

# ロボットの擬似的な食事行動が ユーザの購買行動に与える影響の検証

## Influence of Pseud Eating Behavior of Robot for Product Recommendation

石川 拓海<sup>1</sup>      岡藤 勇希<sup>2,3</sup> \*      松村 耕平<sup>1</sup>  
Takumi Ishikawa<sup>1</sup>      Yuki Okafuji<sup>2,3</sup>      Kohei Matsumura<sup>1</sup>  
馬場 惇<sup>2,3</sup>      中西 惇也<sup>3</sup>  
Jun Baba<sup>2,3</sup>      Junya Nakanishi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 立命館大学

<sup>1</sup> Ritsumeikan University

<sup>2</sup> 株式会社サイバーエージェント

<sup>2</sup> CyberAgent, Inc.

<sup>3</sup> 大阪大学

<sup>3</sup> Osaka University

**Abstract:** サービスロボットは様々な場面で活用されており、その役割の1つとして商品推薦を担うことがある。しかしながら、ロボットが主観的意見を述べて推薦する場合、発言への信頼感が十分に得られず、推薦能力が低下する可能性がある。そこで本研究では、食品を推薦する状況において、ロボットの主観的意見の信頼感を向上させ、ユーザの購買行動の促進を図ることを目的とした。そのために、ロボットに擬似的な食事行動をさせることで、ロボットの体験を明示的にユーザに共有し、ロボットの主観的意見の信頼性を向上させる手法を提案した。2度のオンラインサーベイと、ペーカリーでのフィールド実験で検証した結果、擬似的な食事行動を伴った発言や推薦は、ロボットの主観的意見に対する信頼感を向上させ、既存の推薦手法と同等の推薦効果を示すことが確認された。

## 1 はじめに

我々は日常的に購買行動を行っており、それと同時に商品推薦を受ける機会も多い。一般的に、ユーザは商品推薦を受けることで、推薦された商品を購入しやすくなることが知られており、様々な推薦手法が研究されている [1]。その中でも、ロボットを使った商品推薦が研究されており、単にロボットからの推薦によって販促効果が向上した事例だけではなく [2, 3, 4]、ユーザの嗜好をもとにした推薦 [5]、複数体のロボットの連携による推薦効果 [6]、長期的に影響を及ぼす推薦方法 [7]、人間の店員と協業した推薦 [8] など、様々な検証がされている。

ロボットが商品推薦を行う時に、「この商品は美味しいよ」、「その服は似合ってるね」など、ロボットの主観的意見を伴って商品推薦を行うものがいくつかある (e.g., [5])。一方で、ロボットが発話した主観的意見に

対して様々な問題が起こることも指摘されている。発言対象によっては、ロボットの主観的意見がロボットに帰属しづらくなることが報告されており [9]、ロボットに帰属しにくい主観的意見に対して、ユーザはリアリティを感じられず、対話意欲が上がらないことや [10]、リアリティが減少することで発言への信頼感が向上しないことが知られている [11]。対話を通して推薦をする中で、ロボットの主観的意見への信頼が低下することで、推薦可能な商品の範囲が狭まってしまう可能性がある。信頼できる情報がユーザの購買行動を促進させることから [12]、ロボットの主観的意見に対しても信頼性を向上することができれば、推薦対象が制限されることがなく、ユーザの購買行動の促進が期待できる。

そこで本研究では、ロボットが主観的意見を伴って食品を推薦させる際の信頼度と推薦効果に着目する。主観的意見を伴った食品推薦の一例として、「この商品美味しいよ」、などが考えられる。しかしながら、本来はロボットは商品の美味しさを感じるができないため、「美味しい」という発言はリアリティを感じさせに

\*連絡先: 株式会社サイバーエージェント  
東京都渋谷区渋谷 2 丁目 24 番 12 号 21F  
E-mail: okafuji.yuki\_xd@cyberagent.co.jp



図 1: ヒューマノイドロボット Sota の擬似的な食事行動

くく、発言への信頼度が下がる可能性がある。そのためロボットが食品を推薦する先行研究では、パンの焼き立てのタイミングの情報や [2], 商品の人気度合いの情報などを提供しており [7], ロボットの主観的意見を発言しないことが多い。これに対して本研究では、ロボットに擬似的な食事をさせながら主観的意見を発言する推薦手法を提案する。擬似的な食事行動とは、図 1 に示すように、ロボットの手に付けた商品のかけらを口元に近づけ、その際に咀嚼音と「おいしい」といった発言をすることである。推薦に対する信頼性が向上しない原因の一つとしてリアリティの欠如が挙げられることから [11], ロボットの擬似的な食事体験をユーザに明示的にすることで、ロボットの主観的意見の信頼感を上げることができる可能性がある。また先行研究では [13], ロボットに擬似的な食事を与えることによってユーザとロボットの関係性を強化できることが示されている。しかしこれはロボットを所有しているユーザに対する調査であり、商品を推薦される第三者のユーザへも同様の影響を与える可能性がある。ロボットの擬似的な体験をユーザに共有することで、ユーザはロボットの主観的意見への信頼度が向上し、その上で推薦効果が向上する可能性がある。

本研究では、2度のオンラインサーベイと、フィールド実験を通して提案手法の有効性を検証する。1つ目のオンラインサーベイでは、ロボットの擬似的な食事行動が主観的意見に与える影響を調査し、2つ目のオンラインサーベイでは、ロボットの擬似的な食事行動が商品推薦に与える影響を調査する。最後に、ベーカリーで商品推薦する実験を実施して、提案手法の有効性を検証する。

## 2 オンラインサーベイ

### 2.1 概要

本節では、ロボットの擬似的な食事行動がロボットの主観的意見に与える影響を、2回のオンラインサーベイで検証する。1つ目のオンラインサーベイでは、擬似的な食事行動が主観的意見に与える影響を調査し、2つ目のオンラインサーベイでは、擬似的な食事行動が商品推薦に与える影響を調査した。

本実験では、Vstone 社製のヒューマノイドロボット Sota (図 1) を使用して動画を作成し、オンラインサーベイにて調査を行った。本実験では最終的にベーカリーで実験を実施するため、ロボットにはパンに対する主観的意見を発言させた。ロボットの印象評価としてアンケート評価はよく用いられており [14], また動画アンケートにて評価する研究 [15, 16, 17] もいくつかある。特に [17] ではロボットが購買行動に与える影響を評価しているため、結果に対して一定の信頼性があると考えられる。

研究対象者は、すべてクラウドソーシングサービスのランサーズで募集され、Google フォーム上でオンラインサーベイは実施された。オンラインアンケートは全て 5 分ほどで終了する内容となっており、研究対象者には謝金として 55 円を支払った。

### 2.2 オンラインサーベイ I: 擬似的な食事行動が主観的意見に与える影響

#### 2.2.1 実験概要

本節では、ロボットの擬似的な食事行動が主観的意見に与える影響の調査を目的とする。ロボットがパンに対する主観的意見を発言する動画を 3 種類用意して、オンラインサーベイにて評価を行った。

#### 2.2.2 実験条件

本実験では、「体験なし条件」、「体験明言条件」、「食事条件」の 3 つを実験条件として設定した。具体性のあるエピソードを提供することで信頼感がより高まることから [11], 体験なし条件では具体性を示さず、体験明言条件が具体性の弱い体験の提示、食事条件が一番具体的な体験の提示する条件として設定した。図 2 は、食事条件においてロボットが擬似的な食事行動をしている様子を示している。体験明言条件と体験なし条件では、ロボットの両手にあんこクロワッサンを持っていない外観になる。

ベースラインとなる体験なし条件では、文頭で「あんこクロワッサンおいしいんだ」と発話し、その後には味



図 2: 食事条件におけるロボットの擬似的な食事行動

や食感などの感想などを約 20 秒間述べる条件とした。ロボットが食事をした具体的な体験の提示していないため、主観的意見への信頼感が付与しづらい条件とした。体験明言条件では、体験なし条件での一連の発言の前に、「さっき食べたあんこクロワッサンについて話すね」と発話する条件とした。ロボットが体験したことを明言することで、具体性の弱い体験の提示と信頼感を与えることが考えられる。最後に食事条件では、体験なし条件の発言の間に、2 回の擬似的な食事行動を入れた条件となる。擬似的な食事行動としては、ロボットの両手についたパンを口元に近づけ、「ガブッ」という音を鳴らせることで食事行動の演出をした。食事行動は擬似的なものであるが、ロボットの食事行動を明示的に体験させることで、主観的意見への強い信頼感を与えることが考えられる。全ての条件においてロボットが発話する主観的意見は同じ内容であり、条件間で食事行動の有無や冒頭で発話する内容が異なっている。

### 2.2.3 評価指標

本研究では、研究対象者が 3 条件のうち、提示された 2 つのうちどちらが好ましいかを評価するシェフェーの対比較法 (原法) [18] を用いて実験を実施した。カウンターバランスを考慮して、研究対象者は 6 つの組み合わせのうちの 1 つにランダムに割り振られ、2 つの動画を視聴後にロボットと食品に対する印象についてのアンケートを回答する。

研究対象者は、2 つの動画を視聴した後に、ロボットの印象とユーザの体験に関するアンケートを回答した。ロボットの印象については、「信頼できる、違和感がある、知的だ、人間的だ、嘘っぽい、影響力がある、親

しみやすい」の 7 項目を質問した。ユーザの体験として、「興味を持った、主張が理解しやすい、押し付けがましい、美味しそう、食べたい」、の 5 項目を質問した。提示された 2 つの動画 (A と B) において、これらの項目は 5 段階で相対評価 (A の方が強く当てはまる、A の方が当てはまる、同程度である、B の方が当てはまる、B の方が強く当てはまる) された。これらのアンケートに加えて、ダミー質問を用意した。研究対象者がダミー質問を回答した場合は、評価の対象外とした。これらのアンケートは [8] を参考とした。

### 2.2.4 研究対象者

20 代以降の男女計 514 人が研究対象者として実験に参加し、ダミー質問に回答しなかった研究対象者は 340 人 (66.1%) であった。また、解析のための条件間の回答数を合わせるために、先着順で抽出したところ、最終的には 228 人 (44.4%) のアンケート結果を解析に使用した。

### 2.2.5 仮説

先行研究から、具体性のあるストーリーを提供することで信頼感がより高まることが明らかとなっている [11]。そのため、食事条件では具体的な体験を明示しているため、強い信頼感を与えることが考えられる。また、体験明言条件においても、口頭では体験を明示しているため、少なからず信頼感を与えることが考えられる。そのため、本研究では以下の仮説を提唱する。

**仮説 1: ロボットの主観的意見への信頼性は、体験の提供によって向上する。特に、ロボットの擬似的な食事行動は、食事経験の発話よりも信頼感を向上させる。**

### 2.2.6 結果

図 3 に各条件間の平均嗜好度と分散分析の結果を示す。各項目に対して有意水準を 5% で分散分析を行った結果、ロボットが「信頼できる、人間的だ、影響力がある、親しみやすい」、ユーザ体験の「興味を持った、主張が理解しやすい、押し付けがましい、美味しそう、食べたい」の項目で有意差が見られた。

続いて、有意差のある項目に対してヤードスティックを用いた下位検定を行った。食事条件は、体験明言条件と体験なし条件と比べて、「信頼できる、人間的だ、影響力がある、親しみやすい、興味を持った、主張が理解しやすい、押し付けがましい、美味しそう、食べたい」の項目で有意な差が示された。一方で体験明言条件と体験なし条件間では、有意差を示す項目はなかった。

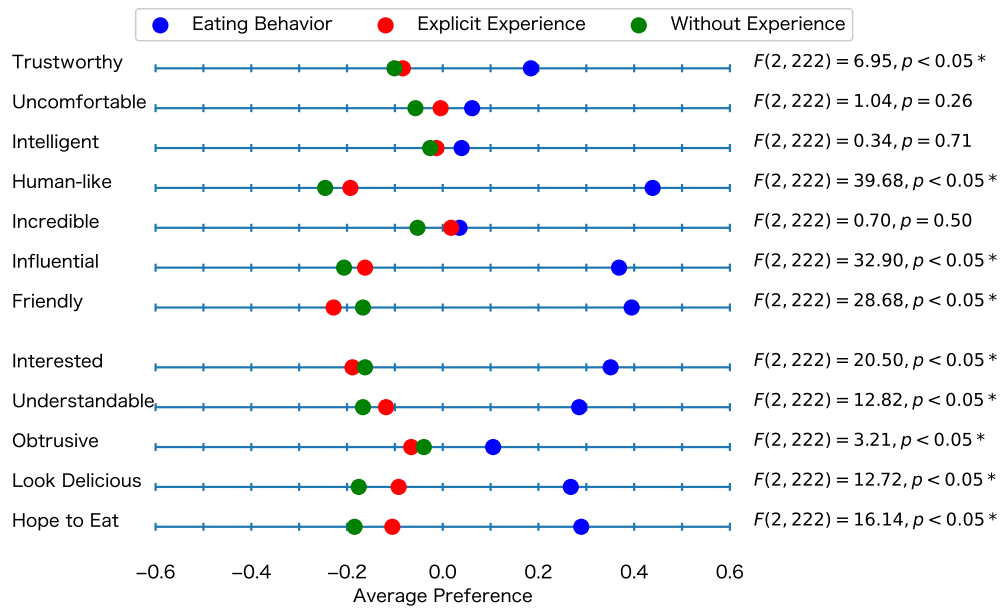


図 3: オンラインサーベイ I における平均嗜好度の結果。正の値が大きいほど、他の条件よりも当てはまっております。\*は有意水準 5% で有意であったことを示す。

### 2.2.7 考察

実験結果より、食事条件が他条件よりも多くの項目においてポジティブな結果を示した。特に、ロボットに擬似的な食事行動をさせることにより、主観的意見への信頼感を高めることができたため、仮説 1 が支持される結果が得られた。これは、擬似的な食事行動によってロボットをより人間らしく、親しみやすいと感じたため、信頼性の向上したと考えられる [19]。

また、ロボットに対する信頼感が向上することで、ロボットの影響力が向上することが知られている [20, 21]。そのため本研究の結果でも、発言への信頼感が向上したことから、ロボットの影響力が向上し、美味しそうや食べたいなどの消費行動に直結する体験が向上した可能性がある。

これらの結果から、ロボットの擬似的な食事行動によって、主観的意見への信頼性が向上し、推薦行動としても応用できる可能性が示された。

## 2.3 オンラインサーベイ II: 擬似的な食事行動が商品推薦に与える影響

### 2.3.1 実験概要

本節では、ロボットの擬似的な食事行動が商品推薦に与える影響の調査を目的とする。ロボットがパンに対

する主観的意見を発言する動画を 3 種類用意して、オンラインサーベイにて評価を行った。

評価指標については、オンラインサーベイ I と同じため、本節では記載を省略する。

### 2.3.2 実験条件

本実験では、「食事推薦」、既存の推薦手法である「エキスパート推薦」、食事推薦とエキスパート推薦を組み合わせた「組み合わせ推薦」、の 3 つを実験条件として設定した。食事推薦は、前節で示した食事条件の発言に加えて、最後にパンを推薦する条件である。エキスパート推薦では、専門性を出すことで説得力を向上させる手法を用いた [22]。エキスパート推薦は、商品推薦にも応用されており [7]、人気度合いや食品の効能などの客観的指標に基づいて推薦する手法である。組み合わせ推薦では、食事推薦による主観的発言と、エキスパート推薦による客観的発言を組み合わせた推薦方法である。食事推薦と組み合わせ推薦では、図 2 に示すようにロボットの両手にパンを持っており、エキスパート推薦ではパンを持っていない外観になる。

食事推薦では、前節で示した発言と食事行動に加えて、最後に「おすすめだから食べてみてね」と推薦のための発話をする。エキスパート推薦では、「あんこクロワッサンは人気ナンバーワンで、鉄分が豊富だよ」といった、商品に関する豆知識や効能等の客観的な専門的な知識を説明した上で、最後に食事推薦と同じ推薦

発話をする。また組み合わせ推薦では、発話内容はエキスパート条件と同じであるが、発話の途中で擬似的な食事条件を入れた。各条件の動画は約 20 秒程度であった。

### 2.3.3 研究対象者

20 代以降の男女計 513 人が研究対象者として実験に参加し、ダミー質問に回答しなかった研究対象者は 290 人 (56.5%) であった。また、解析のための条件間の回答数を合わせるために、先着順で抽出したところ、最終的には 198 人 (38.6%) のアンケート結果を解析に使用した。

### 2.3.4 仮説

2.2 節の結果より、擬似的な食事行動によってロボットの主観的意見への信頼感が減少しないことが分かっている。そのため、ロボットの主観的意見を伴った推薦でも、既存の推薦手法と同等の推薦効果が得られる可能性がある。また、既存の推薦手法と擬似的な食事行動を組み合わせることで、発話内容への信頼感がより向上し推薦能力が高まる可能性がある。そのため、本研究では以下の仮説を提唱する。

**仮説 2.1: ロボットの擬似的な食事行動によって既存推薦と同等の食品推薦の効果を示すことができる**

**仮説 2.2: ロボットの擬似的な食事行動を既存推薦と組み合わせることで推薦能力が向上する**

### 2.3.5 結果

図 4 に各条件間の平均嗜好度と分散分析の結果を示す。各項目に対して有意水準を 5% で分散分析を行った結果、全ての項目で有意差が見られた。

続いて、有意差のある項目に対してヤードスティックを用いた下位検定を行った。食事推薦は、エキスパート推薦と比べて、「信頼できる、知的だ、人間的だ、影響力がある、親しみやすい、興味を持った、主張が理解しやすい、美味しそう、食べたい」の項目で有意な差が示された。また食事推薦は、組み合わせ推薦と比べて、「信頼できる、違和感がある、知的だ、人間的だ、嘘っぽい、親しみやすい、興味を持った、主張が理解しやすい、押し付けがましい、美味しそう、食べたい」の項目で有意な差が示された。最後にエキスパート推薦は、組み合わせ推薦と比べて、「違和感がある、人間的だ、嘘っぽい、影響力がある、親しみやすい、押し付けがましい、美味しそう、食べたい」の項目で有意な差が示された。

### 2.3.6 考察

実験結果より、食事推薦が他条件よりも美味しそう、食べたいと評価された。これはオンラインサーベイの結果と同じく、食事推薦がより人間らしさや親しみやすさが向上した結果、信頼性が向上したことが影響していると考えられる。仮説 2.1 では、食事推薦が主観的意見の信頼性を減少させないことと、エキスパート推薦は主観的意見を発言しないことから、同等の推薦効果があるとしていた。しかしながら、食事推薦の方が信頼感も高く、美味しそう、食べたいといった推薦効果も高い結果が得られたため、仮説 2.1 は支持されない結果を得た。そのため、食事推薦は既存の推薦手法よりも高い推薦効果を得る可能性がある。

一方で、組み合わせ推薦は、エキスパート推薦よりは美味しそう、食べたいといった推薦効果が高いにも関わらず、食事推薦よりは効果が低い結果となった。この原因として、違和感や嘘っぽい、押し付けがましさは他の条件よりも高いためであると考えられる。これはロボットの主観的意見を強める食事行動が、客観的意見を発話するエキスパート推薦の間に入ったことで、ロボットの行動に曖昧さが生まれ違和感が出たためと考えられる。ロボットの行動が一貫性を持たない場合、ユーザはインタラクションを継続しない傾向が知られており [23]、同様の結果が出たと考えられる。これらの結果より、仮説 2.2 は支持されなかった。

本実験では、オンラインサーベイにて推薦能力の調査を行ったが、実際の店舗で食事推薦を行った際にどのような影響を及ぼすかは不明である。そのため、以降では実際の店舗にてロボットの食事推薦が購買行動に与える影響を検証する。

## 3 フィールド実験

### 3.1 実験概要

本節では、実際のフィールドにおいて 2.3 節で示したロボットの 3 つの行動による推薦実験を実施することで、食事推薦の有効性を検証する。検証のために、3 体のロボットをベーカーリーに設置して、特定商品の推薦実験を実施した。実験は 15 日間実施し、条件間や実験前後期間における推薦商品の販売数や来店人数などを評価した。本実験は、立命館大学人を対象とする医学系研究倫理審査委員会の承認を受けて実施した (承認番号: BKC-人医-2020-027-4)。

### 3.2 実験環境

本実験は、立命館大学びわこ・くさつキャンパス内のベーカーリーで実施した。ベーカーリーの外観を図 5 に

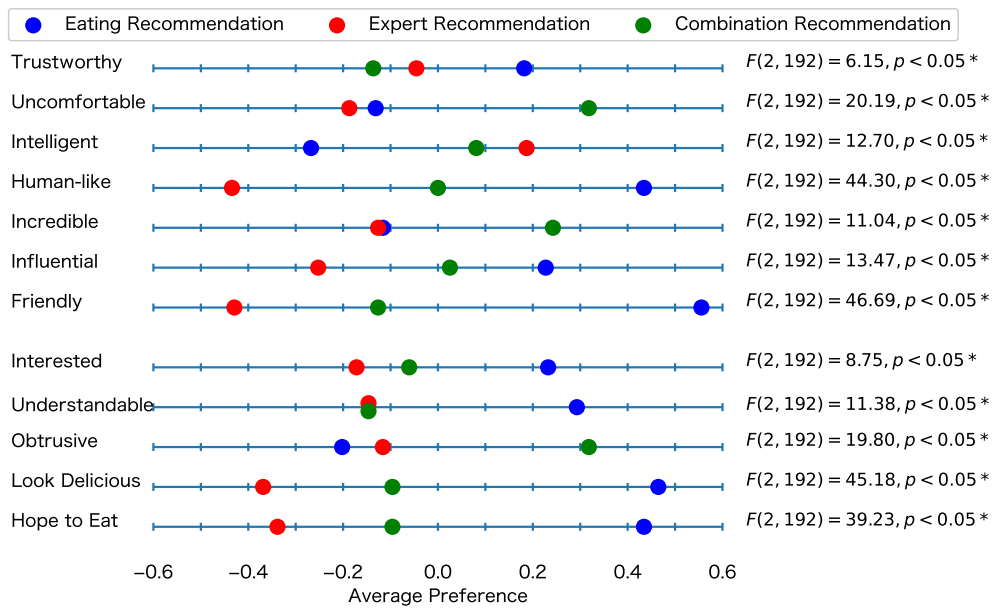


図 4: オンラインサーベイ II における平均嗜好度の結果。正の値が大きいほど、他の条件よりも当てはまっており、\*は有意水準 5% で有意であったことを示す。



図 5: ベーカリーの外観

示す。この店舗は、一日あたりの利用人数は 70-160 人程度であり、営業時間は平日 10 時 30 分から 15 時までの 4 時間半となっている。実験期間中のロボットは、営業時間の全ての時間帯で稼働していた。

### 3.3 インタラクシオンデザイン

本実験では、顧客を出迎える 2 体の看板役ロボットと、1 体の推薦役ロボットの計 3 体のロボットを用いて実験をした。これらのロボットは全て、オンラインサーベイでも用いた Sota を使用した。また、全てのロボットの隣に RGB-D カメラを設置しており、骨格検出アルゴリズムを用いて周辺の人々の行動を計測している。計測された人の行動に応じて、ロボットはすべて

自律で行動した。

顧客を出迎える 2 体の看板役ロボットを図 6 に示す。これらのロボットは、店舗の入り口の両サイドに設置しており、店舗前の通行人に対してウェルカムボードを向ける行動をとった。店舗前が学習スペースであったため、ロボットは発話はしなかった。このような看板役ロボットは、いくつかの先行研究 [3, 24] でも用いられており、来店を促す目的であると同時に、店舗のスタッフがロボットに担って欲しいタスクの一つとなっている [25]。これらのロボットは来店を促す目的のため、本研究の主目的である推薦役のロボットには影響は少ないと考えられる。

商品推薦を行う推薦役ロボットを図 7 に示す。推薦役ロボットは商品が陳列されているカウンター上に設置しており、ベーカリーに来店した利用客は必ず気づくようになっている。また、ロボットの前には推薦商品が配置されており、利用客は商品をすぐに認識できる。推薦役ロボットは周囲に人がいない時は静止状態であるが、利用客が商品が陳列されている棚の前に来たタイミングで、商品推薦を始める。利用客とは対話することができず、一方的に情報伝達を行うパッシブメディアの形態とした [26]。利用客が滞在している間は、ロボットは常に推薦のための発話をし続ける。



図 6: 看板役ロボット



図 7: 推薦役ロボット

### 3.4 実験条件

本実験の実験条件は、2.3 節で示した「食事推薦」、  
「エキスパート推薦」、「組み合わせ推薦」とした。食事  
推薦では、擬似的な食事行動と共に、推薦商品の味や  
食感などの主観的意見を発言し、最後に「おすすめだ  
から食べてみてね」と推薦する。エキスパート推薦で  
は、推薦商品の人気度合いや豆知識、効能等の客観的  
な専門的な知識を説明した上で、最後に推薦発話をす  
る。また組み合わせ推薦では発話内容はエキスパート  
条件と同じであるが、発話の途中で擬似的な食事行動  
が入る。また、各条件の対話セットは複数作成されて  
おり、利用客の滞在時間が長い場合でも、ロボットが  
繰り返し同じ内容を発話させないようにした。

### 3.5 実験期間

実験期間について表 1 に示す。実験は各条件 5 日ず  
つ実施して、全 15 日間実施した。1 日 1 条件で実験を  
実施し、エキスパート推薦、食事推薦、組み合わせ推  
薦、の順番で実施した。これにより、特定の条件は各  
曜日に 1 回ずつ割り振られており、同一曜日内の条件  
の順番がランダムで実施されることとなる。また本実

験では、実験期間中ずっと同じ商品を推薦すること  
により、利用客の飽きが生じる可能性があることから、3  
日ごとに推薦商品を変更して、計 5 種類の食品を推薦  
した。

また、ロボットの推薦効果を比較するために、実験  
前と実験後のそれぞれ 10 日分、計 20 日分のデータも  
取得した。曜日による影響が出ないように、各曜日そ  
れぞれ 2 日ずつ割り当てて 10 日分のデータとした。

### 3.6 評価指標

ロボット実験期間の 15 日間と、実験前後期間の 20  
日間、合わせて 35 日間の店舗の平均売上金額、平均来  
店人数、全商品の販売数、推薦商品の販売割合を評価  
指標とした。看板役ロボットの呼び込み効果を検証す  
るために店舗の平均来店人数を用いる。また推薦役ロ  
ボットの推薦効果を検証するために、店舗の全商品の  
販売数と売上金額、推薦商品の販売割合を用いる。

推薦商品の平均販売数と販売割合は、ロボット実験  
期間は 1 種類の推薦商品だけが対象なことに對して、  
実験前後の期間では全 5 種類の推薦商品が対象となる。  
そこで本研究では、推薦商品の平均販売数  $P$  を以下と  
した。

$$P = \frac{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N K_i^j}{NM} \quad (1)$$

$M$  は 1 日における対象の推薦商品数、 $N$  は実験日数、  
 $K_i^j$  は  $i$  日目の推薦商品  $j$  の販売数を表している。ロ  
ボットの各条件では  $M = 1$ 、 $N = 5$ 、実験前後期間で  
は  $M = 5$ 、 $N = 20$  となる。

推薦商品の販売割合は、全体の商品販売数のうち、推  
薦商品が占めた割合を示している。そこで本研究では、  
推薦商品の販売割合  $S$  を以下とした。

$$S = \frac{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N K_i^j}{M \sum_{i=1}^N A_i} \quad (2)$$

$A_i$  は  $i$  日目の全ての商品販売数を表している。なお本  
研究では、ロボットはパンの推薦のみを行っているた  
め、飲み物などの商品は評価対象から外し、パンの売  
上だけを全体の商品販売数に含めた。

### 3.7 研究対象者

本実験では、ベーカリー利用客のうち 1 つ以上商品  
を購入した利用客を研究対象者とした。ロボット実験  
期間の 15 日間において、エキスパート推薦が 562 人、  
食事推薦が 521 人、組み合わせ推薦が 511 人の計 1594  
人を対象とした。また、実験前の 10 日間の利用客は  
978 人、実験後の 10 日間の利用客は 1029 人であった。

表 1: 実験日程. 括弧内の数字は推薦商品の種類を示す.

	月	火	水	木	金
1 週目		(1) エキスパート	(1) 食事	(1) 組み合わせ	(2) エキスパート
2 週目	(2) 食事	(2) 組み合わせ	(3) エキスパート	(3) 食事	(3) 組み合わせ
3 週目	(4) エキスパート	(4) 食事	(4) 組み合わせ	(5) エキスパート	(5) 食事
4 週目	(5) 組み合わせ				

表 2: 日毎の平均売上と平均来店人数

	平均売上 [円]	平均来店人数 [人]
エキスパート推薦	31,729	112.4
食事推薦	29,142	104.2
組み合わせ推薦	27,325	102.2
ロボット期間	29,399	106.3
実験前後期間	30,394	100.4

### 3.8 仮説

2.3 節のオンラインサーベイから、食事推薦はエキスパート推薦と組み合わせ推薦よりも推薦商品を食べたいと思われる結果を示している。そのため、実店舗での商品推薦においても食事推薦の推薦効果は高い可能性があるため、本研究では以下の仮説を提唱する。

**仮説 3.1: ロボットの擬似的な食事行動による推薦が、他の手法よりも推薦能力が高い**

### 3.9 結果

表 2 に、日毎の平均売上金額と平均来店人数の結果を示す。また、ロボットを設置した期間の合計であるロボット期間 (15 日間) と実験前後を合わせた実験前後期間 (20 日間) の結果も示す。ロボット期間と実験前後期間を  $t$  検定で比較した結果、両方の指標とも有意な差は示されなかった (平均売上:  $(t(28) = 0.476, p = 0.638)$ , 平均来店人数:  $(t(28) = 0.730, p = 0.471)$ )。

表 3 に店舗の全てのパンの平均販売数と推薦商品の平均販売数  $P$ , 推薦商品販売割合  $S$  の結果を示す。各推薦条件と実験前後合計の 4 つの条件における推薦商品販売割合を  $\chi^2$  検定で比較した結果、有意な差が示された ( $\chi^2(4) = 25.878, p < .01, V = 0.062$ )。さらに残差分析の結果、食事推薦とエキスパート推薦が全体平均よりも推薦商品販売割合が有意に高く、実験前後期間は有意に低いことが示された。

### 3.10 考察

表 2 の平均来店人数の結果より、1 日平均 5.9% の来店人数の増加が見られたものの、検定では有意差を示さなかったため、看板役ロボットの来店促進効果は得られなかった。これは、看板役ロボットは通行人にウェ

ルカムボードを向ける行動のみで、先行研究とは違い [24], 呼び込みなどの積極的な行動をしなかったことが理由として考えられる。また、店舗が建物の奥にあったことと、ロボットが店舗の入り口に設置していたため、すでに店舗に来店することを決めた通行人に対して多くのアプローチしていたこととなる。そのため、来店人数を向上させるためには、店舗から離れた場所で、積極的な呼び込みのアプローチをすることで、来店人数を向上させる可能性がある。

また、本研究の主目的である推薦役ロボットの推薦効果に関しては、食事推薦とエキスパート推薦の推薦商品販売割合は全体平均と比べて、有意に増加した。これは、ロボットの擬似的な食事行動が利用客の購買行動に影響を与え、既存手法のエキスパート推薦と同等の推薦能力をもつことを表している。オンラインサーベイでは、食事推薦がエキスパート推薦よりも推薦能力を示した一方で、本実験で 2 条件に差は確認できず、仮説 3.1 は支持されなかった。これは、本実験では利用客は実際にお金を支払う必要がある、オンラインサーベイよりもリスクが高い意思決定をする必要があることが影響していると考えられる。判断を間違えると自分が損をする可能性があるため、ロボットの主観的意見よりも、客観的な事実に沿った情報を重視した可能性がある。しかしながら、仮説は支持されなかった一方で、ロボットは体験をユーザに対して明示的にすることにより、ロボットの主観的意見を伴った推薦も受け入れられ、既存手法と同等の推薦能力を得ることが示された。この結果により、ロボットは推薦時に主観的意見を発言しても許容されることを示しており、推薦ロボットの表現が制限されない可能性を示している。

また、組み合わせ推薦は実験前後期間よりは推薦商品販売割合が高いものの、食事推薦やエキスパート推薦よりは減少する結果となった。これは、2.3 節の結果において違和感や嘘っぽい、押し付けがましさが他の条件よりも高いためであると考えられる。ロボットの発言内容は、主観的意見と客観的意見を含めているため、推薦能力が向上することが考えられたが、ロボットの行動に不自然さが含まれてしまったため推薦能力が低くなった。今後は、ロボットの行動は一貫性を持たせることにより、二つの推薦手法の組み合わせをしていく必要があると考えられる。

最後に、本実験では、平均来店人数と平均売上はロ



表 3: 日毎の平均販売数

	パン平均販売数 [個]	推薦商品平均販売数 $P$ [個]	推薦商品販売割合 $S$ [%]
エキスパート推薦	195.4	15.6	7.98
食事推薦	178.4	14.4	8.07
組み合わせ推薦	167.0	12.8	7.66
実験前後合計	177.3	8.8	4.94

ロボット期間と実験前後期間で有意な差がなかったことに対して、ロボットは推薦商品購入販売割合を向上させることが示された。つまり今回のロボットの推薦では、利用客に1品追加で購入してもらうための推薦ではなく、購入品をある商品から推薦商品に変更したブランドスイッチが起こった実験だったと考えられる。

## 4 おわりに

本研究では、ロボットの擬似的な食事行動が主観的意見への信頼や推薦能力に対してどのような影響を与えるのか、そして食事行動を用いた商品推薦がユーザの購買行動に与える影響の検証を研究目的とした。2度のオンラインサーベイの結果から、ロボットが擬似的な食事行動をすることにより、主観的意見に対する信頼度を含め、多くの項目でポジティブな影響を与えることが分かった。また、フィールド実験の結果より、擬似的な食事行動を伴った推薦は、既存の推薦手法と同等の推薦効果を得られることが確認された。これにより、ロボットは体験をユーザに対して明示的にすることにより、ロボットは推薦時に主観的意見を発言しても許容されることを示しており、推薦ロボットの表現が制限されない可能性を示している。

本研究では、食品を対象とした推薦を前提としていたため、体験を明示的にするために擬似的な食事行動による推薦を提案した。しかしながら、他の推薦商品によっては、どのような体験を明示的にすべきか、またそのための行動は明確ではない。そのため、今後は様々な商品のカテゴリでロボットの擬似的な行動が与える影響を検証していくことが必要となる。また、本研究ではベーカリーで合計15日間ロボットによる推薦を実施したが、より長期的な研究をした際は、新規性効果によってユーザが飽きることが考えられる [27]。そのような場合、長期的にはどのようにユーザとの関係性を構築し、商品を推薦をしていくべきかは不明である。今後は、単一の推薦方法の検証をするだけでなく、ユーザとの関係性を考慮した推薦方法の提案が必要となると考えられる。

## 参考文献

- [1] Bhavik Pathak, Robert Garfinkel, Ram D. Gopal, Rajkumar Venkatesan, and Fang Yin. Empirical analysis of the impact of recommender systems on sales. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 27, No. 2, pp. 159–188, 2010.
- [2] Sichao Song, Jun Baba, Junya Nakanishi, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Teleoperated robot sells toothbrush in a shopping mall: A field study. In *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 221: 1–6, 2021.
- [3] Sichao Song, Jun Baba, Junya Nakanishi, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Service robots in a bakery shop: A field study. *arXiv:2208.09260*, 2022.
- [4] Koji Kamei, Kazuhiko Shinozawa, Tetsushi Ikeda, Akira Utsumi, Takahiro Miyashita, and Norihiro Hagita. Recommendation from robots in a real-world retail shop. In *International Conference on Multimodal Interfaces and the Workshop on Machine Learning for Multimodal Interaction*, pp. 19: 1–8, 2010.
- [5] Miki Watanabe, Kohei Ogawa, and Hiroshi Ishiguro. Can androids be salespeople in the real world? In *Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 5: 251–262, 2015.
- [6] Sichao Song, Jun Baba, Yuki Okafuji, Junya Nakanishi, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Out for in!: Empirical study on the combination power of two service robots for product recommendation. In *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 2023.
- [7] Yuki Okafuji, Jun Baba, Junya Nakanishi, Joichiro Amada, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Persuasion strategies for social robot to keep humans accepting daily different recommendations. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1950–1957, 2021.
- [8] Yuki Okafuji, Sichao Song, Jun Baba, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Influence of collaborative customer service by service robots and clerks in bakery stores. *arXiv:2212.10687*, 2022.
- [9] Justin Sytsma and Edouard Machery. Two conceptions of subjective experience. *Philosophical Studies*, Vol. 151, No. 2, pp. 299–327, 2010.
- [10] Takahisa Uchida, Takashi Minato, and Hiroshi Ishiguro. Does a conversational robot need to have its own values? a study of dialogue strategy to enhance people's motivation to use autonomous conversational robots. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction*, p. 187–192, 2016.

- [11] Ji Li, Shaoming Zou, and Hui Yang. How does “story-telling” influence consumer trust in we media advertisements? an investigation in china. *Journal of Global Marketing*, Vol. 32, No. 5, pp. 319–334, 2019.
- [12] B. J. Fogg. Persuasive technology: Using computers to change what we think and do. *Ubiquity*, Vol. 2002, , 2002.
- [13] Waki Kamino, Swapna Joshi, and Selma Šabanovic. ‘food’ for human robot interaction. In *Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, p. 131–135, 2021.
- [14] Leo Woiceshyn, Yuchi Wang, Goldie Nejat, and Beno Benhabib. Personalized clothing recommendation by a social robot. In *2017 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors*, pp. 179–185, 2017.
- [15] Risa Maeda, Dražen Brščić, Takayuki Kanda. Influencing moral behavior through mere observation of robot work: Video-based survey on littering behavior. In *Proceedings of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, p. 83–91, 2021.
- [16] Sarah Woods, Michael Walters, Kheng Lee Koay, and Kerstin Dautenhahn. Comparing human robot interaction scenarios using live and video based methods: towards a novel methodological approach. In *IEEE International Workshop on Advanced Motion Control*, pp. 750–755, 2006.
- [17] Lina Zhong, Sunny Sun, Rob Law, and Xiaoya Zhang. Impact of robot hotel service on consumers’ purchase intention: a control experiment. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, Vol. 25, No. 7, pp. 780–798, 2020.
- [18] Henry Scheffé. *The Analysis of Variance*. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley, NY, 1959.
- [19] Manisha Natarajan and Matthew Gombolay. Effects of anthropomorphism and accountability on trust in human robot interaction. In *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, p. 33–42, 2020.
- [20] Aimi Shazwani Ghazali, Jaap Ham, Emilia Barakova, and Panos Markopoulos. Persuasive robots acceptance model (pram): Roles of social responses within the acceptance model of persuasive robots. *International Journal of Social Robotics*, Vol. 12, pp. 1075–1092, 2020.
- [21] Sarita Herse, Jonathan Vitale, Meg Tonkin, Daniel Ebrahimian, Suman Ojha, Benjamin Johnston, William Judge, and Mary–Anne Williams. Do you trust me, blindly? factors influencing trust towards a robot recommender system. p. 7–14, 2018.
- [22] Sean Andrist, Erin Spannan, and Bilge Mutlu. Rhetorical robots: Making robots more effective speakers using linguistic cues of expertise. In *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 341–348, 2013.
- [23] Yuki Okafuji, Yasunori Ozaki, Jun Baba, Junya Nakanishi, Yuichiro Yoshikawa, and Hiroshi Ishiguro. Behavioral assessment of a humanoid robot when attracting pedestrians in a mall. *International Journal of Social Robotics*, Vol. 14, pp. 1731–1747, 2022.
- [24] Malaika Brengman, Laurens De Gauquier, Kim Willems, and Bram Vanderborght. From stopping to shopping: An observational study comparing a humanoid service robot with a tablet service kiosk to attract and convert shoppers. *Journal of Business Research*, Vol. 134, pp. 263–274, 2021.
- [25] Marketta Niemelä, Päivi Heikkilä, and Hanna Lammi. A social service robot in a shopping mall: Expectations of the management, retailers and consumers. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, p. 227–228, 2017.
- [26] Kotaro Hayashi, Daisuke Sakamoto, Takayuki Kanda, Masahiro Shiomi, Satoshi Koizumi, Hiroshi Ishiguro, Tsukasa Ogasawara, and Norihiro Hagita. Humanoid robots as a passive-social medium - a field experiment at a train station. In *2007 2nd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 137–144, 2007.
- [27] Rachel Gockley, Allison Bruce, Jodi Forlizzi, Marek Michalowski, Anne Mundell, Stephanie Rosenthal, Brennan Sellner, Reid Simmons, Kevin Snipes, Alan C. Schultz, and Jue Wang. Designing robots for long-term social interaction. In *2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1338–1343, 2005.