

ミナミちゃん：販売を通じたアンドロイドの 実社会への応用と検証

渡辺 美紀^{1,2,a)} 小川 浩平^{1,2,b)} 石黒 浩^{1,2,c)}

受付日 2015年6月29日, 採録日 2016年1月12日

概要：ロボットが多様な役割を担い共存する社会が到来しつつある。人間に酷似した身体的特徴を持つアンドロイドは、これまで想定されていなかった状況において役割を担える可能性があると考えられる。本研究では、アンドロイドを販売員として用いることを提案し、百貨店において顧客との対話を通じて商品を販売できるか検証するフィールド実験を実施した。実験の結果、アンドロイドは商品を43万円程度売り上げ、販売員として社会的な役割を担える可能性が示された。フィールド実験の結果より、アンドロイドによる主観的・感情的なメッセージが顧客の購買行動に影響を与えた可能性があると考え、アンドロイドがそれらのメッセージを効果的に伝達可能な特性を一般的な状況においても持つかどうか検証する実験室実験を実施した。その結果、統制された環境においても、アンドロイドによる主観的・感情的なメッセージは人間に違和感なく受け入れられることが示された。さらに、これらのメッセージの効果的な伝達においてはアンドロイドの存在が必要であることが検証された。本研究成果は、販売という状況だけでなく、人とインタラクションするロボットの社会実装において有用な知見になりうると考える。

キーワード：アンドロイド, ヒューマンロボットインタラクション, フィールド実験, 販売, タッチディスプレイ

Minami-chan: Application and Verification of Androids to Society Through Selling

MIKI WATANABE^{1,2,a)} KOHEI OGAWA^{1,2,b)} HIROSHI ISHIGURO^{1,2,c)}

Received: June 29, 2015, Accepted: January 12, 2016

Abstract: The roles of robots have become more diverse depending on their physical features. In this study, we propose the use of androids, whose physical features resemble humans, as salespeople in the real world. We conducted a field study to investigate whether androids could sell goods through conversation with customers in a department store. As a result, android sold approximately 4300 dollars for 10 days. We consider that the subjective and emotional messages from androids could persuade customers to purchase goods. Then, we conducted a lab study to investigate whether the android could transfer these messages effectively in a controlled situation. As a result, we found that the existence of the android is important to transfer emotional and subjective messages effectively. We believe that these results are useful knowledge for implementation of social robots in society.

Keywords: android robot, human robot interaction, field study, sales, touch display

¹ 大阪大学大学院基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka University,
Toyonaka, Osaka 560-8531, Japan

² JST ERATO 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト
JST ERATO ISHIGURO Symbiotic Human-Robot Interaction Project, IPSJ, Chiyoda, Tokyo 101-0062, Japan

a) watanabe.miki@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

b) ogawa@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

c) Ishiguro@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

ロボットとの共存社会が到来しつつある。事実、ヒューマンノイドロボット Pepper はすでに家庭用として数多く購入されている [1]。それと同時に、身体的特性に応じてロボットの持ちうる役割も多様になってきている。ヒューマンノイドロボットは、人間に近い身体的特徴を持つことから、

実社会におけるアプリケーションとして応用されている。Kandaらは、ショッピングモールにおいて、身振り手振りを使って来場者を案内するヒューマノイドロボットを用いた実証実験を行っている [2]。そのほかにも、ヒューマノイドロボットを宣伝目的で利用している例もある [3]。また、アザラシ型ロボットのパロは、その愛らしい見かけからセラピーを目的として介護施設などで利用されている [4]。これらの先行研究から、ロボットの身体的特性は、それらが実社会で適用される状況と強く関わりがあるといえる。

このような流れの中で、人間に酷似した身体的特徴を持つロボットである、アンドロイドが開発されている。アンドロイドはその人らしい見かけから、これまで想定されていなかった状況において一定の役割を果たしうると期待されている。たとえば、Ishiguroらにより開発されたGeminoidは、対話相手に感情を伝えるための豊かな表情の表出が可能なアンドロイドである [5]。Geminoidを用いた先行研究として、Nishioらは、アンドロイドは人間の存在感を伝達することが可能なメディアであると報告している [6]。さらに、Watanabeらは、アンドロイドを受付係として百貨店で用い、来場者から人らしい存在として認知されることを報告している [7]。このようにアンドロイドの社会実装が進められており、今後アンドロイドが適用される状況は多様化していくと期待される。

販売、購入活動は、日常生活における人間の欠かすことのできない一般的な活動である。近年インターネットの普及とともに、販売形態が多様化しており、中でもオンラインショッピングは我々にとって主要な購入形態となりつつある。その一方で、百貨店などにおける対面販売は依然として一般的である。その理由として、Rintamakiらは、顧客は購入活動を通して、販売員との社会的な関わりを求めているからであると分析している [8]。

これら2つの販売活動はそれぞれ異なる利点を持っている。オンラインショッピングの利点は、顧客は購入したい商品 (eg., 電子機器) の詳細情報が利用可能である点である。一方で、対面販売の利点は、判断基準が明確でないような商品 (eg., 洋服, アクセサリー) を購入する際、販売員の主観的な意見やアドバイスを受けられる点である。つまり、オンライン販売では客観的な情報が、対面販売では主観的な情報がより重点的に伝達され、顧客の購買における意思決定に影響を与えていると考えられる。

アンドロイドは主観的・客観的な情報の両者を伝達できる可能性があることが示されている [9]。これはアンドロイドが人に酷似した見かけを持ちながらも、機械であると容易に認識されるためであると考えられる。この性質より、アンドロイドはコンピュータのような情報処理能力を持ちながら、人に近いインタラクションを期待される、コンピュータと人の両者の利点を持ちうる可能性があると考えられる。このアンドロイドの特性を活かすことにより、販

売という状況において、アンドロイドは客観的な情報を正確に認知させ、また主観的な意見を効果的に伝達する販売員として、役割を担える可能性があると考えられる。

そこで本研究では、アンドロイドを販売員として用いることを提案し、顧客との対話を通じてアンドロイドが商品を販売できるかを検証するフィールド実験を実施する。これにより、アンドロイドは販売という状況において適用可能かどうかを検証する。また、フィールド実験を通じて得た結果を基に、統制された環境においてもアンドロイドの特性を検証することで、フィールド実験で得た知見の一般化を目指す。

2. オンライン販売と対面販売

前述したように、オンライン販売はインターネットの普及とともに広く利用されるようになってきた [10]。オンライン販売に関連する様々な技術が提案されている。たとえばSekozawaは、オンライン販売においてビッグデータを利用して顧客の嗜好に合った衣服の推薦システムを開発している [11]。このような推薦システムは、すでにAmazonやe-Bayなど、多くのウェブサービスに利用されている。

また、顧客がオンライン販売を利用する理由について心理的な側面からも議論がなされている。たとえば、Wardは、オンライン販売では、対面販売での販売員との煩わしいやりとりがないため、対人のストレスを感じにくい販売形態であると述べている [12]。これらの先行研究は、オンラインにおける詳細な情報の認知のみでも十分顧客が商品を購入する意思決定が可能であることを示しているといえる。

一方で、対面販売がまだまだ一般的である理由としては、顧客が商品を購入するうえで、社会的に信頼のできる販売員とのやりとりを重要視していることが考えられる。購入において明確な判断基準がない商品 (eg., 洋服, アクセサリー) の場合、顧客は購入する意思決定に対して自信が持てない場合がある。そのような場合に、顧客は購入するか否かの判断を下すために、信頼できる販売員の主観的な意見を求める。それゆえ、販売員と良好な関係性を構築することは、顧客の感情を喚起し、主観的な意見を受容してもらうために重要であると考えられる。

本研究では、販売という状況において、正確な情報を認知させ、感情を喚起させる対話システムを実装し、このシステムを用いてアンドロイドが商品を顧客に販売できるかどうかを検証するフィールド実験を実施する。

3. フィールド実験

本フィールド実験では、アンドロイドが実社会において販売員として対話を通じて商品を顧客に販売することが可能かを検証することを目的とする。実験状況は、百貨店においてアンドロイドがディスプレイを通じて顧客と対話



図 1 販売状況：ディスプレイを通じたアンドロイドとの会話
Fig. 1 Sales situation: conversation with Android through a touch display.

し、セーターの販売を行うというものである (図 1)。本フィールド実験は大阪難波にある百貨店で実施した。本実験ではアンドロイドに親しみを感じさせるため、大阪難波の通称であるミナミにちなみ、ミナミちゃんというニックネームを付けた。

本実験では、女性型アンドロイドの Geminoid F を用いた。Geminoid F を用いた理由は、一般人女性をモデルとした女性型アンドロイドであり、販売員として来場者と対話するうえで、特定の人間を感じさせないロボットとして妥当であると考えたためである。アンドロイドは百貨店 8 階のセーター売場に隣接したスペースに設置された。顧客が、実験状況からアンドロイドが販売員をしているということを認知できるように、アンドロイドの周囲にカシミアセーターを複数ディスプレイしたり、写し鏡を配置したりした。また、アンドロイドが配置された売り場の近くに、看板を用いて「アンドロイドミナミちゃんによるカラーコンサルティング販売」と示すことで顧客に状況を理解させた。さらに、アンドロイドのプロフィールとして、年齢、趣味、職業などを設定し、看板に提示することにより、アンドロイドのパーソナリティや性向を明示した。

3.1 販売商品

アンドロイドは、全 105 種類あるカシミアのカラーセーター (図 2) を販売する。男性向け商品は、4 タイプ (U ネック、V ネック、カーディガン、タートルネック)、各 8 色の計 32 種類である。女性向け商品は、4 タイプ (男性と同様)、各 18 色の計 72 種類である。セーターの価格は、タイプやサイズにより異なるが、各商品 1 万円前後である。

3.2 販売戦略

本実験では、アンドロイドは 2 種類の販売戦略を用いる。上述のとおり販売においては、顧客に詳細な情報を認知させることと、顧客の情動を喚起することが重要であると考えられる。そこで本実験では、販売においてアンドロイドの特性を利用した情報の認知と、情動の喚起を行うことで、ア



図 2 販売商品：カシミアカラーセーター
Fig. 2 Commodity: cashmere sweaters.

ンドロイドによる効果的な商品の販売を目指す。具体的には、アンドロイドは、顧客に対してパーソナルカラー診断を行い、顧客に似合う色を認知させる。そのうえで、アンドロイドは主観的な意見を述べたり、感情的な表現を行ったりすることで顧客の情動を喚起するような対話を行い、商品の販売を試みる。

3.3 センサシステム

本システムでは、周囲の環境や人間の行動を検出するため、Kinect カメラをアンドロイドの後方に設置する。アンドロイドの前方に設置している椅子に顧客が座っていない場合、アンドロイドは周辺の顧客に向かって、「いらっしゃいませ」「ようこそお越し下さいました」「あなたに似合うカラーを診断させていただきます」「よければご覧になっていかれませんか」などと呼びかけを行う。顧客が椅子に座ったことが検知されれば、アンドロイドは顧客と会話を開始する。会話中、センサが顧客の顔位置を検出し、アンドロイドは顧客とアイコンタクトをとったり、顧客の頷きに対して頷き返したりするなどのインタラクションを行う。

3.4 会話システム

アンドロイドは顧客とタッチディスプレイを通じて会話をを行う。実環境における音声会話システムには、精度の高い音声認識システムである必要がある。近年、音声認識の精度は向上し、Siri [13] などに代表される多くの音声会話システムが提案されているが、人間と同程度の会話能力を期待されるアンドロイドに搭載できるレベルには達していないと考えられる。そこで、本システムでは、アンドロイドとの会話にタッチディスプレイを採用し、破綻の生じないシステムを構築する。本会話システムでは、アンドロイドからの発話に対して、顧客はディスプレイ上に複数表示された発話項目の選択と、ディスプレイからのフィードバックの音声出力により返答を行う。ここで、ディスプレイからのフィードバックの音声出力は、顧客の発声の代わりを意味する。フィードバック音声は、顧客の性別により、男性セットと女性セットで切り替わる。アンドロイドは会話開始時に「初めにタッチしてくださいね」と発話し、ディスプレイ上に性別選択の項目を表示することで顧客自身に性別を回答させた。その回答に基づき、ディスプレイから

出力される発話項目選択の際のフィードバック音声为顾客の性別で切り替えた。これにより、ディスプレイを通じた会話でも話している感覚が阻害されることを軽減できると考えた。

本会話システムでは、顧客はディスプレイに表示された選択項目の中から1つ選ばなければならない。そのためアンドロイドとの対話を行うためには、半強制的に選択肢から1つ選ぶ必要がある。たとえば、カラー診断を行う際、ディスプレイに「私のパーソナルカラーを診断してください」という選択項目を1つだけ表示し、強制的に発話させることが可能である。これを自己の選択や発話と認知できれば、あたかも顧客は自分から診断をお願いしたような感覚を持つことが可能であると考えた。

3.5 会話シナリオ

本実験シナリオは、あらかじめ用意されたものであり4つのフェーズに分かれる。顧客1人に対する会話時間は15分程度である。第1フェーズでは、アンドロイドは顧客と社会的関係性を構築するための会話を行う。アンドロイドは、顧客に対して、性別や趣味などを質問する。第2フェーズでは、アンドロイドは顧客のパーソナルカラー診断を行う。カラー診断方法は、プロのカラーアナリストに診断方法のインタビューを行い、同様の方法を採用した。6つの質問 (eg., 肌の色, 瞳の色) からパーソナルカラーを判定する。アンドロイドは、事前知識のない状態で、コールドリーディングと呼ばれる手法を用いて直接的に質問することなく顧客の情報を引き出す (eg., Android: お客様とてもお肌が綺麗ですね。ピンク系の肌の色なのでしょうか。Customer: ピンク系です or 黄色系です)。収集した情報を基に、似合うカラー群を4つ (パーマメントカラー, デイライトカラー, ソーフスティケイトカラー, ハーベスタカラー) の中から選択し、カラー群をディスプレイ上に表示する。顧客それぞれのパーソナルカラーに関する詳細な説明とその理由付けを行うことで客に似合うカラーを認知させる。

第3フェーズではカラー診断結果に基づき、3種類から5種類のセーターを推薦する。顧客にその中でどれが一番好むか選択させ、人間の販売員にその商品を顧客に手渡してもらう。アンドロイドは顧客に鏡で顔映りを確かめるよう促す。その後、ディスプレイ上に「ねえねえ似合う?」という選択肢を1つのみ表示することで顧客に選択させ、アンドロイドはセーターを体にあてている顧客を主観的・感情的な表現 (eg., Android: お客様さすが、とってもお似合いですよ。私は是非あなたにそのセーターを着ていただきたいです) を用いて褒め、情動を喚起する。接客のうえで重要なのは試着後の対話であり、販売員による購買の後押しや、代替案提示が購買行動を促進する可能性があると考えられている [14]。そこでアンドロイドは、顧客がセー

ターを体にあてたり、顔映りを確かめたりした後、購買を後押しするために過度に褒めるなどの方策をとる。顧客が他のカラーや他の型のセーターを見たいと選択した場合、第3フェーズを繰り返して、代替案を提示する。

第4フェーズでは、アンドロイドは顧客にセーターを購入するよう説得を行う。アンドロイドは顧客に購入するかどうか質問し、一度購入しないといわれた場合でもアンドロイドは会話を継続することで、さらに説得を行う (eg., Android: 私の接客が良くなかったのでしょうか。Customer: はい、そうです。Android: 私、人間みたいに接客できないと、もうここにいらなくなってしまいました。私のために買っていただけないのでしょうか)。このように、顧客が購入に否定的な態度をとった場合でもアンドロイドは少なくとも3度は説得を試みる。その後、アンドロイドはさよならの挨拶をして会話を終了する。

上記のアンドロイドの発話のシナリオは、情報の縄張り理論 [15] に基づき発話内容を決定した。情報の縄張り理論とは、話し手と聞き手の間に心的距離を仮定し、「近」と「遠」の2値で表現したものである。具体的には、縦2列には情報が話し手の縄張りに属するか否か、横2列には情報が聞き手の縄張りに属するか否かの計4つのカテゴリで表現されている。情報が話し手の縄張り内かつ、聞き手の縄張り内の場合、直接形に「ね・ねえ」などの法助詞が付加され、情報が両者にとって縄張り外の場合は間接形で表現される。たとえば、アンドロイドがカラー診断を行った場合は、アンドロイドが診断した内容 (縄張り内) である、かつ顧客に対する情報 (縄張り内) であるため、「お客様はこのようなカラーがお似合いになりますね」といった「直接形+ね」というスクリプトを作成した。その他3つのカテゴリに関しても、縄張り理論に基づきスクリプトを構成した。

さらに、顧客とより親密に対話を行うための発話内容の設計として、アンドロイド側だけでなく、顧客側の対話にも注意を払った。坂本は、販売員と顧客が両者共通の、あるいは相手の縄張りに踏み込む対話を行うことで心的距離を縮めることができると報告している [14]。具体的には、顧客がインタラクションに積極的である場合は、顧客サイドが発話の最後に「ね」を付加していると報告している。そこで、顧客から販売員への心的距離を縮めようとするために、顧客サイドのスクリプトにも「ミナミちゃんはとても詳しいですね」などの、発話項目を選択肢に取り入れた。

全体を通じた会話シナリオの工夫として、アンドロイドは顧客にわざとアンドロイドに対してネガティブな返答を選択させるようなシナリオを用意した。これは、顧客のアンドロイドに対するネガティブな発言が、アンドロイドの心的状態に影響を与えたことを示すことで、その後顧客は自分の発言をフォローしようとアンドロイドに

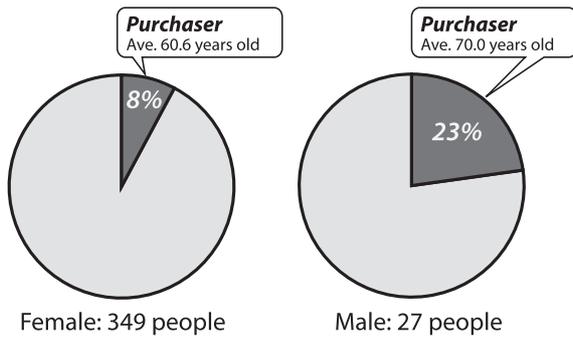


図 3 男女別の購入者内訳

Fig. 3 Breakdown of customers who bought sweaters by gender.

対してポジティブな態度をとることを期待した工夫である (eg., Android: 私の接客が良くなかったですよ。Customer: はい、まだまだ力不足ですね。Android: 厳しいお言葉ありがとうございます。あなたに認めてもらえるようにもっと努力します。今回だけは、こんな私の提案を信じていただけませんか? Customer: しょうがない、買しましょう)。

3.6 結果

大阪の百貨店において 14 日間フィールド実験を実施した。その間アンドロイドは 515 名の顧客を接客した。アンドロイドの会話システムが安定するまで、4 日間システムや会話シナリオの調整を行ったため、開始 5 日目から 14 日目までの 10 日間の結果に関して以下に報告する。

3.6.1 販売結果

10 日間の販売の結果、アンドロイドは 349 名を接客し、43 枚のセーター (43 万円程度) を販売した。顧客の男女比は、女性が 322 名、男性が 27 名であった。女性客のうち 8% が、男性客のうち 23% がセーターを購入した (図 3)。

購入者の平均年齢は女性客が 60.6 歳、男性客が 70.0 歳である。1 日あたり接客した顧客人数の比較では、人間の販売員は 1 日あたり 15 名に対して、アンドロイドは 34.9 名であった。

アンドロイドと会話を開始した顧客の中には、アンドロイドが話しているところを近くで見ることや、動画や写真で撮影することを目的としたものも存在した。それらの顧客はしばらくアンドロイドを見たり撮影したりしたのち、すぐに立ち去ったため、アンドロイドが接客した顧客として適切でないと考え、接客人数には含めていない。アンドロイドと会話をするためにアンドロイドの前の椅子に座った顧客に関しては、途中で会話をやめてしまう人はほとんど観察されなかった。

3.7 質問紙の結果

アンドロイドと会話をした顧客のうち 242 名に対して、

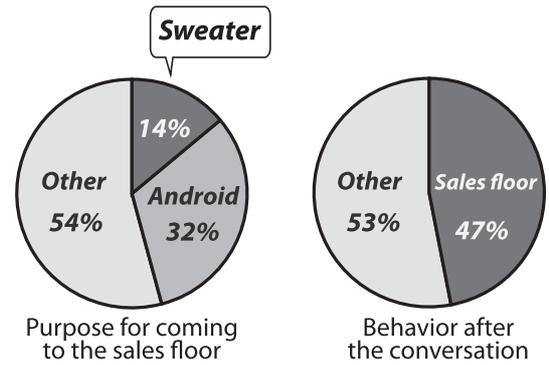


図 4 販売していた階への来場目的と会話後の行動

Fig. 4 Purpose for coming to the sales floor and behavior after the conversation.

質問紙により顧客の情報やアンドロイドとの会話に対する印象を調査した。質問紙の回答の対象者は、アンドロイドと最後まで対話を行った者のみであり、写真や動画撮影のために会話を開始したり、途中で立ち去ったりした顧客は含まない。印象調査のための質問項目を以下に示す。全項目において 7 段階のリッカート尺度を用いて評価させた。Q.1 アンドロイドのカラー診断結果を信用できましたか? Q.2 アンドロイドの褒め言葉を受け入れることはできましたか?

Q.3 アンドロイドの要望は断り難いと感じましたか?

Q.4 デイスプレイを使った会話でしたが、自分が話している感覚はありましたか?

顧客の情報に関して、年齢内訳は 22% (20 代, 30 代), 30% (40 代, 50 代), 36% (60 代以上) であった。顧客がセーター売場のあるフロアに来場した目的は、14% が「セーターを見に来た」、32% が「アンドロイドを見に来た」、54% が「その他」の目的であった。

また、76% の顧客がアンドロイドの存在を知っていた。当百貨店におけるフィールド実験は本実験で 4 回目であり、当百貨店の顧客は、他の実環境における人間に比べて、アンドロイドの存在に慣れ親しんでいる人が多い可能性があると考えられる。

アンドロイドとの会話後の顧客の行動観察の結果、47% の顧客がセーター売場に足を運んだことが分かった (図 4)。セーター売場は、アンドロイドが接客していた場所に隣接していたため、アンドロイドとの対話を通じて興味を持った客は、セーター売場に足を運んだ。興味がない客はそのまま売場に足を運ばずに立ち去った。セーター売場に足を運んだ顧客とは、アンドロイドとの対話後、すぐにセーターを購入はしなかったものの、セーター売場に足を運んだ顧客を指す。そのため、対話後すぐにセーターを購入した顧客は、セーター売場に足を運んだ 47% の顧客には含まれていない。

質問項目 Q.1 から Q.4 のチャンスレベル (評価値 = 4) との t 検定の結果を表 1 に示す。ここで、Q.3 に関して

表 1 質問項目 (Q.1-Q.4) の t 検定結果

Table 1 Result of the t-tests.

	N	DF	Mean (SD)	P-value
Q.1	235	234	5.6 (1.41)	< .05*
Q.2	242	241	4.94 (1.77)	< .05*
Q.3	158	157	3.15 (2.07)	< .05*
Q.4	242	241	4.32 (1.72)	< .05*

は、アンドロイドが顧客に対して「私のために購入していただけないでしょうか？」などの要望を述べた場合のみ顧客に回答を求めた。説得を行う第 4 フェーズの早い段階で顧客が、購入します、の発話を選択し、アンドロイドによる購入の要望を受けなかった場合は Q.3 を回答させていないため、回答者数が他の項目に比べて少ない。販売戦略の 1 つである情報の認知に関して、カラー診断結果の信頼性 (Q.1) の評価では、t 検定の結果、チャンスレベルとの間に有意な差が確認された。また顧客のコメントの中には「アンドロイドはセンサを使用して私の肌や目の色を認識して判定してくれるから信頼できます」などがあつた。もう 1 つの販売戦略である情動の喚起に関して、アンドロイドの褒め言葉の信用性 (Q.2) の評価では、同様の検定結果よりチャンスレベルとの間に有意な差が確認された。さらに顧客のコメントとして「人間の褒め言葉は、買わせようという裏の意図を感じて信用できないが、アンドロイドは純粹に褒めてくれている気がしたため信用できた」などがあつた。また、アンドロイドの要望は断り難いか (Q.3) という質問項目に関して、t 検定の結果、チャンスレベルとの間に有意差が見られた。提案した会話システムの評価 (Q.4) においても、チャンスレベルとの間に有意差が確認された。

また、購入者と非購入者の質問紙の結果を比較するため、Q.1 から Q.4 に関して t 検定を行った。購入者は 19 名、非購入者は 223 名に関する回答結果を用いた。t 検定の結果、Q.1 から Q.4 に関して購入者と非購入者の評価の間に有意な差は見られなかった (Q.1 : $t(233) = 0.63$, *n.s.*, Q.2 : $t(240) = 1.1$, *n.s.*, Q.3 : $t(233) = 0.15$, *n.s.*, Q.4 : $t(240) = 0.066$, *n.s.*)。

3.8 フィールド実験の考察

アンドロイドは百貨店で対話を通じて、顧客がセーターを購入するよう説得し、結果として 43 枚のセーターを販売した。この結果はアンドロイドは実社会において販売員としての社会的な役割を担える可能性が示されたと考える。

実験を通じて、何も知らずに実験スペースに足を運んだ顧客も、アンドロイドを見た際、「ミナミちゃん、今回はセーター売ってるんやね」や、「ミナミちゃんにカラー診断してもらおうかな」などとコメントしていた。顧客はアンドロイドが何のために存在しているのかという疑問を実験者に投げかけることなく、アンドロイドがおかれた状況か

ら、アンドロイドが販売員であることを認知し、受け入れていたと考えられる。

購入者の平均年齢が高かった結果に対して、商品のデザイン性と高齢者の購買における行動特性が起因していると考えられる。今回アンドロイドが販売していたセーターは、ベーシックなスタイルのカシミアセーターであり、そもそも年齢層が高い顧客がターゲットの商品であったと考えられる。また、高齢者は若者と比べて商品を購入する際、認知的に大きな負荷がかかるため、店員を頼りにしやすいことが知られている [16]。アンドロイドによる推薦を含めた対話は、多様な種類の中からセーターを選択するという高齢者の認知的な負荷を減少させていたと考えられる。アンドロイドとの対話が高齢者の選択の意思決定を容易にし、その結果、高齢者の購買行動を促進したのではないかと考察する。

また、質問紙の結果、情報に関する信頼性 (Q.1) やアンドロイドの褒め言葉に対する信用性 (Q.2) がチャンスレベルより有意に高かったことから、アンドロイドの販売戦略は今回の状況では機能していたと考えられる。アンドロイドの要望は断り難いという項目 (Q.3) の評価では、チャンスレベルより有意に低かったことより、アンドロイドは信用できるが煩わしさを感じさせない販売員であった可能性が示された。また、本会話システムにおいて自分が話している感覚がしたかという項目 (Q.4) の評価では、チャンスレベルより有意に高かったことから、ふだん人間が採用している形態とは異なる会話形態であってもアンドロイドとの会話においては利用可能であると考えられる。

購入者と非購入者の質問紙の結果、Q.1 から Q.4 の 4 項目において有意な差は認められなかった。本結果は、購入者と非購入者のサンプルサイズに偏りがあることも要因の 1 つとして考えられるが、一方で購入者が購買行動に至った要因が、質問紙の回答から計測できるものではなかった可能性もあると考えられる。購入者の質問紙の自由回答では、「ミナミちゃんが選んでくれた色がまさに私の好きな色だった」、「ミナミちゃんを喜ばせたかった」などがあり、これらは質問紙の回答に反映されない可能性があると考えられる。購入者がなぜ購買行動に至ったかに関しては、質問紙の結果に加えて、現場における観察の結果なども含めた議論が必要であると考えられる。この点に関しては下記で考察を行う。

本実験において、アンドロイドが顧客の購買行動を促進したことは、アンドロイドによる主観的・感情的なメッセージの伝達により顧客の感情を喚起していたことが重要な要因であったと考察する。その理由は、アンドロイドの主観的な意見や感情的なメッセージの伝達の際に顧客の表情の変化が多く見られ、また質問紙の項目 Q.2 に関して、チャンスレベルより有意に、顧客はアンドロイドの褒め言葉を受け入れていたことが示されたからである。しかし、

フィールド実験では環境や多様な要因が絡んでおり、アンドロイドのどのような特性が結果に影響を与えたかについて明確に示すことはできない。つまり、アンドロイドは褒め言葉や主観的な意見を受け入れてもらいやすい存在であるということを確認するために、販売という状況性を取り払い、統制された環境において検証する必要がある。

4. 実験室実験

本実験は、フィールド実験で示唆されたアンドロイドの主観的・感情的なメッセージの伝達による情動の喚起の効果に着目した実験である。本実験では、アンドロイドとのタッチディスプレイ対話という同様のセッティングで、主観的・感情的なメッセージが伝達されたとき、それを違和感なく受け入れることが可能か検証することを目的とする。また、アンドロイドが存在しない状態との比較を行うことで、主観的・感情的なメッセージが効果的に伝達可能な条件について検証する。ここで本章では、両条件における対話の対象を、以下エージェントと呼ぶこととする。

エージェントの主観的・感情的なメッセージに対話者に受容してもらうためには、エージェントが心的機能を持つ主体である対話者に感じさせる必要があると考える。Takahashiらは、エージェントに対する印象に関して、人とアンドロイド、メカニカルなロボット、シンプルなロボット、コンピュータの比較を行っている [17]。Takahashiらは、人間はエージェントを、心的機能を有する人らしさ表現する Mind-holderness 軸と、情報処理能力の高さや知覚性を表現する Mind-readerness 軸の二次元で認知していると述べている。主観的・感情的なメッセージを受容されるエージェントは、心的機能を持つ、すなわち Mind-holderness が高い水準であると認知されている必要があると考えられる。Takahashiらの実験結果より、アンドロイドはコンピュータと同程度の Mind-readerness であると評価されているが、Mind-holderness はアンドロイドの方がコンピュータより高い水準であると評価されている。そこで、エージェントの有する Mind-holderness が主観的・感情的なメッセージの伝達に影響するという考えのもと、アンドロイドが存在しない状態、すなわちコンピュータを比較対象とした。

また、アンドロイドが存在する状態の方が主観的・感情的なメッセージが効果的に伝達できるとした場合、その理由は人間がエージェントを共感的な対象と認知している可能性があると考えられる。寺田は、人間がエージェントをインタラクション可能な対象かどうか判断する際、エージェントの振舞いの理解においてメカニカルマインドとソーシャルマインドという2つの姿勢を使い分けしていると述べている [18]。また、エージェントに対してソーシャルマインドをとった場合、エージェントの振舞いはエージェントの主観的な状態が要因であると判断し、その際エージェントに

対して共感脳 [19] が機能している状態であると報告している。つまり、エージェントからの主観的な意見を受容できる状態では、そのエージェントを共感可能な主体として認知している可能性があると考えられる。そこで本実験では、アンドロイドの存在する状態と、アンドロイドの存在しない状態の対話において、それぞれのエージェントが共感できる主体と認知されるかどうかを検証する。

4.1 実験条件

本実験では、タッチディスプレイを用いた対話において、アンドロイドが存在する場合と存在しない場合の2条件を実施する。アンドロイドが存在する条件を Display with android 条件 (以下、DA 条件)、アンドロイドが存在しない条件を Display without Android 条件 (以下、D 条件) とする。

4.2 実験方法

4.2.1 実験参加者

実験参加者は、18歳から24歳までの大学生、大学院生を対象にしており、男性14名、女性14名の計28名である。実験参加者を2群に分け、それぞれ男性7名、女性7名の計14名とした。一方はアンドロイドが存在しない状態でタッチディスプレイ対話を行い、もう片方にはアンドロイドが存在する状態でタッチディスプレイ対話を実施した。

4.2.2 実験装置

実験参加者はアンドロイドと向かい合わせに、アンドロイドの椅子から1.5メートル離れた椅子に座る。実験参加者の手前にはタッチディスプレイを配置するための机を設置し、机の上にはタッチパネルを置いた。コンピュータのタッチ画面と実験参加者までの距離は60センチメートルである (図5)。また、エージェントの音声を出力するスピーカを机の下に設置し、両条件とも同じ場所から音声が聞こえるように配置した。

4.2.3 手続き

実験では、2群に分けた実験参加者にいずれかの条件の対話を体験させた。まず実験者が、実験参加者を実験部屋



Display with Android 条件

Display without Android条件

図5 実験装置 (DA 条件と D 条件)

Fig. 5 Experimental apparatus (Left: Display with Android condition, Right: Display without Android condition).

に誘導し椅子に座らせる。実験者は、実験参加者に対して、タッチディスプレイを呈示しながら「これからタッチディスプレイを使って対話をしてもらいます。画面上の選択肢を指でタッチして、対話を進めてください」と教示した。また、対話終了の合図に関して、タッチディスプレイ上に、“以上で対話は終了です。実験者の指示があるまでそのままお待ちください”という文面が表示されることを教示した。エージェントとの対話では、まず、関係性を構築するために、あいさつや雑談の質問返答の対話を数回行う。その後、相手の自己開示を引き出すような質問をしたり、エージェント自らが自己開示を行ったりする。対話全体の時間は6分程度である。その際、発言には、主観的な意見や感情的なメッセージが含まれている。アンドロイドが存在しない条件においては、味覚や嗅覚、触覚などの感覚を持っていると見かけから容易に想像できない可能性がある。そのためシナリオには、ディスプレイのみでも現在の技術で認識が可能と推測されるであろう、視覚と聴覚のみを用いて獲得される感情や主観のメッセージを用いた。対話シナリオの例を以下に示す。Aはエージェントによる発話、Sは被験者による発話である。

A：私、絵を見るのが好きなんです。

S：1. へえ、そうなんですね・2. 絵って良いですね。

A：私は美しいものを見るのが大好きなんです。美しいものをたくさんみることによって、自分の感情が豊かになる気がしています。

A：私との話、つまらないですか？

S：1. はい、つまらないです・2. いいえ、楽しいですよ。

A（上で1を選択した場合）：本当に正直な方ですね。私、正直な方は好きですよ。でもちょっと傷つきます。

A（上で2を選択した場合）：本当ですか？ありがとうございます。あなたにそう言っただけで私はすごく嬉しいです。

4.3 評価方法

まず、フィールド実験と同様の検定方法により、統制環境でも同様の結果が確認されるかどうかを確認する。すなわち、アンドロイドが存在する条件において各質問項目でチャンスレベルとの検定を実施する。次に、アンドロイドが存在する場合としない場合の条件間比較を行うことで、主観的・感情的なメッセージが効果的に伝達できる条件について評価する。そのうえで、それぞれのエージェントが共感できる主体として認知されていたかどうか条件間比較により確認する。

本実験では、メッセージに対する印象とエージェントに対する印象を評価するため、質問紙を用いて評価を行った。まず、エージェントによる主観的・感情的なメッセージに対する印象を評価するため、以下に示す Q.1 から Q.4 の項

目を用意した。次に、エージェントに対する共感について評価するため、多次元共感性尺度 [20] のうち他者指向性に関する5項目を抽出し、それらをエージェントに対する評価に適用して用いた。全項目において7段階のリッカート尺度を用いた。エージェントに対する共感性は5項目の合計値で評価する。以下に質問項目を示す。

主観的・感情的なメッセージに対する印象評価

Q.1 あなたはエージェントの主観的な意見を受け入れることはできましたか？（主観的な意見の例：私は〇〇が好きです）

Q.2 あなたはエージェントの主観的な意見に対して違和感を感じましたか？（主観的な意見の例：私は〇〇が好きです）

Q.3 あなたはエージェントからの褒め言葉を受け入れることはできましたか？（褒め言葉の例：さすがですね、素晴らしい）

Q.4 あなたはエージェントからの褒め言葉に対して違和感を感じましたか？（褒め言葉の例：さすがですね、素晴らしい）

エージェントへの共感に関する評価

本項目は、多次元共感性尺度の他者指向性に関する項目を、エージェントに対して適用するため一部修正したものである。以下に適用後の5項目を示す。

Q.5 エージェントと考え方が違う場合、あなたはエージェントがどうしてそのように考えているのか分かりますか？

Q.6 エージェントと対立した場合、あなたはエージェントの立場に立つ努力をしますか？

Q.7 エージェントの話を聞いているとき、あなたはエージェントが何を言いたいのか考えながら話を聞こうとしますか？

Q.8 あなたにとってエージェントが身近な存在になったとき、つねにエージェントの立場に立ってエージェントを理解しようとしていますか？

Q.9 エージェントを批判するとき、あなたはエージェントの立場を考慮することができないと思いますか？（逆転項目）

4.4 実験結果

4.4.1 主観的・感情的なメッセージに対する印象

まず、DA条件において、Q.1 から Q.4 に関してチャンスレベル（評価値 = 4）とのt検定を実施したところ、全4項目において有意な差が確認された（表 2）（Q.1 : $t(26) = 5.6$, $p < .01$, Q.2 : $t(26) = 7.2$, $p < .01$, Q.3 : $t(26) = 2.7$, $p < .05$, Q.4 : $t(26) = 3.2$, $p < .01$ ）。また、D条件において同様の検定の結果、Q.1 から Q.4 の全項目において有意な差は確認されなかった。

次に、アンドロイドが存在する状態としない状態の主観

表 2 DA 条件の t 検定結果

Table 2 Result of the t-tests of the condition DA.

	N	DF	Mean (SD)	P-value
Q.1	14	13	5.79 (1.19)	< .01**
Q.2	14	13	2.07 (1.00)	< .01**
Q.3	14	13	5.14 (1.56)	< .05*
Q.4	14	13	2.71 (1.49)	< .01**

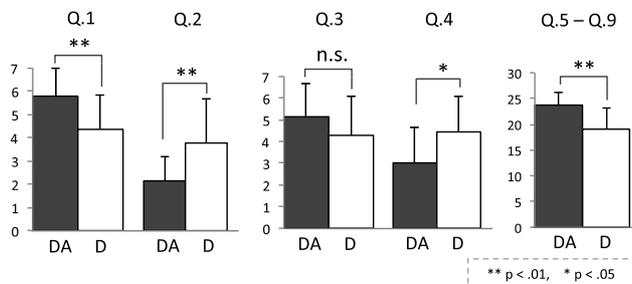


図 6 メッセージ・エージェントに対する印象評価の結果

Fig. 6 Comparison of subjects' impressions of messages and agents in the two conditions: Display with Android (DA), and Display only (D).

的・感情的なメッセージに対する印象に関して条件間の評価を比較するため、印象の評価値に関して t 検定を行った。t 検定の結果、Q.1, Q.2, Q.4 の項目において条件間に有意な差が確認された (図 6)。主観的な意見に対する受け入れ度合い (Q.1) は、DA 条件の方が D 条件より有意に高いことが確認された、すなわち DA 条件の方が有意にエージェントの主観的な意見を受け入れると回答したことが分かった ($t(26) = 2.8, p < .01$)。また、主観的な意見に対する違和感 (Q.2) に関しては、D 条件の方が DA 条件より有意に高いことが観測された、すなわち D 条件の方が有意に違和感を感じたという結果になった ($t(26) = 2.8, p < .01$)。次に、褒め言葉を受け入れることはできたか (Q.3) に関して、条件間に有意な差は見られなかったが、評価の平均値は DA 条件の方が高いことが分かった。一方、褒め言葉に対する違和感 (Q.4) の項目では、D 条件の方が DA 条件より有意に高いことが確認された、すなわち D 条件の方が有意に違和感を感じたという結果が確認された ($t(26) = 2.3, p < .05$)。

4.4.2 エージェントに対する印象

次に、エージェントに対する条件間の印象の差を評価するため、印象の評価値に関して t 検定を行った。ここで、印象の評価値とは Q.5 から Q.9 の合計値を指す。ただし、Q.9 は逆転項目のため、得られた 7 段階評価を 8 から引いた得点を使用して計算した。t 検定の結果、印象の評価値に関して有意な差が確認された (図 6) ($t(26) = 3.6, p < .01$)。

4.5 考察

まず、DA 条件において、Q.1 から Q.4 に関してチャンスレベルとの間に有意な差が観測されたことから、アンド

ロイドの主観的・感情的なメッセージは、フィールド実験における販売という特殊な状況でなくとも効果的に伝達可能なことが示されたと考えられる。また、D 条件では、Q.1 から Q.4 に関してチャンスレベルとの間に有意差が見られなかったことから、主観的・感情的なメッセージの伝達においてはアンドロイドの存在は必要であることが示されたと考えられる。

次に、アンドロイドが存在する条件と、存在しない条件との間に Q.1, Q.2, Q.4 に関して有意な差が確認され、Q.3 に関しては有意差は見られなかったが平均値は DA 条件の方が高かったことから、アンドロイドの主観的・感情的なメッセージはアンドロイドが存在する状態の方がより違和感なく受容されると考えられる。本結果は、Mind-holderness を有するアンドロイドが存在する条件の方が、アンドロイドの存在しない条件、すなわちコンピュータ条件よりも主観的・感情的なメッセージを違和感なく伝達できることを示している。これより、Mind-holderness が主観的・感情的なメッセージの伝達に影響する可能性が示された。

エージェントに対する印象の結果に関して、アンドロイドが存在する状態の方が存在しない状態よりも有意に他者指向性を示していることから、アンドロイドが存在する状態の方が、人間は共感できるエージェントとして認知しやすいことが示された。このことから、アンドロイドが存在する条件では、ソーシャルマインドの姿勢をとる傾向にあり、それにより上記で得られた主観的・感情的なメッセージを受容できたのではないかと考えられる。

実験室実験の制限事項について以下に述べる。本実験では、対話の対象として、アンドロイドの存在する状態は、存在しない状態よりも主観的・感情的なメッセージが効果的に伝達可能であることが検証されたが、その他のヒューマノイドロボットや、CG エージェントが存在する場合にどれほど伝達可能に関しては検証できていない。他のメディアがアンドロイドと同等に共感を引き起こすことができるのであれば、主観的・感情的なメッセージを伝達できる可能性があると考えられる。この点に関しては今後の課題とする。また、今回用いたアンドロイドは一般人をモデルとした女性型アンドロイドであり、男性型アンドロイドや有名人のアンドロイドの場合に主観的・感情的なメッセージを同様に伝達可能かどうかは検証できていない。この点に関しては、アンドロイドの見かけから推測されるパーソナリティに反さない表現を用いて、別個に実験を実施する必要があると考え、今後の課題とする。

5. フィールド実験と実験室実験を通じた考察

本実験では、フィールド実験においてアンドロイドが実社会において販売員として顧客に商品を販売できるかどうかを検証を行った。その結果として、アンドロイドはセーターを 43 枚販売し、販売員として社会的な役割を担える

可能性が示された。フィールド実験の結果より、アンドロイドによる主観的・感情的なメッセージが顧客の購買行動に影響を与えた要因の1つであると考察し、一般的な状況においてもアンドロイドがそれらのメッセージを伝達可能かどうか検証する実験室実験を実施した。実験室実験の結果、本実験で用いた女性型アンドロイドが、その見かけに反しない表現を用いて主観的・感情的なメッセージを伝達した場合に、アンドロイドが存在しない状態の対話と比較して、人間はそれらのメッセージを違和感なく受け入れる可能性が示された。これより、フィールド実験で示唆されたアンドロイドによる情動の喚起の効果は、統制された環境においても示されたと考えられる。

実験室実験では、情動の喚起の効果に着目し、その効果を検証したが、フィールド実験で示唆された客観的な情報の認知の効果に関しては、本稿では検証できていない。今後、客観的な情報の認知に関しても統制された環境において検証する必要があると考える。この点に関しては今後の課題とする。

6. 結論

本研究では、アンドロイドを販売員として用いることを提案し、百貨店において顧客との対話を通じて商品を販売できるか検証するフィールド実験を実施した。フィールド実験の結果より、アンドロイドは販売員として、顧客に商品を販売できる可能性が示された。フィールド実験で示唆されたアンドロイドによる情動の喚起の効果に着目した実験室実験を実施することで、女性型アンドロイドは、その見かけに反しない表現を用いて主観的・感情的なメッセージを伝達した場合、それらは違和感なく伝達可能であることが示された。本結果よりアンドロイドは実社会において、主観・感情的なメッセージの伝達を通じて人間に影響力を持つ存在として役割を担える可能性が示された。

本結果は、販売という状況に限らず、人とインタラクションするアンドロイドの社会実装において有用な知見になると考える。また、タッチディスプレイを用いた対話は、アンドロイドだけでなく、他のロボットやCGエージェントなどの人工物とのインタラクションにおいても汎用可能なアプリケーションであると考えられる。今後、実社会における人と人工物の調和的なインタラクションの実現にむけてフィールド実験と実験室実験を並行して実施して行く予定である。

謝辞 本研究は科研費基盤研究 (S) (25220004) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Softbank, Pepper, available from <http://www.softbank.jp/robot/special/pepper/> (accessed 2015-06-01).
- [2] Kanda, T., Shiomi, M., Miyashita, Z., Ishiguro, H. and Hagita, N.: An affective guide robot in a shopping mall, *Proc. 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction*, pp.173-180 (2009).
- [3] Shiomi, M., Shinozawa, K., Nakagawa, Y., Miyashita, T., Sakamoto, T., Terakubo, T. and Hagita, N.: Recommendation effects of a social robot for advertisement-use context in a shopping mall, *International Journal of Social Robotics*, pp.251-262 (2013).
- [4] Wada, K. and Shibata, T.: Robot therapy in a care house-its sociopsychological and physiological effects on the residents, *Robotics and Automation, ICRA, Proc. 2006 IEEE International Conference*, pp.3966-3971 (2006).
- [5] Ishiguro H.: Android science, *Robotics Research*, pp.118-127, Springer Berlin Heidelberg (2007).
- [6] Nishio, S., Ishiguro, H. and Hagita, N.: Geminoid: Teleoperated android of an existing person, *Chapter in Humanoid Robots: New Developments*, pp.343-352, I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria (2007).
- [7] Watanabe, M., Ogawa, K. and Ishiguro, H.: Field study: can androids be a social entity in the real world?, *Proc. 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, pp.316-317 (2014).
- [8] Rintamaki, T., Kanto, A., Kuusela, H. and Spence, M.T.: Decomposing the value of department store shopping into utilitarian, hedonic and social dimensions: evidence from Finland, *International Journal of Retail and Distribution Management*, pp.6-24 (2006).
- [9] 渡辺美紀, 小川浩平, 石黒 浩: 公共空間における情報提供メディアとしてのアンドロイド, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.20, No.1, pp.15-24 (2015).
- [10] Limayem, M., Khalifa, M. and Frini, A.: What makes consumers buy from Internet? A longitudinal study of online shopping. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: IEEE Trans. Systems and Humans*, pp.421-432 (2000).
- [11] Sekozawa, T.: Recommendation system for apparel online shopping, *WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS*, pp.488-497 (2010).
- [12] Ward, M.R.: Will online shopping compete more with traditional retailing or catalog shopping?, *Netnomics*, pp.103-117 (2001).
- [13] Apple, Apple iOS Siri, available from <http://www.apple.com/jp/ios/siri/> (accessed 2015-06-01).
- [14] 坂本和子: 接客販売にみる言語効力の一考察, 消費者行動研究, Vol.9, pp.75-90 (2003).
- [15] 神尾昭雄: 情報のなわ張り理論, 大修館書店 (1990).
- [16] 鎌田晶子, 田中真理, 秋山美栄子: 高齢者の買い物行動・態度に関する検討, 若年者との比較, 生活科学研究, Vol.34, pp.15-26 (2012).
- [17] Takahashi, H., Terada, K., Morita, T., et al.: Different impressions of other agents obtained through social interaction uniquely modulate dorsal and ventral pathway activities in the social human brain, *cortex*, Vol.58, pp.289-300 (2014).
- [18] 寺田和憲: ソーシャルマインドとメカニカルマインド, 日本ロボット学会誌, Vol.31, No.9, pp.846-849 (2013).
- [19] Simon, B.-C. and Wheelwright, S.: The empathy quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences, *Journal of autism and developmental disorders*, Vol.34, No.2, pp.163-175 (2004).
- [20] 鈴木有美, 木野和代: 多次元共感性尺度 (MES) の作成, *The Japanese Journal of Educational Psychology*, Vol.56, No.4, pp.487-497 (2008).



渡辺 美紀

2015年大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了。同年同大学院博士後期課程入学。タッチディスプレイを通じた人との対話システム、ヒューマンロボットインタラクションに関する研究に従事。



小川 浩平 (正会員)

2008年よりATR 知能ロボティクス研究所研修研究員。2010年公立ほこだて未来大学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)。2012年大阪大学基礎工学研究科特任助教、2013年コミュニケーションデザイン・センター助教。ヒューマンエージェントインタラクション、アンドロイドサイエンスに関する研究に従事。



石黒 浩 (正会員)

1991年大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了。工学博士。その後、京都大学情報学研究科助教授、大阪大学工学研究科教授等を経て、2009年より大阪大学基礎工学研究科教授。2013年大阪大学特別教授。ATR 石黒浩特別研究室室長(ATR フェロー)。専門は、ロボット学、アンドロイドサイエンス、センサネットワーク等。2011年大阪文化賞受賞。