

権威付けによるヒューマンロボットインタラクション

Human-Robot interaction by applying authority

村上直隆*¹

Naotaka Murakami

片上大輔*¹

Daisuke Katagami

山田誠二*²

Seiji Yamada

*¹東京工業大学

Tokyo Institute of Technology

*²国立情報学研究所

National Institute of Informatics

In this paper, in order to perform natural communication between people and a robot, we propose “applying authority” which gives a robot the features, such as a person’s face, and voice. By applying authority to a robot, people can communicate with robot the same with communicating with people. In the experiment, when the authorized robot requested, it was able to have people receive a request. Furthermore, analysis of an experiment result showed that a visual factor was effective, in order to apply authority to a robot.

1. はじめに

従来のロボット研究では、人とロボットのインタラクションは人からロボットに一方的に命令を伝え、タスクを実行させるようなものが多かった。しかし人を支援し、日常生活に入り込んで活動するようなロボットにおいては、人同士のような自然なインタラクションを実現し、人がロボットからの命令にも答えられるような信頼関係を作る必要がある。

山本ら [Yamamoto 92] の研究ではロボットからの依頼が人に受け入れられにくいことに注目し、ロボット上に遠隔対話インタフェースシステムを構築して人から人の依頼を行ったが、これはロボットが TV 電話のような役割を果たしたものであり、純粋なヒューマンロボットインタラクションであるとは考えにくい。小野ら [小野 00][Ono 00] の研究ではロボットと人の「関係性」に注目し、エージェントのロボットへの移動による関係の創出を試みた。しかしここではエージェントの移動の効果のみに注目しており、すでに実社会に存在する人間関係などは取り扱っていない。

本研究ではロボットと人の「関係性」において、ロボットに実在の人物の顔や音声などの特徴を与えることによる関係の創出に注目した。これを本研究ではロボットの「権威付け」とし、ロボットを権威付けすることによって実世界の人間関係をそのまま人とロボットの間にも適用する。これによりロボットに社会的勢力を持たせ、ロボットの行動やメッセージに強制力や重要性を持たせて、人がロボットからの依頼に答えることができるような円滑なコミュニケーションを成立させることができる。さらにロボットが権威付けられるためにはどんな要素が重要であるかについて心理学的実験、分析によって検証する。

2. 権威付け

人は日常生活において、多くの他人とコミュニケーションをはかりながら過ごしている。その中で他人に頼み事をしたりされたりというのはよく見かけられる自然な行為である。そのような場合に受け手が依頼を受理することの理由の一つとして依頼人がなんらかの「権威」を持っているということが挙げられる。ヒューマンロボットインタラクションにおいても「権威」によって依頼を受理させるようなコミュニケーションが実現できれば、人からロボットへの一方的な命令だけでなくロボット

から人に対する命令にも従うことができるような関係を構築し、人と日常生活を共に送ることができるようなロボットを作ることができると考えられる。

権威とは依頼する側が持つだけでなく、それを受ける受け手に受容されなければならない [Barnard 68]。よってロボットが持つ権威とは受け手である人にわかりやすい形で提示されるのが望ましい。そこで本研究ではロボットに権威を持たせる際に既に実社会の人間関係において存在し、受け手に受容されている権威を利用することを考え、実在の人物の顔や声などの特徴を与えることによるロボットの権威付けを提案する。

ここでは、ロボットの権威付けにおいて重要な因子を特定するために、表示因子、音声因子、移動因子の3因子を考える。表示因子、音声因子において実在の人物の顔や音声を使用することでロボットに対する権威付けを行い、その効果を検証する。ロボットが人に命令をしたとしてもその命令に人が従うかどうかは疑わしいが、権威付けされたロボットからの命令ではそのロボットの背後に人の存在を感じとることによりその人から命令をされたのと同様に受け取ることが予想される。

3. 実験 1

3.1 概要

権威付けられたロボットの人への影響力の度合を計るために、被験者があるタスクを実行している最中にロボットがタスクの中断と別のタスクを依頼するという実験を行った。ロボットが権威付けられることによって社会的勢力を持つとすると、ロボットからの依頼が重要性を持ち、被験者がその依頼を受けやすくなると考えられる。被験者に対する依頼には図 1(a)、図 1(b) のような擬人化エージェントを用いる。具体的なタスクは次のようになる。

- (1) 被験者にはエージェントを使用する実験であることを知らせずに、パズルを解く時間を計測するものと伝える。
- (2) 被験者に部屋の中で一人でパズルを解いてもらう。
- (3) ロボットが部屋に入って来て、もしくは被験者の目の前にある PC からエージェントが現れ、部屋からの移動を被験者に依頼する。

この依頼が受理されることによってロボットの権威付けの効果を計り、権威付けに必要な様々な要因について分析する。

連絡先: 片上 大輔, 東京工業大学 総合理工学研究科 知能システム科学専攻, katagami@ntt.dis.titech.ac.jp



(a) アニメーションキャラクター

(b) 権威付けキャラクター

図 1: 実験 1 で使用したエージェント



図 2: モバイルロボット Pioneer 2

3.2 移動ロボット

移動ロボットは PWS 形式の移動機構を持ち、前面・背面にそれぞれ 8 つのソナーとバンパーセンサを持つ小型モバイルロボット Pioneer2(図 2) を使用する。そのロボットに 70cm 程の高さの台を取り付けてノート PC を搭載し、ロボットの移動、キャラクターの表示などを制御する。

3.3 実験環境

実験を行った環境を図 3 に示す。本実験は研究室の廊下と会議室において行われた。被験者の様子はビデオカメラによって撮影された。

3.4 実験手順

実験の手順は以下の通りである。

- (1) 被験者を部屋の所定位置に座らせる。
- (2) 実験者から実験における次のような注意事項の指示を行う。
 - この実験はパズルを解くのに要する時間を計測するものである。
 - 制限時間は 15 分である。
 - 作業は必ず制限時間まで続けなくてはならない。
 - 時間を計測しているため、途中で席を立ったりすると実験は失敗となる。

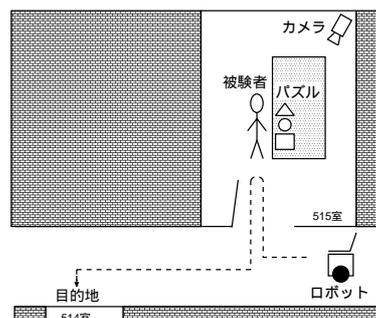


図 3: 実験環境

- (3) 使用するパズルについて説明した後、作業の開始を伝え、被験者を残して実験者は退室する。
- (4) 実験開始から 5 分後、エージェントが被験者に対して「別の部屋へ来て欲しい」という依頼を行う。このときの被験者の行動を観察し、部屋を退室した者の数を記録する。
- (5) 部屋を移動してきた被験者には再び元の部屋に戻ってもらい、作業を終えた後にエージェントに関するアンケートに回答してもらう。

3.5 実験条件

実験は以下に示す表示因子、音声因子、移動因子の 3 因子実験として、L8(2) 直交表により実験を設定する。被験者は研究室内の学生 8 人とする。これらの因子について、実験の結果から分散分析を行い評価する。

- 表示因子: ディスプレイに表示されるエージェントがアニメーションキャラクター(図 1(a)) であるか人物の顔を元にしたキャラクター(図 1(b)) であるかの 2 水準。後者の権威付けされたキャラクターには研究室の教官の顔を使用する。
- 音声因子: 依頼を人の声を録音したもので行うか、合成音声で行うかの 2 水準。
- 移動因子: エージェントが被験者に対し、ロボット上から依頼を行うか、デスクトップ上から依頼を行うかの 2 水準。

図 1(a) アニメーションキャラクター図 1(b) 権威付けキャラクター結果の分析には被験者に答えてもらったエージェントに対する心理的な印象や実験の設定などについてのアンケートの結果を用いる。被験者はアンケートに 10 点法で回答した。本実験で用いたアンケートは以下の通りである。

- 注目度: エージェントへの注目度はどのくらいだったか。
- 親和性: エージェントへの親しみ・好意があったか。
- 重要度: エージェントからの依頼を重要視したか。
- 信頼性: エージェントに信頼性があったか。
- 熱中度: パズルへの熱中度はどのくらいか。
- 聴認性: エージェントの音声聞き取れたか。

また、エージェントから依頼されて部屋を移動した被験者の数も記録し、分析した。

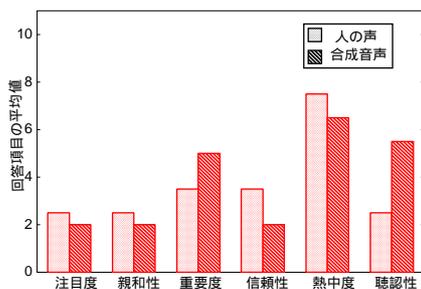


図 4: アニメーションキャラクタに対する回答項目の平均値

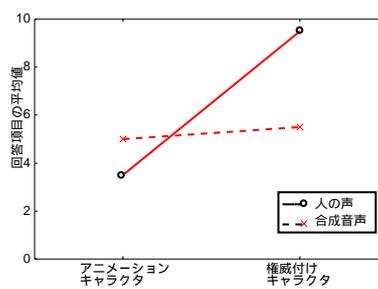


図 6: 重要度における表示因子と音声因子間の交互作用

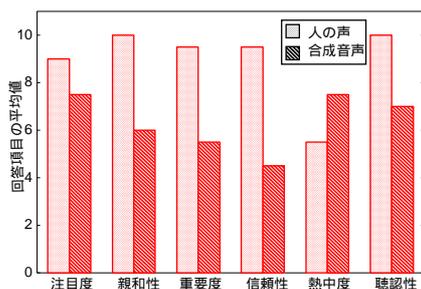


図 5: 権威付けキャラクタに対する回答項目の平均値

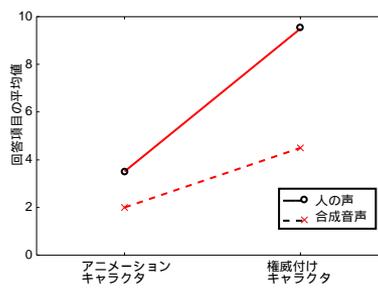


図 7: 信頼性における表示因子と音声因子間の交互作用

4. 実験結果

被験者に答えてもらったアンケートの結果について分析する。図 4 にアニメーションキャラクタについての各項目の回答結果、図 5 に権威付けキャラクタについての各項目の回答結果を示す。

エージェントへの注目度では表示因子にのみ主効果がみられた ($F(1, 6) = 48.0, p < .01$)。また、エージェントへの親しみ・好意についても表示因子にのみ主効果がみられた ($F(1, 6) = 26.90, p < .05$)。これら 2 つの回答については他に有意な差はみられなかった。エージェントからの信頼を重要視したかについては表示因子に主効果がみられ ($F(1, 6) = 14.49, p < .05$)、表示因子と音声因子の間に交互作用 (図 6) がみられた ($F(1, 6) = 10.37, p < .05$)。エージェントに対する信頼性では表示因子 ($F(1, 6) = 78.82, p < .01$) と音声因子 ($F(1, 6) = 46.09, p < .01$) に共に主効果がみられ、表示因子と音声因子の間の交互作用 (図 7) もみられた ($F(1, 6) = 13.36, p < .05$)。パズルへの熱中度、音声聞き取れたかについては有意な差がみられず、実験の設定において被験者による差が無かったことがわかる。

5. 考察

注目度や親和度において、表示因子に主効果がみられたことから被験者は権威付けキャラクタを表示したときにアニメーションキャラクタよりも注目し、好感を持った (図 6)。

信頼を重要視したかについては、表示因子に主効果がみられた。また、表示因子と音声因子間の交互作用もみられ、アニメーションキャラクタが表示されている場合は合成音声と人の声の評価に差はないが、実際の顔が表示されると合成音声に比べて人の声の評価が高くなった (図 7)。

信頼性については表示因子、音声因子共に主効果がみられ、交互作用もみられた。ここでもエージェントの人物の顔と声

により信頼度が高まったことがわかる。また、興味深いことに「エージェントの音声は権威付けをしている人の声だったことに気がついたか」という質問に対して、「人の声であるのにアニメーションキャラクタが表示されていたので合成音声と間違えた」「合成音声であるのに実際の顔が表示されていたので人の声であると間違えた」という被験者がみられ、人の声で信頼をしても、それが権威付けをしている人物のものであるとは気づきにくいという結果となった。また、実際の顔が表示されていると被験者に大きな影響を与え、合成音声でもその実際の人物の声であるように感じている。この結果から被験者にとって音声合成であるか人のものであるかはあまり重要ではなく、ロボットに権威付けするためには視覚的な因子が有効であるといえる。

ここで、表示因子に焦点を当ててみると、ロボットの信頼に対して実際に部屋から移動した被験者の数は、実際の顔を表示した場合は 4 人中 3 人、アニメーションキャラクタを表示した場合は 4 人中 1 人であった。被験者の数が少ないことからここでは分析では有意な差があるとは言えないが、上で述べたように権威付けが視覚的な因子に依存し、信頼が受け入れられていることがわかる。

6. 実験 2

前述の実験ではアニメーションキャラクタと実在の権威を持つと考えられる人物とを比較し権威付けの有効性を検証したが、ロボットに適用された権威は権威付けを行った教官と学生の間で認められた権威ではなく、「人」としての権威が働いたものであると考えることもできる。つまり、人の特徴を与えることによりその人が誰であるかに関係なく権威付けの効果が得られるのではないだろうか。

そこで、ここで用いられる「権威」が「人がみな持つ権威」ではなく、「組織内に存在する人間関係による権威」であるかどうかを示すため、共に実在の人物の特徴を使用した 2



図 8: 実験 2 で使用したエージェント

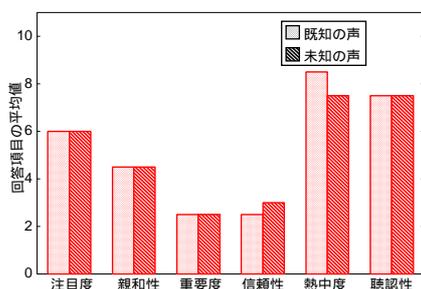


図 9: 権威付けなしキャラクターに対する回答項目の平均値

つのエージェントによる実験を行う。

6.1 実験条件

今回の実験では権威付けに使用される特徴を共に実在の人物のものとし、ロボットに適用される「権威」を純粹に比較するものとする。

被験者は実験 1 で表示因子において権威付けキャラクターを用いて実験した 4 名に新規の被験者 4 名を加えた同研究室内の男子大学院生 8 名とする。

6.2 実験結果

図 9 に権威付けされていないキャラクターについての各項目の回答結果を示す。図 5 の権威付けキャラクターについての各項目の回答結果と比較し、注目度については有意な差は見られなかった。親和性については表示因子にのみ主効果がみられた ($F(1, 6) = 14.69, p < .05$)。重要度については表示因子に主効果がみられた ($F(1, 6) = 27.27, p < .05$)。信頼性については表示因子に主効果がみられ、($F(1, 6) = 24.77, p < .05$) 表示因子と音声因子の間に交互作用もみられた ($F(1, 6) = 10.37, p < .05$)。熱中度、聴認性については有意な差がみられず、実験の設定において被験者による差が無かったことがわかる。

6.3 実験 2 の考察

今回の実験では表示因子に有意な差はみられなかった。エージェントに共に実在の人物を使用したことでどちらのエージェントも被験者に注目されたことから、アニメーションの顔と比較すると人の顔では権威の有無に関わらず注目を集めている。親和性については見知らぬ人物の顔が表示されるよりも知り合いの人物の顔が表示されたときにエージェントに好感を持つ結果となり、被験者にとって馴染みやすいものとなっている。また、重要度と信頼度について表示因子に主効果がみられたこ

とから「人が皆持つ権威」と「組織内に存在する人間関係による権威」の差が視覚的な因子に現れていることがわかる。

行動観察の結果についても表示因子の効果によって有意な差がみられ、権威付けされたエージェントとは信頼を授受する関係が構築されているのに対して、同じように人の特徴を使ったエージェントでも権威が適用されていないものでは信頼は受容されなかった。

これらの結果から前実験で懸念された「権威付けの効果は人の特徴を与えただけで得られるものではないか」という問題について、単に人の特徴を与えるだけでは効果は得られず、特定の個人と被験者との人間関係を適用することによって初めて権威付けが行われるということが証明された。

7. 考察

本研究の 2 つの実験により、ロボットの権威付けを行うためには視覚的な因子が重要であることがわかった。人とコミュニケーションするエージェントについて顔の画像という簡単な特徴を与えることで効果を上げることができる。

また、実験 1, 2 では移動因子において有意な差はみられなかった。今回の実験のものはエージェントをモバイル PC で表示しており、ロボット上でもデスク上でも同じ PC を使用しているので設定上差が出にくかったものと考えられる。この結果より、エージェント自体が権威付けられているだけでロボットの権威付けがなされていないとも考えられる。

8. 結論

本研究では人とロボットの間で自然なコミュニケーションを行うことを目的とし、ロボットに実在の人物の顔や音声などの特徴を与えるという「権威付け」を適用した。ロボットを実在の人物で権威付けることによりその人物との人間関係をロボットと人間にも適用させ、ロボットからの信頼を実在の人物からの信頼であるように受け入れさせることができた。

さらに実験結果の分散分析によってロボットの権威付けに有効な因子について検証した。実験結果を分析したところ、人物の外面的な特徴を表示させることによって被験者のエージェントに対する信頼度、親和度が向上し、考察より視覚的な要因である表示因子がロボットの権威付けに有効であることがわかった。

参考文献

- [Yamamoto 92] Y. Yamamoto, M. Sato, K. Hiraki, N. Yamasaki and Y. Anzai: "A Request of The Robot: An Experiment with the Human-Robot Interactive System HuRIS", IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.204-209, 1992.
- [小野 00] 小野, 今井, 江谷, 中津: "ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の創出", 情報処理学会論文誌, vol.41, no.1, pp. 158-166, 2000.
- [Ono 00] T. Ono, M. Imai and R. Nakatsu: "Reading a robot's mind: a model of utterance understanding based on the theory of mind mechanism", Advanced Robotics, Vol.14, No.4, pp.311-326,2000.
- [Barnard 68] C.I.Barnard: "新訳 経営者の役割", ダイヤモンド社, 1968.