

人同士の能動的コミュニケーションを誘う 「妖怪ロボット」のデザイン検討

Design Study of *Yokai Robot* that Encourages Active Communication Among Participants

大島直樹^{1*} 藤森亮¹ 齋藤悠太¹ 齋藤夏生¹

石井勇輝¹ 金子博¹ 武川直樹¹

Naoki Ohshima¹ Ryo Fujimori¹ Yuta Saito¹ Natsuki Saito¹

Yuuki Ishii¹ Hiroshi Kaneko¹ Naoki Mukawa¹

¹ 東京電機大学情報環境学部

¹ School of Information Environment, Tokyo Denki University

Abstract: Japan is developing social robots in an increasingly fierce competition with Europe, the United States, and developing countries. In the future, conscious goals that guide the development of robots must be radically transformed from the sole pursuit of high performance and economic benefits to robots that humans find pleasing to interact with. This study places importance on the development of social robots that incorporate the unique sensitivity and culture of the Japanese, and proposes a new direction for robot development: construction of robots that are analogous to “Yokai-gaku.” This “Yokai robot” will, from the position of a “stranger,” increase active interaction and motivation for communication among human participants. This paper presents two efforts already undertaken toward this goal, along with the results of related experiments.

1 はじめに

わが国の少子高齢化は急速に進展し、労働人口は減少の傾向にある。このような人手不足の理由から、これまで人間の行っていた作業をロボットに担わせるといった動きがでてきた。また、人手が不足するという状況であれば当然、人件費が嵩む。人件費の削減という経済性の理由からも、労働の担い手がロボットに変わるという動きがある。

人工知能 (Artificial Intelligence, AI) の将来について、松尾 [1] は次のような予測を立てている。「近い将来、賢い AI が誕生するだろう。その AI がお客の問い合わせに受け答えできれば、コストダウンを図ることができる。宿泊料の安い施設は AI 搭載の無人受付になり、タッチパネルを通してチェックインするような将来が来るだろう。」AI 搭載ロボットによる無人受付システムにより、経済性・効率性を追求しようとする社会の到来を松尾の予測からも伺うことができる。

実際のところ、一般の消費者はどのような役割をロボットに求めるのだろうか。ロボットにどのような存在

意義を見出すのだろうか。その答えは近年の家電製品に対する消費者動向に隠されているように思う。

「萌え家電 [2]」という言葉に代表されるように、一般の消費者は家電製品に対して機能以上のものを見出している。例えば、iRobot 社の「ルンバ (Roomba[3])」に対しては、うまく掃除ができなくて健気に動いているロボットを見て楽しんでいる。そのようなルンバのトラブルが可愛いことから、一種の「不便の効用 [5]」を掘り起こしたといえるだろう。他にも、ルンバをキャラクターに仕立てる、着せ替える、そして、その“進化したルンバ”を twitter や facebook などに投稿し、話題にするなど現代の消費者はお掃除ロボットに掃除機能以上のものを求めている。

このような現状を踏まえると、将来のロボットの適用範囲について広く想定することが望ましいと考えられる。ヒト型ロボットの製造は大量生産の波に乗り、品質の良いロボットを消費者のもとに安く提供できる時代に突入した。2020 年にはヒト型ホームロボットは一家に 1 台普及するという予想がある [6]。しかし、一般の消費者はロボットに高機能や経済性・コストだけを求めるようなことはしないだろう。3D プリンタを用いて自分そっくりのロボットを造形できる時代である。その日に来ている洋服を印刷してロボットに着せ替えるこ

*連絡先：東京電機大学情報環境学部
〒270-1382 千葉県印西市武西学園台 2-1200
E-mail: sima@mail.dendai.ac.jp



図 1: マイク差し出し行動 (妖怪ロボット) を言い訳に内気な人に発話を促す参与者



図 2: ボソッとつぶやく行動 (妖怪ロボット) を人が多様に解釈・人同士の能動的関わりの促進

ともできる。そして、そのように手間ひまかけて製作した世界で一つの自分そっくりの“Own-robot, Oneself-robot[4]”を用いてコミュニケーションが行われるような日常が Human-Robot/Agent Interaction (HRI/HAI) において想定すべき近未来像の一例ではないかと筆者は考える。

他とは違うという多様性や意外性、唯一性にこだわったロボットの開発はエンターテインメント事業としてすでに行われている。長崎県佐世保市ハウステンボスの敷地内にある「変なホテル [7]」では、受付フロントにて来客者を待ち受けるのは人間とそっくりの女性の人型ロボットと、人間の外観とは全く異なる恐竜型ロボットである。端末だけの並ぶ無味乾燥な無人フロントとは異なり、その恐竜ロボットが異彩を放つ。コストダウンの中にも、おもてなしの精神を提供する必要があるためだろう。人型ロボットだけではなく、人型とは明確に区別した異類の他所者 (よそもの) として、恐竜ロボットを設置している。

この恐竜ロボットのように、本来は畏れと恐怖の象徴として扱われるべき獣を娯楽や笑いの要素として親しむ動きは、江戸時代の妖怪から始まったものと考えられる。江戸時代では、キャラクター性や独自の性格づけがなされた他所者=妖怪を創り出すことで、人々は楽しみ、話題の種になり、人同士のコミュニケーションを円滑化していた。また、日常生活を営む人間にとって都合の悪いことは他所者=妖怪による仕業と解釈することで、物事を合理的に進めようとしていたものと考えられる。筆者らは、このような江戸時代の「妖怪観」をアナロジーとして、人と人との社会的なコミュニケーションを引き立てる他所者=ロボットを構築できないかと考えている。

そこで、本研究では、日本人の独特の感性や文化を取り入れた「妖怪ロボット」というロボット開発の新たな方向性を提案する。1体1体のロボットに別々の性格付けやデザインを行うもので、冒頭で述べた標準化・統一化の流れとは真逆のアプローチをとるロボット開

発といえる。本稿では、これまでに実施した2つの「妖怪ロボット」を用いた取組み (図 1, 図 2) について実験結果を交えながら、都合の悪いことを妖怪ロボットの仕業と捉えて、人同士の能動的なコミュニケーションが促進した事例について述べる。

2 HRI/HAI からみる妖怪学

古来の人々は自分たちに都合の悪い出来事を妖怪の仕業と解釈し空想上のエージェンシー (agency[8]) として社会的に構成 (social construction [9]) することで、人々の精神作用を促進するアーティファクト (artifacts [10]) として作用させていたものと考えられる。このことが伺える事例として2種類の妖怪を紹介する。

2.1 座敷わらし

小松和彦は『妖怪学新考 [11]』のなかで、世の中の悲惨な出来事を合理的に説明する手段として、遠野郷の人々は「座敷わらし」を創り出したという解釈をしている。「座敷わらし」とは特定の家のなかの座敷の暗闇に棲んでいるといわれているもので、座敷わらしが居なくなるとその家が貧乏になると伝承されている。これは遠野郷に住んでいた人々が感じ取っていた不思議な現象である。また、遠野郷の特殊な文化事情を背景に生まれてきた妖怪 (福の神とも妖怪とも判断し得ない精霊) といえるだろう。遠野郷では家の盛衰がとりわけ激しかったという。幕末から明治にかけて、多くの家が急激に盛衰していく悲惨な様子を、超自然的存在を想定することでしか人々は説明し得なかったのだろう。そして、人々は家の没落というあまりにも不幸な挫折を座敷わらしの退去として説明するようになったと解釈されている。

2.2 狐狗狸(こっくり)さん

井上円了は『妖怪玄談 [12]』のなかで、狐狗狸の回転する仕組みを41節にわたり細かく説明した。そのうえで、42節から43節においては、次のようなまとめをしている。狐狗狸が乗り移る原因は自然の仕業のみによるものではなく、自然に動いた単なる器械の装置とそれを見て未来を占おうという発想を行う人の心理が相合したことに根本の原因があると述べている。そのため、種々の儀式を設け、装飾をして丁重に「こっくり様」を行えば、人の信仰心を促すものとして機能する。あるいは、その中の一人が「こっくり様お移り下され」と祈願すれば、人の注意を引くものとなる。その他、唱歌、音曲を流せば、人の精神作用を促すものなる。意思決定に対して用いれば、悩みの解消に活用することができる」と説明している。

2.3 妖怪学と HRI/HAI の接点をさぐる

このような「妖怪観」をロボットの開発に活かすことはできないだろうか。HRI/HAIにおいて妖怪とのインタラクションを再現しようと試みるときに、実物のロボットや可視化されたソフトウェアエージェントを用いる必要がある。しかし、目に見えるもの・実体を有するものを妖怪と呼んで良いのだろうか。

小松和彦は妖怪という語を3つの領域に分類している [13]。一つは「出来事・現象としての妖怪」である。2.1節や2.2節で述べた妖怪はこの領域に入るものと考えられる。二つ目に、一つ目の領域の一部として「存在としての妖怪」がある。あらゆるものには靈魂が宿るというアニミズム的な観念である。三つ目に、一つ目および二つ目の領域の一部として「造形としての妖怪」がある。絵画や造形によるフィクションとしての妖怪であり、極めて限られた領域である。

HRI/HAIにおいて妖怪とのインタラクションを実現する場合は三つ目の領域に分類されるものとする。2.1節や2.2節で述べた妖怪とは姿・形は異なるが、人の積極的な解釈やイメージーションの中で生み出されるという共通の特性を持っている。しかし、その姿形をはっきりと決めてしまうと、自由に思い描くという人の想像力が抑制されてしまうため、ここではミニマルデザイン [15] の概念に基づきエージェントの外観をデザインすることとした。

また、妖怪とはどのような人とどの程度インタラクションする頻度を持ち、人々の日常にどの程度介入してくるものなのか。柳田國男は「妖怪(化け物)は出現する場所が大抵決まっている。相手を扱わず、多数に向かって交渉を開こうとする。一方、幽霊はある一人を目指して付いてくる(出てくる)。丑みつの鐘が陰にこもって響く頃に多い。」と分類している [14]。ここで



図 3: 会議音声録音ロボットの外観デザイン

は柳田の指摘に従い、ある特定の状況において複数人の積極的な解釈により生み出される妖怪を扱うこととする。一方、HRI/HAIとしては特定の状況以外での具体的なインタラクションデザインについては検討する必要がある。今後の課題として整理する余地がある。

3 事例

2章で述べてきたように、人間にとって都合の悪い出来事や不可解な現象を妖怪という他所者の仕業として捉えることで、人々の精神作用を促進する、人同士の能動的な関わりを引き出される性質があることが分かった。このような「妖怪観」をロボット開発につなげるという取り組みを行っている。本章では、筆者らがこれまでに実施してきた「妖怪ロボット」の研究事例を概観する。

3.1 マイク差し出し行動(妖怪ロボット)を言い訳に内気な人から発話を促す

複数人で行う会話において一人ひとりの会話参加者から均等に意見を聞き出すことを狙いとする会議音声録音ロボット(図1)を構築した。この会議音声録音ロボットは様々な発話者の音声をまんべんなく集音したいという性格を有しており、誰か一人でも積極的に発言しないと同参加者にすり寄りマイクを差しだし、音声を集音しようと試みる。このようなマイク差し出し行動を言い訳にして、周囲の会話参加者が「マイクが向けられているから何か話したら」などと発話し、内気な被験者の発話を促すことを想定している。

3.1.1 外観デザインと性格づけ

会議音声録音ロボットの外観のデザインを図3に示す。次に示す5つの観点に従って外観をデザインした。

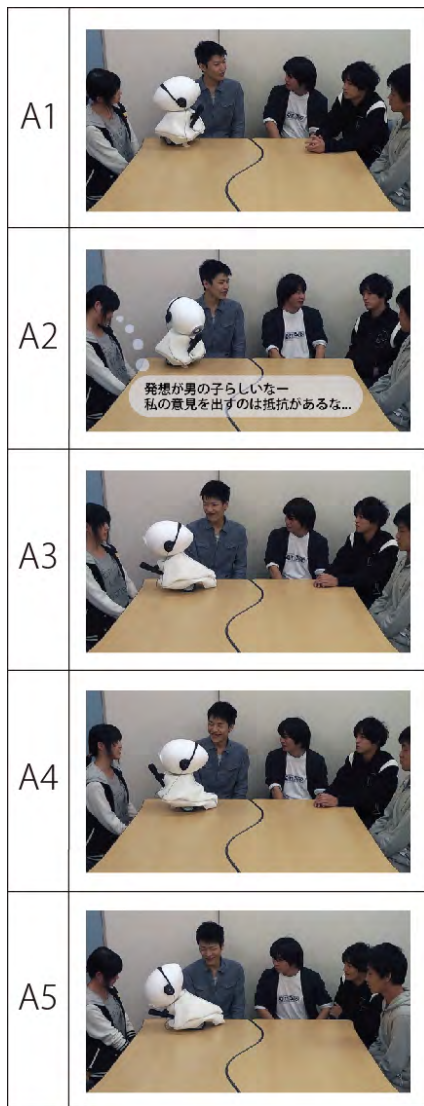


図 4: マイク差し出し行動 (ロボット) により内気な人の発話を誘う

文字どおりの無口

人間の会話 (発話) を阻害しないように、ロボットには口が付いていない。発話生成機能を備えていないという想定である。

人の音声を集音するためのマイク

この発話介在ロボットは会話参加者たちの音声を集音するためのマイクを所持している。会話の流れに合わせて、次に意見を聞きたい会話参加者の方へマイクを向け、その人の音声を集音する。

集音した音声を聞くためのヘッドフォン

マイクから収録した人の音声をヘッドフォンにより電気エネルギーに変換している (という設定である)。変換された電気エネルギーは、ロボット

のポジティブな感情として外部に表現される。

ひとつの大きな眼球

音声の発生源を瞬時に特定可能な大きな眼球 (全方位カメラ) を頭部に付属することを構想している。現状では、一つの大きな眼球を模したプラスチックの薄い板を頭部前方に装着している。

ロボットの身長

5人以上でのグループ会話を想定している。その会話サイズと比べてロボットの存在が小さくならないように、筐体の大きさを調整した。椅子に座るときの被験者の目線とテーブル上のロボットの視線が同じ高さになるように、ロボットの身長を約 40cm としている。

3.1.2 ロボットの基本的な効果

多人数会話の流れの中で積極的に意見を言えないで内気な会話参加者から、自発的な発話を引き出すというアプリケーション・シナリオを考えている (図 4)。

図 4 の A1 で示されるように、ロボットは会話参加者の一員として、発話者が変わるたびに発話者の方向へ頭部を回転させ、発話者の発話が終了するタイミングに合わせて、その場で大きく頷くという振る舞いをおこなう。このとき、図 4 の A2 で示されるように、他の会話参加者に発話する機会をゆずり積極的に自分の意見を言えないでいる会話参加者が居ないか、ロボットは辺りを見回すという振る舞いを行う。その結果、図 4 の A2 のような内気な会話参加者を見つけると、低い姿勢の状態から横から近づき、内気な会話参加者にマイクを差し向ける (図 4 の A3)。この図 4 の A3 により、他の会話参加者がロボットがマイクを差し出したという行動のせいにして、内気な会話参加者に発話を譲るといった行動が引き出されると考えている。その後、内気な会話参加者から発話を得られればロボットは背伸びをする行動を表出し、ポジティブな感情を表現する (図 4 の A4)。あるいは、しばらくしても内気な会話参加者から発話を得られなければ、ロボットはネガティブな感情を表出する (図 4 の A5)。

3.1.3 会話実験にて得られた事例

これまでに 2 組の会話集団 (20–23 歳, 平均年齢 20.9 歳, 男性 7 名, 女性 4 名の計 11 名) が会議音声録音ロボットを用いた観察実験に参加している。その代表的な結果として、下記のような事例を確認した [16]。

砂漠遭難課題 [17] において自分の意見を述べるのが少なかった内気な会話参加者の発話に対するモチベーションが、向上するというやり取りが観察された。あ



図 5: 独り言ロボットの外観デザイン

る被験者が内気な被験者に対して「インタビューされている、インタビュー」と発話した。ここから、会議音声録音ロボットの振る舞いを言い訳にして、内気な被験者に発話を促していることが分かる。その直後に内気な被験者から短い発話を得られた。このように会議音声ロボットのマイク差し出し行動により、人同士のコミュニケーションが促進する事例を確認した。

3.2 話し出しやすい会話の場をデザインするための独り言ロボット

複数人で会話をしているときに答えづらい質問や行き詰った状況（沈黙）が生じると、つぎに話を切り出す際のハードルが高くなる。そこで、話題転換のきっかけとなる発話をロボットがつぶやくことにより、沈黙を破る際に人がかかえる負担をロボットに肩代わりさせることを狙いとして独り言ロボットを構築した。

3.2.1 外観デザインと性格づけ

この独り言ロボットは人間の答えづらい質問や行き詰った沈黙が生じると「ほかに意見はないかなあ...」や「具体的な例があるといいかもね...」などの発話を行う。このとき、顔を伏せながら誰に話しかけているのかが分からない状態で独り言をつぶやくという性格である。会話参加者の答えづらい話題や行き詰った状況（沈黙）において、まずは独り言ロボットが発話を行い会話参加者に与える負担を肩代わりし、つぎに会話参加者から自発的な発話を誘うおうと試みるものである。

ここで独り言ロボットは発話中にいずれの参加者にもアドレス（視線）を向けていないことを明瞭に表現する必要がある。そのために、視線方向の分かりやすい眼球をモチーフとして独り言ロボットの頭部を造形した（図5）。胴体の大きさに対して比較的大きな瞳1つを頭部としてデザインしている。また、独り言ロボット



図 6: 事例1—独り言ロボットに責任を押し付けて自分の意見を補強する参加者

はつぶやくこと以上の振る舞いを表出しないため、口や耳といった人との会話のやり取りに必要な要素を省略した。

3.2.2 会話実験にて得られた事例

これまでに合計6グループ（各条件3グループ）の会話集団（20～24歳、平均年齢20.6歳、男性13名、女性5名の計18名）が独り言ロボットを用いた会話実験に参加している [18]。この会話実験のうち、独り言ロボットに責任を押し付けて自分の意見を補強する参加者と、独り言ロボットに聞き手の肩代わりをさせる参加者の2つの事例をここでは取り上げる。なお、いずれの事例においても会話課題（タスク）として「自分の外見的長所について参加者間で共有しあってください」



図 7: 事例 2—独り言ロボットにもう一人の聞き手として肩代わりをさせる参与者

という会話テーマを設定した。このテーマについては被験者同士で話す場合に気恥ずかしさや謙遜から沈黙が生じやすく、また、気まずさを引き出せるため設定している。

図 6 に示す事例 1 では、独り言ロボットに責任を押し付けて自分の意見を補強するという参与者を確認した。被験者らが自分の長所を口にできずに沈黙が 7 秒ほど続いたあとで、左側の被験者が「いいじゃん、顔かっこいいんだから」という発言を行った。また、左側の被験者の発言が終了するタイミングで右側の被験者が「そうだよ、顔かっこいいんだから」と発言した(図 6 の 1 つ目のシーン)。しかし、中央の被験者は指摘された長所について納得した表情を浮かべることがなかった。しばらくして、左側の被験者が「顔かっこいいと思いますよね?」と独り言ロボットに視線を向け

ながら語りかけた。その後、独り言ロボットの頭部が下降した。この独り言ロボットの振る舞いに対して左右の被験者が「うなずいている」と発言している(図 6 の 3 つ目のシーン)。この発言内容から、被験者らの主張にロボットも賛同していると解釈したことが推測できる。その後、左右の被験者は中央の被験者に対して、引き続き長所を提案している(図 6 の 4 つ目のシーン)。このように、左右の被験者による長所の提案に対して納得しなかった中央の被験者に対して、独り言ロボットの賛同を得てから、再度左右の被験者が中央の被験者に長所を提案するという現象を確認した。ここから、左右の被験者が自分の意見を補強するための理由として、独り言ロボットの振る舞いを利用していったことが伺える。

図 7 に示す事例 2 では、独り言ロボットにもう一人の聞き手として肩代わりをさせる参与者を確認した。他人に自分の長所を自慢するという会話に行き詰まっているところで、独り言ロボットの視線が右側の被験者に向いた(図 7 の 1 つ目のシーン)。そして、「オレかあ、困ったらオレ来るねえ」と同被験者は独り言ロボットの振る舞いに自分なりの解釈を加えた。その後、会話参与者たちは笑いを表出し、右側の被験者が「どう? 筋肉あると思わない? ほら、長所だよ」と自分の二の腕を指差しながら発言を行った。ここで同被験者は他の会話参与者に対して自分の長所を話すのではなく、独り言ロボットに対して自分の長所を自慢している。ここから、人間に対しては気恥ずかしい行動であるが、独り言ロボットをもう一人の聞き手として見たことで、そのような気恥ずかしい行動であっても独り言ロボットに対しては行うことができたものと推測できる。実際、その次の発言では「お、反応いいじゃん」と独り言ロボットの反応を確認しながら発言していることから、自分の長所に対する返答をロボットに期待していたことが分かる。そして、独り言ロボットから特に具体的な返事が得られないことがわかると、落胆した表情を浮かべた(図 7 の 4 つ目のシーン)。このように、直接人間に対して行うことが躊躇されるコミュニケーション行動であっても、独り言ロボットという他所者を媒介にすることで笑いを伴ったコミュニケーション行動として表出されるという現象を確認した。

4 おわりに

日本のロボット開発は欧米諸国や新興国との競争が激化しており、今後はロボットの技術的課題に加えて、ロボットを取り巻く環境にも解決しなければならない[19]。日本は少子高齢化の背景にあって、従来のロボット開発では労働力としての性能が求められた。しかし、現代の消費者は機能や効率性以上のものをロボットに

求める傾向にある。これまでの性能追求・経済性追求のアプローチから今後は抜け出す必要があるだろう。

そこで、本研究では、人間の作業を代替できる能力をロボットに求めるのではなく、むしろ人間とは異なる他所者(よそもの)という役割をロボットに求めることとした。そして、人間にとって都合の悪いことをそのような他所者としてのロボット(=妖怪ロボット)に帰属することで、人同士の能動的なコミュニケーションを促進するという「妖怪観」を取り入れたロボット開発の取り組みについて述べた。実験の結果から、会議音声録音ロボットのマイク差し出し行動を言い訳にして内気な人に発話を促す、独り言ロボットに責任を押し付けて自分の意見を補強する、独り言ロボットにもう一人の聞き手として肩代わりをさせるなど、妖怪ロボットにより人同士のコミュニケーションが円滑化する事例が観察された。

ただし、このような「妖怪観」を実際の生活におけるHRI/HAIとどう結びつけるのかは十分に整理できていない。今後も多様なタイプの妖怪ロボットのデザインを検討しながら、ロボットの新しい適用領域を探る。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費基盤研究(C)26330233, 東京電機大学総合研究所研究課題Q15J-05, および, 日本私立学校振興・共済事業団の学術研究振興資金による援助を受けた。

参考文献

- [1] 松尾豊: 感情にかかわり、人間がやる仕事が希少価値を生む、『AERA』, 大特集—AI(人工知能)に奪われる仕事, 6.15 (2015).
- [2] 大和田茂:『萌え家電—家電が家族になる日』, デイスクヴァー・トゥエンティワン (2015).
- [3] <https://www.irobot-jp.com/>(2015年10月23日).
- [4] Takanori Tatsumi, Satoshi Fukumori, Saizo Aoyagi, Michiya Yamamoto, and Tomio Watanabe: Onself-robot: A Framework for Forwarding a User's Presence via a Robot to a Partner during Video Communication, Proc. of the 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2015), Interactive Session (2015).
- [5] 川上浩司:『不便から生まれるデザイン—工学に活かす常識を超えた発想』, 化学同人 (2011).
- [6] 吉田貴之: ロボットは敵か, 味方か—ロボットとの未来を読み解く4つのQ & A, 『R25』, 2.12 No. 364 (2015).
- [7] <http://www.h-n-h.jp/>(2015年10月23日).
- [8] 大澤博隆: ヒューマンエージェントインタラクションから見る人工物・人工システムのエージェンシー, 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 9, pp. 868—873 (2013).
- [9] ケネス・J. ガーゲン (著), 東村知子 (訳): 『あなたへの社会構成主義』, ナカニシヤ出版 (2004).
- [10] 上野 直樹: 『状況のインタフェース』, 金子書房 (2001).
- [11] 小松和彦: 『妖怪学新考—妖怪からみる日本人の心』, 講談社 (2015).
- [12] 井上円了: 『妖怪玄談』, 哲学書院 (1887). (井上円了: 『妖怪玄談 [Kindle版]』, Amazon Services International, Inc.)
- [13] 小松和彦 (編著): 『妖怪学の基礎知識』, 角川学芸出版 (2011).
- [14] 柳田国男 (著), 小松和彦 (校注): 『新訂 妖怪談義』, 角川学芸出版 (2013).
- [15] Nobuyoshi MATSUMOTO, Hiroyuki FUJII, Miki GOAN and Michio OKADA: Minimal Design Strategy for Embodied Communication Agents, Proc. of the 14th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2005), (2005).
- [16] 大島直樹, 渡邊竜弥, 齋藤夏生, 藤森亮, 徳永弘子, 武川直樹: 「なにか話して...」: 多人数会話の流れを媒介する発話介入ロボットのデザインの検討, 電子情報通信学会 Human Communication Group (HCG) シンポジウム 2014 講演予稿集 pp. 323-330 (2014).
- [17] J. Lafferty, P. Eady, and J. Elmers: The desert survival problem. *Experimental Learning Methods* (1974).
- [18] 藤森亮, 齋藤夏生, 齋藤悠太, 石井勇輝, 大島直樹, 武川直樹: だれでも良いから喋ってよ...: 話し出しやすい会話の「場」をデザインする独り言ロボット, 電子情報通信学会 Human Communication Group (HCG) シンポジウム 2015 講演予稿集 (2014).
- [19] 坂本健一: 『社会生活に身近になるロボットの世界』, AERA 15.6.29 No. 28 (2015).