

Human-pet Interaction のなかの社会的ロボット： 家庭におけるフィールド調査

春日 遥^{1,a)} 坂本 大介^{1,b)} 棟方 渚^{1,†1,c)} 小野 哲雄^{1,d)}

受付日 2017年9月7日, 採録日 2018年5月10日

概要：ペット動物は人類の最も古い友人である。人々は彼らと生活を営み、今日では家庭において家族としてのペットと人の関係が研究されてきた。近年になってコミュニケーション・ロボットの登場により、家庭における人とペット動物に加え社会的ロボットを考慮した3者関係に注目した研究分野が生まれつつある。本研究では、社会的ロボットが家庭における人とペット動物の関係に対してどのような影響を与えるのかを調査するために実験的なフィールド調査を行った。調査には10家庭22人と12頭のペット動物(犬が4頭, 猫が8頭)が参加した。調査においては社会的ロボットとして小型人型ロボットNAOを使用し、各家庭において小型人型ロボットと人、ペット動物が対話する様子の観察を行った。対話ではペット動物に対してポジティブに話しかける正条件と、相対的にネガティブに話しかける負条件の2つのシナリオで調査を実施した。両条件では約2分間の対話シナリオのうち、約30秒間のロボットからペット動物への発話内容が異なった。結果として、ロボットのペット動物に対する発話内容と態度の違いが、参加者からロボットへの印象に影響を与えていた。

キーワード：社会的ロボット, Human-Agent Interaction, 3者間関係, ペット動物, 家庭環境。

A Social Robot in a Human-animal Relationship at Home: A Field Study

HARUKA KASUGA^{1,a)} DAISUKE SAKAMOTO^{1,b)} NAGISA MUNEKATA^{1,†1,c)} TETSUO ONO^{1,d)}

Received: September 7, 2017, Accepted: May 10, 2018

Abstract: Pets have been humans' best friends since ancient times. People have been living with pets since then, and relationships between people and their pets, understood as family members at home, have been well researched. Social robots have recently entered family lives, and a new research field is emerging that examines triadic relationships between people, pets, and social robots. An exploratory field experiment was conducted to investigate how a social robot affects human-animal relationships within the home. In this experiment, a small humanoid robot, NAO, was introduced into the homes of 10 families, and 22 participants (with 12 pets: 4 dogs and 8 cats), called "owners" hereafter, were asked to interact with the humanoid robot. The robot was operated under two conditions: speaking positively to the pets and speaking negatively to the pets. The contents of the utterances from robot to pet, which comprised about 30 seconds of about 2 minutes of dialogue, were different under the two conditions. The results of this study indicated that changing the attitude of NAO toward the pets affected the owners' impressions of the robot.

Keywords: social robot, human-agent relationship, triad interaction, pet, at home

¹ 北海道大学大学院
Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0814, Japan

^{†1} 現在, 京都産業大学
Presently with Kyoto Sangyo University

a) felisfelis@complex.ist.hokudai.ac.jp

b) sakamoto@ist.hokudai.ac.jp

c) munekata@cc.kyoto-su.ac.jp

d) tono@ist.hokudai.ac.jp

1. はじめに

犬や猫などの動物たちは古くからの人類の友であった。人間の家族の一員として、犬や猫に代表されるペット動物は我々の生活における忠実なパートナーとなった。IoTの進歩とともに、我々のペット動物たちもウェアラブルデバイ

スのユーザになり，Animal-Computer Interaction は今日の情報科学研究のフロンティアの1つとなっている．近年では，家にいる家族との遠隔地からのコミュニケーションを補助する会話エージェント（Amazon Echo や Google Home など）も我々の日常生活に入り込み始めており，家庭における人，動物，そしてエージェントの“3者間インタラクション”も現実のものになるだろう．

2011年に発表された“Animal-Computer Interaction (ACI): a manifesto”によると，ACIにける目標は(i)動物のQuality of Lifeの向上や長寿化，(ii)人と動物の関係の発展とされている[31]．例としては，ウェアラブルカメラで家庭での動物のモニタリング[46]や，動物の心拍のモニタリング[33]，加速度センサを用いた動作や姿勢の認識[3]，[28]，[46]などが研究されてきた．しかし，これらの研究は，動物，人間，そして計算機を搭載した人工物の3者関係には着目していない．人と動物の関係において，そのような人工物が与える影響の評価はHuman-Computer Interactionにおける未解決問題である．

Human-Agent Interactionの研究分野において，現代においては社会的なロボットは人々の生活の一部になりつつあることから，社会的ロボットが家族にもたらす影響について多くの研究がなされてきた．人々は日常生活において，SiriやAlexaのようなエージェントと会話を行い，自宅ではRoombaなどの家事ロボットを使用している．本研究では，社会性のあるエージェントとして発話と身振りでのコミュニケーションを行える「NAO」というロボットを用い，人間・動物・ロボットの3者間の空間において人と動物の間のコミュニケーションへの社会的ロボットの影響の調査を行う．

2. 関連研究

2.1 Human-Animal Interaction

社会的ロボットが家庭に持ち込まれる場合，そのロボットは先住者であるペット動物とも付き合っていくことになる．最も代表的なペット動物である犬や猫では，人間との生活の歴史は1万年以上にもものぼる[19]，[36]，[39]，[44]．犬や猫などの動物はその長い人間との歴史の中で，狩猟の補佐や他の家畜の番といった役割だけではなく，人間の心身への癒し効果をもたらしてきた．たとえば，動物の存在や動物との接触により血圧が安定し平静な精神状態を保つ効果，また心臓病患者の1年後生存率の向上などの長期的なスパンでの傾向が報告されてきた[9]，[10]，[23]ほか，ペット飼育とパーソナリティの発達についても多くの論文が書かれてきた[2]，[11]，[14]，[20]，[21]，[24]，[37]．また行動生態学などの学術的な分野においては研究者が動物の行動を擬人的に解釈することは否定されているが[34]，一般の人々は特に犬や猫が怖れや嫌悪，喜びといった基本的感情を有していると考え[53]，単なる家畜ではなくあたかも

人間のように感じ[45]，家族の一員として親しんでいる．少子化の進む日本における平成28年度の調査によると，子ども（15歳未満）人口1605万人^{*1}，犬の推計飼育頭数987.8万頭，猫の推計飼育頭数984.7万頭^{*2}と，子どもよりも飼育下の犬猫の方が多いというほどに，人間社会に入り込んでいる．

2.2 人-ロボットの3者対話

ロボットの存在によって人間は心理的影響を受けることが報告されており[18]，心理学の視点から人々に受け入れられるロボットについての研究がなされてきた[47]．そのような研究の1つとして，人間との対話におけるロボットの社会性の研究が行われてきた．ロボットの社会性とは，「ロボットが他者（人）の存在に関心を持ち，積極的に関わろうとする姿勢，および関わるための技術」[50]とされ，人との対話の際の接近の仕方[38]や人間に対する位置関係[27]，手助けを求める際の言葉の丁寧さの効果[42]，被験者が過去のトラウマを告白する際のロボットの応答[17]など，様々な研究がなされてきた．また，人間とロボットの2者間の対話におけるロボットの社会性だけではなく，他の人間やロボットも含めた3者間関係の中での人間とロボットのインタラクションについても研究がなされている．Kandaらは，心理学的な実験に基づいて，2体のロボットどうしの会話を観察することによって，人間がロボットを会話の対象と見なすようになると報告している[22]．坂本らは，ロボットと2人の人間の対話において，ロボットとの意見の一致や不一致は，人間とロボットの関係だけではなく人間同士の関係にも影響を与える可能性を報告している[50]．Shimadaらは，非言語的なコミュニケーションとしてアイコンタクトに着目し，2人の人間とヒューマノイドロボットの3者間の対話において，ロボットと他者（人）のアイコンタクトは人間のロボットへの印象へ影響を与えると報告している[40]．

2.3 Animal-Robot Interaction

実用的な観点から，動物とロボットを一緒に働かせようという試みがなされてきた．たとえば，カーネギーメロン大学のチームによる災害救助犬がとともに狭い瓦礫の中を進みロボットの開発プロジェクト[8]，アボカドの害虫を駆除するための犬とドローンを駆使したフロリダ大学のチームのプロジェクト^{*3}などがある．また，学術的な観点から，動物のロボットに対する認識や，動物とロボット

^{*1} 総務省統計局ホームページ：<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/topics/topi940.htm>

^{*2} 一般社団法人ペットフード協会平成28年全国犬猫飼育実態調査：<http://www.petfood.or.jp/data/chart2016/index.html>

^{*3} NEWS, D.: Drones, dogs deployed to save avocados from deadly fungus in Florida.: <http://www.nydailynews.com/life-style/eats/drones-dogs-deployed-save-avocados-deadly-fungus-article-1.2201575>

の間で観察される社会的振舞いなどの研究もなされてきた [25], [26], [30]. Gergely らは, 見知らぬ人工物としてのリモコンカーを使用した実験を行い, 犬は人工物の移動ルートの複雑さなどに一定の社会性を見出し, 社会性のある人工物に餌をとる手伝いを求めること [12], [13] と述べている. また, Petró らは, 類似の実験により, 犬が人工物の形状の違いを認識し, 餌をとるために適切な形状の人工物に手助けを求めると報告している [35]. より明確な「ロボットの動物に対する社会性」の研究として, Lakatos らはロボットの犬に対する社会性を「名前を呼ぶこと」として, 腕と手をもつロボットを用いた Pointing Test (餌を入れる 2 つの皿をロボットの左右に置き, ロボットが指さした方へ犬が移動するかというテスト) による実験を行った. Lakatos らの実験では, ロボットが犬の名前を呼ぶことは, 犬の皿の選択結果には有意な影響を与えなかったものの, 犬が皿を見つける秒数について有意差がみられ, Lakatos らは, 「名前を呼ぶこと」は犬に一定の影響を与えており犬に対する社会的振舞いであると結論付けている [29]. また, 鈴木らは, 犬の世話をするロボットの研究として, ロボットが犬への餌やりとボール遊びを行う実験を試みた. 鈴木らの実験では, 犬は餌を食べボールを追いかけたが, 人間が世話をを行う際と異なり, ロボットの「顔を見る」ことはなく人間に対する振舞いとの違いが観察された [55].

3. フィールド調査

我々は家庭における Human-Pet Interaction への社会的エージェントの影響を調べるために, フィールド調査を行った. フィールド調査では, 猫か犬を飼育する 10 家族が参加し, 参加者 (つまり人) と, ペット (犬, または猫), そしてロボットの 3 者間対話を観察し, ロボットが人とペットの関係に及ぼす影響を調査した. ロボットの影響を調べるために, ロボットがペットに対して話しかける際のシナリオが異なる 2 条件 (一方は動物の「良い」パートナー, 一方は動物の「悪い」パートナーのシナリオ) を用意し, 参加者は両方の条件下で参加した. 2 人の人と他の物事 (もう 1 人の人間や, 物体, 概念など) の 3 者間関係の理論であるバランス理論をベースにし, 参加者の印象評価を行った. 3 者間対話のなかでの Human-Agent Interaction を評価するために, 参加者はそれぞれのシナリオの後に質問紙に回答した.

3.1 バランス理論

バランス理論は Heider によって提唱された, 2 人の人間, 自分 (P) と他者 (O), そして 1 つの対象 (X) からなる対人関係の理論である [16]. P から見た O の印象, P から見た X の印象, そして P から見た O の X に対する印象をそれぞれ正 (+) と負 (-) の印象でラベル付けを行い, ラベル付けされたこれら 3 つの関係の積が正 (+) と

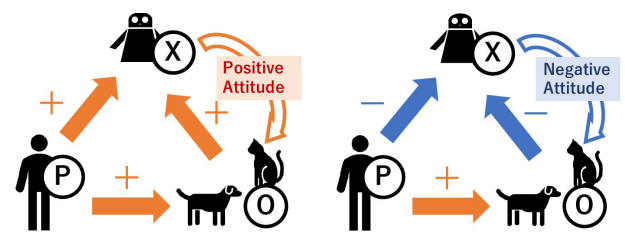


図 1 バランス理論に基づいた本研究におけるモデル
Fig. 1 Model of the field study based on balance theory.

なる均衡状態に向かうように 3 つの関係の正負が変化する傾向があることを示した理論である. X には「トマト」「野球」「数学」などの物体や概念, さらには人物などもあてはめることができる. エージェント研究においてはロボットやエージェントを X とした研究や, さらには 2 体のエージェントを用いて O と X の両方にエージェントをあてはめた研究が行われ, 形容詞対を用いた質問紙による SD 法で評価されてきた [40], [50], [52], [54]. 本研究では, 人を P, ペット動物を O, NAO を X とした. 人 (P) のペット動物 (O) への印象が正 (+) で固定されると仮定する. このときのバランス理論に基づく安定した 3 者間関係は図 1 に示す 2 種類のようになる. 本研究ではエージェント (X) の振舞いに対して, ペット動物 (O) および人 (P) のエージェントに対する印象が正 (+) と負 (-) となるように 2 つのシナリオを設定する. エージェント (X) のペット動物 (O) への振舞いにより, 人 (P) はペット動物 (O) — エージェント (X) 間の印象を相対的に正 (+) と負 (-) と解釈する. バランス理論に基づく, 人 (P) とペット動物 (O) のエージェントに対する印象も相対的に正 (+) か負 (-) のどちらかになると考えられる. 本フィールド調査において設定した 2 つのシナリオのうち, バランス理論が成立するならば, 「飼い主からロボットへの印象評価」と「飼い主が解釈したペットからロボットへの印象評価」がロボットがペット動物に対して「良い」パートナーとして振る舞うシナリオで好印象になると考えられる. また, ロボットがペット動物に対して「悪い」パートナーとして振る舞うシナリオでは反対に悪印象になると考えられる.

3.2 ロボット

調査には, 様々なアプリケーション開発のためのプラットフォームを提供している Aldebaran 社の NAO を用いた. NAO は体重 5.4 kg, 全長 58 cm の人型ロボットである. また, NAO は 25 の自由度を持つために様々な動作を実装することができ, お辞儀をする, 頷く, 右手を差し出す, 腕を組むなどの動作を NAO に付属のソフトウェア *Choregraphe* を用いて実装した. また, NAO は 4 つのマイクを内蔵しており, *Choregraphe* でテキスト入力された日本語を含む 21 の言語を, 自然なイントネーションで発話することができる.

表 1 フィールド調査に参加した人とペット動物と正負の条件の順序
 Table 1 The human and animal participants in our field study and the order of conditions.

家族	参加者			ペット動物			シナリオ								
	ID	性別	年齢	名前	種	品種	性別	年齢	1回目	2回目					
A	P1	Male	84	ナナコ	猫	ミックス	Male	6	正条件	負条件					
B	P2	Female	23	ソラ	猫	ミックス	Male	3	正条件	負条件					
C	P3	Female	75	タマ	猫	ミックス	Female	10	正条件	負条件					
D	P4	Male	42	ルック	犬	ウェルシュ・コーギー・ペンブローク	Female	7	正条件	負条件					
	P5	Female	44						正条件	負条件					
	P6	Female	43						負条件	正条件					
	P7	Male	16						コール	犬	ゴールデン・レトリバー	Male	9	正条件	負条件
	P8	Male	44											負条件	正条件
P9	Female	44	負条件	正条件											
E	P10	Female	22	コル	猫	ミックス	Female	1	負条件	正条件					
F	P11	Male	21	ゲベ	猫	ミックス	Male	4	負条件	正条件					
	P12	Female	52						正条件	負条件					
G	P13	Female	42	チャコ	猫	マンチカン	Male	3	負条件	正条件					
	P14	Female	9						負条件	正条件					
	P15	Male	11						コマ	猫	アメリカン・ショートヘア	Male	3	正条件	負条件
H	P16	Female	15	モコ	犬	トイ・プードル	Female	5	負条件	正条件					
I	P17	Female	59	アビ	猫	オシキャット	Female	4	正条件	負条件					
	P18	Female	30						負条件	正条件					
J	P19	Male	33	テン	犬	シーザー	Male	1	正条件	負条件					
	P20	Female	33						負条件	正条件					
	P21	Male	33						負条件	正条件					
	P22	Female	37						正条件	負条件					

3.3 参加者

合計で 10 グループが調査に参加した。それぞれのグループは、ペットの飼い主一家とその親しい友人から構成されていた。参加者は実験に参加したペット動物と触れ合った経験がある。参加者は 22 人であり（11 人は猫と、残りの 11 人は犬とともに調査に参加）、調査に参加した犬は 4 匹、猫は 8 匹である（表 1）。2 匹の犬（家族 D と H）と 4 匹の猫（家族 B, C, D, F）は人見知りで我々の前に姿を現さなかった、または NAO を怖がったために、フィールド調査に参加しなかった。

3.4 調査手順

それぞれの家庭を訪問した際に、2つの条件間でペット動物が NAO への行動を“慣れ”によって変化してしまわないように、シナリオの前に NAO に慣れるための時間をとった。慣らしのために使用した部屋は、飼い主の都合で選んでもらい、その多くはリビングであった。数分間の慣らし時間の後、他の家族から離れて 1 人の飼い主・ペット動物・ロボットの 3 者の空間をつくるため、家の間取りに応じて、実験に参加する飼い主のうち 1 人に移動をしてもらい、残りの飼い主には別室などに待機してもらった。次に、約 2 分間の 1 つ目の条件のシナリオを実行した。このシナリオでは、図 2 に示すように NAO は飼い主に挨拶をして会話を始め、その後身体の向きを変え、ペットへ話

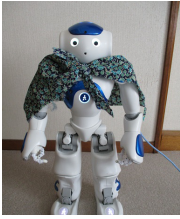



図 2 シナリオの流れ：まず、NAO は飼い主に挨拶を行い、体の向きを変える。次に、NAO はペット動物への発話を行う。そして、NAO は再び体の向きを変え、飼い主へ発話を行い、「バイバイ」という。NAO は飼い主へ背を向け、歩いて遠ざかる
 Fig. 2 The Flow of Scenarios: First, NAO spoke to the owner and then turn its body direction. Second, NAO spoke to the pet and turned its body direction again. Third, NAO said “Goodbye” to the owner and then changed its body direction back to the owner.

しかけた。シナリオの最後では再び飼い主に挨拶をし、対話の終了を伝えた。最初のシナリオの後、実験に参加した飼い主はアンケートに回答し、飼い主の NAO に対する印象と、飼い主が解釈したペット動物から NAO への印象を評価した。次に、1 回目とは異なる NAO のペット動物への態度の条件下で再び 2 分間のシナリオを実行し、飼い主は再び同様のアンケートに回答した。その後、待機してもらっていた次の参加者と交代してもらい、すべての参加者に 1 人ずつ順番に 2 つのシナリオとアンケートの実施を行った。両方のシナリオの間、実験者は家の間取りに応じ

表 2 用意した 2 つの条件での NAO の発話と外見

Table 2 Words spoken and appearance of NAO in the two experimental conditions.

	正条件	負条件
NAO の外見		
NAO が名乗る名前	ユウタ	コウタ
飼い主への発話	“こんにちは” “僕の名前は (NAO が名乗る名前)” (2 回目のシナリオである場合) “(もう一方のシナリオのロボットの名前) の友達だよ” “今日はお邪魔させてくれて、ありがとう” “嬉しいな” “あなたの名前は (飼い主の名前)... で、合ってるのかな?” “うん... いい名前だね” “僕/コウタはね、犬/猫 を見るの、初めてなんだ” “ところで、ハルカから聞いたんだけど、この子の名前は (ペットの名前)、だよな? ねえ、(ペットの名前)” (身体の向きを変える)	“今日犬/猫 を見させてもらえるんだよね? ありがとう”
ペットへの発話	“ユウタのおいだよ” “タンクンする?” “(ペットの名前) はまだ、ユウタに慣れてないかな” “慣れたら遊んでくれるかな” “でも、(ペットの名前)、ユウタに会ってくれて嬉しいな。(ペットの名前) にまた会いたいなあ... うん...” (身体の向きを変える)	“(ペットの名前)! (ペットの名前)!” “コウタと遊んでくれないの?” “ねえ、こっち来てよ” “なんだか、疲れちゃった” “犬/猫 は遊んでくれないし、もういいや”
飼い主への発話	“(飼い主の名前)、(ペットの名前)” “今日はありがとう” “僕はそろそろ帰るね” “バイバイ”	“(飼い主の名前)”

て、別室または家具の陰など、対話が行われる空間の外でシナリオの終了まで待機していた。また、慣らしの時間と 2 つのシナリオの間の様子はすべてビデオ撮影を行い、動画記録を残した。家庭内のすべての実験参加者が両方のシナリオを終えた後、撮影器材を片付け、家を後にした。

研究倫理

フィールド調査を開始する前に、(1) シナリオ中はビデオ撮影による記録を撮ること、(2) 調査を続行できないほどに参加するペット動物が怯えていると飼い主が判断した場合にいつでも調査を中止できること、以上の 2 点を参加者に説明した。説明を受けて、調査開始前にそれぞれの参加者は同意書にサインを記入した。

3.5 条件

バランス理論を参考にして飼い主 (P) とペット動物 (O) とロボット (X) の 3 者対話において、ロボット (X) からペット動物 (O) への態度が、飼い主 (P) からロボット (X) への印象へ与える影響について検証を行うため、NAO (X) の振舞いを 2 条件下で操作した。それぞれの条件は共通のシナリオ部分と異なるシナリオ部分があり、両条件で異なる NAO の発話は NAO からペット動物へ向けた 5 文と NAO から人の参加者へ向けた 2 文であった。具体的には、表 2 に示す 2 つの条件である。ロボットのペット動物に対する態度を明確にするため、両条件での NAO の発話は以下のように設定した。

正条件 NAO はペットの状態を気にかけながらペットに話しかける。

負条件 NAO はペットの状態を気にかけずにペットに話しかける。

参加者はこの対話への行動の制約はなく、異なる 2 条件の対話に参加した。参加者が NAO が 2 つの条件を持つことが認識しやすいように、NAO には異なる布をそれぞれの条件でまとうせた。順序効果の影響を評価の際に打ち消すために、最初に正条件、2 回目に負条件で対話を行う参加者と、最初に負条件、2 回目に正条件で対話を行う参加者の人数は同数にした。

3.6 評価方法

3.6.1 質問紙

参加者のロボット (NAO) に対する印象は、23 個の形容詞対を用いた SD 法によって評価された (表 3)。参加者は、(1) 参加者自身の NAO への印象と、(2) 参加者が判断したペットの NAO への印象の両方を回答した。ペットは質問紙に回答することができないため、参加者がペットの NAO への印象評価を行った。バランス理論を用いた評価においては、参加者が感じた他者 (ここではペット) のエージェント (ここでは NAO) の印象を用いるため、参加者によるペットの印象評価を行った。

3.6.2 行動分析

フィールド調査の間の対話は 2 つのビデオカメラによ

表 3 形容詞対アンケートによるロボットへの印象評価の結果
Table 3 Results tested using the Wilcoxon signed-rank test.

形容詞対	飼い主					ペット (飼い主の解釈)				
	ポジティブ条件下		ネガティブ条件下		p 値 右側検定	ポジティブ条件下		ネガティブ条件下		p 値 右側検定
	平均	S.D.	平均	S.D.		平均	S.D.	平均	S.D.	
やさしい・怖い	3.91	0.75	3.27	1.08	0.003**	2.32	0.84	2.27	0.77	0.412
感じの良い・悪い	3.95	0.95	3.18	1.18	0.008**	2.59	0.91	2.68	0.84	0.728
便利な・不便な	3.45	1.10	3.18	1.18	0.152	2.45	0.67	2.41	0.80	0.391
温かい・冷たい	3.45	1.10	2.91	1.02	0.039*	2.45	0.67	2.50	0.96	0.521
役に立つ・立たない	3.50	1.22	3.45	1.14	0.500	2.45	0.86	2.27	0.88	0.138
真面目な・不真面目な	4.05	0.79	3.59	0.73	0.022*	3.09	0.75	3.00	0.82	0.333
細やかな・雑な	3.27	0.83	2.86	1.13	0.038*	2.77	0.69	2.43	0.81	0.053
かわいらしい・憎らしい	4.18	0.73	3.86	0.99	0.137	2.73	0.77	2.91	0.87	0.889
打ち解けた・堅苦しい	4.05	0.90	3.09	1.06	0.001**	2.18	1.14	2.27	0.77	0.638
素直な・ひねくれた	4.14	0.71	4.00	0.98	0.336	2.86	0.56	3.00	0.69	0.826
近づきやすい・難しい	4.09	0.97	3.45	1.10	0.011*	2.23	1.02	2.09	0.92	0.393
頼りになる・ならない	3.73	0.77	3.27	1.28	0.046*	3.18	0.91	2.82	1.01	0.126
機能的な・でない	3.41	1.14	3.45	1.26	0.507	2.86	0.89	2.41	0.91	0.051
意見が合う・合わない	3.36	1.00	2.91	0.97	0.037*	2.23	1.02	2.09	1.02	0.258
共感できる・できない	3.36	1.09	3.09	1.02	0.142	2.18	0.96	1.86	0.89	0.043*
好感が持てる・持てない	4.14	0.83	3.32	0.95	0.000**	2.27	1.16	1.95	0.84	0.079
自分と似ている・似ていない	2.18	1.05	2.36	1.33	0.714	1.95	1.13	2.00	1.07	0.641
思いやりのある・わがままな	3.64	0.79	3.00	0.93	0.007**	2.82	0.85	2.73	0.46	0.304
積極的な・消極的な	3.95	0.95	3.91	0.92	0.493	3.23	1.11	3.41	1.01	0.785
知的な・愚鈍な	3.50	0.86	3.45	0.86	0.384	3.05	0.95	3.00	0.69	0.536
陽気な・愚鈍な	3.64	1.09	3.32	0.95	0.168	3.09	1.06	2.95	0.65	0.245
生きている・いない	2.59	1.10	2.45	1.41	0.277	2.86	1.25	2.77	1.27	0.212
合理的な・でない	2.86	0.71	2.95	1.05	0.730	2.82	0.91	2.59	0.85	0.140

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

て記録された。ビデオ撮影はペットの馴化の段階で始め、シナリオ終了時に止めた。行動分析のため、記録された対話は実験者によって書き起こされた。動物は基本的に会話によるコミュニケーションができないため、ペット動物の対象に対する反応は定義された行動の頻度や回数などの計測によって評価されてきた。新奇物に対する動物の反応は探索と回避であり [49]、動物の物体探索行動の動機付けは新奇な事象に対する嗜好性や好奇心とされている*4。NAO がペット動物との初対面の際に、ペット動物にとって回避よりも探索が優勢になりうる対象かどうかを調べるため、ペット動物の NAO に対する探索行動の回数を計測した。今回は実際の家庭を訪問したために、間取りの違いや家具によって自由に動き回るペット動物の行動のすべてを撮影し評価することは難しく、ペット動物のロボットへの Sniff に限定して回数を計測した。Sniff は Feaver らによる定義「他の猫や物体、または人間を調べる；鼻や鼻面の動きで判別する (Investigates another cat, an object or a person; distinguished by the movement of, the nose and muzzle [6])」を参考にした。

*4 上北朋子 物体探索行動 脳科学辞典 DOI:10.14931/bsd.3307 (2013)

4. 調査結果

4.1 定量的結果

4.1.1 形容詞対アンケート

実施した形容詞対の質問紙の結果について、Wilcoxon の符号付き順位検定を実施した (表 3)。この結果、ペットに向かって示された NAO の態度の違いは、飼い主の NAO に対する印象に影響を与えていた。有意に影響が認められた形容詞対は、「やさしい ($p < .01$)」「感じの良い ($p < .01$)」「暖かい ($p < .05$)」「真面目な ($p < .05$)」「細やかな ($p < .05$)」「打ち解けた ($p < .01$)」「近づきやすい ($p < .05$)」「しっかりした ($p < .05$)」「意見が合う ($p < .05$)」「好感が持てる ($p < .01$)」「思いやりのある ($p < .01$)」といった、親和性に関連する形容詞であった。一方で、「役に立つ (n.s.)」「機能的な (n.s.)」など、機能性に直接的に関連する形容詞には有意な差が確認されなかった。また、飼い主が解釈したペットから NAO への印象において、大きな差ではなかったものの 2 つの条件の間では、「細やかな (n.s.)」「共感できる ($p < .05$)」「好感が持てる (n.s.)」といった親和性に関連する形容詞と「機能的な (n.s.)」といった機能性に関連する形容詞にやや異なる傾向が確認された。

表 4 ペット動物の NAO への Sniff 行動としてカウントした回数
Table 4 The number of pets' sniffing NAO.

種	猫								犬				
	名前	ナナコ	ソラ	タマ	コル	ゲベ	チャコ	コマ	アビ	ルック	コール	モコ	テン
性別	Male	Male	Female	Female	Male	Male	Male	Female	Female	Female	Male	Female	Male
接触回数	慣らしの段階	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
	シナリオ中	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
	合計	1	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	2



図 3 慣らしの時間におけるペットの NAO に対するアプローチ
Fig. 3 Attentive behaviors of pets toward NAO during familiarization.



図 4 犬が NAO の手先へ鼻先を近づけている様子
Fig. 4 Dogs' sniffing NAO's arms during scenarios.

4.1.2 ペット動物の NAO への反応

慣らしの段階では図 3 のように犬や猫は NAO の存在を確認しているような行動がみられ、飼い主が「極度に怖がっている」と判断しなかった個体が実験に参加した。観察の結果、表 4 のように犬で 4 匹中 3 匹、猫で 8 匹中 4 匹が鼻先を NAO へ近づけており、Sniff 行動としてカウントした。犬が NAO へ鼻先を近づけたのは、NAO が動き出してからであり、図 4 のように NAO が手を伸ばした際に手へ近づけている様子が観察された。次に、猫では、ナナコとチャコは NAO が動き出す前に NAO に鼻先を近づけ、ゲベとソラは NAO が動いた後静止している際に NAO に鼻先を近づけていた。また、ナナコ、チャコ、ゲベ、ソラはいずれも雄であった。

4.2 定性的結果

シナリオ中の飼い主の行動には特に制約をつけずあらかじめ自由に振る舞ってもらうように伝えており、NAO の存在下での飼い主の自然な振舞いを図 5 のようなビデオ記録から分析した。

4.2.1 一般的な飼い主の傾向

まず、P19 を除いたすべての参加者が NAO の質問に対



図 5 実際のフィールド調査で飼い主が NAO とペットと対話を行っている様子

Fig. 5 the actual environments of the interaction among an owner, a pet and NAO.

して、以下に例示するような頷きによる肯定や質問への回答といった反応を返していた。

NAO：ルックはまだ僕に慣れてないかな

P5：慣れてないねえ...

NAO：僕、犬を見るの初めてなんだ

P5：へえ〜、そうなんだあ。ルックだよー

また、一部の飼い主 (P4, P5, P6, P7, P9, P15, P17, P21) はペットの注意を NAO へ向けさせようと、NAO を指さす、ペットの名前を呼ぶなどの行為を行っていた。さらに、実際にペットが言葉を解するか自体は不明であるにもかかわらず、一部の飼い主 (P2, P4, P6, P8, P9, P11, P18) は次のように、NAO がペットに対して行った発話内容をペットへと伝えていた。

NAO：ねえ、ソラ君

P2：ソラ！呼ばれてるよ！

NAO：慣れたら遊んでくれるかな

P8：『遊んでくれるかな』って

NAO：ありがとう

P9：『ありがとう』って

また以下のように、ペットに対して NAO の外見を言及した飼い主 (P6) やペットに対して NAO の行動を伝えた飼い主 (P17) の行動も観察された。



図 6 NAO とペットの間を取り持とうとするような飼い主の振舞い
Fig. 6 Behaviors of owners aimed at meditating between NAO and their pets.

P6：ほら，可愛いっしょ

P17：あっち向いちゃったよ？ほら，そばに行かないから...

言葉だけではなく，NAO とペットの間を取り持とうとするような飼い主 (P6, P9, P17) の振舞いも観察された (図 6)．P6 はコール (犬) の方を向いて「可愛いっしょ？」といい，NAO の頭の撫でて見せていた．P9 は NAO が「慣れたら遊んでくれるかな」といった直後，「遊ぶ？」といってコール (犬) のリードを持って誘導し，NAO の周りを一周してみせていた．また，アビ (猫) は慣らしの段階から距離を保ちつつ NAO をしばしば見つめており，P17 はアビ (猫) の視線に合わせて NAO をアビ (猫) とともに見つめた後，アビ (猫) を抱きかかえて NAO の近くへと移動した．

4.2.2 条件による違い

次に，正条件と負条件の間で観察された飼い主の振舞いの違いについて述べる．P4 は NAO が「もういいや」といった際に NAO の態度について「冷たいね」とコメントした (負条件)．一方，P21 は NAO の同じ発話の際に「頑張れ！諦めんって！」と，発言した．

我々は 2 つの条件下での参加者の異なる振舞いを観察した．ここでは，2 つの条件下で異なる振舞いが観察された 3 つのケースを示す．

P4 は両条件下で NAO が「バイバイ！」といった後に NAO に対して「もう帰るの？」と苦言を呈していた．しかし，負条件下でのみ，P4 は NAO に対して「冷たいね」と表現していた．

正条件：

NAO：クンクンする？

P4：おいで，クルミ (ルックの別名)！こっちだ

よ？こっち，こっち，こっち！

NAO：ルックはまだ，僕に慣れてないかな？

P4：慣れてないねえ...

NAO：慣れたら遊んでくれるかな

P4：遊んでくれるかなあ？クルミ！クルミ！

NAO：ルックにまた会いたいなあ... うん...

P4：ルック，会いたいっしょ？こっち向いてー，こっち！クルミ！ルック！

NAO：(P4 の名前)，ルック

NAO：今日はありがとう

NAO：僕はそろそろ帰るね

NAO：バイバイ

P4：えー，もう帰るの？えー嘘でしょ？ちょっと待って，ちょっと待って，ちょっと待ってよー

負条件：

NAO：ルック！ルック！

P4：はい，『こんにちはー』って！

NAO：コウタと遊んでくれないの？

P4：うん... なんだか遊んでくれる気ないよ...'

NAO：ねえ，こっち来てよ

NAO：なんだか疲れちゃった

P4：疲れちゃった？

NAO：犬は遊んでくれないし，もういいや

P4：ええええええ！冷たいね

NAO：(P4 の名前)

NAO：今日はありがとう

P4：いいえー

NAO：僕はそろそろ帰るね

P4：え，もう帰るの？ちょっと待ってよー．ちょっと待って

NAO：バイバイ

P4：ちょっと待ってちょっと待って，ちょっと待ってよー．ちょっと待ってよー

P21 は負条件下では NAO を元気づけていたが，正条件下では NAO への言葉は少なかった．

正条件：

NAO：ユウタにまだ慣れてないかな

P21：そうだね

NAO：慣れたら遊んでくれるかな

P21：うん... 慣れたらねー

NAO：でも，テンちゃんにまた会いたいなあ... うん...

P21：テンちゃん！

NAO：(P21 の名前)，テンちゃん

P21：はいはい

NAO：今日はありがとう

P21：テンちゃん！

NAO：僕はそろそろ帰るね

P21：え？ ああ..

NAO：バイバイ

P21：バイバイ（手を振る）

負条件：

NAO：コウタと遊んでくれないの？

P21：うん

NAO：こっち来てよ

P21：テンちゃんん！

NAO：なんだか疲れちゃった

NAO：犬は遊んでくれないし、もういいや

P21：おう、ダメなの？ がんばれ、諦めんなって！

NAO：(P22 の名前)

NAO：今日はありがとう

P21：まだだっ。終わんなって！

NAO：僕はそろそろ帰るね

NAO：バイバイ

P21：(NAO に手を振る)

P22 は負条件下では NAO の発話内容を繰り返した。一方で、正条件下では NAO が「うん... いい名前だね...」と発話していた際にテン（犬）が部屋の外へ出ようとした際に「ああ！」と発話したのみであった。

負条件：

NAO：テンちゃん！テンちゃん！

P22：テンちゃん！呼んでるよ！

NAO：コウタと遊んでくれないの？

NAO：ねえ、こっち来てよ

NAO：なんだか疲れちゃった

NAO：犬は遊んでくれないし、もういいや

P22：ああ、『なんだか疲れちゃった』って、『犬は遊んでくれないしもういいや』って

NAO：(P22 の名前)

NAO：今日はありがとう

NAO：僕はそろそろ帰るね

NAO：バイバイ

P22：バイバイ

5. 議論

我々のフィールド調査によって得られた知見は、主に以下の3点である。

- 質問票の結果から、NAO からペット動物に対するわずかな態度の差は、飼い主からロボットへの印象に影響

響を与えていた。

- NAO からペットへの態度がよりポジティブである条件下の方がネガティブな条件下よりも、飼い主が判断したペット動物からロボットへの印象は良かった。
- 行動分析の結果から、飼い主はペットに対して、NAO とのコミュニケーションを促そうとしていた。

飼い主、ペットそしてロボットの3者関係のなかで、NAO は一定の影響を持つことが確認された。検定の結果、所有者から NAO への印象は、NAO のペット動物に対する2つの条件下で大きく異なっていた。2つの条件の違いは、NAO がペットに話す5つの発話と飼い主への2つの発話のみであったが、飼い主から NAO への印象はポジティブな条件下の方が良かった。この結果から、NAO からペットへの言葉が、飼い主からロボットへの印象に影響を与えたと推測される。

我々が用意した NAO からペット動物への態度の2条件間で、飼い主が解釈したペットの NAO に対する印象は、「共感できる」以外の形容詞対において有意差が確認されなかった。飼い主が解釈したペット動物からの NAO への印象評価に関する形容詞対について、平均が5段階中3を超えたものはポジティブ条件であっても22対中5対のみであった。また、22対のうち7対の形容詞対では、ネガティブ条件の平均値の方がポジティブ条件よりもやや高かった。このことから、ペット動物から NAO への印象は条件にかかわらず全体的に良くなかったために、両条件間でのペット動物から NAO への印象に大きな差はなかったと考えられる。このため、本研究では、NAO への好感という点から、家庭における人、ペット、ロボットの関係についてバランス理論の成立が確認されたと結論することは難しい。

次に、我々はそれぞれの飼い主の行動分析を行った。我々の調査結果は、用意した2条件についてインタラクションにおける優劣を結論づけるものではない。しかし、NAO のペット動物に対する態度の違いは、飼い主に異なる行動を引き出していた。また興味深い例として、ネガティブな態度として設定した条件下において、一部の飼い主は、NAO にペット動物とのコミュニケーションを続けるように励ましの言葉をかけていた。同様に、NAO とペット動物の“間を取り持とうとする”飼い主の行動もみられた。

また、この状況は人とその人の子ども（特に幼児）、そしてロボットという状況と似ていると考えられる。ペット動物と同様に言葉でのコミュニケーションが不完全な幼児に関しても、他者に対して善行を行う人間を好む [15] など、人間同士のインタラクションが幼児の行動に影響を与えることが分かっている。幼児へのロボットの導入初期においては、保育者がロボットとのやりとりを見せながらロボットと幼児の仲立ちを行うという案も提唱されている [51]。ペット動物においても、対象と人間の関係性が行動に影響を与える。ペット動物のうち犬では、人間同士のインタ

ラクション [32] や飼い主と他者のインタラクション [4] が犬の行動に影響を与えることが分かっている。今回の研究において、飼い主は指差しなどによるペット動物の注意誘導にとどまらず、P4の「はい、『こんにちはー] って!」と犬にNAOへの挨拶をさせようとするなど、母親が幼児を他者に紹介するような、飼い主がペットを客人に紹介するような行動がみられた。社会的ロボットが飼い主の“間を取り持とうとする”行動を促せるとすれば、飼い主-ペット動物-ロボットの3者関係においてロボットの社会性は重要になってくるであろう。

この調査は参加者の人数に制限があるものの、これらの結果は社会的ロボットが人間とペットの関係に影響を持ち、飼い主の行動に変化を与えようということを示した。

6. 本研究結果の制限

動物に対して質問を行うことはできない。我々のフィールド調査では参加したペット動物からNAOに対する実際の印象を評価せず、バランス理論をベースにして“飼い主が判断したペットからNAOへの印象”を用いて評価を行った。しかし、Animal-Robot Interactionの進展のためには、ロボットが動物に与える実際の影響を測定する必要がある。動物と同じく、質問票に回答できない幼児を対象とした研究では、幼児からロボットへの関心をロボットからの距離とロボットを見つめた時間の測定によって評価を行った例がある [1], [7], [48]。

我々は動物の振舞いを理解するために、このような行動分析を用いることができる。動物行動学分野の研究においては、動物の性格や内的状態などを評価するために、動物の一連の行動を測定するプロトコル、つまり“エソロジー”が用いられる [5], [6], [41], [43]。しかし、専門の訓練を受けた者でなければこれらのエソロジーを正確に用いることは難しく、またプロトコルもしばしば更新される。さらに、エソロジーは犬種など品種によっても異なり、ロボットがそのような違いを把握してエソロジーを活用することは困難であろう。一方で、今日では科学技術の発展により、心拍や運動量などの測定によって動物の行動を評価するウェアラブルデバイスが登場してきた。今後の展望としてそのようなデバイスの利用や、家庭に持ち込める機器を利用したコントロールされた環境下での実験などがあげられる。

7. まとめ

コミュニケーション・ロボットが家庭での人と動物の関係に与える影響について調査するために、我々は実験的フィールド調査を行った。この調査において、コミュニケーションロボットであるNAOは10家庭を訪問し、全体で22人の参加者と12匹のペット動物（うち、犬が4匹、猫が8匹）がNAOと接した。調査の結果として、飼い主がNAOとペットの間を取り持とうとするような行動が観

察され、さらに、NAOのペット動物への発話内容の違いは、飼い主のNAOに対する印象に影響を与えていた。この結果は、社会性を付与されたエージェントは家庭における人と動物間の関係に影響を与えようということを示唆している。また、このフィールド調査はあくまで予備的なものであるため、より多くの被験者が参加する包括的な実験が必要とされる。

謝辞 本研究はJSPS科研費JP26118006の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Attamimi, M., Miyata, M., Yamada, T., Omori, T. and Hida, R.: Attention Estimation for Child-Robot Interaction, *Proc. 4th International Conference on Human Agent Interaction, HAI '16*, New York, NY, USA, ACM, pp.267–271 (online), DOI: 10.1145/2974804.2980510 (2016).
- [2] Brown, L.T., Shaw, T.G. and Kirkland, K.D.: Affection for people as a function of affection for dogs, *Psychological Reports*, Vol.31, No.3, pp.957–958 (1972).
- [3] Brugarolas, R., Roberts, D., Sherman, B. and Bozkurt, A.: Posture estimation for a canine machine interface based training system, *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE*, pp.4489–4492, IEEE (2012).
- [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] Durr, R. and Smith, C.: Individual differences and their relation to social structure in domestic cats, *Journal of Comparative Psychology*, Vol.111, No.4, p.412 (1997).
- [6] Feaver, J., Mendl, M. and Bateson, P.: A method for rating the individual distinctiveness of domestic cats, *Animal Behaviour*, Vol.34, No.4, pp.1016–1025 (1986).
- [7] Feil-Seifer, D. and Matarić, M.J.: Automated detection and classification of positive vs. negative robot interactions with children with autism using distance-based features, *2011 6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pp.323–330, IEEE (2011).
- [8] Ferworn, A., Wright, C., Tran, J., Li, C. and Choset, H.: Dog and snake marsupial cooperation for urban search and rescue deployment, *2012 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR)*, pp.1–5, IEEE (2012).
- [9] Friedmann, E., Katcher, A.H., Thomas, S.A., Lynch, J.J. and Messent, P.R.: Social interaction and blood pressure: Influence of animal companions, *The Journal of Nervous and Mental Disease*, Vol.171, No.8, pp.461–465 (1983).
- [10] Friedmann, E. and Thomas, S.A.: Pet ownership, social support, and one-year survival after acute myocardial infarction in the Cardiac Arrhythmia Suppression Trial (CAST), *The American Journal of Cardiology*, Vol.76, No.17, pp.1213–1217 (1995).
- [11] Ganster, D. and Voith, V.: Attitudes of cat owners toward their cats [Behavior, veterinary practice], *Feline Practice (USA)* (1983).
- [12] 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).
- [13] Gergely, A., Petr6, E., Top6l, J. and Mikl6si, 6.6.: What are you or who are you? The emergence of social interaction between dog and an unidentified moving object (UMO), *PLoS one*, Vol.8, No.8, e72727 (2013).
- [14] Gosling, S.D. and Bonnenburg, A.V.: An integrative approach to personality research in anthrozoology: Ratings of six species of pets and their owners, *Anthrozo6s*, Vol.11, No.3, pp.148–156 (1998).
- [15] Hamlin, J.K., Wynn, K., Bloom, P. and Mahajan, N.: How infants and toddlers react to antisocial others, *Proc. National Academy of Sciences*, Vol.108, No.50, pp.19931–19936 (2011).
- [16] Heider, F.: *The psychology of interpersonal relations*, Psychology Press (2013).
- [17] Hoffman, G., Birnbaum, G.E., Vanunu, K., Sass, O. and Reis, H.T.: Robot responsiveness to human disclosure affects social impression and appeal, *Proc. 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction*, pp.1–8, ACM (2014).
- [18] Hoffman, G., Forlizzi, J., Ayala, S., Steinfeld, A., Antanitis, J., Hochman, G., Hochendoner, E. and Finkenaur, J.: Robot presence and human honesty: Experimental evidence, *Proc. 10th Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, ACM, pp.181–188 (2015).
- [19] Hu, Y., Hu, S., Wang, W., Wu, X., Marshall, F.B., Chen, X., Hou, L. and Wang, C.: Earliest evidence for commensal processes of cat domestication, *Proc. National Academy of Sciences*, Vol.111, No.1, pp.116–120 (2014).
- [20] Hyde, K.R., Kurdek, L. and Larson, P.C.: Relationships between pet ownership and self-esteem, social sensitivity, and interpersonal trust, *Psychological Reports* (1983).
- [21] Johnson, S.B. and Rule, W.R.: Personality Characteristics and Self-esteem in Pet Owners and Non-owners, *International Journal of Psychology*, Vol.26, No.2, pp.241–252 (1991).
- [22] Kanda, T., Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M. and Nakatsu, R.: Effects of observation of robot–robot communication on human–robot communication, *Electronics and Communications in Japan (Part III: Fundamental Electronic Science)*, Vol.87, No.5, pp.48–58 (2004).
- [23] Katcher, A.H. and Beck, A.M.: New perspectives on our lives with companion animals, *International Conference on the Human-Companion Animal Bond (1981: University of Pennsylvania)*, University of Pennsylvania Press (1983).
- [24] Kidd, A.H. and Feldmann, B.M.: Pet ownership and self-perceptions of older people, *Psychological Reports*, Vol.48, No.3, pp.867–875 (1981).
- [25] Krause, J., Winfield, A.F. and Deneubourg, J.-L.: Interactive robots in experimental biology, *Trends in Ecology & Evolution*, Vol.26, No.7, pp.369–375 (2011).
- [26] Kubinyi, E., Mikl6si, 6.6., Kaplan, F., G6csi, M., Top6l, J. and Cs6nyi, 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 (2004).
- [27] Kuzuoka, H., Suzuki, Y., Yamashita, J. and Yamazaki, K.: Reconfiguring spatial formation arrangement by robot body orientation, *Proc. 5th ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction*, pp.285–292, IEEE Press (2010).
- [28] Ladha, C., Hammerla, N., Hughes, E., Olivier, P. and Ploetz, T.: Dog’s life: Wearable activity recognition for dogs, *Proc. 2013 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, pp.415–418, ACM (2013).
- [29] Lakatos, G., Janiak, M., Malek, L., Muszynski, R., Konok, V., Tchon, K. and Mikl6si, 6.6.: Sensing sociality in dogs: What may make an interactive robot social?, *Animal Cognition*, Vol.17, No.2, pp.387–397 (2014).
- [30] Leaver, S. and Reimchen, T.: 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 (2008).
- [31] Mancini, C.: Animal-computer interaction: A manifesto, *Interactions*, Vol.18, No.4, pp.69–73 (2011).
- [32] Marshall-Pescini, S., Passalacqua, C., Ferrario, A., Valsecchi, P. and Prato-Previde, E.: Social eavesdropping in the domestic dog, *Animal Behaviour*, Vol.81, No.6, pp.1177–1183 (2011).
- [33] Moon, H.B., Yang Kyu, L. and Jin Wan, P.: The use of photographs taken by variation in dog’s heartbeat for emotional measurements, *Proc. HCI Korea*, pp.134–138, Hanbit Media, Inc. (2016).
- [34] Morgan, C.L.: *An introduction to comparative psychology*, W. Scott, limited (1903).
- [35] Petr6, E., Abdai, J., Gergely, A., Top6l, J. and Mikl6si, 6.6.: Dogs (*Canis familiaris*) adjust their social behaviour to the differential role of inanimate interactive agents, *Animal Cognition*, Vol.19, No.2, pp.367–374 (2016).
- [36] Pollinger, J.P., Lohmueller, K.E., Han, E., Parker, H.G., Quignon, P., Degenhardt, J.D., Boyko, A.R., Earl, D.A., Auton, A., Reynolds, A., et al.: Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication, *Nature*, Vol.464, No.7290, pp.898–902 (2010).
- [37] Poresky, R.H.: Companion animals and other factors affecting young children’s development, *Anthrozo6s*, Vol.9, No.4, pp.159–168 (1996).
- [38] Satake, S., Kanda, T., Glas, D.F., Imai, M., Ishiguro, H. and Hagita, N.: How to approach humans?—strategies for social robots to initiate interaction, *2009 4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pp.109–116, IEEE (2009).
- [39] Savolainen, P., Zhang, Y.-P., Luo, J., Lundberg, J. and Leitner, T.: Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs, *Science*, Vol.298, No.5598, pp.1610–1613 (2002).
- [40] Shimada, M., Yoshikawa, Y., Asada, M., Saiwaki, N. and Ishiguro, H.: Effects of observing eye contact between a robot and another person, *International Journal of Social Robotics*, Vol.3, No.2, pp.143–154 (2011).
- [41] Slater, P.: Data collection, *Quantitative ethology*, pp.7–24 (1978).
- [42] Srinivasan, V. and Takayama, L.: Help me please: Robot politeness strategies for soliciting help from humans, *Proc. 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.4945–4955, ACM (2016).
- [43] Van den Berg, L., Schilder, M. and Knol, B.: Behavior genetics of canine aggression: Behavioral phenotyping of golden retrievers by means of an aggression test, *Behavior Genetics*, Vol.33, No.5, pp.469–483 (2003).
- [44] Vigne, J.-D., Guilaine, J., Debue, K., Haye, L. and G6rard, P.: Early taming of the cat in Cyprus, *Science*, Vol.304, No.5668, pp.259–259 (2004).
- [45] Voith, V.L.: Attachment of people to companion animals, *The Veterinary Clinics of North America. Small*

- Animal Practice*, Vol.15, No.2, pp.289–295 (1985).
- [46] Yonezawa, K., Miyaki, T. and Rekimoto, J.: Cat@Log: Sensing device attachable to pet cats for supporting human-pet interaction, *Proc. International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, pp.149–156, ACM (2009).
- [47] Young, J.E., Hawkins, R., Sharlin, E. and Igarashi, T.: Toward acceptable domestic robots: Applying insights from social psychology, *International Journal of Social Robotics*, Vol.1, No.1, pp.95–108 (2009).
- [48] 高橋英之, 宮崎美智子, 岡田浩之, 大森隆司:「新奇性」と「親近性」の軸から子どもとロボットの関係性を捉える, HAI シンポジウム 2011, 技術報告, I-2B-2 (2011).
- [49] 今野晃嗣, 長谷川壽一, 村山美穂: 動物パーソナリティ心理学と行動シンドローム研究における動物の性格概念の統合的理解, *動物心理学研究*, Vol.64, No.1, pp.19–35 (2014).
- [50] 坂本大介, 小野哲雄: ロボットの社会性: ロボットが対話者間の印象形成に与える影響評価, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol.8, No.3, pp.61–70 (2006).
- [51] 川崎賢人, 棟方 渚, 小野哲雄: ロボットと幼児の初期的インタラクションにおける仲介者の役割: 幼児の性格特性に応じたロボットのターンテイキング行動選択の効果, HAI シンポジウム 2015, pp.133–135 (2015).
- [52] 中澤 諭, 中西英之, 石田 亨, 高梨克也ほか: バランス理論を用いた社会的エージェントの分析, *情報処理学会論文誌*, Vol.43, No.12, pp.3607–3616 (2002).
- [53] 藤崎亜由子: 人はペット動物の「心」をどう理解するか: イヌ・ネコへの言葉かけの分析から, *発達心理学研究*, Vol.13, No.2, pp.109–121 (2002).
- [54] 門脇克典, 小林一樹, 北村泰彦: マルチエージェント説得における社会的均衡関係の影響, *コンピュータソフトウェア*, Vol.26, No.4, pp.4_173–4_180 (2009).
- [55] 鈴木もとこ, 清 雄一, 田原康之, 大須賀昭彦ほか: 家庭におけるペット-ロボットインタラクション—ロボットは犬の世話をすることができるのか, *マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集*, Vol.2016, pp.671–676 (2016).



春日 遥 (学生会員)

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。2017年同大学大学院情報科学研究科修士課程進学。



坂本 大介 (正会員)

2008年公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科博士(後期)課程修了。博士(システム情報科学)。国際電気通信基礎技術研究所(ATR)にてインターン, 東京大学にて日本学術振興会特別研究員PD, JST ERATO五十嵐デザインインタフェースプロジェクト研究員, 東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻助教, 特任講師を経て, 現在, 北海道大学大学院情報科学研究科准教授。人とロボットを含む情報環境とのインタラクション設計に関する研究に従事。



棟方 渚 (正会員)

2008年公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科博士後期課程修了。同年札幌市立大学デザイン学部助手。2010年北海道大学大学院情報科学研究科特任助教。2013年同大学院同研究科助教, 2017年京都産業大学情報理工学部准教授, 現在に至る。博士(システム情報科学)。人間と人工物との持続的なインタラクションに関する研究に興味を持つ。日本バーチャルリアリティ学会, ヒューマンインタフェース学会, ACM各会員。



小野 哲雄 (正会員)

1997年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了。同年(株)ATR知能映像通信研究所客員研究員。2001年公立ほこだて未来大学情報アーキテクチャ学科助教授, 2005年同学科教授。2009年北海道大学大学院情報科学研究科教授, 現在に至る。博士(情報科学)。ヒューマンエージェント/ロボットインタラクション(HAI/HRI), インタラクティブシステムに関する研究に従事。情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本ロボット学会, ACM各会員。