

街とのかかわり

# ヨーロッパのカフェにたたく ジェミノイド

7

## 日常に存在するアンドロイド

人にさまざまなサービスを提供するロボットに求められる機能や役割が多様化しつつある。これらのロボットには従来までのロボット技術に加えて、人の日常生活に自然に溶け込み、人の心に作用する機能が求められている。なぜなら、このようなロボットはサービスの提供のために人とかかわる必要があり、人にとって親和的な存在として認知されなければならないからである。特に、人に親和性を感じさせる究極の姿として、人に見かけが酷似したロボットであるアンドロイドの研究に注目が集まっている。アンドロイドは人の特徴的な見かけや動作を模倣することによって、これまで想定されてこなかった役割を担うことができるようになった。たとえば、受付や監視など、人が存在していることが重要である状況においても、アンドロイドであれば人の代わりにその役割を担うことができる可能性がある。

このようなアンドロイドの技術の進歩と同時にさまざまな問題も明らかになってきた。それはアンド

小川浩平 ■ 大阪大学基礎工学研究科

ロイドが人に近い見かけや動作が可能であるがために、人にとって社会的な存在として振る舞うことが求められるという点である。そこで本稿では、人の日常生活においてアンドロイドはどのような存在として認知されるのか、また、アンドロイドは人間社会に調和的に存在することができるのかを検証したフィールド実験に関して紹介する。

## アンドロイドの開発および遠隔操作システム

### ★ アンドロイドの研究開発

人の見かけを持ち、かつ人のように振る舞うことができるアンドロイド ReplieeQ1 は 2005 年の愛知万博において発表された<sup>1)</sup>。ReplieeQ1 は、触覚センサ、フロアセンサ、マイクロフォン等のセンサ情報から、来場者に対してさまざまな反応を返すことができた。

Geminoid HI-2 (以下 Geminoid) は 2007 年に大阪大学石黒浩教授をモデルに造られたアンドロイドである<sup>2)</sup>。Geminoid は遠隔操作をすることで、実在の人間の存在感を遠隔地へ送ることを目的に実装された。

2010 年、国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) の研究グループは女性型のアンドロイドである Geminoid F を開発した。Geminoid F は Geminoid と比べ輸送が容易になり、かつ豊かな感情表出ができるよう改良されている。これにより Geminoid では難しかった活動ができるようになった。たとえば、演出家の平田オリザによる Geminoid F を用いたアンドロイド演劇では、役者が遠隔操作したアンドロイドを通じて、舞台上にいる人の役者と演技を行った(図-1)。アンドロイド演劇は、これまで国内外で



図-1 Geminoid F: アンドロイド演劇



図-2 Geminoidと石黒教授（左：Geminoid，右：石黒教授）



30回を超える公演を重ねており、アンドロイドが芸術表現のためのメディアになり得ることが示された<sup>3)</sup>。

### ★ Geminoid 遠隔操作システム

Geminoidの遠隔操作システムはオペレータの仕草や顔の向き、音声などをリアルタイムでロボットへ伝達することができる。まずオペレータの顔の向きおよび表情は顔認識システムにより検出され、ロボットの動作に変換した後、TCP/IP通信によりロボットへ伝達される。カメラは一般的なWebカメラを用いている。次に口唇の動きに関して、本遠隔操作システムではオペレータの声から母音情報を抽出し、それに基づいて唇の動作をリアルタイムで生成することにより、音声と口唇の動きを自然に同調させる機能を実現している。

## カフェにたたくアンドロイド

図-2左は、オーストリア、リンツにあるArs Electronica Centerという美術館に併設されたCafé CUBUSの一角に設置されたGeminoidの様子である。Café CUBUSは、美術館への来場者だけでなく、リンツに住む地元の人にも利用されている一般的なカフェである。そのため、美術館とは関係のない地元の人も多く来場する。このような日常的な環境にアンドロイドが設置された場合、人はアンドロ

イドをどのような対象として捉えるのだろうか。また、どのような方法で対話を試みるのだろうか。そこで我々は以下の2種類の状況下においてフィールド実験を実施した。実験データは実験の様子を撮影した映像およびランダム抽出された被験者へのインタビューにより取得した。

- (1) 日本から石黒教授本人がGeminoidを操作し、現地にいる日本人とGeminoidを介して対話を行う。
  - (2) Geminoidの傍らにインフォデスクを置き、そこに日本に関するパンフレットを置く。アプローチしてきた人とは自律的に視線を合わせ、話しかけてきた場合にはドイツ人の遠隔操作に切り替える。
- 以下よりそれぞれの状況において明らかになったことに関して詳述する。加えて、筆者はこの実験のため、実際に1カ月間リンツに滞在していたのだが、その際に体験したアンドロイドにまつわる印象的なエピソードを実験の詳述に続いて紹介する。なお、実験(1)は実験(2)に対する予備的な実験であり、定量的な分析は行っていない。

### ★ 日本からの遠隔操作を通じた対話

本節では、日本から遠隔操作されたGeminoidと現地の日本人が対話を行うという状況を設置し、(1) Geminoidの日本からのリアルタイムでの遠隔操作が可能かどうか、(2) Geminoidとの対話を来場者はどのように捉えたか、に関して報告する。

- (1) に関して、Geminoidの日本からの遠隔操作



図-3 来客と対話する Geminoid

に関して最も懸念される問題は、音声および制御信号のネットワーク遅延である。遅延に関して、音声は約1秒、Geminoidの制御信号は約0.5秒程度で安定していた。また、音声と制御信号間の遅延の差は、制御信号に遅延を加えることで音声と動きの同期を図った。以上の方法により、ネットワークが安定している拠点同士であれば日本-ヨーロッパ間でのGeminoidの遠隔操作が実現できることが分かった。

(2) に関して、カフェへ訪れた来客がGeminoidにどのような反応をしたか報告する。図-3は実際の実験の様子である。Geminoidが設置された場所はカフェへ繋がる導線沿いにあり、来客のほぼすべての人がGeminoidの前を通り過ぎる。その際、およそ半数の人間が気付かずにGeminoidの前を通り過ぎていったことが分かった。また、通り過ぎた人の中には、Geminoidの方を明らかに見ているにもかかわらず、ロボットであることに気付かずに通り過ぎたケースが多く見られた。次にGeminoidがロボットであると気付いた来客の中で、Geminoidへのアプローチの方法は主に、「遠くから観察するが近づかない」、「近くに立って観察する」、「話しかける」という3パターン存在することが分かった。最も多いパターンは「遠くから観察するが近づかない」パターンである。一方、「近くに立って観察する」、「話しかける」というパターンをとった来客も少数ではあるが観察された。人同士の対話状況に

おいては、2人で話している人に断りもなく、近くに立って観察する、話しかけるといった社会的なルールに反するような行動はまず起こらない。事実、Geminoidの場合でも、多くの来客は社会的ルールに則った行動を採用していた。しかし数は少ないものの社会的ルールに則らない行動が観察された。これらの事実から、Geminoidは社会的存在として認知されているものの、人と同程度の社会的存在を持つには至らないとすることができる。余談だが、筆者がGeminoidとの対話中、近くに立たれたり、話しかけられたりした際、2人の対話が邪魔されたように感じ、強い不快感を覚えた。これは筆者だけでなく実際に遠隔操作をしていた石黒教授も同様の印象を持ったと報告している。これは、第3者だけではなく、対話の当事者にとっても、Geminoidが社会的存在として認知される可能性を示しているのではないかと考える。

### ★パンフレットの案内をする Geminoid との対話

本節では、インフォテーブルの傍らにたたずむGeminoidを、来客がどのような存在として認知したかを調査した実験に関して報告する。この状況においてGeminoidは、アプローチしてきた人とアイコンタクトをし、会釈するといった自律的な動作に加え、もし話しかけられた場合はドイツ人による遠隔操作に切り替え、対話を通じた情報提供を行った。分析はカフェへの来場者の中からランダムに抽出された97人の被験者へのインタビューおよび撮影した映像により実施した。

表-1に分析の結果を示す。被験者のうち、72人がインフォテーブルの存在に気づき、25人が気付かなかったと回答した。その後、「インフォテーブルまたはその傍らに着席している人(Geminoid)の存在に気付いた」と回答した被験者に、「Geminoidをロボットであると思ったか、人であると思ったか」に関して尋ねた。その結果、22人が人であると、50人がロボットであるとそれぞれ回答した。またGeminoidをロボットであると回答した50人の被験者のうち、18人は最初は人であると思っていた

Geminoid の存在に気付いた		Geminoid の存在に気付かなかった	
人だと思った	ロボットだと思った		N = 25
N = 22	最初は人と思った	最初からロボットと思った	
	N = 18	N = 32	
Total : N=97			

表-1 Geminoid への反応の種類とそれぞれの項目に分類された被験者数

が、注意深く観察した結果ロボットであると気付いたと回答した。Geminoid と対話を図った来場者の多くは、人同士の対話のようにパーソナルスペースを保ち、社会的なルールから逸脱しない方法により対話を行っていた。しかし、断りもせず Geminoid の顔を触ったり、目の前で手を振って声をかけるといった社会的なルールから逸脱するような行為を行った被験者も数名確認された。

以上の結果より、Geminoid は完璧ではないにせよ人間社会において人と調和的に共存することができる可能性が示されたと考える。また、多くの来場者が採用した Geminoid との対話の方法は人の社会的振舞いに則ったものであることから、Geminoid は単なるロボットではなく社会的存在であると人から認知される可能性が示された。

### ★ 印象的なエピソード

本実験は、約1カ月をかけて実施されたが、その間、さまざまな印象的な事柄に遭遇した。その1つとして、Café CUBUS 常連のお客さんのエピソードがある。その高齢の女性は、ほぼ毎日のように Café CUBUS に訪れてコーヒーを飲むのが日課であった。そのため、彼女はもちろん Geminoid がロボットであることを知っており、その存在にも慣れ親しんでいた。ある日、アンドロイドの代わりに石黒教授本人に Geminoid と同じ位置に座ってもらい来場者と対話を行う実験をしていたところ（図-2、右）、彼女は何か違和感を感じたのか石黒教授をじっと観察し、「今日はいつもより顔色が良いね」と声をかけ自席に戻っていった。後で彼女にインタビューをしてみたところ、彼女は本心から石黒教授本人をロボットだと思っていたそうだ。

本実験を実施したリンツという町は、なにか特別

なことがあると噂がすぐに町中に広がるくらいの規模の小さな町である。そのため、実験が終わった頃には Café CUBUS に変わったロボットがいることを町の多くの人知っているという状況になっていた。ある夜、筆者が石黒教授と町を歩いていると、町中のカフェに座っている人から好奇の視線を向けられていることに気付いた。何かをささやき合っているのを、後日一緒にいたドイツ人に何を言っていたのか尋ねてみると、町の人々は皆口々に「あのロボット、歩けるんだ」「本当にリアル！」といったことをささやいていたようだ。このエピソードにはもちろん科学的な意味はない。しかし、一般的な人にとってアンドロイドという存在を心理的に受容できる体勢が整いつつあるということの傍証ではないかと考えている。

### まとめ

人の生活する環境は人が使いやすいようデザインされている、また、人は人を認識するためのさまざまな認知機能を持つため、アンドロイドは人にとって最も親和性の高いロボットの1つであると考えられる。そのためアンドロイドは、人間社会においてロボットが果たすことができる役割を押し広げることができる可能性を秘めている。たとえば、受付での挨拶、道案内、語学教育、メンタルケアのための対話者など、人との自然な対話が必要とされる状況においてアンドロイドを活用することが期待できる。しかし、実際にアンドロイドが日常で活用されるためには、遠隔操作だけではなく対話の自律化を考慮しなければならない。自律的なアンドロイドの実現に向けた困難な点は、人に酷似しているがゆえに、人と同等の対話機能を期待されてしまうという

点である。そのため、たとえば、音声認識、言語の概念的理解、人らしい身体的振舞いといった機能が高いレベルで実現される必要がある。しかし、これはそれぞれが非常に困難な問題であり、簡単に実現できるものではない。

我々は、遠隔操作型アンドロイドによるフィールド実験を、これらの問題に取り組む端緒として位置づけている。あらゆる状況において正しく振る舞うことができるアンドロイド自律システムの実現は困難である。これはアンドロイドに限った話なく、人にとっても同様であろう。たとえば、工学者が主婦の井戸端会議に自然に参加することができるだろうか？ これにはかなりの困難が伴うことが予想される。なぜなら、主婦の間で共有されている、井戸端における正しい対話の方法を科学者が知っている可能性が低いからだ。この問題に取り組むため、我々は現在、それぞれ個別の特徴的な状況下での人とアンドロイドの対話事例を分析することで、その状況下において必要となる自律化に向けた要件であれば定義できるのではないかと考えている。つまり、ある特定の状況下でのみ自然な対話が可能な、いわば状況的な知性を対話事例の収集により定義することで、アンドロイドに人との対話機能を実装することが可能ではないかと考えている。この方策により実

装されたアンドロイド自律システムを使った研究は現在一定の成果を上げており、今後さらなる発展が見込まれる。我々は今後、遠隔操作に加えて自律化を推し進めることで、アンドロイドのさらなる可能性が開けると信じている。

参考文献

- 1) Chikarashi, T., Minato, T. and Ishiguro, H. : Development of Android System Integrated with Sensor Networks., International Conference of Intelligent Robots and System (IROS2008), pp.326-333 (2008).
- 2) Nishio, S., Ishiguro, H. and Hagita, N. : Geminoid : Teleoperated Android of an Existing Person, Chapter in Humanoid Robots : New Developments, I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria, pp.343-352 (June 2007).
- 3) 小川浩平, 石黒 浩 : 詩の朗読エージェントとしてのアンドロイドの可能性, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.14, No.1, pp.43-51 (Feb. 2012).

(2013年4月20日受付)

小川浩平 ogawa@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

2010年公立ほこだて未来大学博士後期課程修了。博士(システム情報科学)。2008年よりATR知能ロボティクス研究所研修研究員。2010年より同研究所研究員。2011年よりATR石黒浩特別研究室研究員。2012年より大阪大学基礎工学研究科特任助教。2013年4月より同大学助教。主に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。ヒューマンインタフェース学会会員。

