

人とのかかわり

人としてのミニマルデザインを持つ 遠隔操作型ロボット

石黒 浩^{1,2} 港 隆史¹ 西尾修一¹

¹ 国際電気通信基礎技術研究所 石黒浩特別研究室

² 大阪大学基礎工学研究科システム創成専攻

遠隔操作型ロボットのデザイン

ロボットをネットワークを介して相互接続することで、利用空間、連携動作、情報共有、遠隔操作などの点で従来のロボットによるサービスを飛躍的に拡大できる。一方で、ロボットそのものをコミュニケーションインタフェースとすることで、すなわち遠隔操作型ロボットを相互にネットワーク接続しロボットを話者のアバタとすることで、話者の音声だけでなく存在までも遠隔地に伝えることができる次世代の通信機器を実現できる。

我々が最初に実現したものが遠隔操作型アンドロイド「ジェミノイド」である¹⁾。ジェミノイドは実存する人物に酷似した姿を持ち、遠隔地にいる話者の声と動きに同期して動作する（遠隔操作システムの詳細は文献1）を参照）。ジェミノイドをしばらく操作して対話者と対話すると、対話者はジェミノイドを人間のように感じながら話をするようになるし、操作している話者はジェミノイドの体を自分の体のように感じ、誰かがジェミノイドの体に触ると、まるで自分が触られたかのような感覚を持つ。しかしジェミノイドの特定の人物の見かけは、どのような対話者にも適しているというわけではない。通信機器としては、万人に受け入れられるデザインを明らかにする必要がある。ここには人はどのように人を認識し、その人とどのようにかわるのかという本質的な疑問がある。

この疑問をジェミノイドとは正反対の方向性で追究するために開発した遠隔操作型ロボットが「テレノイド」(図-1)である²⁾。人間とかわる際に重要となる要素だけを集めて、人間として認められる

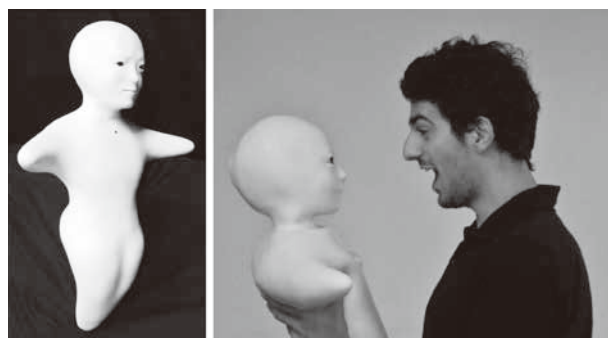


図-1 人間のミニマルデザインを持つテレノイド

ロボットを作れるかというアプローチがここにはある。テレノイドは人間にしか見えないが、年齢も性別も判別不可能なデザインである。ジェミノイドが人間のマキシマムデザインなら、テレノイドは人間のミニマルデザインである。

テレノイドの遠隔操作システムはジェミノイドとまったく同じである。話者の頭部や口の動き、音声と同期してテレノイドが動作、発声する。ジェミノイドと大きく異なるのは、対話者は自らの想像力でこのテレノイドとかわることになる点である。テレノイドから知人の声が聞こえれば、対話者はその声の主の姿形を頭に思い浮かべるが、その頭に思い浮かべた姿形が、この誰にでも見えるロボットに精神的に投影され、まるで、その声の主を抱きかかえながら話しているような感覚を持つ。実際にこの効果は、高齢者や子供に対して非常に効果的に現れる。これまで日本やヨーロッパで何度も実証実験を繰り返しているが、特に高齢者においては、普段あまり人と話さない人でも、このテレノイドを使えば活発に話ができることが明らかになっている。以降でテレノイドに関する取り組みと、携帯型テレノイドへの展開について述べる。



図-2 特別養護老人ホームでの様子

高齢者と人々を結びつけるテレノイド

我々はテレノイドが特に高齢者に受け入れられる点に注目し、テレノイドを用いた高齢者のコミュニケーション支援に取り組んでいる。高齢者がどのようにテレノイドに反応するのか、どのような使い方が望ましいのかを探るために、国内外のさまざまな施設でケーススタディを行ってきた。

デイケアセンターの高齢者が、介護福祉士が操作するテレノイドと対面したケースでは、アンケートで40名ほどの高齢者のほぼすべて（9割以上）がテレノイドとの対話を楽しんだと答え、その中には自分の子供や孫を抱いているようだと言った人もいた。またテレノイドと電話について、どちらを使いたいかを比較すると、6割強の高齢者がテレノイドを利用したいと回答している²⁾。

さらに、高齢者の実生活の活動の中でのテレノイドの応用性を確かめる試行として、国内の特別養護老人ホームにて実際に高齢者への傾聴活動をテレノイドを介して行うことを試みている（図-2）。いく度か試行後、傾聴士および本施設の介護士にインタビューしたところ、高齢者にとって対面よりテレノイドを用いた方が傾聴士と対話しやすそうである、ぬいぐるみ型ロボットと比較しても人型のテレノイドの方が高齢者の注意を引きつけている、傾聴士にとっても対面より話しやすい、など遠隔傾聴のための手段としての利点が明らかになりつつある。

こうしたケーススタディが発展して、現在デンマー



図-3 デンマーク スウェンボー市のデイケアセンターでの様子（上段）と個人宅での様子（下段）

クにおいて本格的にこのテレノイドを高齢者介護に利用するプロジェクトが始まろうとしている。デンマークでは一人暮らしの高齢者が多く、毎日のように介護士が訪問をしている。その介護士の人数も十分足りているわけではないため、介護士が訪問する代わりにこのテレノイドを利用しようという計画である。まずデンマークでは、複数の介護施設（図-3 上）と独居高齢者宅（図-3 下）にてテレノイドを設置し、介護スタッフらの協力のもとで予備的な試行を行った³⁾。施設での高齢者の反応は日本での様子とほとんど変わらず、テレノイドを抱きかかえて会話を楽しんでいた。遠隔操作をする側もやってみたいという人もおり、テレノイドを通して会話や歌を楽しんでいた。施設では集団の中にテレノイドが置かれており、みんなで楽しむという状況であったと言えるが、上記の反応は独居高齢者宅でも同様であった。会話が数十分にもおよび、オペレータが疲れて、制止しないといつまでも話そうとする様子が何件も観察された。このようにテレノイドが高齢者と人々を結びつける通信機器として、日常生活の中で役立つ可能性が確かめられた。

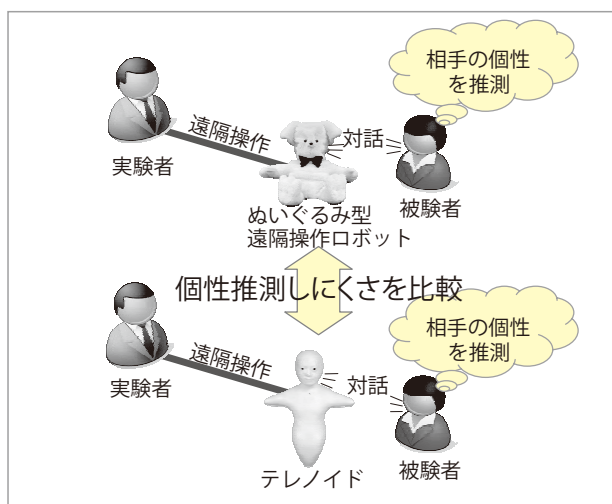


図-4 テレノイドの見かけの効果検証実験

テレノイドの評価実験

以上のようなケーススタディと並行して、ミニマルデザイン、すなわちテレノイドが人間として認められる要因を探る研究を行っている。以下でいくつかの研究例を紹介する。

テレノイドのデザインは、対話者がテレノイドにどのような話者でも投影しやすいという効果を狙ったものである。ここでは逆にロボットの見かけに個性的な特徴があると、話者の投影が妨げられるという仮説を立て、テレノイドとぬいぐるみ型遠隔操作ロボットを比較する実験を行った⁴⁾。テレノイドやぬいぐるみと対面する対話者に対話相手（ロボット操作者）の個性を推測させたところ（図-4）、ぬいぐるみ型ロボット条件では対話相手の個性が分かりづらくなるという結果が得られた。このことは、ぬいぐるみのような見かけと比較して、テレノイドの

見かけは個性的要素を排除した中立的な見かけである、すなわちテレノイドの見かけが話者の個性を（そして話者の存在感を）伝えやすい見かけであることを示していると考えられる。

また、話者を投影しやすいデザインの検証も行っている。単純化した人間の形状からさらに四肢を単純化したデザインの模型を数種類用意し、これらを手にとって対話した際にどの形状が話者を投影しやすいか評価する実験を行った。これまでの実験から、頭部と胴体が投影しやすいに最も寄与していることが明らかになっている。

通信機器として実体を持つことの特徴を確かめるため、テレノイドの身体動作の伝達能力が遠隔コミュニケーションに及ぼす影響を調べる研究も行っている。コンピュータグラフィックスのアバタとテレノイドの差異である物理的な実体の持つ効果を確認する実験では、図-5に示すように、実体の有無と身体動作・外見の有無を要因とする会話環境の比較を行った⁵⁾。被験者へのアンケート結果から、身体動作を伝達すると遠隔話者の存在感が増し、さらに外見を伝えることでも存在感が増すことが分かった。加えてそれらの伝達に実体が伴うと、さらに存在感が増すことが判明した。テレノイドはビデオ会議と比べると、外見を伝えない分だけ不利だが、実体を伴った身体動作を提示できる点で有利であることが明らかになった。

携帯型のテレノイドへ

このテレノイドの研究をさらに発展させ、携帯電

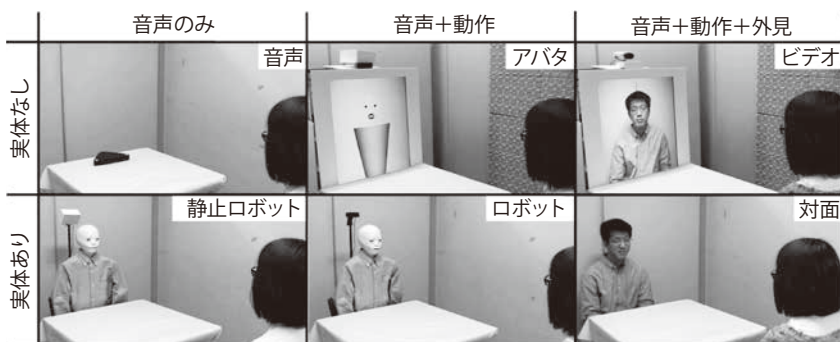


図-5 物理的実体を持つ効果の検証実験（文献5）の図を改編



図-6 携帯型テレノイド「エルフォイド」

話型にしたのがエルフォイドである(図-6)。エルフォイドは、テレノイドの機能や見かけをさらにそぎ落とし、携帯電話の大きさで、携帯電話として開発した。

携帯電話は、スマートフォンが主流になったが、スマートフォンは、いわば小さいパソコンのようなものであり、電話としての機能は従来の携帯電話と何ら変わりがない。電話として進化するということは、たとえば音声以外により相手をリアルに感じる何かを送る機能が期待される。その携帯電話にテレノイドの形状を与えれば、相手を手の中に感じながら話をするができる。すなわち、声だけでなく、相手の存在感まで伝達できるようになるのである。

今後、携帯電話はこのように人らしい形を持つことがさらに重要になる。スマートフォンのインタフェースとして音声認識が実用的になりつつあるが、主だった機能のインタフェースが音声認識になれば、ディスプレイやタッチパネルは必要なくなる。そうなれば、スマートフォン自体はただの箱になる。しかしながら、ただの箱に話しかけるといのは不自然な話である。したがって、音声認識インタフェースを備えたスマートフォンは、必然的に人が話しやすい形、すなわち人らしい姿形を持つようになると考えられる。

現在は、このエルフォイドによって人々の対話スタイルや関係構築の仕方がどのように変容するのかを調査する社会実験に着手している。

日本発の革新的メディアへ

遠隔操作型ロボットによるコミュニケーションメディアの研究では、本質的に人間らしさの追究を伴

う。人としてのミニマルデザインを追究するテレノイドの研究は、人間との酷似さを追究するジェミノイドの研究とは反対方向の新しい研究アプローチである。そして、テレノイドの実証実験の結果から、テレノイドやエルフォイドが人と人のつながり方を変革するメディアとなる期待が、現実のものになりそうだという手応えを感じている。近年は日本からの提案によるグローバルマーケットへの発信が少なくなっている。日本が得意とするロボット化技術を情報化技術に結びつけたチャレンジをしていくことで、日本から真に新しい技術を発信したいと考えている。

参考文献

- 1) Nishio, S., Ishiguro, H. and Hagita, N. : Geminoid : Teleoperated Android of an Existing Person, A. C. de Pina Filho eds, *Humanoid Robots, New Developments*, I-Tech Education and Publishing, pp.343-352 (2007).
- 2) Ogawa, K., Nishio, S., Koda, K., Balistreri, G., Watanabe, T. and Ishiguro, H. : Exploring the Natural Reaction of Young and Aged Person with Telenoid in a Real World, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol.15, No.5, pp.592-597 (2011).
- 3) Yamazaki, R., Nishio, S., Ishiguro, H., Norskov, M., Ishiguro, N. and Balistreri, G. : Social Acceptance of a Teleoperated Android : Field Study on Elderly's Engagement with an Embodied Communication Medium in Denmark, In *Proceedings of International Conference on Social Robotics*, pp.428-437 (2012).
- 4) Kuwamura, K., Minato, T., Nishio, S. and Ishiguro, H. : Personality Distortion in Communication through Teleoperated Robots, In *Proceedings of IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp.49-54 (2012).
- 5) 田中一晶, 中西英之, 石黒 浩 : 実体で身体動作を提示するロボット会議によるソーシャルテレプレゼンスの強化, インタラクション, pp.125-132 (2013).

(2013年4月9日受付)

石黒 浩 (正会員) ishiguro@sys.es.osaka-u.ac.jp

1991年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻修了。現在、大阪大学大学院基礎工学研究科教授。国際電気通信基礎技術研究所石黒浩特別研究室室長。工学博士。知能ロボット、アンドロイドロボット、センサネットワークの研究に興味を持つ。

港 隆史 minato@atr.jp

2001年大阪大学大学院工学研究科修士課程単位修得退学。現在、国際電気通信基礎技術研究所 石黒浩特別研究室 研究員。博士(工学)。

西尾修一 nishio@botransfer.org

1994年京都大学大学院工学研究科修士課程修了。現在、国際電気通信基礎技術研究所 石黒浩特別研究室 主任研究員。アンドロイドサイエンス、ネットワークロボットの研究、ロボット技術の標準化に従事。博士(工学)。