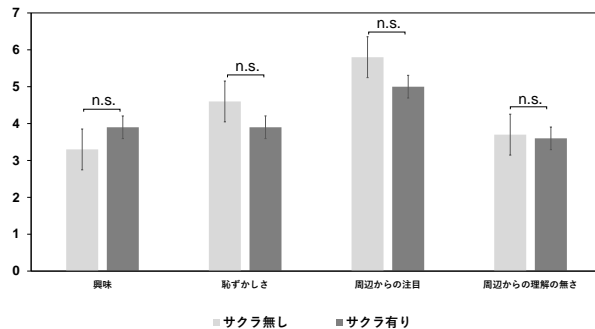


図 8: 統制ユーザの利用前のアンケート結果

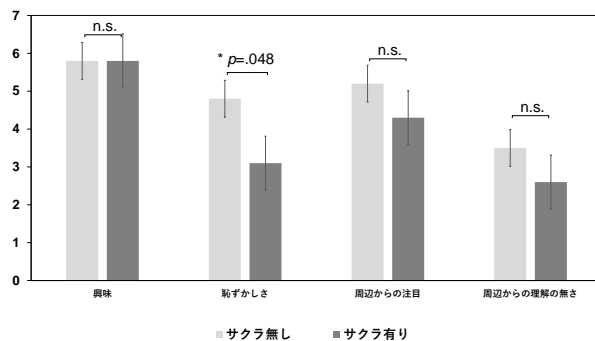


図 9: 統制ユーザの利用後のアンケート結果

.156), 周辺からの理解の無さ ($U = 47.0, p = .816$), 利用後の興味 ($U = 46.0, p = .747$), 周辺からの注目 ($U = 40.0, p = .433$), 周辺からの理解の無さ ($U = 36.0, p = .280$) の項目では有意差は示されなかった。

5 考察

本実験の結果から、サクラ有り条件はサクラ無し条件と比較して、質問回答数が有意に増加することが示された。また利用後のアンケートでは、恥ずかしさが有意に減少していることが示された。このことより、サクラによって利用中の恥ずかしさの実感値が減少したため、利用時間を示す質問回答数が増加したことが示唆される。また統計的な有意差は出なかったが、利用後のアンケートより、サクラによって利用中の周囲からの注目、周囲からの理解のなさが減少することが示唆された。

これらの結果はサクラの効果として予想された通り、他の利用者があることによって利用中のユーザが、周辺からの注目が他のユーザに分散し、かつ周辺からの理解も向上していると実感していたからであると考えられる。これらの単体の心理尺度では有意な差が出ていないが、これらを合わせることによって、利用中の恥

ずかしさの実感値が減少している可能性がある。また、利用後のアンケートよりサクラの有無でロボットに対する興味に変化していないことと、サクラは式(1)における利用の強制と利用の制限とは関与していないことを仮定すると、利用中の恥ずかしさのみによって質問回答数が増加したことが考えられる。以上より、2.3節で示した仮説 1-b (ロボット利用中の興味や恥ずかしさの実感値をもとに利用の継続を判断している) を支持する結果が得られた。

一方で、サクラ有り条件はサクラ無し条件と比較して、立ち止まり率が増加する傾向はみられたが、統計的な有意差は示されなかった。また利用前アンケートにおいても、興味が増加する傾向、恥ずかしさが減少する傾向はみられたが、統計的な有意差は示されなかった。以上のことより、2.3節で示した仮説 1-a (興味や恥ずかしさの予測値をもとに立ち止まりを判断している) にそった傾向はみられたものの、仮説 1-a を支持する結果までは示されなかった。

利用前アンケートにおける恥ずかしさが減少しなかった原因として、式(2)には考慮されていない要素による影響が大きかったことが考えられる。その要素の一つとして、ユーザの過去の経験があげられる [4]。多くの自由参加ユーザにとって、本研究で用いた「Sota」は馴染みのないロボットであったため、過去の体験情報がなく、サクラの有無では恥ずかしさが減少しなかった可能性がある。また、サクラによって立ち止まり率も向上しなかった要因として、恥ずかしさの差がなかったことに加え、大学の正門付近で実験を実施したこともあげられる。本実験環境における自由参加ユーザとしては、授業開始直前に通行する学生が多くみられた。この時、多くの学生にとっては授業に行くという目的があるため、両条件において利用の制限が強く影響している状態だったと考えられる。これにより、両条件において立ち止まり率が大きく減少して、サクラの有無による影響が相対的に小さくなることで、立ち止まり率に差が確認されなかったと考えられる。本実験と同じロボットを用いた先行研究では、商業施設の 5%以上の通行人を立ち止めることができているため [6]、本実験での通行人の立ち止まり率は低かったことが分かる。これらのことから、社会への知名度の高いソフトバンク社の Pepper を利用することや、実際の商業施設など別の環境で同様の実験を行うことで、仮説を支持する結果が得られる可能性が考えられる。

以上のことより、仮説 1-a を支持する結果は得られなかったが、仮説 1-b を支持する結果は得られた。すなわち、本論文における 2.2 節の仮説 1 (恥ずかしさを減らすことでユーザの立ち止まり率や利用時間が増加する) は部分的に支持される。しかしながら、本実験では自由参加ユーザと統制ユーザを別の研究対象者を用いて評価したため、興味や恥ずかしさの立ち止まり

率、利用時間への影響は、間接的な評価になっているという課題が残されている。

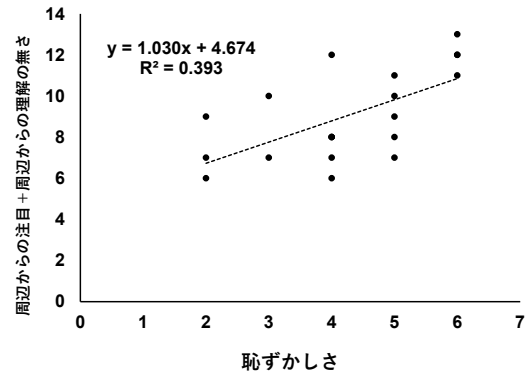


図 10: 両条件における利用前のアンケートの「恥ずかしさ」と「周辺からの注目+周辺からの理解の無さ」の散布図 (相関係数: 0.63)

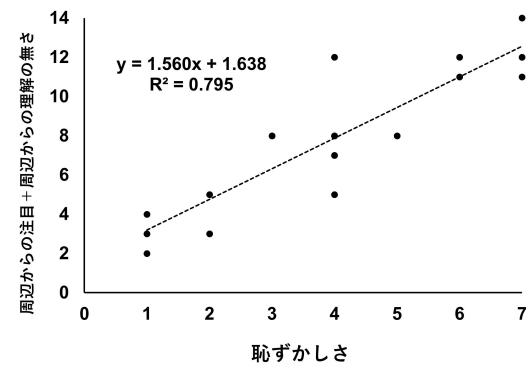


図 11: 両条件における利用後のアンケートの「恥ずかしさ」と「周辺からの注目+周辺からの理解の無さ」の散布図 (相関係数: 0.89)

最後に、2.4 節の仮説 2 を検証するために、本実験のアンケートの結果から、以下に示す A-F の 6 種類のピアソンの積率相関を計算し、無相関検定を行った。そのうち A と B における散布図を図 10, 図 11 に示す。

- (A) 利用前における「恥ずかしさ」と「周辺からの注目+周辺からの理解の無さ」の相関 (相関係数: 0.63 ($t(18) = 3.42, p < .01$), 図 10)
- (B) 利用後における「恥ずかしさ」と「周辺からの注目+周辺からの理解の無さ」の相関 (相関係数: 0.89 ($t(18) = 8.36, p < .01$), 図 11)
- (C) 利用前における「恥ずかしさ」と「周辺からの注目」の相関 (相関係数: 0.53 ($t(18) = 2.64, p = .02$))

(D) 利用後における「恥ずかしさ」と「周辺からの注目」の相関（相関係数：0.79 ($t(18) = 5.43, p < .01$)

(E) 利用前における「恥ずかしさ」と「周辺からの理解の無さ」の相関（相関係数：0.24 ($t(18) = 1.09, p = .29$)

(F) 利用後における「恥ずかしさ」と「周辺からの理解の無さ」の相関（相関係数：0.66 ($t(18) = 3.72, p < .01$)

利用前に関しては、図 10に示すように、Aにおいてやや強い正の相関（相関係数 0.63）が示された。また、A, C, Eを比較すると、Aにおいて最も強い相関が示された。利用後に関しては、図 11に示すように、Bにおいて強い正の相関（相関係数 0.89）が示された。加えて、B, D, Fを比較すると、Bにおいて最も強い相関が示された。これらのことから、公共空間におけるロボット利用時の恥ずかしさは、周辺からの注目と理解という要因に影響されるという仮説 2 が支持される結果が得られた。また利用後には強い相関が見られたのに対し、利用前には強い相関は見られなかった。つまり、立ち止まり時に予測される恥ずかしさは、周辺からの注目と理解のみではなく、ユーザの過去の経験など、他の要因も影響を与えている可能性が考えられる。

本研究では、式 (1), (2) を用いて仮説 1, 2 を提唱した。しかしながら、ロボット利用や恥ずかしさに影響する要因は、上記に示したように、本研究で示した要因以外の要因も影響していると考えられる。そのため、今後は式 (1), (2) の改善を図ることで、ロボット利用や恥ずかしさに影響する要因を明確化していくことが課題となる。

6 おわりに

本論文では、公共空間におけるロボット利用時の恥ずかしさがロボットの利用に与える影響並びに、ロボット利用時の恥ずかしさの要因を明らかにすることを目的とした。そのために恥ずかしさに関する 2 つの仮説を提唱した。まずロボットの利用はユーザの興味や恥ずかしさに影響を受け、恥ずかしさを減らすことでロボット利用を促進できるということを仮説 1 として提唱した。仮説 1 において、立ち止まり時には、興味や恥ずかしさの予測値をもとに立ち止まりを判断しており、利用中には興味や恥ずかしさの実感値をもとに利用の継続を判断しているとした（仮説 1-a, 1-b）。続いて、ロボットを利用時の恥ずかしさは、周辺からの注目と周辺からの理解の 2 つの要因から生起することを仮説 2 として提唱した。

これらの仮説を検証するためにサクラを用いた実験を行った結果、統計的な有意差は示されなかったが、サクラを配置することでロボットへの立ち止まり率が増加し、ロボットの利用時間は統計的に有意に増加することが示された。アンケートから、統計的な有意差は示されなかったが、サクラを配置することでロボット利用前の恥ずかしさが減少し、利用中における恥ずかしさは統計的に有意に減少することが示された。これらのことより、仮説 1 は部分的に支持される結果が得られた。またアンケートから、ロボット利用時の恥ずかしさと、周辺からの注目と周辺からの理解無さを足し合わせた値との間に正の相関があることが明らかになった。このことより、仮説 2 が支持される結果が得られた。しかしながら、ロボット利用や恥ずかしさに影響する要因は、本研究で示した要因以外の要因も影響していると考えられる。そのため、今後は式 (1), (2) の改善を図ることで、ロボット利用や恥ずかしさに影響する要因を明確化していくことが課題となる。

参考文献

- [1] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構技術戦略研究センター. 技術戦略研究センターレポート, vol.7 ロボット分野 (2.0 領域) の技術戦略策定に向けて, 2015. <https://www.nedo.go.jp/content/100764486.pdf>.
- [2] 石超, 佐竹聡, 神田崇行, 石黒浩. 客引きロボット導入に向けた社会実験. 日本ロボット学会誌, Vol. 35, No. 4, pp. 334-345, 2017.
- [3] Yadong Pan, Haruka Okada, Toshiaki Uchiyama, and Kenji Suzuki. Direct and indirect social robot interactions in a hotel public space. In *IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*, pp. 1881-1886, 2013.
- [4] Harry Brignull and Yvonne Rogers. Enticing people to interact with large public displays in public spaces. In *In Proceedings of the IFIP International Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 17-24, 2003.
- [5] KDDI. 文字入力による情報検索『面倒』は半数「人前での音声検索は『恥ずかしい』」7割超, 家電などの音声操作, 4割が「『自宅に人がいなければ』利用したい」(参照 2021-10-23). <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2017/10/05/besshi2726.html>.
- [6] Yuki Okafuji, Yasunori Ozaki, Jun Baba, Junya Nakanishi, Kohei Ogawa, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Behavioral assessment of a humanoid robot when attracting pedestrians in a mall. In *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, p. 381-383, 2021.
- [7] Maartje De Graaf, Somaya Ben Allouch, and Jan Van Diik. Why do they refuse to use my robot?:

Reasons for non-use derived from a long-term home study. In *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 224–233, 2017.

- [8] 上杉喬, 芝塚梨華, 高橋直美, 平宮正志ほか. 感情体験の分析 (vi): 恐れ・充実・恥ずかしいについて. *生活科学研究*, Vol. 26, pp. 79–108, 2004.
- [9] 樋口匡貴. 公恥状況および私恥状況における恥の発生メカニズム 恥の下位情緒別の発生プロセスの検討. *感情心理学研究*, Vol. 9, No. 2, pp. 112–120, 2002.
- [10] 樋口匡貴. 公恥系状況および私恥系状況における恥の発生メカニズム 恥を構成する情緒群とその原因要素からのアプローチ. *感情心理学研究*, Vol. 7, No. 2, pp. 61–73, 2001.