

# 接客ロボットの振り返り誘発発言による 陳列商品への興味の促進

Promoting interest in displayed products by eliciting reflection  
from a customer service robot

吉田 笙吾<sup>1</sup> 河村 竜幸 中西 英之<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 近畿大学大学院総合理工学研究科エレクトロニクス系工学専攻

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering, Kindai University Major in Electronic Engineering

<sup>2</sup> 近畿大学情報学部／近畿大学情報学研究所

<sup>2</sup> Faculty of Informatics, Kindai University / Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

**Abstract:** 本研究では、実店舗環境において、接客ロボットによる視界外対象物への注意誘導が来店者の行動に与える影響を検討した。京都市内の七味専門店にロボット Sota を設置し、視界内の商品を推薦する条件と、視界外の商品に言及して振り返り行動を誘発した後に推薦を行う条件を比較するフィールド実験を行った。その結果、振り返り誘発条件では、発話中でのロボットへの近づきおよび推薦商品への接触行動を示す来店者グループの割合が高くなることが確認された。これは、ロボットが来店者の視界外にまで注意を向けた振る舞いを行うことで、周囲環境を理解し主体的に働きかける存在として知覚されやすくなった可能性を示している。以上より本研究は、ロボットが視界外への注意誘導を行うことが、実店舗において来店者の関与を高める有効な手段となり得ることが示された。

## 1. はじめに

近年、サービスロボットの社会実装が進み、小売店舗における接客や商品案内への活用が広がっている。実店舗環境を対象とした研究では、ロボットが来店者と対話したり商品を推薦したりすることで、購買行動や来店者の意思決定に影響を与えることが報告されている。例えば、店舗内にロボットを配置することで売上や顧客行動が変化することが示されており[1]、またロボットと店員が協調して接客を行うことで、購買行動やロボットへの印象が改善される可能性が報告されている[2]。これらの研究は、ロボットが単なる情報提示装置ではなく、店舗空間における社会的存在として機能し得ることを示唆している。ロボットが社会的存在として知覚される背景には、人がロボットに対して社会的プレゼンス (social presence) を感じるという特性がある。社会的プレゼンスとは、他者がその場に存在し、相互作用可能であると感じられる度合いを指す概念であり、対話意欲や信頼感、関与度の向上と関連することが知られている[3]。HRI 研究においても、社会的プレ

ゼンスは中心的な概念であり、ロボットの視線や発話、タイミングといった非言語的の手がかりが、人の注意や理解、対話行動に影響を与えることが示されている[4][5]。これまでのロボットによる注意誘導に関する研究の多くは、利用者の視界内に存在する対象物への誘導を前提としてきた。すなわち、ロボットが利用者と同じ方向を見たり、目の前にある商品や展示物に言及したりすることで、共有注意を形成し、行動や印象に影響を与えることが検討されてきた[4][6]。

一方で、ロボットが利用者の視界外にある対象に言及し、その存在を指し示すという振る舞いは、これまで十分に検討されていない。視界外対象への言及は、ロボットが周囲環境を理解し、自律的に判断して発話しているという印象を利用者に与える可能性があり、ロボットの主体性や意図性の知覚を強めると考えられる。しかし、実店舗という複雑な環境において、こうした振る舞いが実際の来店者行動にどのような影響を与えるかについては、実証的な知見が不足している。

そこで本研究では、実店舗環境において、ロボッ

トが来店者の視界外にある商品に言及し、振り返り行動を誘発する発話を行うことが、来店者の行動にどのような影響を与えるかを検証する。具体的には、京都市内の七味専門店に接客ロボットを設置し、(1) 来店者の視界内にある商品を紹介した後に推薦を行う条件（視界内推薦条件）と、(2) 視界内の商品を紹介した後、一度視界外の商品に言及して振り返り行動を誘発し、その後に推薦を行う条件（振り返り誘発条件）を比較するフィールド実験を実施した。本研究では、アンケートなどの主観評価は用いず、ロボットへの反応、推薦商品への接触、購入の有無、棚前での滞在時間、ロボットへの興味・関心行動といった行動指標を観察データとして収集し、来店グループ単位で分析を行う。これにより、視界外への注意誘導というロボットの振る舞いが、実店舗における来店者の行動的関与に与える影響を明らかにすることを目的とする。

## 2. 関連研究

本研究は、実店舗における接客ロボットの行動が来店者の注意や行動に与える影響を検討するものであり、社会的プレゼンス、ロボットによる注意誘導行動、ならびに実店舗環境におけるロボット活用に関する研究と密接に関連する。本章では、これらの観点から先行研究を整理し、本研究の位置づけを明確にする。

### 2.1 社会的プレゼンスとロボット

社会的プレゼンスとは、他者がその場に存在し、相互作用可能であると感じられる度合いを指す概念であり、人とロボットのインタラクションにおいて重要な役割を果たすことが知られている。Oh らは、社会的プレゼンスに関する体系的レビューにおいて、声、視線、身体動作、タイミングといった非言語的の手がかりが、他者の存在感や主体性の知覚を形成する要因であると整理している[3]。HRI 分野においても、社会的プレゼンスはロボットへの信頼感や対話意欲、関与度と関連する重要な指標である。Admoni と Scassellati は、ロボットの視線が注意誘導や理解促進に強く影響し、人がロボットを意図をもつ主体として解釈する手がかりとなることを示している[4]。また、Mutlu らは、ロボットの視線行動を操作することで、対話における役割分担や社会的関係性の認知が変化することを示し、非言語行動がロボットの社会的存在感に寄与することを明らかにしている[5]。これらの研究は、ロボットが人にとって意味ある行動をとっていると解釈されるとき、社会的プレゼンスが高まり、行動的関与が促進されることを

示唆している。

### 2.2 ロボットによる注意誘導と共有注意

注意誘導行動は、人とロボットの相互作用を成立させる上で重要な要素である。人間同士の相互作用においては、視線や指差しといった行動を通じて共有注意 (joint attention) が形成され、対象物への関心や理解が共有されることが知られている。この枠組みはロボット研究にも応用されており、視線や身体の向きを用いた注意誘導が、相互作用の円滑化や協調行動の促進に寄与することが報告されている[4][6]。Moon らは、ロボットが人と同じ対象に注意を向けることで、自然な共有注意が形成され、タスク遂行や対話の理解が向上することを示している[6]。このような研究は、ロボットの注意誘導行動が人の行動や認知に影響を与えることを示している。

### 2.3 実店舗におけるロボット活用と来店者行動

実店舗環境にロボットを導入した研究では、来店者の購買行動や滞在行動、ロボットへの関心の変化を直接的に観察できる点が特徴である。Song らは、ベーカリーショップにロボットを設置したフィールド実験を行い、ロボットが接客を行う日に売上が増加することを示した[1]。また、Okafuji らは、ロボットと店員が協調して商品推薦を行うことで、購買行動やロボットへの印象が改善されることを報告している[2]。さらに、Iwasaki らは、実店舗においてロボットが来店者の注意や関心を理解しているように振る舞うことで、社会的プレゼンスが強化され、来店者がロボットを社会的主体として扱いやすくなることを示している[7]。

### 2.4 本研究の位置づけ

以上の先行研究から、ロボットの非言語行動や注意誘導は、社会的プレゼンスの形成や来店者行動の変化に重要な役割を果たすことが分かる。しかし、ロボットが利用者の視界外にある対象に言及し、その注意を転換させるという振る舞いが、実店舗環境においてどのような行動的影響をもたらすかについては、十分に明らかにされていない。

本研究は、実店舗におけるフィールド実験を通じて、ロボットによる視界外対象への注意誘導が来店者の行動的関与に与える影響を検証する点に新規性を有する。特に、アンケートなどの主観評価を用いず、来店グループ単位の行動指標に基づいて分析を行うことで、実環境におけるロボットの振る舞いと来店者行動との関係を実証的に示すことを目的とする。

### 3. 実験デザイン

#### 3.1 実験概要

本研究では、実店舗環境において、ロボットが来店者の視界外にある商品に言及し、注意の転換（振り返り行動）を誘発する発話が、来店者の行動に与える影響を検証するためのフィールド実験を行った。実験は京都市内の七味専門店において実施し、来店者に対してロボットが商品紹介および推薦を行う状況を設定した。また、本実験では、来店者の視界内にある商品を紹介する条件と、視界外の商品に一度言及して振り返り行動を誘発した後に推薦を行う条件の2条件を比較した。両条件において、最終的に推薦する商品は同一とし、推薦内容や発話量が条件間で大きく異ならないように設計した。

分析は、実店舗における来店行動の特性を踏まえ、来店グループ単位で行った。複数人で来店した場合には、グループ内での相互作用や意思決定が行動に影響すると考えられるため、本研究では個人単位での分析は行わず、来店グループを最小単位として扱った。

#### 3.2 実験環境

実験は、京都市内の商店街に位置する七味専門店「ちんたら」で実施した。本研究では、接客ロボットとして Sota (Vstone 社製) を使用し、来店者に対して商品紹介および推薦を行った。Sota は小型の人型ロボットであり、音声による発話に加えて、頭部や身体の向きを用いた表現が可能であることから、実店舗環境における接客用途に適したロボットであると考えた。ロボットは店内の一角に設置され、来店者の動線および商品棚が視認可能な位置から発話を行った。図1は、フィールド実験の様子を示したものである。また、図2は、店内を上から見た図である。実験中の行動記録のため、店内には複数台のカメラを設置し、来店者の視線方向、身体の向き、商品への接触行動、ロボットへの反応を観察可能な状態とした。その際、すべてのカメラがピントをずらした不鮮明な映像を録画している。

#### 3.3 実験条件

本研究では、以下の2条件を設定した。

##### 1. 視界内推薦条件

ロボットが来店者の視界内に配置された2種類の商品(七味中辛、韓国一味)を紹介し、最初に紹介した商品(七味中辛)を推薦する。ロボットの発話内容には、来店者の背後や視界外にある商品への言及は含まれていない。



図1 実際の店舗における実験の様子



図2 実験環境

##### 2. 振り返り誘発条件

ロボットが来店者の視界内にある商品(七味中辛)を紹介した後、来店者の視界外（背後方向）に配置された別の商品(わさび)を一度紹介し、振り返り行動を誘発する。その後、最初に紹介した商品を推薦する。

なお、最終的に推薦する商品は両条件で同一であり、条件間で商品の種類や価格による影響が生じないように統制した。図3、図4が各条件でロボットが発話した内容である。

いらっしゃいませ。ようこそ、ちんたらへ。  
早速だけど、おすすめの商品を紹介するね！  
左の棚にある七味中辛は香りがよくて人気なんだあ。  
その横の韓国一味もおすすめだよ。  
でもやっぱり一番のおすすめは七味中辛だよ！  
ぜひ手に取ってみてね。

図3 視界内推薦条件の発話スクリプト

いらっしやいませ。ようこそ、ちんたらへ。  
 早速だけど、おすすめの商品を紹介するね！  
 左の棚にある七味中辛は香りがよくて人気なんだあ。  
 後ろの棚のわさびもおすすめだよ。  
 でもやっぱり一番のおすすめは七味中辛だよ！  
 ぜひ手に取ってみてね。

図4 振り返り誘発条件の発話スクリプト

### 3.4 観察指標

本研究では、アンケートなどの主観評価は用いず、実店舗における来店者の行動を観察指標として収集した。分析対象とした指標は以下のとおりである。

- ロボットへの反応
  - ロボットの発話に対して来店者が立ち止まる、視線を向けるなど、ロボットの存在や発話に気づき、注意を向けたかどうかを示す指標
- ロボットへの興味・関心行動
  - ロボットの発話中に来店者が頷いたかどうか、ロボットに近づいたかどうか、というロボットに対して関心や関与を示す行動が観察されたかどうかを示す指標
- 推薦商品への接触
  - ロボットが推薦した商品(七味中辛)に対して、来店者が実際に手を伸ばして触れたかどうかを示す指標
- 推薦商品の購入の有無
  - ロボットが推薦した商品が実際に購入されたかどうかを示す指標
- 棚前滞在時間
  - 商品が配置された棚の前に来店者が滞在した時間を示す指標

### 3.5 分析方法

各行動指標について、視界内推薦条件と振り返り誘発条件の間で差が生じるかを検討する。反応率、興味・関心行動、接触率、および購入率については比率データとして扱い、条件間の比較には、Pearsonのカイ二乗検定(Yatesの連続性補正なし)を用いる。棚前での滞在時間については、来店者行動のばらつきが大きい指標であることを踏まえ、統計的検定による条件間比較は行わず、各条件における滞在時間の分布状況を可視化し、記述的に比較する。

## 4. 結果と考察

本章では、実店舗におけるフィールド実験の結果

を示すとともに、それらの結果が示唆する来店者行動およびロボットの振る舞いの意味について考察する。分析はすべて来店グループ単位で行った。

### 4.1 行動指標の結果

表1は各条件における行動指標の集計結果を示し、図5に各指標の割合と分析結果を示す。

ロボットへの反応率については、視界内推薦条件と振り返り誘発条件の間で大きな差はみられず、両条件でほぼ同程度の割合を示した。また、統計的にも有意な差は認められなかった。

ロボットへの興味・関心行動を構成する指標を分けて分析した結果、発話中にロボットに頷いた来店者グループの割合は、振り返り誘発条件において増加傾向は見られたものの、条件間で有意な差は認められなかった。一方で、ロボットに近づく行動については、振り返り誘発条件において視界内推薦条件よりも高く、条件間で有意な差が認められた

( $p < .05$ )。

また、推薦商品(七味中辛)への接触率については、振り返り誘発条件の方が視界内推薦条件よりも高い割合を示した。この差は統計的にも有意であった( $p < .05$ )。

一方、推薦商品の購入率については、振り返り誘発条件の方がわずかに高い割合を示したものの、条件間に有意な差は認められなかった。

表1 各条件における行動指標の集計結果

	視界内推薦	振り返り誘発
総グループ数	104	95
ロボットに反応したグループ数	59	60
ロボットの発話中に頷いたグループ数	12	15
ロボットの発話中に近づいたグループ数	33	44
七味中辛に接触したグループ数	24	34
七味中辛を購入したグループ数	19	22

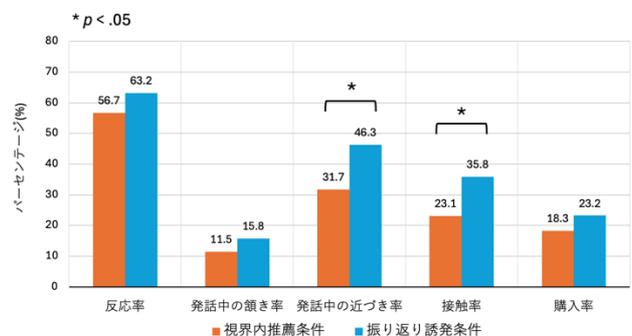


図5 各指標の割合と分析結果

## 4.2 行動指標間の関係

これまでの分析では、推薦方法の違いによる各行動指標の発生率を示した。本節では、来店者の行動がどのような段階的關係を持って生起しているかを検討するため、行動指標間の關係に着目し、条件付き割合を用いて分析を行う。

表2に、ロボットに対する領き行動の有無と、推薦商品への接触の關係を示す。ロボットに対して領き行動を示した来店者のうち、推薦商品に接触した割合は59.3%であった。一方、領き行動を示さなかった来店者における接触率は45.7%であった。この結果から、ロボットに対して領きという反応を示した来店者は、示さなかった来店者と比べて、推薦商品に接触する割合が高い傾向が見られた。

表2 領き行動と推薦商品への接触の關係

	推薦商品への接触 あり	推薦商品への接触 なし
ロボットに対して領き あり	16	11
ロボットに対して領き なし	42	50

表3に、ロボットに対して近づく行動の有無と、推薦商品への接触の關係を示す。ロボットに近づいた来店者の接触率は48.1%、近づかなかった来店者の接触率は50.0%であり、両者の間に大きな差は見られなかった。この結果は、単にロボットに近づくという空間的行動のみでは、推薦商品への接触に結びつかないことを示唆している。

表3 近づく行動と推薦商品への接触の關係

	推薦商品への接触 あり	推薦商品への接触 なし
ロボットに対して近づく あり	37	40
ロボットに対して近づく なし	21	21

表4に、推薦商品への接触の有無と、実際の購入との關係を示す。推薦商品に接触した来店者のうち、購入に至った割合は70.7%であった。一方、接触を行わなかった来店者においては、購入は確認されなかった。この結果から、推薦商品への接触は、購入行動に至る上で重要な段階的行動であることが示された。

表4 推薦商品への接触と購入の關係

	推薦商品への接触 あり	推薦商品への接触 なし
推薦商品の購入 あり	41	0
推薦商品の購入 なし	17	61

以上の結果から、本実験における来店者の行動は、ロボットへの反応(領き)→推薦商品への接触→購入という段階的構造を持つ可能性が示唆された。また、近づく行動のような物理的接近のみでは接触や購入に結びつかない一方で、領きといった社会的反応が

その後の行動に關係していることが示された。

## 4.3 振り返り誘発発言が行動に与えた影響

振り返り誘発条件において推薦商品への接触率およびロボットへの近づく行動が増加したことは、ロボットによる視界外対象への言及が、来店者の注意配分や関与の仕方に影響を与えた可能性を示している。ロボットが来店者の視界外にある商品に言及することで、来店者は身体の向きを変える、視線を移動させるといった行動をとりやすくなり、その結果としてロボットとの距離を縮める行動や商品探索行動が生じやすくなったと考えられる。

一方で、ロボットに対する領き行動については、振り返り誘発条件において数値上の増加は確認されたものの、条件間で有意な差が生じるほどではなかった。しかし、行動指標間の關係を分析した結果、領き行動を示した来店者は、示さなかった来店者と比べて推薦商品への接触率が高い傾向が見られた。このことから、領き行動は、単なる注意喚起への反応ではなく、ロボットの発話内容を理解し、意味づけを行った上で示される社会的反応である可能性が示唆される。これに対して、ロボットに近づく行動は振り返り誘発条件において有意に増加したものの、推薦商品への接触とは結びついていなかった。この結果は、近づく行動がロボットへの関心や注意の高まりを反映した初期的な行動である一方で、必ずしも推薦内容への理解や同意を伴うものではなかった可能性を示している。

以上の結果を踏まえると、視界外対象への言及は、来店者に新たな対象へ注意を向けさせるだけでなく、ロボットが周囲環境を把握し、状況に応じて発話しているという印象を与えた可能性がある。すなわち、視界外対象への言及はロボットの主体性や意図性の知覚を強め、来店者の行動的関与を段階的に変化させる働きを持っていたと解釈できる。

## 4.4 なぜ反応率や購入率に差がなかったか

一方で、ロボットへの反応率については、条件間で有意な差は見られなかった。これは、ロボットが発話を行う時点で、すでに多くの来店者がロボットの存在に気づいていた可能性や、店舗環境においてロボットの音声が一定の注意喚起効果を持っていたことが影響していると考えられる。

また、購入率について差が見られなかった点については、実店舗における購買行動が、ロボットの発話だけでなく、価格、好み、利用目的、同行者との相談といった複数の要因によって決定されることが影響していると考えられる。本研究で扱った振り返り誘発発言は、来店者の探索行動や関心を高める効

果は示したものの、必ずしも即時の購買決定に直結するものではなかった可能性がある。

#### 4.5 棚前滞在時間の解釈

図6に視界内推薦条件および振り返り誘発条件における棚前滞在時間の箱ひげ図を示す。棚前滞在時間については、条件間で平均的な差は見られなかったが、振り返り誘発条件においてばらつきが大きくなる傾向が観察された。この結果は、振り返り誘発発話がすべての来店グループに一律な影響を与えたわけではなく、グループによっては探索行動が活発化し、滞在時間が長くなる場合があったことを示唆している。実店舗という環境では、来店目的や滞在可能時間が来店者ごとに異なるため、平均値だけでは捉えきれない行動変化が生じやすい。そのため振り返り誘発条件は、特定の来店グループに対して、商品探索を深める契機として機能した可能性がある。

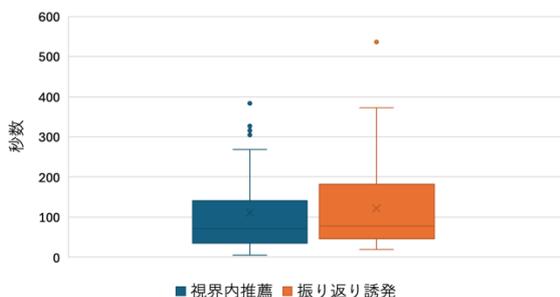


図6 滞在時間の分布

### 5. 結論

本研究では、ロボットによる視界外対象物への注意誘導が来店者の行動に与える影響を検討するため、実店舗環境において、視界内推薦条件と振り返り誘発条件を比較するフィールド実験を実施した。接客ロボットが来店者の視界外にある商品に言及し、振り返り行動を誘発する振る舞いが、来店者の行動的関与にどのような影響を与えるかを、観察指標に基づいて分析した。

その結果、振り返り誘発条件では、視界内推薦条件と比較して、発話中でのロボットへの近づき行動および推薦商品への接触行動を示す来店者グループの割合が有意に高くなることが確認された。一方で、ロボットに対する頷き行動については、数値上の増加は見られたものの、条件間で統計的に有意な差は認められなかった。また、ロボットへの反応率および推薦商品の購入率についても、条件間で有意な差は認められなかった。

さらに、行動指標間の関係を分析した結果、ロボ

ットに対して頷き行動を示した来店者は、示さなかった来店者と比べて推薦商品への接触率が高い傾向を示した一方で、ロボットに近づく行動の有無によって、推薦商品への接触率に大きな差は見られなかった。また、推薦商品への接触が確認された来店者においては、購入に至る割合が高いことが示された。

以上の結果から、本研究では、ロボットによる視界外対象への注意誘導が、来店者の行動的関与に関わる複数の行動指標に影響を与えることが確認された。特に、ロボットへの関与行動を一括りに扱うのではなく、近づき行動や頷き行動といった異なる行動として捉えることで、それぞれが推薦商品への接触や購入と異なる関係を持つことを、実店舗環境において示した点に本研究の意義がある。また、本研究は、アンケートなどの主観評価を用いず、来店グループ単位の行動指標に基づいて検証を行い、実環境における接客ロボットの振る舞いが来店者行動に与える影響を捉えるための一つの方法を示したといえる。

今後は、来店者の反応や行動に応じてロボットの発話内容や提示タイミングを調整する制御や、視線やジェスチャーといった非言語的の手がかりを組み合わせさせた注意誘導を導入することで、視界外対象への注意誘導が来店者の関与行動や購買行動に与える影響を、より詳細に検討することが求められる。

### 謝辞

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。心より厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- [1] S. Song et al, Service Robots in a Bakery Shop: A Field Study, arXiv:2208.09260, (2022).
- [2] Y. Okafuji et al, Influence of collaborative customer service by service robots and clerks in bakery stores, Frontiers in Robotics and AI, Vol.10, 1125308, (2023).
- [3] C. S. Oh et al, A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications, Frontiers in Robotics and AI, Vol.5, 00114, (2018).
- [4] H. Admoni et al, Social Eye Gaze in Human-Robot Interaction: A Review, Journal of Human-Robot Interaction, Vol.6, No.1, pp.25–63, (2017).
- [5] B. Mutlu et al, Footing in human-robot conversations: How robots might shape participant roles using gaze cues, in Proceedings of the 4th ACM/IEEE International

Conference on Human-Robot Interaction, pp.61–68, (2009).

- [ 6 ] A. Moon et al, Meet me where I'm gazing: How shared attention gaze affects human-robot handover timing, in Proceedings of the 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp.334–341, (2014).
- [ 7 ] M. Iwasaki et al, “That Robot Stared Back at Me!”: Demonstrating Perceptual Ability Is Key to Successful Human–Robot Interactions, *Frontiers in Robotics and AI*, Vol.6, 85, (2019).