

商品注視行動に着目した購買促進ロボットの設計

小川 晃輔¹ 岩崎 雅矢² 河村 竜幸 中西 英之³

Kosuke Ogawa¹, Masaya Iwasaki², Tatsuyuki Kawamura and Hideyuki Nakanishi³

¹ 大阪大学大学院 工学研究科

¹ Graduate School of Engineering, Osaka University

² 大阪大学大学院 基礎工学研究科

² Graduate School of Engineering Science, Osaka University

³ 近畿大学 情報学部

³ Faculty of Informatics, Kindai University

Abstract: 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。接客ロボットが抱える問題の1つとしてロボットによる提案が受け入れられず訪問客の購買行動促進に有効利用できていないことが挙げられる。本論文では、ロボットが訪問客の商品への関心を利用して発言を行うことにより、訪問客がロボットの提案を受け入れるようになるかを調査することを目的とする。そこで、ロボットによる提案として商品を手取るように促す行動を採用し、訪問客の姿勢から商品への関心を推定して提案を行うことで訪問客がロボットの提案を受け入れて商品を手取るようになるかを実店舗で調査した。その結果、訪問客が身体を前傾させて商品を見たタイミングで発言を行うことにより、商品を手取る訪問客が増加した。これより、訪問客の商品への関心を利用して発言を行うことで、訪問客がロボットの提案を受け入れるようになることが示唆された。

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るようになってきている。接客ロボットを利用することにより、外国語での呼び込みや商品説明による外国人観光客の接客の他、人間の販売員に代わって接客を行うことによる人件費の削減、ロボットを遠隔操作することで、近年増えてきたリモートワークへの対応等が期待されている。しかし、売上向上や販売促進に適した接客ロボットの利用法については明らかになっておらず、有効に活用できていないのが現状である。

接客ロボットを有効活用できない原因の1つとして、接客ロボットによる提案が受け入れられずに無視されてしまうことが挙げられる。そこで、本研究では、接客ロボットの発言や行動を受け入れてもらうために有効な行動を調査することを考えた。

過去の研究より、商品に触れることが客の購買意欲を高める点[1][2][3]から、訪問客が商品を手取る行為が商品の販売促進に有効であることが分かって

いる。そこで本研究では、接客ロボットの行動として、訪問客が商品を手取るように促す行為に着目した。訪問客が商品を手取る理由として、商品に触れることで商品の形状や質量等の情報を得ることが挙げられるが、これは商品についてより多くの情報を得ようとしており、商品に関心を示している状態であると言える。ここから、訪問客が商品を手取る状況が訪問客の商品に向ける関心と関連があると考えた。訪問客の商品への関心が高い状態であれば、商品に近づいてじっくり見ようとするために、ただ商品を見る状態よりも姿勢が前傾することが考えられる。そのため、訪問客の姿勢を検出し商品への関心を推定することを考えた。

そこで、本研究は、接客ロボットが訪問客の姿勢から推定した商品への関心度を利用して発言を行うことで、訪問客がロボットの提案を聞き入れて商品を手取るようになるかを調査することを目的とする。

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[4][5][6][7][8]、教育現場で使用されるロボット[9][10]、ホテルや空港での接客を行うロボット[11][12][13]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[14]。しかし、この研究では、ロボットが店舗内で訪問客の応対し、商品を勧めるという行為は行っていない。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について発言する際に有効な行動について調査する。

2.2 ロボットを利用した購買行動促進

ロボットを利用して訪問客の購買行動を促す研究としては、商品自体をロボット化し、商品自らが動きながら手に取るように促す研究が存在する[15][16]。しかし、この研究は商品自体をロボット化する必要があるため、適用できる商品や状況に限りがあり、店内全ての商品に適用することは困難である。そこで、本研究では接客ロボットを利用して訪問客にアプローチを行うことで、対象商品を絞らずに有効な手法について調査する。

3 実験デザイン

3.1 仮説

本論文では、訪問客の姿勢から商品への関心度を推定して発言を行うことで、訪問客がロボットによる提案を聞き入れて商品を手に取るようになるかを調査する。商品への関心度を推定する指標として「商品を見ているかどうか」と「商品を見る際に前傾しているかどうか」の2つを利用することを考えた。

そこで、以下の2つの仮説を設定した。

・仮説1

訪問客が商品を見ている際にロボットが商品を手に取るように促すことで、商品を手に取る訪問客が

増加する。

・仮説2

訪問客が商品を前傾姿勢で見ている際にロボットが商品を手に取るように促すことで、商品を手に取る訪問客が増加する。

3.2 条件

仮説を検証するために、以下の条件を設定した。

・関心不問条件

ロボットから店舗入口までは約4mであるため、客-ロボット間の距離が半分の2m以下になったタイミングで「ぜひ商品を手に取ってみてね」と発言を行う条件

・弱関心条件

訪問客が入店後、商品を見ているタイミングで、見ている商品について「ぜひ、今見てる〇〇（商品名）を手に取ってみてね」と発言を行う条件

・強関心条件

訪問客が入店後、「覗き込む」姿勢を取って商品を見ているタイミングで、見ている商品について「ぜひ、今見てる〇〇（商品名）を手に取ってみてね」と発言を行う条件

ロボットの発言は、日本語と英語の2種類を用意し、各条件において1度のみ行った。訪問客の一部には、ロボットの発言条件を満たせずに退店した訪問客も少数含まれている。

3.3 実験環境

図1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「ぢんとら」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2は実験を行った店内を上から見た図である。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、訪問客の動きを補足するために1台のWebカメラを設置した。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。

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。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、リモートコントローラであるタブレットを使用し、ロボットの操作を行った。



図 1：店舗における実験の様子

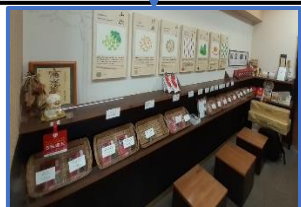
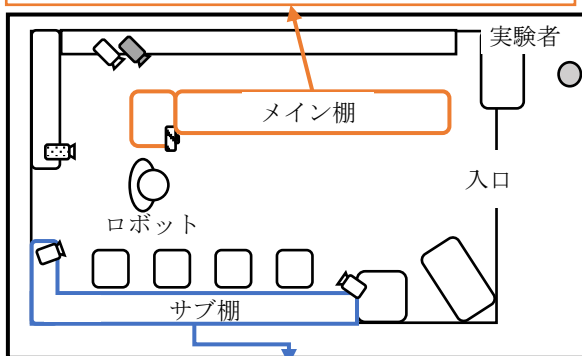


図 2：実験環境

3.4 ロボットの制御方法

3.4.1 訪問客の姿勢検出

本研究では、訪問客が商品を見る際に前傾し、「覗きこむ」姿勢を取ったタイミングで発言を行う条件を設定したが、訪問客が指定の姿勢を取ったかどうかの判断が曖昧になることを避けるために、定量的な値を用いて判定する必要があると考えた。そのた

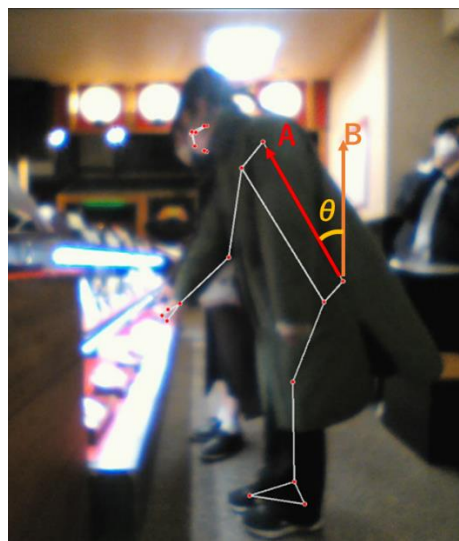


図 3：MediaPipe を用いた訪問客の座標検出

めに、本研究では訪問客の姿勢判断のために MediaPipe を利用した。図 3 のように MediaPipe を用いて Web カメラから取得した映像から訪問客の手、肩、腰、脚等の座標を取得し、各座標からベクトルを生成し、ベクトル同士が成す角度を利用して、訪問客の姿勢の判定を行った。

3.4.2 姿勢の判定基準

本実験を行うにあたり、訪問客が「覗き込む」姿勢を取ったかどうかを判定する基準が必要である。そこで、事前に 10 組の「覗き込む」姿勢をとった訪問客の腰-肩のベクトル (図 3 内 A) と鉛直上向きベクトル (図 3 内 B) が成す角度 (図 3 内 θ) を調査した。分析の結果、 θ が 10 組の平均値である 37° 以上の時に「覗き込む」姿勢を取ったと判定した。

4 結果と考察

実験は 2022 年に 5 日間行い、50 組の訪問客を対応した。店内滞在時間が短くすぐに退店した組を除くため、店内滞在時間が 30 秒以下の訪問客を除いた 41 組を対象として分析を行った。

分析対象の 41 組の内、関心不問条件で対応したのは 14 組、弱関心条件で対応したのは 16 組、強関心条件で対応したのは 11 組であった。

各条件における、店内滞在中に商品を手に取った組の割合を図 4 に示す。これより、強関心条件が 64% 回、弱関心条件と関心不問条件が 50% と、強関心条件で対応した組は他 2 条件と比べて訪問客が商品を手に取るようになっていることが分かる。

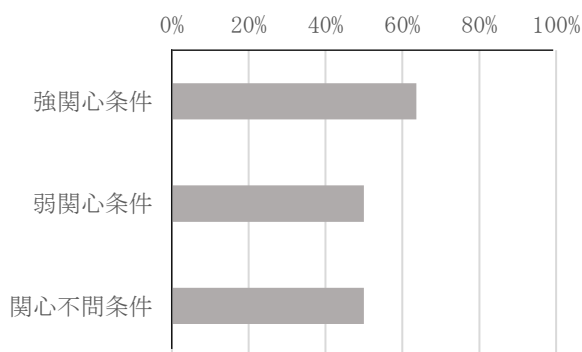


図 4：各条件における商品を手にとった割合

以下では、エスノメソドロジー・会話分析の観点から、訪問客-ロボット間のインタラクションを分析し、訪問客が商品に関心を示したタイミングでロボットが発言を行うことにより、訪問客の行動にどのような影響を与えるかを分析する。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。
 - (()) :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）

まず、関心不問条件で対応した組の例をトランスクリプト 1 に示す。この組は、入店後店舗中央まで移動したタイミングでロボットから発言を受けた (01-03 行目)。訪問客は発言には反応を示さず、ロボットの発言中に別の棚へ視線方向を変化させた (04 行目)。

次に、弱関心条件で対応した組の例をトランスクリプト 2 に示す。この組は、入店後に商品の 1 つである「入れ物」を見ているタイミングでロボットから発言を受けた (01-02 行目)。すると、ロボットを見た後に、笑う、お礼を言うという行動を取った (03-06 行目)、その後「入れ物」に視線を戻さずに別の商品へと移動した (07 行目)。

最後に、強関心条件で対応した組の例をトランスクリプト 3 に示す。この組は、入店後しばらく一味を見ており、その後一味に関心を示したのか商品棚に近づいて覗き込んだタイミングでロボットから発

01 SR	((メイン棚を見ながら店舗中央まで移動し、「柚子胡椒」の前で停止))
02 P	ぜひ、商品を手にと[ってみてね
03 C1	[[((サブ棚を見る))
04	(8.0)
05 C1	((振り返りメイン棚を見る))

トランスクリプト 1 関心不問条件で対応した組

01 C2	((「入れ物」を見る))
02 SR	ぜひ(.)今見て[る「入れ物」を[手にと[ってみてね=
03 C2	[[((SR を 0.8 秒見る))
04 C3	[[((SR を 0.7 秒見る))
05 C3	=huhuhuhu
06 C2	ありがと
07 C2	((入口側へ移動))

トランスクリプト 2 弱関心条件で対応した組

01 C4	((「一味」を見る))
02	(5.0)
03 C4	((商品棚に近づき「一味」を覗き込む))
04 SR	ぜひ今見てる[一味を手にと[ってみてね
05 C4	[[((SR を 3.6 秒見る))
06 C4	((「一味」に視線を戻す))
07 C4	((「一味」を手にとる))

トランスクリプト 3 強関心条件で対応した組

言を受けた (01-05 行目)。すると、ロボットの方を見て、その後一味に視線を戻して一味を手にとった (06-07 行目)。

トランスクリプト 1 とトランスクリプト 2 を比較すると、トランスクリプト 1 ではロボットの発言後、ロボットを見ることもなく発言が完全に無視されてしまっており、トランスクリプト 2 では 0.8 秒とわずかな時間ではあるがロボットを見るという違いはあったが、どちらも商品を手にとることはなかったため、発言が聞き入れられていないことが考えられる。この理由として、訪問客は入店後何らかの商品を見ている場合がほとんどあり、関心不問条件においても商品を見ているタイミングでの発言となってしまう。そのため、関心不問条件と弱関心条件間で訪問客の商品に対する関心状態に差が生じなかったために、条件間で差が生じなかったのだと考えられる。

一方、トランスクリプト 3 に示した例では、トラ

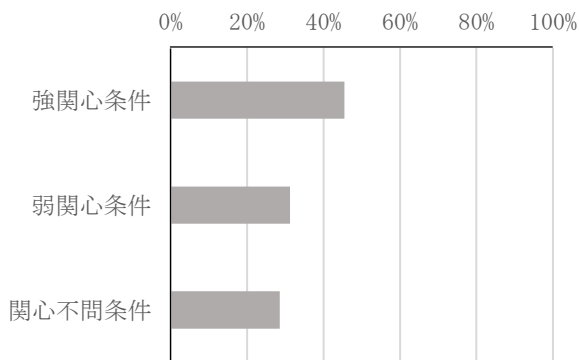


図5：ロボットを見た長時間見た組の割合

ンスクリプト1, トランスクリプト2で示した例とは異なり, 訪問客が商品を立って見ているだけの状態では発言せず, 商品棚に近づいて商品を覗き込む姿勢を取ったタイミングでロボットが発言を行っている。その結果, ロボットを3.6秒と他2条件と比較すると長い時間見た上, ロボットの発言を聞き入れて商品を手に取っている。過去の研究[17]より, 訪問客とロボットとのアイコンタクトの時間が長いほど, 「他人と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高いとされている点から, 訪問客が商品を「覗き込む」姿勢を取ったタイミングで発言を行うことで, ロボットの社会的プレゼンスが強化され, その影響で訪問客はロボットの発言を受け入れて商品を手に取ったのではないかと考えられる。

強関心条件において, ロボットの社会的プレゼンスが強化されているかを調べるために, 過去の研究[18]から, 訪問客がロボットを見た時間が1.0秒以上の組を「ロボットを長時間見た組」として定義し, 各条件におけるロボットを長時間見た組の割合を調査した。その結果, 図5に示すように強関心条件は他2条件よりも割合が高く, ここから, 強関心条件では他2条件と比較すると, ロボットの社会的プレゼンスが強化されていることが分かる。

ここから, 訪問客が商品を「覗き込む」姿勢を取ったタイミングでロボットの発言を行うことにより, ロボットの社会的プレゼンスが強化され, ロボットの発言が無視されずに聞き入れられるようになり, その結果, 訪問客はロボットの発言を受けて商品を手に取ったのではないかと考えられる。

5 おわりに

本研究では, 訪問客の商品に対する関心を利用して接客ロボットが発言を行うことで, 訪問客が商品を手に取りようになり, 購買行動を促進することが

できるかを調査することを目的として, 実際の店舗においてロボットを使用して訪問客に商品を手に取るように促す発言をする実験を行った。その結果, 訪問客が前傾姿勢で商品を見たタイミングで発言を行うことで, ロボットの社会的プレゼンスが強化され, それによってロボットの発言が聞き入れられるようになり, 訪問客が商品を手に取ることが示唆された。このことから接客ロボットが訪問客の商品への関心を利用して提案を行うことは, 訪問客が接客ロボットの発言や提案を受け入れるようになり, 訪問客の購買行動促進に有効な行動であることが示唆された。

謝辞

JSPS 科研費 JP18KK0053, JP19H00605, JP19K21718, JP20H01585, JP22K18548 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] J. Peck, and S. B. SHU: The Effect of Mere Touch on Perceived Ownership. *Journal of Consumer Research*, Vol. 36, No. 3, pp. 434-447 (2009)
- [2] J. Reb and C. Terry.: Possession feelings of owner-ship and the endowment effect, *Judgment Decis. Mak.*, vol. 2, no. 2, pp. 107-114.
- [3] J. R. Wolf, H. R. Arkes and W. A. Muhanna.: The power of touch: An examination of the effect of duration of physical contact on the valuation of objects, *Judgment Decis. Mak.*, vol. 3, no. 6, pp. 476-482, 2008.
- [4] 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).
- [5] K. Yamazaki, A. Ymazaki, M. Okada, Y. Kuno, Y. Kobayashi, Y. Hoshi, K. Pitsch, P. Luff, D. vom Lehn, and C. Heath.: Revealing gaussian: 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).
- [6] 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).
- [7] 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).
- [8] 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).

- [9] 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).
- [10] 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).
- [11] 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).
- [12] 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).
- [13] 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).
- [14] 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).
- [15] T. Iwamoto, J. Baba, K. Nishi, T. Unokuchi, D. Endo, J. Nakanishi, Y. Yoshikawa, and H. Ishiguro,: The Effectiveness of Self-Recommending Agents in Advancing Purchase Behavior Steps in Retail Marketing, *HRI'21: Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction*, pp. 209-217 (2021)
- [16] T. Iwamoto, J. Baba, J. Nakanishi, K. Hyodo, Y. Yoshikawa, and H. Ishiguro,: Playful Recommendation: Sales Promotion That Robots Stimulate Pleasant Feelings Instead of Product Explanation, *In IEEE Robotics and Automation Letters*, Vol. 17, No.4, pp. 11815-11822 (2022)
- [17] 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)
- [18] M. Iwasaki, K. Ogawa, A. Yamazaki, K. Yamazaki, Y. Miyazaki, T. Kawamura, and H. Nakanishi,: Enabling Shared Attention with Customers Strengthens a Sales Robot's Social Presence, *HAI '22: Proceedings of the 10th International Conference on Human-Agent Interaction*, pp.176-184 (2022)