

訪問客との共有注意の創出による 接客ロボットの社会的プレゼンスの強化

岩崎雅矢^{†1} 小川晃輔^{†2} 山崎晶子^{†3} 山崎敬一^{†4}
宮崎悠二^{†4} 河村竜幸 中西英之^{†2}

概要: 実際の店舗で接客を行うロボットは、日常的な場面で人と共存する形で使われており、接客ロボットに関する様々な研究が行われている。しかし、ロボットは社会的プレゼンスが低いために人から無視されやすく、ロボットの接客行動や販売戦略がうまく機能しない場面が多いという問題がある。本論文では、訪問客との共有注意を創出することで、接客ロボットの社会的プレゼンスを向上させることを目的とする。そこで、ロボットが訪問客の視線方向を解釈できることを表現することで、ロボットの社会的プレゼンスが向上するかどうかを実店舗で調査した。その結果、ロボットが訪問客の視線方向を認識していることを表現することや、訪問客の視線方向が変化したときにロボットが発言することによって、長時間ロボットを見る組が増加することが分かった。これらより、訪問客とロボットの間で共有注意を創出できたため、接客ロボットの社会的プレゼンスが向上したと考えられる。本論文の最も大きな貢献は、ロボットと人との間で共有注意を創出することで、ロボットの社会的プレゼンスが強化されることを、実世界の環境での実験で検証したことである。

1. はじめに

実際の店舗において、訪問客の接客を行うロボットが多く場所で利用されており、様々な研究がされている。しかし、ロボットは人間と比較して「他人との社会的な相互作用が感じられる程度」である社会的プレゼンスが低いため、人々に無視されることが多く、商品紹介を行うようなロボットの発言を聞き入れてもらうことが必須となる接客ロボットでは特に、その接客行動や販売戦略が活かされていない場面がまだまだ多いのが現状である。

過去の研究により、ロボットの社会的プレゼンスを強化する方法として、相手の状態を理解していることを表出することが有効であるとされている[1]。また、相手と同空間にある物体に作用することによって自分と空間を共有している印象を与えることが、社会的プレゼンスの強化に効果的であるとする研究も存在する[2]。そこで、本実験では、接客ロボットが訪問客との共有注意を創出することによって、接客ロボットの社会的プレゼンスを向上させることを目的とする。

人間の視線情報は、非言語情報の中でも特に意図や感情を伝える表現機能があるとされており[3]、実際にロボットが人間の視線情報から意図を推測して協調行動を起こす研究も存在する[4]。今回の実験では、ロボットの言動、特に発言内容と発言のタイミングを訪問客の視線情報に応じて変化させる。これによって訪問客に、接客ロボットと空間を共有しているという印象や、接客ロボットが訪問客の視線情報を理解している印象を与え、接客ロボットと訪問客

の間で共有注意を創出することで、接客ロボットの社会的プレゼンスを強化する。

2. 関連研究

2.1 サービスロボット

サービスロボットとは、ロボットの中でも産業用ロボット以外のサービス産業で使用されるロボットであり、サービスロボットの研究としては、博物館でのガイドロボット[5][6][7][8][9]、教育現場で使用されるロボット[10][11]、ホテルや空港での接客を行うロボット[12][13][14]についての研究が存在する。

店舗における接客ロボットの研究としては、ショッピングモールでロボットを販売員として使用し、クーポンを提供して売上を伸ばすという研究が存在する[15]。しかし、この研究では、ロボットが訪問客に直接商品の紹介を行っていない。そこで本研究では、接客ロボット、特に商品紹介を行う接客ロボットが実際の店舗で直接商品を説明する際に有効な行動について調査する。

2.2 共有注意(共同注意)

共同注意とは、「他者が注意を向けている対象と同じ対象に注意を向けること」であり、両者が注意の対象に対する関心を共有しながら同じ対象に注意を払うことで実現する[16][17]。共同注意は重要な社会的スキルであると考えられており、ロボットのモデリングに適している[18][19][20]。そのため、人とロボットの共同注意については多くの研究が行われており、人間とロボットの共同注意は、ロボットを有能に見せつつ、他者を惹きつけるのに効果的であるこ

^{†1} 大阪大学大学院 基礎工学研究科

^{†2} 大阪大学大学院 工学研究科

^{†3} 東京工科大学 メディア学部

^{†4} 埼玉大学大学院 人文社会科学研究科

とが示されている[21][22][23]. しかし, 実際のフィールド環境での実験はほとんど行われていない. そこで本研究では, 実際の店舗においても同様の効果が得られるかどうかを検討した.

2.3 社会的プレゼンス

社会的プレゼンスとは, 「他人と社会的な相互作用が感じられる程度」である. 「他者と一緒にいるという感覚」[24]と表現されることもあり, 人間とロボットのインタラクションにとって非常に重要な指標である. 社会的プレゼンスは, 楽しさ[25], 満足感[26], 信頼感[27]を増加させ, 結果として, ユーザーを説得する能力や, ロボットと対話する意欲を向上させることが分かっている[28][29][30]. 社会的プレゼンスを強化するためには, 共同注意[31]や相手の行動に対する反応[1]の利用が効果的であることがわかっている.

3. 実験デザイン

3.1 仮説

実際の店舗で実験を行い, 訪問客とロボットの間で共有注意を創出する際の, ロボットの発言内容やタイミングがインタラクションにどのような影響を与えるかを調査した. そこで, 以下の2つの仮説を設定した.

仮説 1: ロボットが訪問客の視線方向に関連する発言を行うことで, ロボットの社会的プレゼンスが向上する.

仮説 2: 訪問客の視線が変化したタイミングで, ロボットが訪問客の視線方向に関連する発言を行うことで, ロボットの社会的プレゼンスが向上する.

3.2 条件

仮説を検証するために, 以下の条件を設定した. 図1に各条件における行動の遷移を示す.

非共有注意条件: 訪問客とロボットの間で共有注意が成立しないように, ロボットが訪問客の視線方向に関連しない発言を行う条件である. 具体的な動きとしては, ロボットは15秒間隔で, 訪問客が見ている棚の反対側の棚にある商品を, 正面を向きながら説明した.

弱共有注意条件: 訪問客とロボットの間で共有注意を創出するために, ロボットが訪問客の視線方向に関連した発言を行い, ロボットが訪問客の視線方向を把握していることを示す条件である. ロボットが具体的な動きは, ロボットは「非共有注意条件」と同じ間隔で, 訪問客と同じ方向に頭を向けながら訪問客が見ている棚の商品の説明を行った

強共有注意条件: 基本的には, ロボットの発言内容や発言間隔は「弱共有注意条件」と同じである. しかし, 訪問客がある棚から別の棚へと視線方向を変えた場合のみ, ロボットは訪問客が見ている棚の商品説明を即座に行うことで, ロボットが訪問客の視線方向を理解していることをより明確に示すように図った.

ロボットの発言量は, どの条件でも同じになるように統

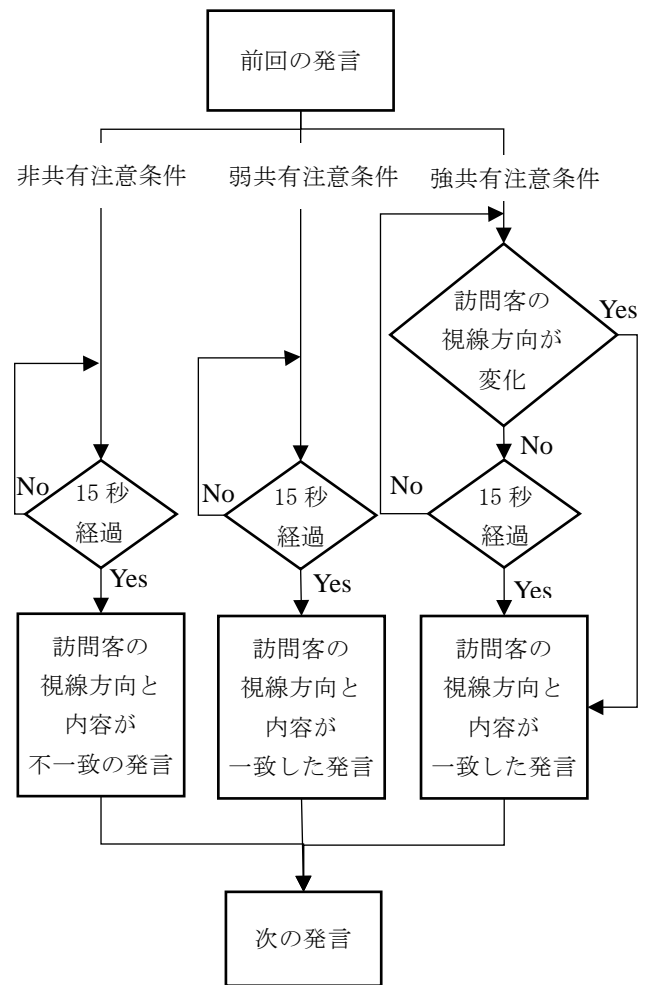


図1 各条件におけるロボットの行動遷移図

制した. 各条件でのロボットの発言内容を表1, 表2に示す. ロボットの発話は日本語のみで, 発話の順番はあらかじめ決められている. また, 強共有注意条件では, 訪問客の視線方向が変化するタイミングに合わせてロボットが発言を行うため, 訪問客の視線方向の変化があることが前提となる. そこで, 強共有注意条件と弱共有注意条件の両条件で, 訪問客の視線方向に関連した発言として, 2回目に「背後の棚にもスパイスを置いてるよ」「背後の棚にある七味が名物だよ」, 5回目に「背後の棚には店の奥にも商品があるよ」「背後にあるのが人気商品だよ」といった, 訪問客が視線方向を変化させるように誘導するセリフを用いた.

3.3 実験環境

図2は, フィールド実験の様子を示したものである. フィールド実験は, 京都の商店街にある七味専門店「ちんたら」で行った. この実験は, 大阪大学大学院工学研究科人を対象とした研究倫理委員会の承認を得て行ったものである.

図3は, 店内を上から見た図である. 店内には図3のように左右に商品棚が設置されている. 今回の実験では, 記録のために, 3台の不鮮明カメラと1台の鮮明カメラを設

表 1 使用発言一覧 (非共有注意条件)

訪問客が メイン棚を見ている場合	訪問客が サブ棚を見ている場合
七味ソフトクリームは美味しいよ	七味ソフトクリームは美味しいよ
スパイスを種類豊富に置いているよ	七味が名物でおすすめなんだよ
カレー粉が特におすすめなんだよ	山椒がピリッとして刺激的だよ
シナモンは珈琲や紅茶と相性抜群	柚子胡椒はお肉と相性抜群
からしやわさびもおすすめだよ.	ゆず七味もとても美味しいよ
胡麻はこだわりの素材を使っているよ	一味は絶妙な配合で絶品だよ

表 2 使用発言一覧 (弱/強 共有注意条件)

訪問客が メイン棚を見ている場合	訪問客が サブ棚を見ている場合
その棚にある七味は美味しいよ	その棚にはスパイスを置いているよ
背後の棚にもスパイスを置いているよ	背後の棚にある七味が名物だよ
今見てるのは柚子胡椒だよ	今見たカレー粉が特におすすめ
その棚の山椒がとても人気だよ	その近くの胡椒もとても美味しいよ
背後の棚は店の奥にも商品があるよ	背後にあるのが人気商品だよ
今見てる一味は絶品なんだよ	今見てるシナモンは珈琲と相性抜群

置した。鮮明カメラは、ロボットの側面に焦点を当てており、同意が得られた場合のみ録画を行った。また、実験中に実験者が店内を観察できるように、ロボットの後ろに実験者とビデオ通話でつながっているタブレットを設置した。また、今回の実験では、接客ロボットとして、大きさが適切であり、安全性も高い点から人型ロボットの Pepper を使用した。Pepper の制御方法についてだが、Wizard of OZ 法を用いた。実験者は店内が見える位置に立ち、ビデオ通話と肉眼の両方を用いて店内の状況を観察し、リモートコン



図 2 実際の店舗における実験の様図

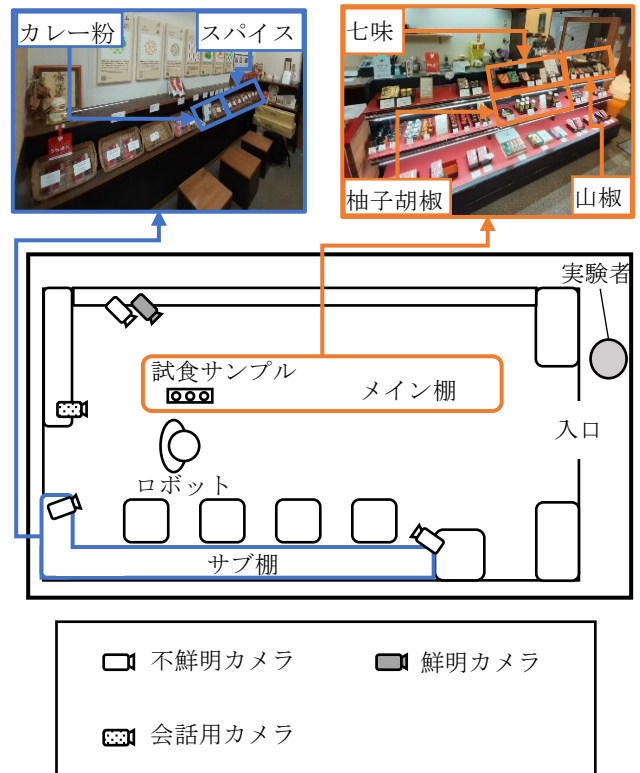


図 3 実験環境

トローラであるスマートフォンを用いてロボットを操作した。

4. 結果と考察

実験は 2020 年に 6 日間行い、95 組の訪問客が店を訪れた。

これまでの研究から、訪問客がロボットと視線を合わせる時間が長いほどロボットの社会的プレゼンスが高いとされている[32][33]点に着目し、ロボットの社会的プレゼンスの高さを評価する指標として、訪問客がロボットを見るという行為を使用した。

しかし、訪問客がロボットを見たとしても、それが一瞬である場合は十分に高い社会的プレゼンスを示している

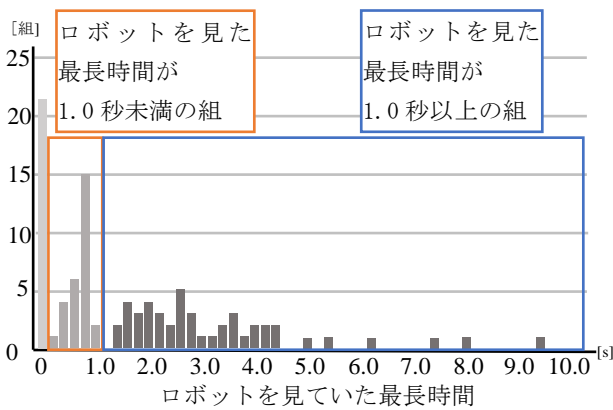


図 4 訪問客がロボットを見ていた最長時間

は言えない。なぜなら、一瞬しかロボットを見ていない訪問客は、ロボットの突然の発言に驚き、声の出所を確認するためにロボットを見たと考えられるからである。図 4 は、ロボットを見ていた最長時間と訪問客組数の関係を示したものである。ロボットを見ていた最長時間は、同一の訪問客組内でロボットと最も近い位置にいる訪問客を対象として計測を行ったものである。この結果から、ロボットを見た最長時間が 1.0 秒前後に境界があると考え、訪問客を「ロボットを見なかった組」「ロボットを一瞬だけ見た組 (ロボットを見た最長時間が 1.0 秒未満の組)」「ロボットを長時間見た組 (ロボットを見た最長時間が 1.0 秒以上の組)」の 3 つのカテゴリーに分類し、それぞれのカテゴリーで評価した。

フィッシャーの正確検定の結果、これら 3 条件の間には有意差があることが分かった ($p < 0.05$)。そこで、さらに多重比較を行ったところ、図 5 に示すように、ロボットを長時間見た組において、非共有注意条件と弱共有注意条件の間、弱共有注意条件と強共有注意条件の間 ($p < 0.05$)、非共有注意条件と強共有注意条件の間 ($p < 0.01$) で、有意差があった。

以下では、エスノメソドロジー・会話分析の観点から、人間とロボットのインタラクションを詳細に分析する。会話分析は、人間のインタラクションのシークエンス (継起) の構造を分析している [34][35]。Goodwin は、言語的行為に加えて、視線の向きや指差し行為といった身体的行為と物質的世界・環境の両方が人間の相互作用の資源であることを明らかにした [36]。以下では、4 つのトランスクリプト (録画データの文字起こし) を分析する。人間とロボットのインタラクションの書き起こしは以下の規則に従って行った。

- (0.0) :0.1 秒単位で数えた沈黙の長さを示す。
- (.) :ごく短い沈黙を示す。
- [:2 人以上の発話や行動の重なりが始まる点を示す。
- = :発話と発話が途切れなく連続していることを示す。
- : :音の引き伸ばしを示す。コロンの数は引き伸ばしの相対的な長さを示す。

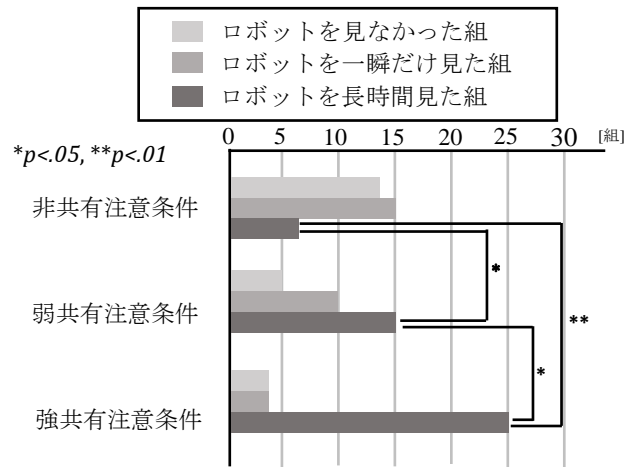


図 5 ロボットに対する各視線行動を行った訪問組数

(()) :動作や視線の向きなどの注記。

(h) :笑いを伴った発話を示す。

*略語として以下を用いる。

SR : ロボット, Cx : 訪問客 (番号), SC : 店員, S : サブ棚

*訪問客の視線方向は以下のように表現する。

to R : ロボットへの視線, to S : サブ棚への視線, to F : 試食サンプルへの視線

まず、強共有注意条件のトランスクリプトを 1 つ分析する。トランスクリプト 1 は、1 人の訪問客 (C1) が入店したときのものである。

店員による挨拶の後、まず訪問客は七味のあるメイン棚を見た(1-2 行目)。その間にロボットが七味を紹介する発言を行うと、訪問客はすかさずロボットに目を向け、驚きながら、ロボットを認識したことを示す発言を行った(3-5 行目)。その後、訪問客がメイン棚を見ながら歩いている時に、ロボットは「背後の棚には…」という発言を行った。この発言を受けて訪問客はロボットに視線を向け、その後自身の背後にあったサブ棚を見た(11-13 行目)。ロボットが「今見たカレー粉が特におすすめ」と発言すると、訪問客はサブ棚を見始めた(14-15 行目)。そして、訪問客はロボットを見ながら、「カレー粉？」と質問の発言をして、ロボットの発言した商品が特定できていないことを示しつつ、ロボットに向かって歩いた(16-17 行目)。その後ロボットが試食を促す発言をすると、訪問客の視線は、ロボットから試食サンプル、再びロボットへと遷移し、ロボットが「こちらで試食できます」と言うと、訪問客は再びロボットを見た(17-20 行目)。

この事例では、ロボットが訪問客の視線方向に存在する棚について言及している。ロボットの発言内容は訪問客の注意方向と一致しており、この発言によってロボットと訪問客の共有注意が創出されている。また、訪問客がロボットの「七味」に関する発言を聞き、それに返答した後、ロボットは訪問客の背後に存在するサブ棚に言及した。ロボ

01 SC : いらっしやいませ
 02 C1 : ((メイン棚を見る))
 03 SR : その棚にある七味[は美味しいよ=
 04 C1 : [((to R))
 05 : =びっくりした
 ((6-10行目は省略))
 11 C1 : へ : : ((メイン棚を見ながら歩く))
 12 SR : 背後の棚 [にもスパイスを置いて[るよ
 13 C1 : [((to R)) [((to S))=
 14 SR : =今見た[カレー粉が特におすすめ
 15 C1 : [((Sの前に立つ))
 16 C1 : カレー粉? ((to R))
 17 SR : 試食してみませんか?
 18 C1 : ((to R, その後体を捻りto F, その後to R))
 19 SR : こちらで試食できます
 20 C1 : [((to F))

トランスクリプト1 強共有注意条件で対応した組

ットが自身の指す方向へと訪問客を誘導する発言を行うと、訪問客は特定の商品(例えば「カレー粉」)を探そうとし、ロボットから試食提案を受けた際には、体を試食サンプルに向けてロボットの提案に反応を示した。ここから、訪問客がロボットへ志向した状態において、ロボットの発言には訪問客の関与を維持する働きがあり、訪問客の志向や視線方向を変化させるためには、ロボットが発言するタイミングが重要であることが分かる。このように、ロボットの発言タイミングは、ロボットと訪問客の間で共有注意を創出する要因の一つである。

以下では、弱共有注意条件に該当する2つのトランスクリプト(トランスクリプト2とトランスクリプト3)を取り扱う。トランスクリプト2では、2人の訪問客(C2,C3)が登場し。トランスクリプト3では、1人の訪問客(C4)が登場する。

トランスクリプト2では、ロボットが「美味しいよ」と言っている間、C2は一瞬ロボットを見るが、すぐにC3とともにメイン棚を2秒間見続けた(1-4行目)。C3はロボットが10行目で言及するサブ棚の付近の壁に貼られたポスターを指し示し、C2とC3は、8秒間ポスターを見た後、同時にメイン棚に体を向けた(5-9行目)。ロボットが「背後の棚にもスパイスを置いてるよ」(10行目)と発言しても、2人は背後のサブ棚に体を向けなかった。

トランスクリプト2とトランスクリプト3では、ロボットの発言に先立って、2組ともサブ棚の方向を見ていた(トランスクリプト2の5-6行目、トランスクリプト3の10行目)。ロボットが「背後の棚」と発言したとき、どちらの訪問客も後ろを見たり振り返ったりしなかった。トランスクリプト2では、ロボットがメイン棚の商品である七味の紹

01 SR : その棚にある七味は美味しい[よ
 02 C2 : [((to R))
 03 : ((メイン棚へ視線を戻す))
 04 (2.0)
 05 C3 : ((S付近のポスターを指さして見る))
 06 C2 : ((S付近のポスターを見る))
 07 (8.0)
 08 C2 : [((メイン棚に体を向ける))
 09 C3 : [((メイン棚に体を向ける))
 10 SR : 背後の棚にもスパイスを置いてるよ

トランスクリプト2 弱共有注意条件で対応した組

01 C4 : ((メイン棚を見ている))
 02 (12.0)
 03 C4 : ((入口の方へ体を向ける))
 04 SR : その棚の七味は美味しいよ
 05 (1.6)
 06 C4 : ドキッとしちゃった
 07 SC : huhuh 急に(.)急 [に
 08 C4 : [喋るんでね(h)
 09 SC : はい(h)
 10 C4 : ((サブ棚に目を通し、メイン棚へ戻る))
 11 SR : 背後の棚にもスパイスを置いてるよ
 12 C4 : ((メイン棚を見渡し、1つの商品を手に取り店員に手渡す))
 13 SR : 今見てるのは柚子胡椒だよ

トランスクリプト3 弱共有注意条件で対応した組

介をしているときに、C2はロボットを見ているが、すぐにメイン棚に視線を向けた(1-3行目)。

トランスクリプト3では、ロボットがサブ棚に言及した後、C4は商品を見続け、最終的に1つの商品を選んだ(11-12行目)。ロボットが「今見ているのは柚子胡椒だよ」(13行目)と言ったときには、C4はすでに会計を済ませており、買い物自体が終了しているため、「柚子胡椒」という別の商品には興味を示さなかったと考えられる。

弱共有注意条件では、トランスクリプト2、トランスクリプト3ともに、ロボットの発言が、特にタイミングにおいて訪問客の志向対象と一致せず、ロボットと訪問客の間で共有注意を創出することができなかった。

トランスクリプト1で示した例では、トランスクリプト2、トランスクリプト3の例と比較して、ロボットの発言内容が、訪問客の志向対象と合っていることが分かる。ここから、ロボットが訪問客の視線方向に関連した内容の発言を行うことで、ロボットが訪問客の状態を理解していることを表出しつつ、ロボットと訪問客の間で共有注意が創出

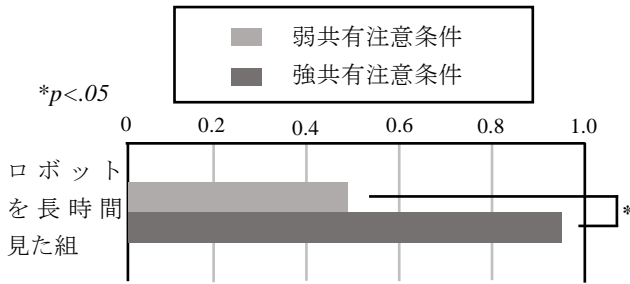


図 6 視線方向を棚間で変化させた組の割合

され、それによって社会的プレゼンスが向上したと考えられる。以上のことは過去の文献からも支持できる[1][31]。これは非共有注意条件と弱共有注意条件の間でもよく見られた現象であり、両条件に生じた差の大きな原因となっている。また、これは仮説 1 を支持するものである。

次に、訪問客が視線方向を変えるタイミングでのロボットの発言の効果を調べるために、弱共有注意条件と強共有注意条件で視線方向を変化させた組を抽出して事後分析を行った。フィッシャーの正確検定の結果、図 6 に示すように、2 つの条件の間には有意差があることが分かった ($p < 0.05$)。したがって、訪問客の視線方向が変わるタイミングでのロボットの発言は、社会的プレゼンスを向上させると考えられる。これは仮説 2 を支持するものである。

今回の実験では、訪問客の視線方向が変化するタイミングに合わせてロボットが発言を行うため、訪問客の視線方向の変化があることが前提となる。そこで、強共有注意条件と弱共有注意条件の両方で「背後の棚」という、訪問客が視線方向を変化させるように誘導するセリフを用いて、訪問客の視線方向の変化を促している。従って、強共有注意条件と弱共有注意条件において視線方向が変化した組は、「背後の棚」というセリフによって視線方向が変化した組と、「背後の棚」というセリフに関係なく視線方向が変化した組の 2 種類に分類することができる。

図 7 は、強共有注意条件と弱共有注意条件で上記のような特徴を示した組数を示したものである。これらの結果から、「背後の棚」というセリフに応じて視線を変えた組は、強共有注意条件、弱共有注意条件ともに高確率でロボットを 1.0 秒以上見ていることがわかる。この結果を受け、強共有注意条件の別の事例(トランスクリプト 4)を検証した。トランスクリプト 4 では、2 人の訪問客(C5,C6)と一緒に買い物をしている。

この事例では、ロボットが七味に関する発言を行うと 2 人の訪問客が反応を示した (1-4 行目)。その後、ロボットの「背後の棚にはスパイスを置いてるよ」という発言により、訪問客は体をロボットに向けた後、サブ棚を見た (6-12 行目)。そして、ロボットがサブ棚に置いてある商品であるカレー粉に言及すると、C5 と C6 は協力してカレー粉を探し、C5 が発見した (14-18 行目)。この後、C5 と C6 は

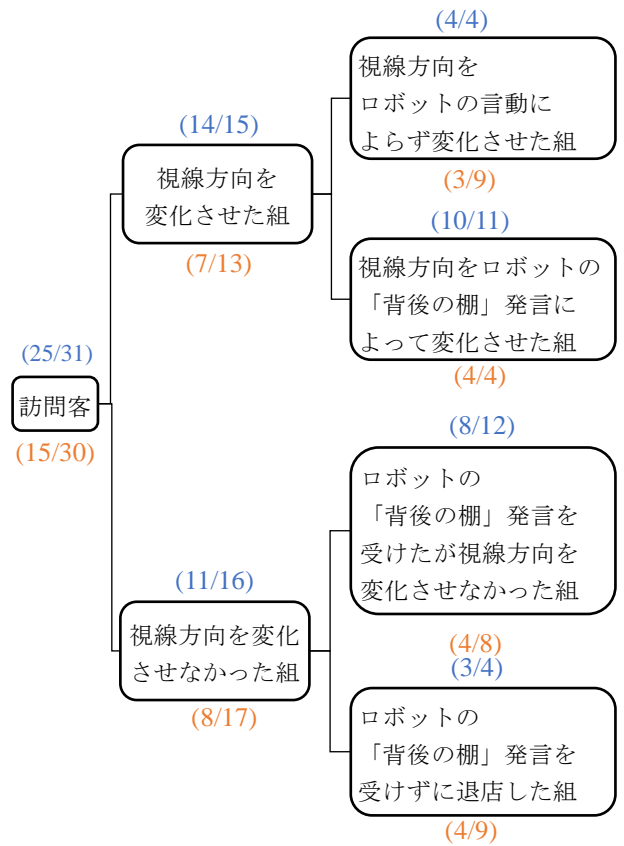


図 7 弱/強 共有注意条件における訪問客の行動 (四角枠内：訪問客の行動，四角枠上の括弧：強共有注意条件における (ロボットを長時間見た組数/該当組数)，四角枠下の括弧：弱共有注意条件における (ロボットを長時間見た組数/該当組数))

ロボットのモーター音を聞きロボットの方を見たが、ロボットは動かず、これ以降訪問客はロボットを見ることはなかった。

ロボットが「背後の棚にもスパイスを置いてるよ」と発言すると、メイン棚の前に立っていた C5 は、体を回転させ背後にあるサブ棚を見た(6-12 行目)。ここでは、訪問客がロボットの発言によって店内の別の香辛料に注意を向けるよう暗に誘導されており、実際にそのように反応していることが示されている。このことは C5 が 11 行目の発話の直後にロボットへの視線を向けた後、体を回転させてロボットの言及した方向を見ている点にも表れている。さらにこの直後、C5 は「へ：：」(13 行目)と感心したことを示している。一連のやりとりの中で、この位置で感心を示したことから、この感心が単に商品のラインナップや棚を眺めた反応ではなく、ロボットの言及に対する反応であると考えられる。

以上のように、ロボットの発言に誘導されるかたちで訪問客が振り返った理由のひとつとして、この文章構造の特性が挙げられる。06 行目のロボットの発言は、人間とロボットのインタラクションにおける、背後の棚を見るように

01 SR: その棚にある七味は美味しいよ
 02 C5: [huh huh
 03 C6: [huh huh
 04 C5: ありがと:
 05 (6.0)
 06 SR: 背後の棚に[もスパイスを置いてるよ
 07 C5: [(to R)
 08 C6: [(to R)
 09 C5: [huh huh
 10 C6: [huh huh
 11 C5: かわいらしいな(.)あんた((to R)
 12 C5: ((体を回転させto S)
 13 C5: へ[::
 14 SR: [そこのカレー粉が特に[おすすめ
 15 C6: [((体を捻りto S)
 16 C6: どこにカレー粉があんの?
 17 (6.0)
 18 C5: ああここや!
 19 ((C5とC6はロボットのモーター音に反応したが、その後は反応を示さなかった))

トランスクリプト4 強共有注意条件で対応した組

との「提案」に当たる。従って、訪問客の次の行動にはこの「提案」に対する「承諾」か「拒否」が生起することが期待される[37]。この期待が生まれることにより、ロボットの提案に対する優先的な反応、つまり振り向きが発生したと考えられるのである。

もうひとつの理由は発言のタイミングである。トランスクリプト4では、C5とC6が共にロボットの発言に反応していたにもかかわらず、ロボットが自分の向きと一致した言動をしなくなると、訪問客はロボットへの興味を失ってしまった(19行目)。2つのトランスクリプト(トランスクリプト1とトランスクリプト4の1-18行目)に示すような、訪問客がロボットを見ながら、あるいはロボットが提案する行動をしながら、ロボットへの志向を維持している場合では、訪問客はロボットに反応を示し共有注意の創出に成功している傾向がある。

また、図7に示した事後分析から、「背後の棚」というセリフに関係なく視線を変える組と他の組を比較することで、強共有注意条件と弱共有注意条件の差がどこにあるかを考察することができる。こうした事例では、訪問客の視線の向きとロボットの発言が指示する棚の方向との一致/不一致の要因よりも、ロボットの発言のタイミングが視線移動のタイミングと一致しているかどうか差の要因になると考えられる。

強共有注意条件で対応したトランスクリプト1とトラン

スクリプト4では、ロボットの発話段階の比較的早い段階で訪問客がロボットに興味を示した。他方で、弱共有注意条件で対応を行ったトランスクリプト2では、訪問客はロボットを見たものの、すぐに自分の行動に集中してしまい、訪問客がロボットを見る時間が非常に短く、ロボットにほとんど興味を示さなかった。

このことから、訪問客とロボットの間で共有注意を創出するためには、ロボットの発言のタイミングが鍵となると考えられる。

5. 制限事項

今回の実験では、訪問客の各組の人数は分析に考慮しなかった。1人で来店した組と複数人で来店した組とでは、インタラクションに違いがある可能性がある。そこで、各条件における単独訪問組数と複数訪問組数について、カイ二乗検定を行った。その結果、いずれの条件においても有意差がないことが分かった。

6. 結論

本研究では、訪問客とロボットの間で共有注意を創出することで、接客ロボットの社会的プレゼンスを強化できるかどうかを検討するために、実際の店舗でロボットを使用して訪問客とコミュニケーションをとる実験を行った。その結果、ロボットが訪問客の視線方向について発言することで、ロボットを長時間見ていた組数が増えることが分かった。また、訪問客の視線方向が変化したタイミングで、その視線方向についてロボットが発言すると、長時間ロボットを見た組数が増えることが分かった。したがって本論文の最も大きな貢献は、ロボットの発言内容とタイミングを訪問客の行動と一致させることによる、人-ロボット間の共有注意の創出が、ロボットの社会的プレゼンスを強化することを、実世界の環境での実験で検証したことである。

謝辞 JSPS 科研費 JP19H00605, JP19K21718, JP18KK0053, JP20H01585 および人工知能研究振興財団からの支援を受けた。本研究を遂行するにあたり、京七味専門店ちんとの皆様には実験場所の提供および実験における多大な協力を頂きました。心より厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] M. Iwasaki, J. Zhou, M. Ikeda, Y. Onishi, T. Kawamura, and H. Nakanishi, "That Robot Stared Back at Me!": Demonstrating Perceptual Ability Is Key to Successful Human-Robot Interactions," *Frontiers in Robotics and AI*, vol.6, pp.85, (2019).
- [2] B. E. Mennecke, J. L. Triplett, L. M. Hassall, and Z. J. Conde, "Embodied Social Presence Theory," *2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.1-10, (2010).
- [3] A. Kendon, "Some Functions of Gaze-Direction in Social Interaction," *Acta Psychologica*, vol.26, pp.22-63, (1967).
- [4] K. Sakita, K. Ogawara, S. Murakami, K. Kawamura, and K. Ikeuchi. "Flexible cooperation between human and robot by interpreting human intention from gaze information," *In*

- Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, vol.1, pp.846-851, (2004).
- [5] A. Yamazaki, K. Yamazaki, Y. Kuno, M. Burdelski, M. Kawashima, and H. Kuzuoka, "Precision Timing in Human-Robot Interaction: Coordination of Head Movement and Utterance." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '08)*, pp.131-140, (2008).
- [6] K. Yamazaki, A. Ymazaki, M. Okada, Y. Kuno, Y. Kobayashi, Y. Hoshi, K. Pitsch, P. Luff, D. vom Lehn, and C. Heath, "Revealing gaugian: engaging visitors in robot guide's explanation in art museum," In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09)*, pp.1437-1446, (2009).
- [7] M. Bennewitz, F. Faber, D. Joho, M. Schreiber, S. Behnke, "Towards a Humanoid Museum Guide Robot that Interacts with Multiple Persons," *5th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, pp.418-423, (2005).
- [8] R. Gehle, K. Pitsch, and S. Wrede, "Signaling Trouble In Robot-To-Group Interaction. Emerging Visitor Dynamics With A Museum Guide Robot," In *Proceedings of the second international conference on Human-agent interaction (HAI '14)*, pp.361-368, (2014).
- [9] Y. Kuno, K. Sadazuka, M. Kawashima, K. Yamazaki, A. Yamazaki, and H. Kuzuoka, "Museum guide robot based on sociological interaction analysis," In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07)*, pp. 1191-1194, (2007).
- [10] F. Tanaka, K. Isshiki, F. Takahashi, M. Uekusa, R. Sei, and K. Hayashi, "Pepper learns together with children: Development of an educational application. Humanoid Robots (Humanoids)," *2015 IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)*, pp.270-275, (2015).
- [11] M. Saerbeck, T. Schut, C. Bartneck, and M. D. Janse, "Expressive robots in education: Varying the degree of social supportive behavior of a robotic tutor." In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10)*, pp.1613-1622, (2010).
- [12] J. Nakanishi, I. Kuramoto, J. Baba, O. Kohei, Y. Yoshikawa, and H. Ishiguro, "Can a Humanoid Robot Engage in Heartwarming Interaction Service at a Hotel?," In *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI '18)*, pp.45-53, (2018).
- [13] M. Heerink, B. Krose, V. Evers, and B. Wielinga, "Influence of social presence on acceptance of an assistive social robot and screen agent by elderly users," *Advanced Robotics*, vol.23, no.14, pp.1909-1923, (2009).
- [14] S. Kim, J. Kim, F. Badu-Baiden, M. Giroux, Y. Choi, "Preference for robot service or human service in hotels? Impacts of the COVID-19 pandemic," *International Journal of Hospitality Management*, vol.93, (2021).
- [15] M. Shiomi, K. Shinozawa, Y. Nakagawa, T. Miyashita, T. Sakamoto, T. Terakubo, H. Ishiguro, and N. Hagita, "Recommendation effects of a social robot for advertisement-use context in a shopping mall," *International Journal of Social Robotics*, vol.5, pp.251-262, (2013).
- [16] E. Crais, D. D. Douglas, and C. C. Campbell, "The intersection of the development of gestures and intentionality," *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, vol.43, no.3, pp.678-694, (2004).
- [17] R. Bakeman, and L. B. Adamson, "Coordinating attention to people and objects in mother-infant and peer-infant interaction," *Child Development*, vol.55, no.4, pp.1278-1289, (1984).
- [18] E. A. Jones and E. G. Carr, "Joint attention in children with autism: Theory and intervention," *Focus on autism and other developmental disabilities*, vol.19, no.1, pp.13-26, (2004).
- [19] P. Mundy and M. Crowson, "Joint attention and early social communication: Implications for research on intervention with autism," *Journal of Autism and Developmental disorders*, vol.27, pp.653-676, (1997).
- [20] R. L. Koegel and W. D. Frea, "Treatment of social behavior in autism through the modification of pivotal social skills," *Journal of Applied Behavior Analysis*, vol.26, no.3, pp. 369-377, (1993).
- [21] C. Huang and A. L. Thomaz, "Joint Attention in Human-Robot Interaction," In *AAAI Fall Symposium: Dialog with Robots*, (2010).
- [22] C. L. Sidner, C. Lee, C. Kidd, N. Lesh and C. Rich, "Explorations in engagement for humans and robots", *Artificial Intelligence*, vol.166, no.1-2, pp.104-164, (2005).
- [23] T. Yonezawa, H. Yamazoe, A. Utsumi, and S. Abe, "Gaze-communicative behavior of stuffed-toy robot with joint attention and eye contact based on ambient gaze-tracking", In *Proceedings of the 9th international conference on Multimodal interfaces (ICMI '07)*, pp.140-145, (2007).
- [24] F. Biocca, J. Burgoon, C. Harms, and M. Stoner, "Criteria and scope conditions for a theory and measure of social presence," *Paper presented at the Fourth International Workshop on Presence*, (2001).
- [25] M. Heerink, B. Krose, V. Evers, and B. Wielinga, "Influence of social presence on acceptance of an assistive social robot and screen agent by elderly users," *Advanced Robotics*, vol.23, no.14, pp.1909-1923, (2009).
- [26] J. Richardson and K. Swan, "Examining social presence in online courses in relation to students' perceived learning and satisfaction.," *Journal of Asynchronous Learning Networks*, vol.7, pp.68-88, (2003).
- [27] D. H. Spencer, "A field study of use of synchronous computer-mediated communication in asynchronous learning networks," *Rutgers The State University of New Jersey-Newark*, (2002).
- [28] I. Leite, C. Martinho, A. Pereira, and A. Paiva, "As time goes by: Long-term evaluation of social presence in robotic companions," *RO-MAN 2009 - The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp.669-674, (2009).
- [29] M. Heerink, B. Krose, V. Evers, and B. Wielinga, "Influence of social presence on acceptance of an assistive social robot and screen agent by elderly users," *Advanced Robotics*, vol.23, no.14, pp.1909-1923, (2009).
- [30] S. Kiesler and J. N. Cummings, "What do we know about proximity and distance in work groups? A legacy of research," *Distributed Work*, pp.57-81, (2002).
- [31] A. Pereira, C. Oertel, L. Fermoselle, J. Mendelson, and J. Gustafson, "Responsive joint attention in human-robot interaction," *2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pp.1080-1087, (2019).
- [32] M. Iwasaki, M. Ikeda, T. Kawamura, and H. Nakanishi, "State-Transition Modeling of Human-Robot Interaction for Easy Crowdsourced Robot Control," *Sensors*, vol.20, no.22, (2020).
- [33] M. Iwasaki, J. Zhou, M. Ikeda, Y. Onishi, T. Kawamura, and H. Nakanishi, "Acting as if Being Aware of Visitors' Attention Strengthens a Robotic Salesperson's Social Presence," In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI '19)*, pp.19-27, (2019).
- [34] H. Sacks, E. A. Schegloff, and G. Jefferson, "A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation," *Language*, vol.50, no.4, pp.696-735, (1974).
- [35] H. Garfinkel, "Studies in Ethnomethodology," *Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall*, (1967).
- [36] C. Goodwin "Co-operative action," *Cambridge University Press*, (2018).
- [37] E. Schegloff, "Sequence Organization in Interaction: A Primer in Conversation Analysis," *Cambridge University Press*, (2007).