

コマーシャルエージェントとしてのアンドロイドの可能性

Possibilities of an Android as a Commercial Agent

小川浩平^{1,2} Christoph Bartneck³ 坂本大介¹
神田崇之¹ 小野哲雄^{1,2} 石黒浩¹ 萩田紀博¹
Kohei Ogawa^{1,2} Christoph Bartneck² Daisuke Sakamoto¹
Takayuki Kanda¹ Tetsuo Ono^{1,2} Hiroshi Ishiguro¹ Norihiro Hagita¹

¹ 国際電気通信基礎技術研究所(ATR) 知能ロボティクス研究所

¹ Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR), Intelligent Robotics and Communication Laboratories

² 公立はこだて未来大学

² Future University – Hakodate

³ Department of Industrial Design, Eindhoven University of Technology

Abstract: In recent years, an android which was copied of real human have available. With this robot, we have opportunities to exist in multiple locations at the same time. The purpose of this study is that investigate how embodiment of a persuasive agent effects to humans' change of attitude and perceptions of personality. Does the copy android have same persuasive power as the original human? We conducted an experiment to investigate the question. The persuasive agents presented a product which is bluetooth headset to the participants. We asked the value of the product which was presented by persuasive agent to the participants. The results of the experiment indicate that the persuasive agent which has an android appearance is might be the most efficient commercial media for the participants.

はじめに

近年、人間に限りなく近い外見を持ったロボットが登場した(図 1: Geminoid HI-1)。このロボットは、大阪大学の石黒浩教授の外見を完全にコピーしたアンドロイドである。このアンドロイドの登場により、我々は2つの場所で同時に自分を存在させることができる機会を得た。これにより我々は、自分の分身としてのアンドロイドを介して、ビデオチャットなどの会議システムや日常のコミュニケーションなどとは一線を画したコミュニケーションが可能となった。しかし、外見は同じでも、自分の思考や動きまではコピーすることができない。アンドロイドが様々な対話に対してどのような影響を与えうるのかに関して先行研究が行われているが、未知な部分は依然として多い[11]。また、外見がある人物と非常に似通ったアンドロイドが、どの程度オリジナルの人間と似通ったパーソナリティを持ちうるかは未だ不明確である。

近年の情報技術の発展により、人と人工物との関わり合いに関して様々な研究がなされるようになって



図 1. Geminoid HI-1

た。その中でも、エージェントテクノロジーは、人と人工物との間を仲介し、円滑な対話を実現することのできる技術として注目を集めている[10][12]。しかし、このような人と人工物との間を仲介するエージェントが実際にどの程度社会的影響力を持ちうるのかに関しては、いまだ解明されていない部分が多い。そのため、エージェントが人に対してどの程度

の社会的な影響力を持ちうるのかを検証することは重要な研究テーマであるといえる。

エージェントの社会的な影響力が発揮される状況の一つとしてとして、説得という状況が挙げられる。説得とは、ある人間が他人やグループなどに対して信念や態度、振る舞いを変容させる試みなのであるといわれている[5]。我々は日常的に大小様々な説得行為を行い、また説得行為を受けている。例えば、TVコマーシャルは視聴者に自主的に商品を買わせるための説得行為であるといえるし、人への簡単な頼み事も相手を説得するための行為の一つであるといえる。そのため、将来エージェントが人の日常生活に浸透する状況を考えると、説得行為における影響力を調査することは重要な問題の一つであるといえる。

このような流れの中で、現在説得に関するテクノロジーは重要な研究分野になりつつあり、ロボットやエージェントなどを用いて人間を説得する試みが多くなされている[2]。ロボットや仮想エージェントなどを用いた様々な研究において、人間に対する仮想エージェントやロボットによる説得は、その効果を期待することができると示されている[1]。Zanbaka は大学の総合試験において、仮想エージェントと人間が説得行為を行った場合の効果に関して比較検証をおこなっている[9]。彼はこの研究で、仮想エージェントはその見た目のリアルさに関係なく、現実の人間と同じ説得効果を持つ可能性があるとして述べている。Shinozawa はスクリーン上のエージェントとロボットを用いてユーザに提案を行い、被験者の意志決定に与える影響の比較をおこなった[8]。実験の結果、ロボットの方がスクリーンエージェントよりも強い提案の効果を持つということがわかった。Powers らはロボットと仮想エージェントとの間で、健康に関するインタビューに対する被験者の反応を比較した[7]。その結果、両条件間に被験者の振る舞いと態度の変化に大きな違いが検証されたと述べている。実験の結果から、被験者はロボットとより多くの時間を過ごし、またポジティブな振る舞いをしたことがわかった。Kidd と Breazeal は同じ部屋の中にいるロボットと、画面の中にいるロボット存在感を被験者がどのように感じるかを比較することにより、ロボットが物理的な存在を持っている方が、遠隔で存在している場合よりも説得効果が高いという仮説を検証した[3]。この実験の結果は、物理的身体を持ったロボットの方がスクリーンエージェントよりも人の関心や注意を引きやすく、対話することに対する楽しみを被験者に与えたことが分かった。また、そのロボットに対する信頼性や情報性にも有意な影響を与えたことがわかった。

このように、説得という文脈においてエージェン

トが持つ身体性や実在感が人間の態度変容に様々な影響を与える可能性があることがわかってきている。しかしこれまでの研究では、ロボットの見かけの影響に関しては触れられていない。ではロボットの外見や物理的な身体性は、相手の態度変容に影響をあたえるのだろうか？ また、その身体性の違いから、相手がロボットに対して感じるパーソナリティにどのような影響があるのだろうか？

以上の背景から、本研究の目的は以下の2点に設定する。

1. 説得行為を行うエージェントの身体性が説得行為にどのような影響を与えるか
2. 説得行為を行うエージェントの身体性が、被験者のパーソナリティ認知にどのような影響を与えるか

実験方法

我々は説得という状況において、人間(Human 条件)、アンドロイド(Android 条件)、人間の姿を撮影したビデオ(Video 条件)という3種類の説得行為を行うエージェントが持つ身体性が、被験者のエージェントに対するパーソナリティの認知や態度変容にどのような影響を与えるかを検証した。Human 条件では大阪大学の教員である石黒教授が、Video 条件では石黒教授を撮影したビデオが、Android 条件では、石黒教授のコピーロボットである Geminoid HI-1 が、それぞれ被験者に対して説得行為を行う。3条件における説得エージェントの見かけは非常に似ており、我々はそれらの説得エージェントが持つ身体性(e.g. 人間、アンドロイド、映像)にのみ注目することが可能である。この3種類の説得エージェントが被験者に対して商品を売り込み、その商品に払ってもよい値段を尋ねることにより、説得の効果を測定した。

測定方法

説得行為において被験者に与えられた議論の内容を被験者がどのように認知したのかを測定するために、Zanbaka らにより提案された Semantic differential questionnaire を用いた[4][9]。議論の内容に対する印象は Likert type scale によって測定した。評価項目は、悪いー良い、愚かなー利口な、否定的なー肯定的な、有益なー有害な、説得力のあるー説得力のない、有効的なー有効的でない、以上の6項目である。

加えて我々は実験の前後に、売り込まれた商品にどれだけのお金を払うことができるか質問することにより、説得の効果を測定した。実験の前後に価格を2回たずねた理由は、被験者個人間の差を測定す



図 2. 実験で使用したカタログ

るためである。これにより説得行為による態度変容の度合いを測定した。また、実験前に価格をつけてもらう際に 30 個の商品の掲載されているカタログを用いることにより、実験後に価格に対するバイアスを低減させた(図 2)。

次に石黒教授自身のパーソナリティ及び、被験者が説得エージェントに対して感じたパーソナリティを測定する方法に関して述べる。今回我々は個人のパーソナリティを測定するために、NEO-FFI を用いた。NEO-FFI は 60 の項目から構成されており、15 分程度で回答することが可能である。NEO-FFI は簡易版ではあるが、パーソナリティ尺度としての妥当性と信頼性は確保されている。石黒教授には NEO-FFI に回答してもらった。NEO-FFI から分かる 5 つのパーソナリティ要因は、Neuroticism(神経症傾向)、Extraversion(外向性)、Openness(開放性)、Agreeableness(調和性)、Conscientiousness(誠実性)の 5 つによって構成される。5 つの要因はそれぞれ 0-48 の間の得点で測定される。残念なことに、他人に対して感じたパーソナリティ特性を測定する NEO-FFI の日本語版は存在しない。そのため我々は、林らにより提案された特性形容詞対尺度を使った [13]。この尺度から抽出される 3 つの要因、すなわち社会的望ましさ(Extraversion)、活動性(Openness)、親しみやすさ(Agreeableness)が NEO-FFI における 3 つと関連するため、特性形容詞対尺度を利用することが可能であると判断した。

さらに、Geminoid は多くのメディアの注目を受けており、これまでに Geminoid との対話の経験や TV や実物を見かけたという人が存在する可能性がある。そのため我々は被験者に対して説得エージェントを見たことがあるか、実際に会ったことがあるか、個人的に石黒教授を知っているか、という 3 つの質問

を行った。

まとめると、我々は説得の度合いを Zanbuka らの提案した指標を用いて、議論の内容やメッセージの源泉への印象などを測定する。加えて、説得エージェントのプレゼンテーションによって、被験者の態度変容に与えた影響を、売り込んだ商品に払うことができる値段を尋ねることにより測定する。また、NEO-FFI の日本語版を用いて石黒教授本人のパーソナリティを測定した。さらに、説得エージェントから被験者が感じるパーソナリティを、特性形容詞対尺度を用いて測定した。最後に、被験者の Geminoid HI-1 及び石黒教授本人に対する事前知識に関して調査した。

実験の準備

本実験では、Geminoid HI-1 と撮影したビデオを用いることにより、本物の人間と相でない物が同じ説得行為を行った場合の説得効果に与える影響を検証することを目的とする。

アンドロイドの見かけは石黒教授に酷似したものであるが、体の動きまでを完全に同期させることはアンドロイドの自由度からも不可能である。そのため今回は石黒教授に体の動作をアンドロイドでも可能な動きに制限してもらうよう依頼した。また、Geminoid の機能的な限界として、物を把持することが難しいという点が挙げられる。そのため今回我々は耳に取り付けることのできるヘッドセットを売り込む商品とした。アンドロイドの発する音声は、実際の石黒教授を用いた人間条件の実験の時に録音したものをを用いた。また口唇の動きも実際の口唇の動きと同期させた。ビデオ条件のための刺激は、人間条件の際の石黒教授のプレゼンテーションの様子を撮影したものを編集することにより作成した。ビデオの解像度は 720×480pixel であり、実験室に 110cm*175cm のスクリーンを設置しそこへ投影した。スクリーンに映る石黒教授の姿は Geminoid 及び石黒教授とほぼ同じ大きさに投影された。人間条件では、石黒教授が説得のための台詞を間違えないよう、被験者の後ろ側にディスプレイを設置し、そこに説得のためのスクリプトを表示させた。ディスプレイは説得行為の間被験者からは見るることのできない位置に設置されているため、説得ディスプレイが説得の効果に影響はなかったと考えられる。以上の準備により、3 条件でほぼ同一の説得メッセージ及び視覚的な刺激を被験者に与えることができたと考える。



図3. 実験環境 (左: Video条件, 中央: Android条件, 右: Human条件)

話者の専門性は説得の効果に大きな影響を与えることが分かっている。Pettyらは、メッセージの源泉(本研究における説得エージェントを指す)の専門性が被験者に与える影響を指摘している[6]。例えば、大学の進級試験の導入に関する説得を、教育界で著名な大学教授からと近隣の高校生から受けた場合、被験者である大学生は、大学教授からの説得に対してポジティブな意見を持ったことを報告している。今回は説得の SCRIPT の中に話者が説得の内容に対してどのように関与しているのかを含ませることにより、説得を行うエージェントに感じる専門性や権威による説得行為に影響を軽減させた。図3に3条件の実験のセットアップの様子を示した。ヘッドセットにはラベルやブランドロゴなどが刻印されていないため、被験者はそのヘッドセットの本来の値段や価値を特定することができない。そのため、被験者は自分で考えた値段を付けることができたと考えられる。

実験の手続き

被験者は3-5人のグループで実験に参加した。実実験の手続きは以下の通りである。

1. 被験者を実験室1に呼び込み、実験同意書に署名してもらう
2. 自分に関する情報を記入してもらう。その後、30の商品が印刷してある商品カタログを被験者に提示し、それぞれの商品にいくらを値段を付けるか尋ね、記入してもらった。30の商品には、家電や電化製品、アクセサリーなどが含まれている。
3. 被験者は被験者を説得エージェント(アンドロイド、石黒教授、テレビスクリーン)が配置されている実験室2へ案内する(図3)
4. 被験者は説得エージェントを中心に半径約1mの半円状に配置された椅子に座る。実験者が退

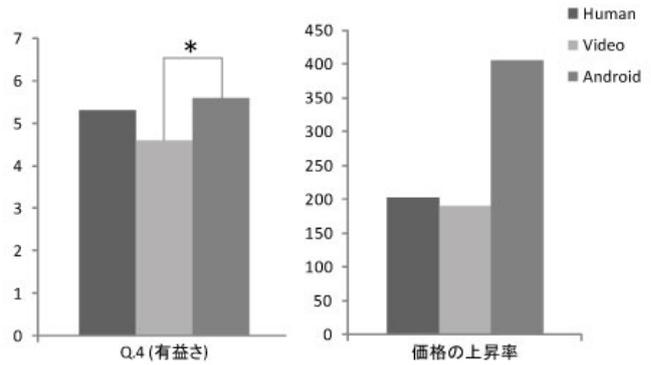


図4. 実験の結果 (左: Q.4の結果, 右: 価格の上昇率). 棒の値は各条件の平均値を示す

室し、説得エージェントはヘッドセットのプレゼンテーションを開始する。

5. プレゼンテーション終了後、実験者は被験者を実験室1へ案内し質問紙に回答してもらう。

質問紙の内容は、ヘッドセットにどの程度の値段を付けるか、説得エージェントのプレゼンテーションの議論の質に対してどのような印象を抱いたかを評価する内容である。また話者に対する印象評価の一つとして、前述の特性形容詞対尺度に回答してもらった。並行して我々は石黒教授本人にNEO-FFIに回答してもらった。

被験者

男性20人、女性12人を対象とした。被験者は19-25歳(平均21.1歳)で報酬として3000円を支給された。

実験の結果と考察

我々は、説得行為に対しての印象を評価する質問に関して、条件間の差を分散分析により解析した(図4左)。1つ目として、議論の内容に関して Bonferroni 法により分析をおこなったところ、Q.4(有益さ)に関して Android 条件と Video 条件との間に有意差($p = .028$)が見られた。しかし、他の質問項目及びすべての得点を足し合わせたものに関しては有意差が見られなかった。この結果から、被験者が議論に対して抱いた印象のうち、有益さに関しては Android が有意にポジティブな影響を及ぼしたことがわかった。

次に、説得エージェントの身体性が、被験者の態度変容を与える影響を検証するために、説得エージェントが売り込んだ商品に対して被験者がつけた価格を条件間で比較した。分析の方法として、実験後につけた価格を実験前に付けた価格で割ることにより、

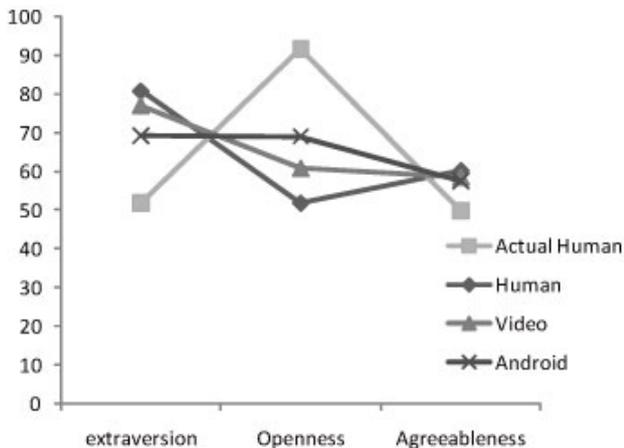


図5. 石黒教授のパーソナリティ(Actual Human)及び各条件のエージェントに対して被験者が感じたパーソナリティ(Human, Video, Android)

価格の上昇率を算出し、Bonferroni法により条件間の差を検定した(図4右)。この際、極端な価格を付けた被験者が複数いたことから、スミルノフ・グラブス検定によってはずれ値を算出し2つのデータを検定から除外した。分析の結果、平均値では差がみられたが、条件間で有意差はみられなかった。このことから、エージェントの身体性の違いが、被験者の態度変容に有意に影響を与えなかったといえる。

次にエージェントの身体性によって、パーソナリティ認知にどのような影響があるかを検証した(図5)。また、被験者によって感じ取られたパーソナリティと石黒教授本人のパーソナリティとを比較した。まず、NEO-FFIによって取得した石黒教授本人の性格特性と被験者が説得エージェントに対して感じ取った性格特性との間の関係を分析した。NEO-FFIにより取得した石黒教授の性格特性の内、Extraversion, Openness, Agreeablenessの3要因と、特性形容詞対尺度から抽出された上記の3要因と最も近い3因子との間の関係を分析した。その結果、Agreeableness及びExtraversionに関して、石黒教授本人のパーソナリティとは違う結果が得られた。また、同様の検定を条件ごとに調査した結果、Android条件に関してOpennessが他条件よりも高い得点を示した。

以上の結果に関して議論する。石黒教授本人のパーソナリティと被験者が説得エージェントから感じ取ったパーソナリティとの間の関係で、ExtraversionとOpennessが一致しなかった。この理由として、石黒教授の性格特性としてOpennessが非常に高いということが挙げられる。Opennessが高い人は、NEO-FFIでは「好奇心が旺盛」とされている。今回の実験では説得エージェントと被験者との間の対話は実験の統制をとるという意味から排除した。その

結果、Opennessという性格特性は被験者には伝わりづらくなったのではないかと考えられる。同様に、対話性を排除したことにより、Extraversionの特徴である社会性も伝わりづらくなった可能性がある。

次に、被験者が説得エージェントから感じ取ったパーソナリティに関して、Android条件が他の条件よりもOpennessに関して高い得点を示している。これは、ヘッドセットをロボットが売り込むことの親和性の高さが影響しているのではないかと考える。例えば、子どもが数学の教科書を売り込むよりも、大人が売り込んだ方が商品との親和性が高い。これと同様に、ロボットが機械を売り込むことの親和性の高さが、Opennessというパーソナリティに影響した可能性があると考えられる。

以上の結果をまとめる。説得行為に用いられた議論の内容に対する印象に関しては、Q4に関してAndroid条件とVideo条件の間に有意差がみられたが、他の質問項目に関しては有意差がみられなかった。以上の結果から、説得エージェントの身体性の違いから、議論の有益さに関して、Androidがポジティブにとらえられたということが出来る。次に、説得行為による商品に対して払っても良い価格の上昇率に関して、条件間で有意差がみられなかったが、平均値においては差がみられた。今回、条件間で検定による有意差がみられなかった理由として、分散が大きかったことが挙げられる。これは、被験者個人の金銭感覚の違いが、結果に影響してしまったからであると考えられる。

次に、説得エージェントの身体性の違いが被験者のパーソナリティ認知に与える影響に関して、Android条件が他条件と比べて、Opennessが高い得点を示した。また、石黒教授本人のパーソナリティと被験者が説得エージェントから感じ取ったパーソナリティとの間の関係で、Extraversionが高い得点を、Opennessが低い得点を示した。これらの結果が示すことは、今回の様に説得エージェントを一方向的にプレゼンテーションする商業メディアとして利用した場合は、本人の特性であるOpennessやExtraversionが伝わりづらくなるということである。また、ロボットが機械を売り込むという、商品とメディアとの親和性の高さは、Opennessというパーソナリティを強く認知させる可能性があると考えられる。

結論

我々は結論として、商業エージェントとしてのアンドロイドはビデオなどのメディアと比べて影響力を示すことができる可能性があると考えられる。これは被験者が説得行為を受ける前と後でつけた値

段の上昇率が他のメディアと比べて高い得点を示しているからである。しかし今回被験者に対する有意な影響を示すことはできなかった。この原因として、2点が挙げられる。1つ目として、今回の実験は、条件間の統制をとるために被験者と説得エージェントとの間の対話性を排除した。そのため、石黒教授の高い Openness や Extraversion が伝わりきらず、Android や石黒教授本人による説得の効果を特徴的にとらえることができなかつたと考えられる。

2つ目として、Geminoid の動作が挙げられる。Geminoid は見た目に関しては人間に近い外見を持っているが、動作に関しては現在のところ人間と同じような円滑さは期待できない。実験後のアンケートでも「動作が少しぎこちない感じを受けた」といった感想を述べた被験者が存在した。そのため、見た目が人間に近い分かってアンドロイドの影響力が下がってしまったという可能性も考えられる。そのため、アンドロイドが完全な人間のコピーとして、見た目だけでなく影響力も持ちうるようになるには、動作の自然さや状況の設定など解決すべき問題はまだまだ多く残されている。しかし、今回の実験により Geminoid のようなアンドロイドが人間と同じような存在感を持ちうる可能性が示された。また今後アンドロイドに対して、より強い存在感を持たせる際に、我々がとるべき方策に関して一定の知見を得ることができたのではないかと考える。

謝辞

本研究の一部は科研費基盤研究(S)(20220002)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) Dautenhahn, K.: Roles and functions of robots in human society: implications from research in autism therapy, *Robotica*, 21(4), pp443-452(2003)
- 2) Fogg, B. J.: *Persuasive technology: using computers to change what we think and do*, Amsterdam; Boston: Morgan Kaufmann Publishers(2003)
- 3) Kidd, C. D., & Breazeal, C.: Effect of a robot on user perceptions, *Proceedings of the Intelligent Robots and Systems (IROS 2004)*, 2004 IEEE/RSJ International Conference on pp.3559-3564, vol.3554(2004).
- 4) Mullennix, J. C., Stern, S. E., Wilson, S. J. & Dyson, C. I.: Social perception of male and female computer synthesized speech, *Computers in Human Behavior*, 19, pp.407-424(2003).
- 5) Petty, R. E., & Cacioppo, J. T.: *Attitudes and persuasion – classic and contemporary approaches*, Dubuque, Iowa: W.C.Brown Co. Publishers(1981).
- 6) Petty, R. E., Cacioppo, J. T., & Goldman, R.: Personal involvement as a determinant of argument-based persuasion, *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(5), pp.847-855(1981).
- 7) Powers, A., Kiesler, S., Fussell, S., & Torrey, C.: Comparing a computer agent with a humanoid robot, *Proceedings of the Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, Arlington, Virginia, USA, pp.145-152(2007).
- 8) Shinozawa, K., Naya, F., Yamamoto, J., & Kogure, K.: Differences in effect of robot and screen agent recommendations on human decision-making, *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(2), pp.267-279(2005).
- 9) Zambaka, C., Goolkasian, P., & Hodges, L.: Can a virtual cat persuade you?: the role of gender and realism in speaker persuasiveness, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, Montreal, Quebec, Canada(2006).
- 10) 小川浩平, 小野哲雄. ITACO: メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol. 8, pp. 373.380, (2006).
- 11) 坂本大介, 神田崇之, 小野哲雄, 石黒浩, 萩田紀博, 遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性, *インタラクション 2007*, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2007, No.4, pp.97-104(2007).
- 12) 鈴木聡, 山田誠二, 擬人化エージェントによるオーバーヘッドコミュニケーションのユーザの態度への影響, *情報処理学会論文誌*, Vol.46, No.4, pp. 1093-1100, (2005)
- 13) 林文俊, 対人認知構造の基本次元についての一考察, *名古屋大学教育学部紀要(教育心理学)*, 25, pp.233-247, (1978).