

# コミュニケーション・エージェントの形状が飼い主の印象とイヌの行動に与える影響調査

春日 遥<sup>1,a)</sup> 池田 宥一郎<sup>1,b)</sup>

受付日 2021年1月30日, 採録日 2021年9月9日

**概要:** これまで Siri や Alexa などのコミュニケーションを主体とするエージェントが家庭に導入されてきた。一方で、家庭においてヒトとより長い間コミュニケーションをとってきた存在として、伴侶動物があげられる。代表的な伴侶動物であるイヌでは、エージェントが会話により飼い主の関心を独占する場合、飼い主の反応の観察から新奇物であるエージェントへの警戒を和らげるというポジティブな反応や、嫉妬行動を誘発するというネガティブな反応が誘発されると考えられる。嫉妬行動は対象の形状にも依存することから、どのような形状のコミュニケーション・エージェントであれば家庭において飼い主ともイヌとも良い関係性を構築できうるか調査する必要がある。本研究ではプリミティブな形状のスマートスピーカ (Google Home)、大小の2台のヒト型ロボット (NAO と Pepper)、イヌ型スマートスピーカの4条件を用意し、飼い主-エージェントの2者間の調査と飼い主がエージェントにポジティブに接するときのイヌの行動観察という3者間の調査を行った。32人のイヌの飼い主の印象評価の結果、ヒト型ロボットが好まれ、イヌ型スピーカは Google Home よりも印象が悪かった。一方で、2名のイヌの訓練士が評価した21匹のイヌの行動分析の結果、飼い主-エージェント間のやりとりの観察後にイヌ型スピーカに対しては臀部の臭いを嗅ぐなど後部の接触を行った個体の割合が他のエージェントよりも有意に高かった。この結果は、イヌの飼い主が好ましいと感じるエージェントとイヌが関心を持つあるいは接触がしやすいエージェントの形状が異なる場合があるということを示唆していた。

**キーワード:** ペット, イヌ, 飼い主, コミュニケーション・エージェント, 3者間関係

## Exploring Dog-owners' Impression and their Dogs' Behavior toward Different Appearance of Communication Agents

HARUKA KASUGA<sup>1,a)</sup> YUICHIRO IKEDA<sup>1,b)</sup>

Received: January 30, 2021, Accepted: September 9, 2021

**Abstract:** In the past years, agents focusing on communication including Siri and Alexa have been introduced to homes. On the other hand, as existences which have taken communication with humans in homes for a long time, companion animals can be specified. Dogs, which are representative companion animals, are considered to show positive reactions such as reducing alert towards agents, which are unprecedented objects, or negative reactions such as inducing actions of jealousy depending on observation of their owners' reaction when the agents are taking up their owner's attention. Since actions of jealousy also depend on the forms of targets, an investigation is needed to identify what form of communication agents can build good relationship with both owners and dogs. In this study, four types of conditions with a smart speaker of primitive form (Google Home), two units of human-shaped robots of both large and small (NAO and Pepper) and a dog-shaped smart speaker were used to examine the relationship between two parties of the owners and agents and the relationship between three parties of the owners, agents and dogs and observation of the dog's behaviors when the owner positively act towards the agent. As a result of impression evaluation of 32 owners of the dogs, the human-shaped robots were preferred and the dog-shaped speaker received worse impression than Google Home. In contrast, as a result of analysis of 21 dogs' behaviors evaluated by two dogs' trainers, the ratio of individuals which had contact at the back area such as smelling buttocks for the dog-shaped speaker after observation of communication between the owners and agents was significantly higher than other agents. This result suggested that in some cases the dogs' owners preferred different forms agents from those which the dogs became interested in or could feel comfortable to have contact with.

**Keywords:** pet, dogs, dog-owners, communication agents, triad relationship

## 1. はじめに

ここ 10 年で、Google Home や Siri のような非ヒト型コミュニケーション・エージェントは家庭内でも日常生活の一部になりつつある。また、Pepper のようなヒト型コミュニケーション・ロボットも、空港や店舗など、より多くの場所でエンターテインメントとして受け入れられつつ活躍している。これらのコミュニケーション・エージェントが人々の社会の一部になるとき、コミュニケーションの対象として接する対象はヒトだけではない。日本では、多くの家庭で伴侶動物は家族として生活をともにしている。特にイヌにおいてはヒトとの関係の長い歴史の結果として、コマンドのような言語的な合図と、指さしジェスチャ [8] や注意のような非言語的な合図の両方を含むヒトからの社会的シグナルを解釈することができるように家畜化されていった。

このような背景から、イヌにとって社会性を認知しやすいコミュニケーション・エージェントの特性を調べるために、2 者空間においては形状や行動の違いを条件に様々な実験が行われてきた [18], [22]。しかし、コミュニケーション・エージェントが家庭に入ってきて飼い主・イヌとの 3 者間関係を作るとき、イヌは飼い主とコミュニケーションをとるエージェントに対する嫉妬行動 [9] などのネガティブな行動を引き起こす可能性がある。一方で、飼い主のエージェントに対するポジティブな行動を引き出すことができれば、社会的参照 [14] によってイヌはエージェントを受け入れやすくなると考えられる。

したがって、3 者空間であることを考慮したうえで飼い主とイヌの双方に適したコミュニケーション・エージェントを検討する必要がある。しかし、飼い主のコミュニケーション・エージェントの嗜好性と、エージェントと飼い主のインタラクションを前にしたイヌの行動を調べた研究は少ない。ここで、イヌの持つ社会性認知の特性や嫉妬などから、形状の異なるエージェントに対する飼い主の嗜好性とイヌの行動の間には食い違いが生まれるという仮説が考えられる。

本研究の目的は、スマートスピーカ、イヌ型のスピーカ、ヒト型ロボットの 4 種類のエージェント (図 1) を用いて、形状の異なるコミュニケーション・エージェントに対する飼い主の印象と、エージェントと飼い主を含んだ 3 者間の空間でイヌがとりうる行動を調査することである。本研究では調査 I として、質問紙を用いて各エージェントに対する飼い主の印象評価を行った。また、調査 II として飼い主とエージェントがポジティブなインタラクションを行ったときのイヌの行動評価を行った。これらの調査の結果か

ら、形状の違いに応じた飼い主の印象とイヌの行動を比較し、飼い主とイヌの両方を対象とした社会的エージェントの設計指針について議論を行った。

## 2. 背景

近年ではイヌの社会行動を調べる道具としてエージェントを用いるだけでなく、人工物であるエージェントにイヌが社会性を見出すかということについて研究され始めている。しかし、飼い主を含めた 3 者空間においてエージェントがイヌに対して持つ社会性について、エージェントの形状の違いに着目した調査はほとんど行われていない。本章では先行研究の紹介を通してエージェントに対するイヌの社会性認知に影響を与える条件を探り、飼い主の嗜好性とイヌの行動が食い違う可能性について考察する。

### 2.1 形状の異なるエージェントに対するイヌの反応

2 者空間においては、エージェントの形状の違いによってイヌの社会的行動の傾向に違いがあるか調査されている。Kubinyi らは 24 匹の成犬と 16 匹の 4~5 月齢の仔犬を 4 種類エージェント (本物のイヌ、リモートコントロールカー、ファーを付けた AIBO、ファーを付けていない AIBO) と 1 対 1 で囲いのなかで対面させる neutral 条件と食事中に対面させる feeding 条件で対面させ、イヌの様々な行動評価を行った。成犬も仔犬も、生きている対象と非生物である対象に対して「臀部のにおいを嗅ぐ」などの社会的行動に異なる傾向があったが、非生物の対象間においても、リモートコントロールカーとファーを付けた AIBO の間でイヌの社会的行動の傾向に違いがあり、イヌにおいて人工物の形状は人工物に対する反応に影響を与えるのと示唆されている [10]。

このように、リモートコントロールカーと比較してイヌ型エージェントはその外見からイヌの社会的行動を誘発しうると考えられ、形状の違いがイヌの社会性認知に影響を与えると考えられる。

### 2.2 発話するエージェントに対するイヌの反応

イヌは言葉の合図を含むヒトの社会的シグナルを理解することができる。このようなイヌの優れた異種間コミュニケーション能力に基づいて、研究者たちはイヌのための発話する社会的エージェント研究に取り組んできた。

Shaw と Riley は、スピーカがヒトの目の高さには置かれ飼い主の事前に録音された声で話すなど、エージェントが一定の要件を満たして話す場合には、イヌから所望の反応を引き出すことができることを報告している [25]。このとき、イヌが 1 匹で実験室内にいた場合と、イヌの飼い主と実験者の両方と一緒にいた場合とでは有意な差はなかった [25]。ただし、参加したイヌのほとんどがアジリティのような競技スポーツの訓練を受けていたことから、一般的

<sup>1</sup> 北海道大学  
Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0814, Japan  
a) felisfeis@eis.hokudai.ac.jp  
b) y.ikedai@ist.hokudai.ac.jp

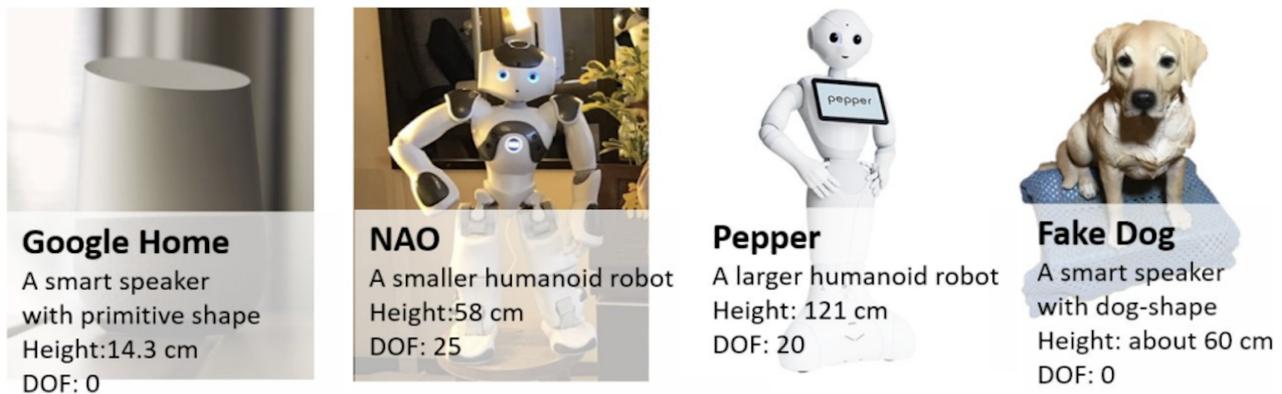


図 1 本研究で使ったコミュニケーション・エージェント  
 Fig. 1 Communication agents used in this study.

なイヌの行動では異なる結果となる可能性を留意しておく必要がある。

Qinらは小型ヒト型ロボットの一つであるNAOがイヌの名前を呼んだときにイヌの反応をよく引き出すことができるとともに、スピーカよりも「お座り！」という指示に成功したことを報告している [22]。

このように、スマートスピーカやヒト型ロボットでも発話によってイヌの社会的行動を引き出すことが可能であるとともに、同じ発話内容でも形状の違いに応じて社会的行動が異なることが考えられる。

### 2.3 飼い主-イヌ-対象の3者間関係におけるイヌの社会性

これまで3者空間においても、飼い主と第三者との関係性やインタラクションに応じたイヌの行動の変化について調査されてきた。まず、イヌやネコは飼い主と見知らぬヒトを判別することができ、区別した行動をとることが報告されている [2], [5], [23]。また、飼い主-動物-物体の三項関係においては、イヌもネコも飼い主の反応を伺うという社会的参照を8割以上が個体で観察されると報告がある [12], [13], [15]。また、イヌにおいては、飼い主を助けないヒトからエサをもらわない傾向 [4] や、飼い主がモノやほかのイヌに注意を集中させる場面における嫉妬行動 [1], [9], [20], [21] など、3者間関係に関する研究が行われてきた。

これらのことから飼い主-エージェント間のやりとりがイヌの行動に影響を与えられられる。3者空間においては嫉妬などによってエージェントに対する飼い主の嗜好性とイヌの行動に食い違いが生まれる可能性があり、形状の違いが要因の1つとなりうる。

## 3. 調査

本調査は、エージェントに対する飼い主の印象評価を行う2者空間の調査Iと、飼い主-イヌ-エージェントの3者空間におけるイヌの行動評価を行う調査IIの2つに分けら

れる。

調査Iにおいては飼い主-エージェント間のインタラクションに統制をとりながら行うことで、ファーストコンタクト時のエージェントに対する飼い主の印象を評価できる。なお、調査Iではイヌの行動の統制をとることが難しいため、単純に2者空間においてエージェントに対する飼い主の印象評価を行うこととした。

調査IIにおいては飼い主に協力してもらい、飼い主からエージェントに対するポジティブなインタラクションをイヌに見せ (**owner-agent phase**)、その後飼い主-エージェント間のインタラクションがない状態でエージェントはイヌに対して発話によるインタラクションを行った (**agent-dog phase**)。これによって、3者空間におけるエージェントに対するイヌの行動を評価できる。

なお、飼い主と参加個体が待合室で待機している際に、飼い主は同意書に署名して飼い主と参加個体の名前および年齢などについての事前アンケートに回答した。

### 3.1 使用したコミュニケーション・エージェント

コミュニケーション・エージェントとして、次の4つの条件を用意した。エージェントの形状はそれぞれ図1に示す。エージェントの音声は「VOICEROID+ 民安ともえ EX」を用いて作成し、条件間で音声を統一した。NAOとPepeprは身体性のあるエージェントとして、Aldebaran RoboticsによるAPIであるNAOqiの同様の関数を用いて発話の際にうなづきなどの運動範囲の大きくない動作をともなわせた。

- **Google Home** : 直径 9.64 cm, 高さ 14.3 cm, 重さ約 0.5 kg の柱状のプリミティブなスマートスピーカ。
- **NAO** : 高さ 58 cm, 重量約 5.4 kg, 自由度 25 の Aldebaran Robotics が設計・開発した小型ヒューマノイドロボット。
- **Pepper** : 高さ 121 cm, 重量約 29 kg, 自由度 20 の Softbank Robotics が設計・開発した大型ヒューマノイドロボット。

- **Fake Dog** : イヌの外見を持つコミュニケーションエージェント. Harrisら [9] は, 飼い-イヌ-第三者の3者関係実験を行い, 第三者の種類によってイヌの反応に違いがあるか観察した. その結果, 他の単純な形をしたぬいぐるみや本に比べて, 飼い主や他のヒトがFake Dogに注目したときのイヌの反応が大きいことが分かった.

### 3.2 調査 I : 飼い主-エージェントの2者空間における飼い主の印象評価

#### 3.2.1 被験者

エージェントと飼い主のインタラクションに関する実験には34名の飼い主が参加した. そのうち8名は実験条件を定めるための事前テストの被験者である. 事前テストでは調査IIにおける適切な実験時間や条件などを調整していたため分析には含めないが, 調査Iについては本実験と条件が変わらないため分析を行った. ただし, 被験者のうち2名が不適切な方法でアンケートを記入していたため, 男性6名, 女性26名の計32名の飼い主 ( $N = 32$ , 主婦・主夫12名, 会社員8名, パート1名, その他10名, 無回答1名, 平均年齢 ( $\pm SD$ ) 46.64 ( $\pm 8.15$ )) のアンケート回答を分析対象とした. ロボットを所有している飼い主はいなかったが, スマートスピーカを所有している飼い主は1名いた. 一方, 路上や店舗におけるコミュニケーションロボット (Pepper, AIBO, Roomba などのお掃除ロボット) との会話経験がある飼い主は10名, スマートスピーカとの会話経験がある飼い主は4名いた.

#### 3.2.2 調査手順

参加個体は待合室にてドッグシッターとともに待機していた. 参加個体が待機する時間のために, 参加個体が好んでいる玩具やおやつ, ペットシートなどを持参していただくように, あらかじめ飼い主へ連絡をしていた. 飼い主を対象にした調査として, 以下のような被験者内デザインを用いた探索的実験を行った.

このとき, 調査IIにおける飼い主の動作の練習を行うとともに, エージェントに対する飼い主の印象評価を行ううえで飼い主とエージェントのインタラクションに統制をとるため, 一般的なあいさつや自己紹介にとどまるように実験を設計した. また, 各手順におけるエージェントの発話においてNAOとPepperについてはNAOqiのモジュールを用いて, 決められたジェスチャを行った. ジェスチャ名を各発話中の丸括弧に示す.

- (1) 飼い主へは2者空間の実験について, 「飼い主がエージェントとインタラクションをとっている (構っている) 際のイヌの行動評価を行うための『飼い主の動作の練習』」として説明した. エージェントとのインタラクションをとる行動として, 「エージェントに対し, ふだん参加個体や, 参加個体の前で他のイヌを褒める

際に用いるような語句と声のトーンで, エージェントに声をかけながら, エージェントを撫でる」ように依頼した.

- (2) 飼い主は実験室に入り, エージェントの前の椅子に座った.
- (3) エージェントは「僕の部屋によろこそ. 今日はよろしくおねがいます. 僕の名前は, [エージェント名]. (Hey\_1)」 「あなたのお名前は? (BowShort\_1)」 「いい名前ですね. (Yes\_1)」 「これから僕と会ってくれる, ワンちゃんのお名前は? (Please\_1)」 「素敵な名前ですね. 会うのが, 楽しみです. (Enthusiastic\_4)」 と飼い主に挨拶し, その後「では, [実験者名]さんから説明があったような, 良し良しをやってみてください. (Please\_1)」 と頭を撫でよう頼んだ.
- (4) 10秒後, エージェントは「ありがとうございます. では, いったん退室してください. また, あとで~! (Hey\_6)」 と言って飼い主に実験室から退出するよう促した.
- (5) 飼い主はGodspeed questionnaire (後述) に基づいてエージェントに対する評価を行った.
- (6) エージェントの順番の偏りを考慮して, 4体のエージェントに対して(2)~(5)を繰り返した.

#### 3.2.3 評価方法

エージェントに対する飼い主の印象評価は, エージェントへの印象評価の質問紙Godspeed questionnaireを用いて行った [3]. Godspeed questionnaireはエージェントに対する「擬人化」, 「生命性」, 「親和性」, 「知性の知覚」, 「安全性の知覚」の5つの要素を評価する質問紙であり, 日本語を含めて10以上の言語に翻訳され, エージェントに対するヒトの社会性認知の評価に広く用いられている [26]. これによって, 単に嗜好性だけでなく, コミュニケーションをとるようなエージェントとしての確立された軸で要素を評価することができる.

### 3.3 調査 II : 飼い主-イヌ-エージェントの3者空間におけるイヌの行動評価

#### 3.3.1 参加個体

本実験には犬種, 性別, 年齢の異なる31匹のイヌが参加したが, そのうち10匹は実験の実施において飼い主が指示に従わなかった, または機材のトラブルなどの不備があったため, 21匹の参加個体 ( $N = 21$ , オス9匹, メス12匹, 平均年齢 ( $\pm SD$ ) 4.76 ( $\pm 3.52$ ), 飼い主との平均生活期間 ( $\pm SD$ ) 4.57 ( $\pm 3.55$ )) の行動を分析対象とした.

#### 3.3.2 調査手順

飼い主がエージェントに対してポジティブなインタラクションをしたとき, イヌがエージェントに対してどのような行動をとるのか観察するために, 本調査は以下のように行った.

このとき、イヌの行動を観察できるように部屋の中で自由に動き回れるようにするようにした。また、飼い主がエージェント間で行動を著しく変化させないよう統一するように指示をだすと同時に、イヌにとってポジティブなインタラクションであると分かるようにイヌをふだん褒めるときに語句とトーンでインタラクションをしてもらった (**owner-agent phase**)。そして、飼い主の注意方向にイヌは影響をうけるため、**agent-dog phase**においてじっと動かず下を向かせて視線の統制をとった。また、調査Iと同様にNAOとPepperの各発話におけるジェスチャ名を各発話中の丸括弧に示す。

- (1) まずは実験室へ参加個体を慣らすために、飼い主と参加個体が実験室に一緒に入り、2分間、部屋の探索を行った。イヌの実験室実験では実験室への慣らしの時間は30秒～数分程度の例が多いため、今回は2分間とした[1], [6]。実験者は実験室のドアの外で待機し、2分経過後、飼い主と参加個体を待機室へ案内した。
- (2) 飼い主は実験室に入り、エージェントの前の椅子に座った。
- (3) エージェントの「待ってました～！良し良しをお願いします！(Hey\_1)」という教示によって飼い主とエージェントのインタラクションが開始したのを確認後、実験者はドアを開け、参加個体を実験室へ入れる。
- (4) 飼い主とエージェントのインタラクションは60秒間継続し、飼い主は「よしよし！」などとポジティブな声でエージェントの頭を撫でるようにした (**owner-agent phase**)。その間、エージェントは「えへへ。(Yes\_1)」 「わーい。(Yes\_1)」といった言葉を10秒間隔で発した。
- (5) 60秒間経過後、エージェントの「60秒が経ったので、顔を下に向け、ワンちゃんに反応せずに、動かないで待機してください。(Hey\_1)」という教示により飼い主はじっとして60秒間下を向くようにした。その間、エージェントは参加個体へ10秒間隔で呼びかけた。エージェントの呼びかけは、「[参加個体を愛称で呼ぶ](Yes\_1)」と「[エージェント自身の名を名乗る(Yes\_1)]」の2種類を用意し、それぞれ3回ずつ計6回呼びかけた。6回の呼びかけの順序はランダムであった。また、参加個体の愛称はあらかじめ飼い主と連絡をとった際に聞いたものを使用した (**agent-dog phase**)。
- (6) 60秒経過後、エージェントが自動で「おや、そろそろ時間だな。退室してください。またね！(Hey\_6)」と飼い主へ指示を出し、飼い主と参加個体は実験室を退出した。
- (7) エージェントの順番の偏りを考慮して、4体のエージェントに対して(2)～(6)を繰り返した。

### 3.3.3 評価方法

**参加個体の家庭内序列の評価** Abdaiらが飼い主-イヌ-第三者(リモコンカーなどの人工物)の3者関係における

イヌの行動実験で使用した質問紙[1], [19]を用いて、参加個体が家庭内の序列の中で上位に位置するか下位に位置するかを調査した。飼い主と第三者のやりとりをイヌがみたときに支配的か被支配的かによって嫉妬行動が見られる度合いに差がある可能性があり、先行研究と同様に、参加個体が支配的または被支配的のどちらかに著しい偏りが無いことを確認するために本項の評価を行った。質問紙の項目を以下に示す。

- Q1. ワンちゃんたちにとって見知らぬ人が訪ねてきた際に、どのワンちゃんが最初に吠えますか？(もし、同時に吠え始めるのであれば、どのワンちゃんがより多く、またはより長く吠えますか？)
- Q2. どのワンちゃんが、他のワンちゃんの口をより頻繁に舐めますか？
- Q3. ワンちゃんたちのご飯の時間、同じ場所で食べる際に、どのワンちゃんが最初にご飯を食べますか？もしくは、他のワンちゃんのご飯を食べてしまいますか？
- Q4. ワンちゃんが喧嘩をする際に、いつも勝つのはどのワンちゃんですか？

参加個体が家庭内序列の中で支配的か被支配的かの評価は、質問4の結果に基づいて行った。質問4で参加個体の名前が出ておらず、質問1～質問3のうち2つ以上に参加個体の名前が記載されていた場合はそのイヌを支配的と評価した。また、質問4において参加個体の名前が記載されておらず、質問1～質問3のうち2項目以上に他のイヌの名前が記載されていた場合はその参加個体を被支配的と評価した。

**参加個体の嫉妬の度合いについての評価** 飼い主と対話するエージェントの存在下において嫉妬はイヌの行動を変化させる可能性があるため、参加個体群において嫉妬の度合いに強い偏りがみられないことが重要であった。したがって、Abdaiらの631頭のイヌを対象とした質問紙を用いて参加個体の嫉妬の度合いを調査した。質問紙の項目を以下に示す。

- Q1. 平均的なワンちゃんと比較して、どれくらい嫉妬深いと思いますか(10段階)？(先行研究[1]では平均(±SD) 5.68 (±2.67))
- Q2. ワンちゃんが嫉妬する対象は何・誰ですか？
- Q3. どこでワンちゃんが嫉妬しますか？(家で(5段階)、初めての場所で(5段階))(先行研究[1]では平均(±SD) 3.19 (±1.43), 2.36 (±1.33))

### 3.3.4 参加個体の行動の量的評価

3台のビデオカメラで撮影した映像をAdobe Premierの機能を使って同期させた後、表2に示す評価の対象としたイヌの行動について、2人のコーダが解析を行った。B5のストレスを示す行動の定義は、前足をあげて固まる、自分の鼻を舐める、水を飛ばす際のように体をブルブルする、あくび、体を搔くなどのストレス関連行動である[20]。B3

と B7-12 は、イヌがエージェントに近づくことができるかどうか、エージェントの身体の一部（顔や手）を認識して近づいたかどうかを調査するために評価の対象とした。また、B2-3, B9-B12 では、イヌの鼻先が物体から 10cm 以内に到達した場合に、イヌが物を触ったり押したりしたと定義した。なお、プリミティブな形状のエージェントである Google Home は頭部や前足（手）が定義できないため、Google Home については B9 と B10 の評価をしないこととした。

### 3.3.5 参加個体の行動の質的評価

実験室内を自由に移動できる環境でイヌがエージェントと対面する際の行動は先行研究から予測がつかない。そのため、今後類似の実験環境でイヌの行動評価を行う際に参考となるよう、前項で設定した行動のカウントを行うのみではなく、動画を見ていて質的評価として報告すべき事例についても記述を行った。

## 3.4 研究倫理

調査の実施前に、各飼い主は調査中ビデオに記録されることを知らされていた。また、イヌが調査中に恐怖などを感じ、調査の継続が困難であると考えられた場合、飼い主らはいつでも調査を中断することができる旨を説明されていた。調査前には各飼い主に書面によるインフォームドコンセントを求めており、合意のうえで調査は実施された。

## 4. 結果

### 4.1 飼い主のエージェントに対する印象調査の結果

図 2 に示すヒストグラムは 4 条件の中で、飼い主のエー

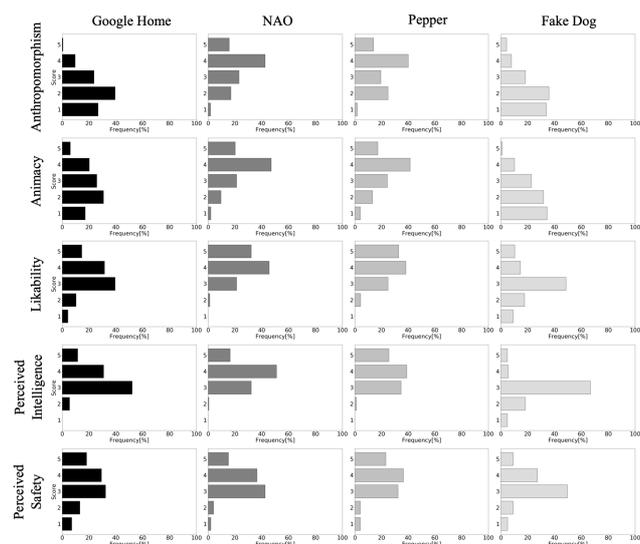


図 2 Godspeed questionnaire に基づく飼い主の各エージェントに対する印象評価（最小 = 1，最大 = 5）についてのヒストグラムの比較

Fig. 2 Comparisons of histograms of each agent's rating (Lowest = 1, Highest = 5) by participants based on Godspeed questionnaire.

ージェントに対する印象について、飼い主による「1」（最小）から「5」（最大）までの評価を行った結果をまとめたものである。4 条件の中での飼い主のエージェントに対する印象の有意差をフリードマン検定を用いて分析した。p 値を算出したところ、付録の表 A.4 に示すように、Godspeed questionnaire のすべての要素において 4 条件の各中央値に有意な差が認められた。また、「擬人化」、「生命性」、「親和性」、「知性の知覚」、「安全性」の各条件の各ペアの p 値と効果量  $r$  を、付録の表 A.5 に示すように、Bonferroni 法による補正から調整した Wilcoxon 符号付順位和検定を用いて計算したところ、以下のように有意な差が認められた。

- 擬人化：NAO, Pepper > Google Home, Fake Dog
- 生命性：NAO, Pepper > Google Home > Fake Dog
- 親和性：NAO, Pepper > Google Home > Fake Dog
- 知性の知覚：NAO, Pepper > Google Home > Fake Dog
- 安全性：Pepper > Fake Dog

### 4.2 参加個体の行動観察

#### 4.2.1 参加個体の気質評価

本研究の質問紙の結果を表 1 に示す。質問 1 において飼い主の嫉妬の度合いについて平均 (±SD) 5.33 (±2.55) であり、質問 3 において家では平均 (±SD) 3.19 (±1.30)、初めての場所では平均 2.70 (±1.23) であった。回答しなかった飼い主は 1 名であった。なお、本実験において参加個体の嫉妬の度合いに先行研究の値と大きな差はなかった。

参加個体の家庭内序列について、支配的な参加個体は 7 匹、被支配的な参加個体は 8 匹、序列が不明な個体は 6 匹であった。本実験では、参加個体の家庭内序列に偏りはみられなかった。なお、Pongracz らによる先行研究における評価は複数飼いのイヌを対象としたものであったため、本研究における単頭飼いのイヌの評価は参考までに表 1 に示す結果において括弧で囲んだ。

#### 4.2.2 定量的な行動評価

プロのドッグトレーナー 2 人が、3 つの角度から撮影した映像をもとに、表 2 に示す 21 匹のイヌの行動をコーディングした。コーディングの結果、表 3 に示すように、owner-agent phase におけるイヌの行動の 3 つのカテゴリー (B4 (91.67%), B6 (96.43%), B8 (91.67%)) と、agent-dog phase における 4 つのカテゴリー (B4 (97.62%), B6 (91.67%), B9 (93.65%), B12 (90.48%)) において、2 人の判断の一致率は 90% 以上であった。統計解析では、2 人のコーダ間の一致率が 90% を超えている分類行動の中で 1 人目のコーダがコーディングした結果を採用した。一致率は、各 phase および各カテゴリーにおける全被験者および全条件において、第 1 コーダと第 2 コーダによるコーディング結果が同じであった割合として算出した。イヌの分類行動の割合の解析をまとめたものを図 3

表 1 参加個体の嫉妬についての質問紙に対する飼い主の回答  
Table 1 Owners' answers to the questionnaire about jealousy in subjects.

ID	飼いイヌの嫉妬の度合い (10段階)	嫉妬行動の対象	家での嫉妬の度合い (5段階)	初めての場所での嫉妬の度合い (5段階)	複数飼いか	支配的/被支配的
D01	8	他のイヌ	4	2	はい	支配的
D02	8	他のイヌ	3	4	はい	支配的
D03	7	飼い主との関係	4	3	はい	支配的
D04	6	他のイヌ	4	4	はい	被支配的
D05	5	他のイヌ	2	2	いいえ	不明
D06	5	回答なし	1	1	いいえ	不明
D07	4	他のイヌ	4	3	はい	被支配的
D08	4	子供	3	3	回答なし	(支配的)
D09	5	飼い主との関係	4	回答なし	いいえ	不明
D10	8	他のイヌとネコ	4	3	回答なし	(支配的)
D11	2	他のイヌ	5	5	回答なし	(被支配的)
D12	5	子供	3	3	いいえ	不明
D13	1	回答なし	1	1	いいえ	(被支配的)
D14	2	回答なし	1	1	はい	支配的
D15	10	他のイヌとヒト	5	5	はい	被支配的
D16	7	他のイヌ	4	4	いいえ	(被支配的)
D17	7	飼い主	4	2	はい	支配的
D18	7	他のイヌとネコ	4	2	いいえ	不明
D19	8	他のペット	4	3	いいえ	(被支配的)
D20	1	回答なし	1	1	いいえ	不明
D21	2	他のイヌ	2	2	いいえ	(被支配的)
Mean	5.33	—	3.19	2.70	—	—
SD	2.55	—	1.30	1.23	—	—

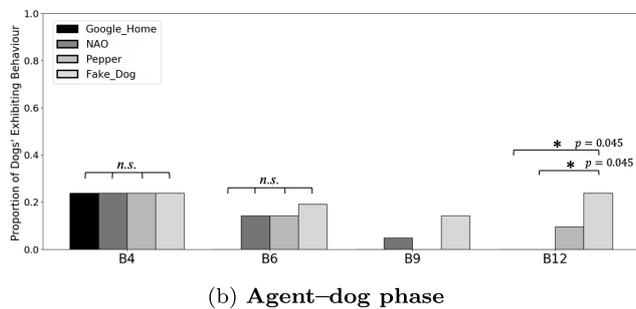
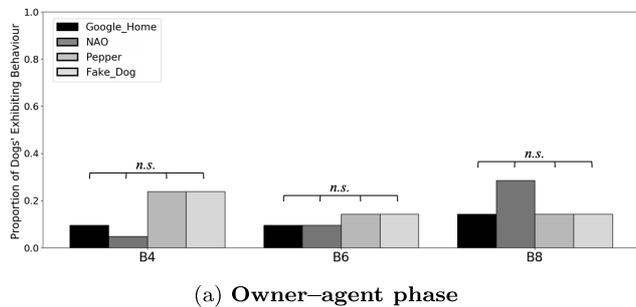


図 3 各 4 条件におけるイヌの分類された行動の割合の比較  
Fig. 3 Comparisons of the proportions of dogs exhibiting each type of behavior in each of the four experimental conditions.

に示す. 3.3.4 項で述べたように B10 では NAO, Pepper, Fake Dog の 3 つの条件で, それ以外の条件では 4 つの条件の中で, イヌがエージェントの前でした分類された行動

の割合について, Cochran の Q 検定を用いて有意差を分析した. ここで, 他のエージェントと比較して Pepper の身長が高すぎるため, B9 のコーディングは NAO と Fake Dog では意味があるものの統計解析のために B9 を除外した. また, 付録の表 A.1 に示すように,  $p$  値を算出した結果, owner-agent phase の B4 と agent-dog phase の B12 において有意な差が認められた.

また, Bonferroni 法で補正した McNemar 検定を用いて, これらの行動について 2 つの条件の各ペアの  $p$  値を算出した. McNemar 検定の結果, Cochran の Q 検定では owner-agent phase における B4 と agent-dog phase における B1 には有意差があったものの, owner-agent phase における B6 ではいずれの条件のペアにも有意差は見られなかった. 一方, 図 3 に示すように, agent-dog phase における B12 では有意差があった.

#### 4.2.3 体高別の定量的行動評価

前項と同様の手順で, 小型犬群と中・大型犬群に分けて Cochran の Q 検定と McNemar 検定を Bonferroni 法で補正した統計解析を行った. イヌのサイズで群を分けたのは, Leaver らがロボットのしっぽをつけたぬいぐるみを用いた実験で小型群と中・大型群を分けて統計解析を行ったところ, 他の条件では大型群のみが長いロボットのしっぽを振ったぬいぐるみに近づいたときに有意差が認められた

表 2 owner-agent phase と agent-dog phase において評価の対象とした行動と反応

Table 2 Categories of behaviors and reactions recorded during both owner-agent and agent-dog phases.

(a) 行動のカテゴリ	
評価の対象としたイヌの行動	
B1	飼い主とエージェントの間に入る
B2	飼い主に触れる/押す
B3	エージェントに触れる/押す
B4	クーンと鳴く
B5	ストレスを示す行動 [20]
B6	唸る・吠える
B7	飼い主の後方からエージェントを見る
B8	ドアのそばで待機
B9	エージェントの頭部に触れる/押す
B10	エージェントの前足(手)に触れる/押す
B11	エージェントの前方に触れる/押す
B12	エージェントの後方に触れる/押す

(b) 反応のカテゴリ	
Behavioral Category	
C1	エージェントに愛称で呼ばれた (1 回目) 際反応した
C2	エージェントに愛称で呼ばれた (2 回目) 際反応した
C3	エージェントに愛称で呼ばれた (3 回目) 際反応した
I1	エージェントが名乗った (1 回目) 際に反応した
I2	エージェントが名乗った (2 回目) 際に反応した
I3	エージェントが名乗った (3 回目) 際に反応した

ことから、被験者の大きさがエージェントに対するイヌの行動に影響を与える要因であることが示唆された [11] ためである。

小型犬群と大型犬群について、それぞれ Cochran の Q 検定と Bonferroni 法により補正した McNemar 検定を用いて  $p$  値を算出した結果を付録の表 A.2 および表 A.3 に示す。owner-agent phase における B4, B6, B8 については、図 4 に示すように、両群とも有意差は認められなかった。agent-dog phase における B14 の中・大型犬群では、Cochran の Q 検定において 4 つの条件間で有意差 ( $p = 0.029$ ) が認められた。しかし、McNemar 検定の結果、図 5 に示すように、どのペアにも有意差は認められなかった。

4.2.4 定性的な行動評価

まず、調査 I における飼い主の行動について、ほとんどの被験者は、調査開始前の指示に従って部屋の中央にある椅子に 1 人で座った。しかし、Fake Dog では、実験室の入り口で立ち止まるなど、スムーズに椅子へと進まない飼

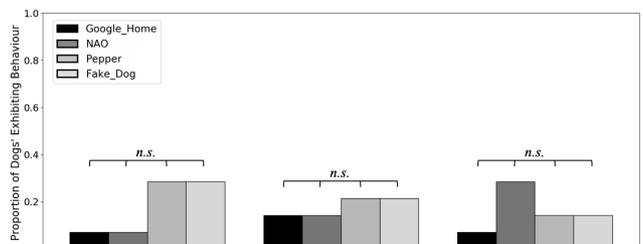
表 3 各カテゴリのイヌの行動と反応に関する 2 名のコーダによるコーディング結果の一致率の比較

Table 3 Comparisons of the concordance rates between the two coders' decisions about dogs exhibiting each type of behavior and reaction.

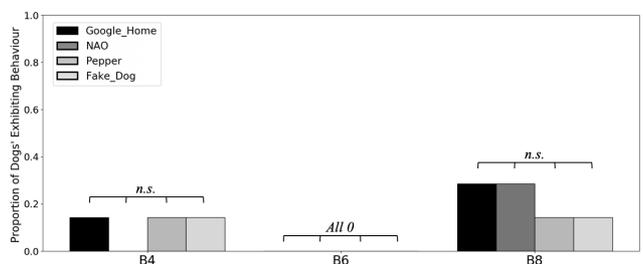
Behavior	Concordance rate	
	Owner-agent phase	Agent-dog phase
B1	71.43%	85.71%
B2	64.29%	82.14%
B3	55.95%	70.24%
B4	91.67%	97.62%
B5	79.76%	80.95%
B6	96.43%	91.67%
B7	73.81%	70.24%
B8	91.67%	88.10%
B9	82.54%	93.65%
B10	58.73%	82.54%
B11	73.81%	78.57%
B12	83.33%	90.48%

(b) 各反応の一致率

Reaction	Concordance rate	Choen's $\kappa$
C1	58.33%	0.252
C2	55.95%	0.22
C3	44.05%	0.105
I1	45.24%	0.134
I2	48.81%	0.155
I3	39.29%	0.0931



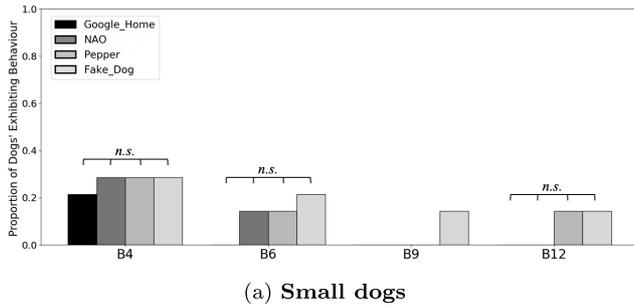
(a) Small dogs



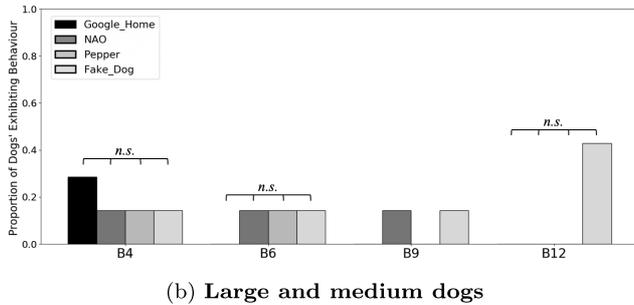
(b) Large and medium dogs

図 4 owner-agent phase での各 4 条件におけるイヌの分類された行動の割合についてのイヌのサイズ間の比較

Fig. 4 Comparisons of the proportions of dogs exhibiting each type of behavior in each of the four experimental conditions in owner-agent phase between sizes of dogs.



(a) Small dogs



(b) Large and medium dogs

図 5 agent–dog phase での各 4 条件におけるイヌの分類された行動の割合についてのイヌのサイズ間の比較

Fig. 5 Comparisons of the proportions of dogs exhibiting each type of behavior in each of the four experimental conditions in agent–dog phase between sizes of dogs.



図 6 Fake Dog の後方の匂いをかぐイヌの例

Fig. 6 Examples of a dog sniffing the rear of the Fake Dog.



図 7 体を伸ばして Fake Dog の頭部に触れる小型犬の例

Fig. 7 Small dogs stretching its the body to touch the head of Fake Dog.

い主もいた。

調査 II では、agent–dog phase における Fake Dog の後部への接触 (B12) を行ったイヌの割合がほかのエージェントと比べて有意に高かった。この「後部への接触 (B12)」としては、図 6 のように、臀部のにおいを嗅ぐような行動が多く観察された。そのほか、Fake Dog への接触としては、顔 (図 7) や首・背中 (図 8) への接触も観察された。



図 8 Fake Dog の背中を掻くイヌ (左図) と Fake Dog の首を鼻先で触り続けるイヌ (右図)

Fig. 8 The dog in the left picture scratching the back of Fake Dog, and the dog in the right picture keeping touching the neck of Fake Dog with his muzzle.



図 9 エージェントの手に触れるイヌの例

Fig. 9 Examples of dogs touching the hand of agents.



図 10 社会的参照をするように飼い主とエージェントを交互に見つめるイヌの例

Fig. 10 The example of a dog gazing at the dog’s owner and an agent alternately as its social reference.



図 11 小型犬であっても NAO の頭部に触れられる例

Fig. 11 An example showing that small-size breed dogs can touch NAO’s head.

小型犬であっても図 7 のように飼い主の膝や椅子に前足を置いて体を伸ばして Fake Dog の顔へ接触していた。また、Fake Dog 条件のみエージェントの方へ体を向けていたイヌもいた (図 12)。

ヒト型に対しては、凸部として接触がしやすいのか、手への接触 (図 9) が観察された。また、小型犬でも、NAO

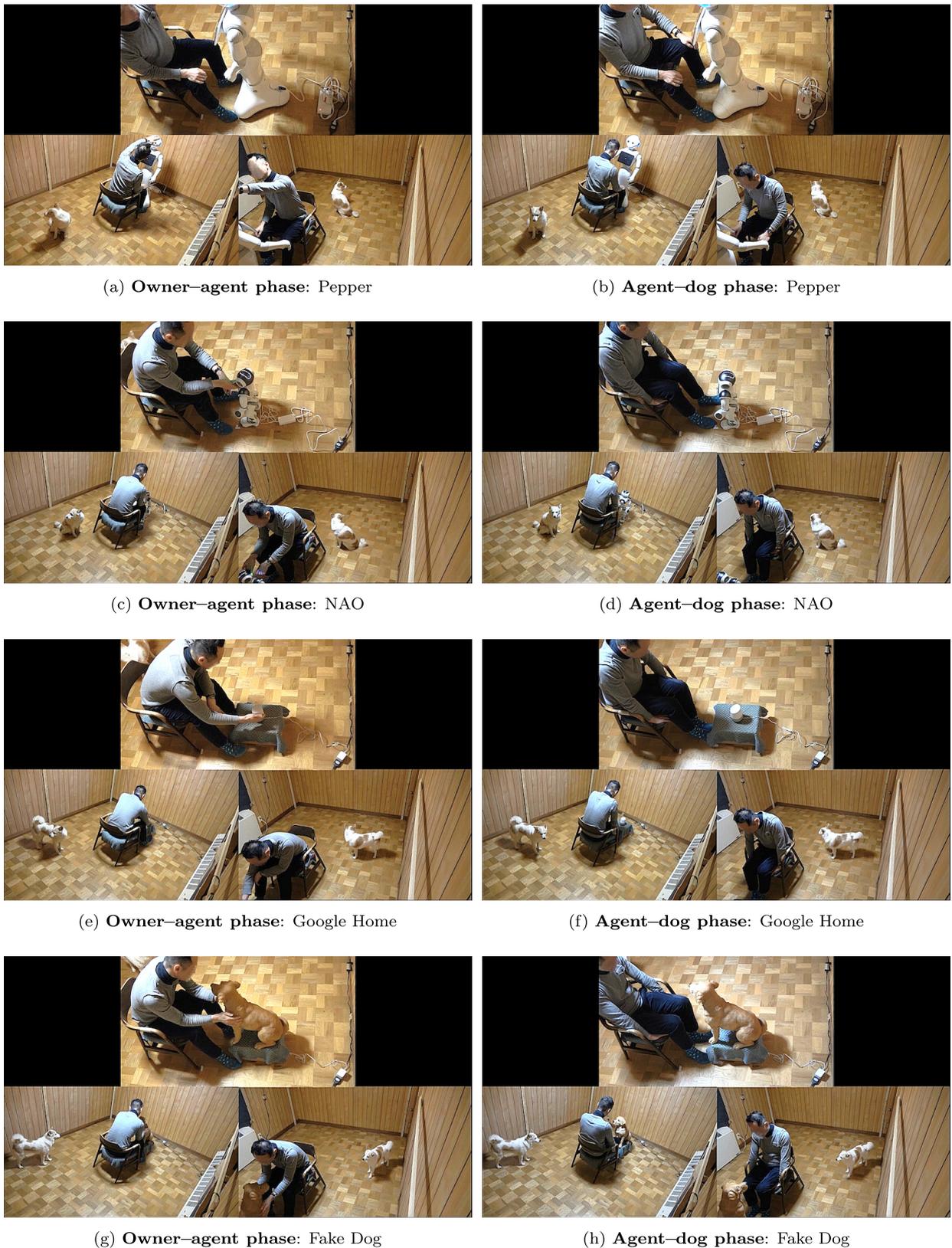


図 12 Fake Dog 条件のみエージェントの方向へ体を向けるイヌ (owner-agent phase の 90%以上, agent-dog phase の 50%以上の時間)

Fig. 12 A dogs' orientation at an agent almost only in the Fake Dog condition (over 90% length of owner-agent phase and over 50% length of agent-dog phase).

の頭部には接触が観察された (図 11).

また、エージェントの種類によらず、飼い主とエージェントを交互に見る (図 10) など、新奇な物体を前にした際の社会的参照 [14] のような行動も観察された。

## 5. 議論

本実験において最も注目すべき点は以下のとおりである。

- イヌの飼い主たちは、イヌのような外見のスピーカ「Fake Dog」を、Godspeed questionnaire の要素である「擬人化」、「生命性」、「親和性」、「知性の知覚」、「安全性」のすべての項目で最も低いスコアで評価していた。さらに、Fake Dog は「知性の知覚」だけでなく、「生命性」と「親和性」でも Google Home より低いスコアで評価された。
- イヌの飼い主たちは、Godspeed questionnaire のすべての要素においてヒト型ロボットを最も高いスコアで評価した。
- **agent-dog phase** における Fake Dog 条件のときに「エージェントの後ろを嗅ぐ」などの社会的行動を行っていたイヌの割合が有意に高かった。

Godspeed questionnaire の結果に加えて実際にエージェントと対面した様子から、飼い主は Fake Dog の存在に戸惑いを感じているようであった。たとえば、実験室に入ったときに Fake Dog を見て固まってしまう飼い主もいた。先行研究では動物型エージェントは親和性においてヒトからの評価が高いとされている [27]。しかし Fake Dog はリアルな外見をしているにもかかわらず、本物のイヌのように動くことができない。このような外見と能力の不一致は飼い主を失望させる可能性があると考えられる。先行研究においてもエージェントの外見と行動のマッチングは、ヒトとエージェントのインタラクションの鍵となることが報告されている [7]。特にイヌのようなロボットでは、実験者が AIBO を「ロボット」としてフレーミングするのではなく、「彼」という言葉を使って「生き物」として紹介したとき、インタラクションにおいて AIBO のスコアが低くなったと報告されている [24]。また、同先行研究では「不気味の谷」[17] の考えに基づいて仮説を立て、変形したイヌのようなロボットである新しい AIBO に対する受け入れやすさを主張している [24]。ここでは、この Fake Dog に対する飼い主の評価が「不気味の谷」の認識によるものかどうかは論じない。しかし、Fake Dog の「あまりにもリアルな外観」は、イヌの飼い主に何らかの不快感を与える要因となりうる。

一方で、**agent-dog phase** において Fake Dog に対して後方から近づいたイヌの割合が有意に高く、「エージェントの後ろを嗅ぐ」という社会行動がみられたことは興味深い点である。先行研究では、イヌ型エージェントであるファーをまとった AIBO はリモートコントロールカーと比

較して社会的行動を一部誘発していたが、餌やりではない中立的な状況では、Fake Dog の存在は「においを嗅ぐ」のような社会行動を有意に多い個体では誘発できていなかった [10]。また、生きているイヌをテストパートナーとしてコントロールすることは困難であるため、イヌの社会性の調査対象としてリアルなプラスチック犬やぬいぐるみが用いられてきた [9], [21]。これらの研究では、コントロールのしやすさという利点はあるものの、社会性を誘発するテストパートナーとしての Fake Dog の限界が指摘されている。しかし、本実験の後半の **agent-dog phase** で有意に高い割合のイヌが近づいたエージェントは Fake Dog であった。これは、飼い主がエージェントとインタラクションをとっていないときに見られた行動であるため、ほかのエージェントと比較して Fake Dog は飼い主がエージェントに注目していないときにも持続的な興味を引き出せていたと考えられる。したがって、本実験では Fake Dog に対するイヌのポジティブな行動が観察されたとはいえないものの、イヌに対するエージェントとしての Fake Dog の有用性が示されたといえる。

## 6. 本研究結果の貢献

本研究は飼い主-イヌ-エージェントの 3 者空間におけるエージェントの設計指針に関する研究の先駆けとなるものである。

まず、Fake Dog に対する飼い主からの評価はヒト型エージェントやプリミティブなエージェントと比べて低いことを明らかにした。今後、飼い主が苦手とする Fake Dog の要素を明らかにすることによって、飼い主とイヌ双方に適したコミュニケーション・エージェントを設計することが可能になっていくと考えられる。

一方で、ヒト型エージェントやプリミティブなエージェントと比べて Fake Dog はファーストコンタクト時において飼い主がインタラクションをとっていない状態でもイヌからの興味を引き出せる可能性があることを示した。この結果はイヌ-エージェント間の継続的なインタラクションを構築していくうえで、Fake Dog の外見は「きっかけ」として機能する可能性を示唆している。

そして、これらのことから、3 者空間において形状の異なるエージェントに対する飼い主の嗜好性とイヌの行動の間には食い違いが発生する可能性が示唆され、飼い主・イヌ双方を考慮して今後のエージェントの設計指針を立てていく必要性が示されたといえる。

## 7. 本研究結果の制限

まず、ほかのエージェントと比べて Fake Dog の後方に接近したイヌの割合は優位に高かったものの、この結果自体はイヌが Fake Dog に対して気を許している証左になるわけではない。そもそも行動評価ではエージェントに対し

て気を許しているか、単に注意を向けているだけかを区別することが難しい。したがって、飼い主の印象評価との比較を行うためには、行動評価に加えて生理学的な指標などを適切に用いて評価する必要がある。

次に、分析対象とした中型犬と大型犬の頭数が少ない。イヌの大きさで分けて分析を行ったが、中型犬・大型犬の結果は統計的な分析には不十分であった。その理由の1つとして、飼い主への教示の難しさがあげられる。実験には中型犬や大型犬が多く参加していたが、飼い主が指示とおりの行動をしないことがあった。この実験に参加した飼い主の多くはサラリーマンや主婦・主夫であり、実験補助の役割を果たしてもらうことが困難であった。

**owner-agent phase** では、それぞれのエージェントに対する差がないようにエージェントに対して振る舞い、ふだん飼いイヌを褒めるときに使うような語彙や声のトーンでエージェントに接するように指示されていた。しかし、特別な訓練を受けていない一般の飼い主がこれらの指示を意識して守ることは困難であると考えられる。たとえば、実験中のイヌのリードの有無の指示があげられる。飼い主が掴んでいなくてもリードはイヌの注意の方向に影響を与える可能性がある [16]。

そして、行動評価において基準設定が不十分である。コードの一致度が高く、エージェント間で有意差があった行動評価は「エージェントの臀部を触る」(B12)のみであった。イヌの行動の他のカテゴリーをコード化するように設定すべきであった。イヌのエージェントに対する社会性やインタラクティブ性の認知の評価としては、エージェントが指示した皿を選ぶかという二者択一課題の Pointing Test や複数のエージェントから1体を選択させる方法もある。今回の実験では動けないエージェントがおり Pointing Test を行うことができなかったため、今後はイヌにエージェントを選択させる評価方法を検討していきたい。

その他の今後の検証課題としては、飼い主の存在による3者間関係がある。今回の実験では、実験室内に飼い主が存在する3者間関係の空間であったため、飼い主のエージェントに対する反応を観察するうえで社会的参照の影響があったと考えられる [14]。しかし、**owner-agent phase** と **agent-dog phase** との間での対照実験を行っていないため、エージェント-飼い主間のインタラクションがエージェントに対するイヌの行動にどのような違いを与えたのか、また、その場合のエージェントの実体がどのような違いを与えたのかを判断することはできない。

なお、本研究ではファーストコンタクトにおける短期的なイヌの振舞いを観察してきた。しかし、ヒト・イヌ・エージェントの共生を考えるのであれば、イヌがエージェントに対して飽ることや、家庭で長期間過ごすことによる関係性の変化など、より長期的な視点に立った研究も必要となる。

## 8. まとめ

本研究では、近年家庭に導入されているコミュニケーション・エージェントとしてのスマートスピーカや、イベント会場や店頭で活躍しているヒト型ロボット、イヌに社会性を認知されやすい考えられるイヌ型スピーカを用いて、異なる形状のコミュニケーション・エージェントに対する飼い主の印象調査と3者空間におけるイヌの行動調査を、エージェントと順番に直面する探索的な被験者内実験によって実施した。質問紙への回答結果の分析から、飼い主は、ヒト型ロボットを好ましく感じていた一方、イヌ型スピーカを好ましく感じなかった。また、飼い主は Google Home と比較してもイヌ型スピーカの生命性を低く感じていた。一方で、イヌは、飼い主がエージェントに対して「いいいいこ！」などポジティブな態度で接触をともなったインタラクションを行う様子を見た後、イヌ型スピーカへの後部（臀部の臭いを嗅ぐなど）への接触をした個体の割合がほかのエージェントと比較して有意に高かった。本調査の結果は、イヌがファースト・コンタクト時に接近を測る程度に警戒を抱かずかつ関心を持つエージェントは、必ずしもイヌの飼い主が好ましいと考えるコミュニケーション・エージェントとは限らないということを示唆している。本研究は探索的な調査であるものの、将来家庭においてヒトとその長年のパートナーであるイヌの両方に受け入れられるエージェントの設計指針を模索してゆくうえで貢献すると考えられる。

## 参考文献

- [1] Abdai, J., Terencio, C.B., Fraga, P.P. and Miklósi, Á.: Investigating jealous behaviour in dogs, *Scientific Reports*, Vol.8, No.1, p.8911 (2018).
- [2] Adachi, I., Kuwahata, H. and Fujita, K.: Dogs recall their owner's face upon hearing the owner's voice, *Animal Cognition*, Vol.10, No.1, pp.17–21 (2007).
- [3] Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E. and Zoghbi, S.: Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots, *International Journal of Social Robotics*, Vol.1, No.1, pp.71–81 (2009).
- [4] Chijiwa, H., Kuroshima, H., Hori, Y., Anderson, J.R. and Fujita, K.: Dogs avoid people who behave negatively to their owner: Third-party affective evaluation, *Animal Behaviour*, Vol.106, pp.123–127 (2015).
- [5] Ellis, S.L.H., Thompson, H., Guijarro, C. and Zulch, H.E.: The influence of body region, handler familiarity and order of region handled on the domestic cat's response to being stroked, *Applied Animal Behaviour Science*, Vol.173, pp.60–67 (2015).
- [6] Gergely, A., Compton, A.B., Newberry, R.C. and Miklósi, Á.: Social Interaction with an “Unidentified Moving Object” Elicits A-Not-B Error in Domestic Dogs, *PLoS One*, Vol.11, No.4, p.e0151600 (2016).
- [7] Goetz, J., Kiesler, S. and Powers, A.: Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation, *Proc. 12th IEEE International Work-*

shop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN 2003), pp.55–60, IEEE (online), DOI: 10.1109/ROMAN.2003.1251796 (2003).

[8] Hare, B., Brown, M., Williamson, C. and Tomasello, M.: The domestication of social cognition in dogs, *Science*, Vol.298, No.5598, pp.1634–1636 (online), DOI: 10.1126/science.1072702 (2002).

[9] Harris, C.R. and Prouvost, C.: Jealousy in dogs, *PLoS ONE*, Vol.9, No.7 (online), DOI: 10.1371/journal.pone.0094597 (2014).

[10] Kubinyi, E., Miklósi, Á., Kaplan, F., Gácsi, M., Topál, J. and Csányi, V.: Social behaviour of dogs encountering AIBO, an animal-like robot in a neutral and in a feeding situation, *Behavioural Processes*, Vol.65, No.3, pp.231–239 (online), DOI: 10.1016/j.beproc.2003.10.003 (2004).

[11] Leaver, S.D.A. and Reimchen, T.E.: Behavioural responses of *Canis familiaris* to different tail lengths of a remotely-controlled life-size dog replica, *Behaviour*, Vol.145, No.3, pp.377–390 (online), DOI: 10.1163/156853908783402894 (2008).

[12] Merola, I., Lazzaroni, M., Marshall-Pescini, S. and Prato-Previde, E.: Social referencing and cat–human communication, *Animal Cognition*, Vol.18, No.3, pp.639–648 (2015).

[13] Merola, I., Prato-Previde, E. and Marshall-Pescini, S.: Dogs’ social referencing towards owners and strangers, *PloS One*, Vol.7, No.10, p.e47653 (2012).

[14] Merola, I., Prato-Previde, E. and Marshall-Pescini, S.: Social referencing in dog-owner dyads?, *Animal Cognition*, Vol.15, No.2, pp.175–185 (online), DOI: 10.1007/s10071-011-0443-0 (2012).

[15] Merola, I., Prato-Previde, E. and Marshall-Pescini, S.: Social referencing in dog-owner dyads?, *Animal Cognition*, Vol.15, No.2, pp.175–185 (2012).

[16] Mongillo, P., Adamelli, S., Pitteri, E. and Marinelli, L.: Reciprocal attention of dogs and owners in urban contexts, *Journal of Veterinary Behavior*, Vol.9, No.4, pp.158–163 (online), DOI: 10.1016/j.jveb.2014.04.004 (2014).

[17] Mori, M. et al.: The uncanny valley, *Energy*, Vol.7, No.4, pp.33–35 (1970).

[18] Morovitz, M., Mueller, M. and Scheutz, M.: Animal–Robot Interaction: The Role of Human Likeness on the Success of Dog–Robot Interactions, *Proc. 1st International Workshop on Vocal Interactivity in-and-between Humans, Animals and Robots (VIHAR)*, pp.22–26 (2017).

[19] Pongrácz, P., Vida, V., Bánhegyi, P. and Miklósi, Á.: How does dominance rank status affect individual and social learning performance in the dog (*Canis familiaris*)?, *Animal Cognition*, Vol.11, No.1, pp.75–82 (2008).

[20] Prato-Previde, E., Nicotra, V., Poli, S.F., Pelosi, A. and Valsecchi, P.: Do dogs exhibit jealous behaviors when their owner attends to their companion dog?, *Animal Cognition*, Vol.21, No.5, pp.703–713 (2018).

[21] Prato-Previde, E., Nicotra, V., Pelosi, A. and Valsecchi, P.: Pet dogs’ behavior when the owner and an unfamiliar person attend to a faux rival, *PloS One*, Vol.13, No.4, p.e0194577 (2018).

[22] Qin, M., Huang, Y., Stumph, E., Santos, L. and Scassellati, B.: Dog Sit! Domestic Dogs (*Canis familiaris*) Follow a Robot’s Sit Commands, *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp.16–24 (online), DOI:

10.1145/3371382.3380734.

[23] Saito, A. and Shinozuka, K.: Vocal recognition of owners by domestic cats (*Felis catus*), *Animal Cognition*, Vol.16, pp.685–690 (2013).

[24] Schellin, H., Oberley, T., Patterson, K., Kim, B., Haring, K.S., Tossell, C.C., Phillips, E. and d. Visser, E.J.: Man’s New Best Friend? Strengthening Human-Robot Dog Bonding by Enhancing the Doglikeness of Sony’s Aibo, *2020 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, pp.1–6, IEEE (online), DOI: 10.1109/SIEDS49339.2020.9106587 (2020).

[25] Shaw, N. and Riley, L.M.: Domestic dogs respond correctly to verbal cues issued by an artificial agent, *Applied Animal Behaviour Science*, p.104940 (online), DOI: 10.1016/j.applanim.2020.104940 (2020).

[26] Weiss, A. and Bartneck, C.: Meta analysis of the usage of the Godspeed Questionnaire Series, *2015 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp.381–388, IEEE (2015).

[27] 梁 静, 山田誠二, 寺田和憲: オンラインショッピングにおける商品推薦エージェントの外見とユーザの購買意欲との関係, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.17, No.3, pp.307–316 (オンライン), DOI: 10.11184/his.17.3.307 (2015).

## 付 録

### A.1 補足的図表

表 A-1 Cochran の Q 検定の結果および各条件の **owner-agent phase** と **agent-dog phase** において各カテゴリの行動を示すイヌの割合の比較

Table A-1 Comparisons of the results of Cochran’s Q test and the proportions of dogs exhibiting each type of behavior during the **owner-agent phase** and **agent-dog phase** of each conditions.

#### (a) Owner-agent phase

Behavior (Match rate)	Proportion of Dogs Exhibiting Behavior				Cochran’s Q	p
	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog		
B4(91.67%)*	9.52%	4.76%	23.81%	23.81%	9.000	0.029
B6(96.43%)	9.52%	9.52%	14.29%	14.29%	1.200	0.753
B8(91.67%)	14.29%	28.57%	14.29%	14.29%	3.240	0.356
B9(82.54%)*	-	9.52%	0.00%	47.62%	16.800	0.000
B12(83.33%)*	0.00%	19.05%	4.76%	66.67%	31.340	0.000

#### (b) Agent-dog phase

Behavior (Match rate)	Proportion of Dogs Exhibiting Behavior				Cochran’s Q	p
	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog		
B1(85.71%)*	28.57%	4.76%	4.76%	9.52%	7.846	0.049
B2(82.14%)	38.10%	38.10%	23.81%	38.10%	1.588	0.662
B4(97.62%)	23.81%	23.81%	23.81%	23.81%	0.000	1.000
B5(80.95%)	9.52%	23.81%	14.29%	9.52%	3.000	0.392
B6(91.67%)	0.00%	14.29%	14.29%	19.05%	4.909	0.179
B8(88.10%)	33.33%	28.57%	28.57%	23.81%	0.750	0.861
B9(93.65%)	0.00%	4.76%	0.00%	14.29%	3.500	0.174
B10(82.54%)	0.00%	9.52%	23.81%	14.29%	1.556	0.459
B12(90.48%)*	0.00%	0.00%	9.52%	23.81%	9.571	0.023

表 A-2 Cochran の Q 検定の結果および各条件の owner-agent phase と agent-dog phase において各カテゴリの行動を示す小型犬の割合の比較

Table A-2 Comparisons of the results of Cochran’s Q test and the proportions of small dogs exhibiting each type of behavior during the owner-agent phase and agent-dog phase of each conditions.

(a) Owner-agent phase

Behavior (Match rate)	Proportion of Dogs Exhibiting Behavior				Cochran’s Q	<i>p</i>
	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog		
B4(91.67%)	7.14%	7.14%	28.57%	28.57%	7.714	0.052
B5(96.43%)	14.29%	14.29%	21.43%	21.43%	1.200	0.753
B8(91.67%)*	7.14%	28.57%	14.29%	14.29%	2.714	0.438
B9(82.54%)*	0.00%	0.00%	0.00%	35.71%	15.000	0.002
B12(83.33%)*	0.00%	28.57%	7.14%	57.14%	16.034	0.001

(b) Agent-dog phase

Behavior (Match rate)	Proportion of Dogs Exhibiting Behavior				Cochran’s Q	<i>p</i>
	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog		
B1(85.71%)	28.57%	0.00%	7.14%	14.29%	5.526	0.137
B2(82.14%)	35.71%	35.71%	35.71%	42.86%	0.273	0.965
B4(97.62%)	21.43%	28.57%	28.57%	28.57%	0.474	0.925
B5(80.95%)	14.29%	28.57%	14.29%	7.14%	3.800	0.284
B6(91.67%)*	0.00%	14.29%	14.29%	21.43%	3.900	0.284
B8(88.10%)	35.71%	28.57%	35.71%	21.43%	1.571	0.666
B9(93.65%)	0.00%	0.00%	0.00%	14.29%	4.000	0.135
B10(82.54%)*	0.00%	14.29%	21.43%	21.43%	0.286	0.867
B12(90.48%)*	0.00%	0.00%	14.29%	14.29%	4.000	0.261

表 A-3 Cochran の Q 検定の結果および各条件の owner-agent phase と agent-dog phase において各カテゴリの行動を示す中・大型犬の割合の比較

Table A-3 Comparisons of the results of Cochran’s Q test and the proportions of large and medium dogs exhibiting each type of behavior during the owner-agent phase and agent-dog phase of each condition.

(a) Owner-agent phase

Behavior (Match rate)	Proportion of Dogs Exhibiting Behavior				Cochran’s Q	<i>p</i>
	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog		
B4(91.67%)	14.29%	0.00%	14.29%	14.29%	3.000	0.392
B6(96.43%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-	-
B8(91.67%)	28.57%	28.57%	14.29%	14.29%	3.000	0.392
B9(82.54%)*	0.00%	28.57%	0.00%	71.43%	7.600	0.022
B12(83.33%)*	0.00%	0.00%	0.00%	85.71%	18.000	0.000

(b) Agent-dog phase

Behavior (Match rate)	Proportion of Dogs Exhibiting Behavior				Cochran’s Q	<i>p</i>
	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog		
B1(85.71%)	28.57%	14.29%	0.00%	0.00%	4.714	0.194
B2(82.14%)	42.86%	42.86%	0.00%	28.57%	4.000	0.261
B4(97.62%)	28.57%	14.29%	14.29%	14.29%	3.000	0.392
B5(80.95%)	0.00%	14.29%	14.29%	14.29%	1.000	0.801
B6(91.67%)*	0.00%	14.29%	14.29%	14.29%	1.286	0.733
B8(88.10%)	28.57%	28.57%	14.29%	28.57%	0.818	0.845
B9(93.65%)	-	14.29%	0.00%	14.29%	1.000	0.607
B10(82.54%)*	0.00%	0.00%	28.57%	0.00%	4.000	0.135
B12(90.48%)*	0.00%	0.00%	0.00%	42.86%	9.000	0.029

表 A-4 Godspeed questionnaire に基づく飼い主による各エージェントの評価の比較 (Friedman 検定; \* = 有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められた要素)

Table A-4 Comparison of each agent’s rating by participants based on Godspeed questionnaire (Friedman test; significant differences  $p < 0.05$  are indicated with \*).

Scale	Google Home	NAO	Pepper	Fake Dog	Chi-square value	<i>p</i>
	<i>Mdn(IQR)</i>	<i>Mdn(IQR)</i>	<i>Mdn(IQR)</i>	<i>Mdn(IQR)</i>		
擬人化 *	2(1-3)	4(3-4)	4(2-4)	2(1-3)	231.585	.000
生命性 *	3(2-4)	4(3-4)	4(3-4)	2(1-3)	290.372	.000
親和性 *	3(3-4)	4(4-5)	4(3-5)	3(2-3)	153.036	.000
知性の知覚 *	3(3-4)	4(3-4)	4(3-5)	3(3)	208.028	.000
安全性 *	3(3-4)	4(3-4)	4(3-4)	3(3-4)	18.758	.000

表 A-5 Bonferroni 法による補正から調整した Wilcoxon 符号付順位和検定を用いた Godspeed questionnaire の各要素における各条件のペアの *p* 値および効果量 *r* の比較

Table A-5 Comparisons of the *p*-values and the effect size, *r*, of each pair of conditions in each factor of Godspeed questionnaire using the Wilcoxon signed-rank test with Bonferroni correction.

(a) 擬人化

Condition	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Fake Dog-Google Home	0.128	1.000	n.s.
Fake Dog-Pepper	8.848	0.000	*
Fake Dog-NAO	10.639	0.000	*
Google Home-Pepper	-8.720	0.000	*
Google Home-NAO	-10.511	0.000	*
Pepper-NAO	1.791	0.440	n.s.

(b) 生命性

Condition	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Fake Dog-Google Home	3.231	0.007	*
Fake Dog-Pepper	10.841	0.000	*
Fake Dog-NAO	13.254	0.000	*
Google Home-Pepper	-7.610	0.000	*
Google Home-NAO	-10.023	0.000	*
Pepper-NAO	2.413	0.095	n.s.

(c) 親和性

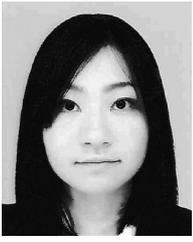
Condition	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Fake Dog-Google Home	2.878	0.024	*
Fake Dog-Pepper	7.377	0.000	*
Fake Dog-NAO	8.933	0.000	*
Google Home-Pepper	-4.499	0.000	*
Google Home-NAO	-6.055	0.000	*
Pepper-NAO	1.556	0.718	n.s.

(d) 知性の知覚

Condition	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Fake Dog-Google Home	5.820	0.000	*
Fake Dog-Pepper	9.829	0.000	*
Fake Dog-NAO	9.765	0.000	*
Google Home-Pepper	-4.008	0.000	*
Google Home-NAO	-3.944	0.000	*
Pepper-NAO	-0.064	1.000	n.s.

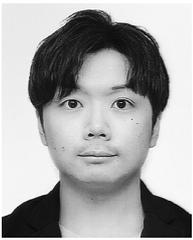
(e) 安全性

condition	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Fake Dog-Google Home	0.578	1.000	n.s.
Fake Dog-Pepper	3.193	0.008	*
Fake Dog-NAO	1.734	0.497	n.s.
Google Home-Pepper	-2.615	0.054	n.s.
Google Home-NAO	-1.156	1.000	n.s.
Pepper-NAO	-1.459	0.868	n.s.



春日 遥 (正会員)

1992年生。2017年北海道大学工学部情報エレクトロニクス学科卒業。2019年北海道大学大学院情報科学研究科情報理工学専攻修士課程修了。北海道大学大学院情報科学院情報科学専攻情報理工学コース博士課程3年。ACM, ヒトと動物の関係学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本デザイン学会各会員。



池田 宥一郎

1993年生。2017年北海道大学工学部情報エレクトロニクス学科卒業。2019年北海道大学大学院情報科学研究科情報理工学専攻修士課程修了。北海道大学大学院情報科学院情報科学専攻情報理工学コース博士課程3年。