

はじめに

家庭というサイバーフィジカル空間での存在感が大きくなりつつあるロボットと人の関係は、これまでの道具とユーザという関係から、大規模言語モデルに基づく生成 AI の進歩によって、より人間らしい振る舞いが可能になり、人とロボットが対等な関係で共生するようになっていくと考えられる。これまで人とロボットのコミュニケーションでは、ロボットからの情報伝達が正確に行われるかどうかに関する研究の主眼があった。ロボットがユーザの指示通りに動作するだけの、道具としてのロボットであれば、コミュニケーションにおける情報伝達の精度などを高めることが重要となるが、ロボットが人のように扱われ、主体的に振る舞って人を支援するような関係になれば（今後そのようなロボットが望まれるようになると考えられる）、人と同様に、ロボットがユーザの言外のことが理解できたり、ロボットの言外の意図がユーザに伝わったりするようなロボットの振る舞いが不可欠となってくる。人と人とのコミュニケーションにおいては、非言語表出（表情やジェスチャなど）によってそれらを伝えたり読み取ったりする。主体的に振る舞って家庭内で人と共存するロボットを考えていく上でも、ロボットの非言語表出による感情や意図の伝達能力やその必要性に着目する必要がある。

本自主研究会では、この点に関わる取り組みとして、主に 2 つの取り組みを行った。1 つは、ロボットとの「心の触れ合い」を体験できるデモンストレーションを通して、家庭や教育現場における人とロボットのコミュニケーションの新しい表現を議論するミニシンポジウムを行った。もう 1 つは、多様な表情表出が可能なアンドロイドロボットの表情表出インタラクションのデモンストレーション展示における体験者のアンケート回答結果の分析による、人々のロボットの感情表出の受け取り方に関する考察である。本報告では、この 2 点について報告し、最後に家庭で人と共存するロボットの感情や心の表出についてまとめる。

人とロボットの「こころの触れ合い」

理化学研究所、国際電気通信基礎技術研究所 (ATR)、大阪大学が共同で開発した「SHOSA」[1,2]は、アンドロイドロボットと言葉なしの身体的なインタラクションを通して、ロボットの心を想像し、ロボットと「心が通じ合った」と感じられることを狙ってデザインされたデモンストレーションである（図 1）。「所作」とは、日本の文化において培われた、身体と心を結びつけ、相手と自分を調和させるための暗黙のコミュニケーションであり、SHOSA のプロジェクトでは、この「所作」を現代において進化させ（「SHOSA」）、相手や環境との関わりの中で、豊かな心の表現を生み出すことを目指している。「SHOSA」は、人間だけでなく、ロボットなどあらゆる「いのち」との関わりの中で、多様で豊かな心を表現する。

2024 年 11 月 12 日に ATR にて、“「教育×アートにおけるロボットの共存」～ロボットのマルチモダリティがもたらす次世代の学びと表現～”と題して開催したミニシンポジウムでは、SHOSA のプロジェクトに関わるアーティストや研究者、教育者ら 5 名の専門家を招き、所作が引き出す感性と、ヒューマンインタラクションにおいて人間とロボットのマルチモダリティが融合することで、学びと創造性がどのように豊かになるか、参加者とともに議論した（図 2）。議論に先立って参加者はそれぞれ「SHOSA」を体験し、それぞれの体験に基づいて、専門家との議論に臨んだ。

ロボット工学の観点からは、人型ロボットにおいて細かな人間らしい動作（目や手、首の動かし方な

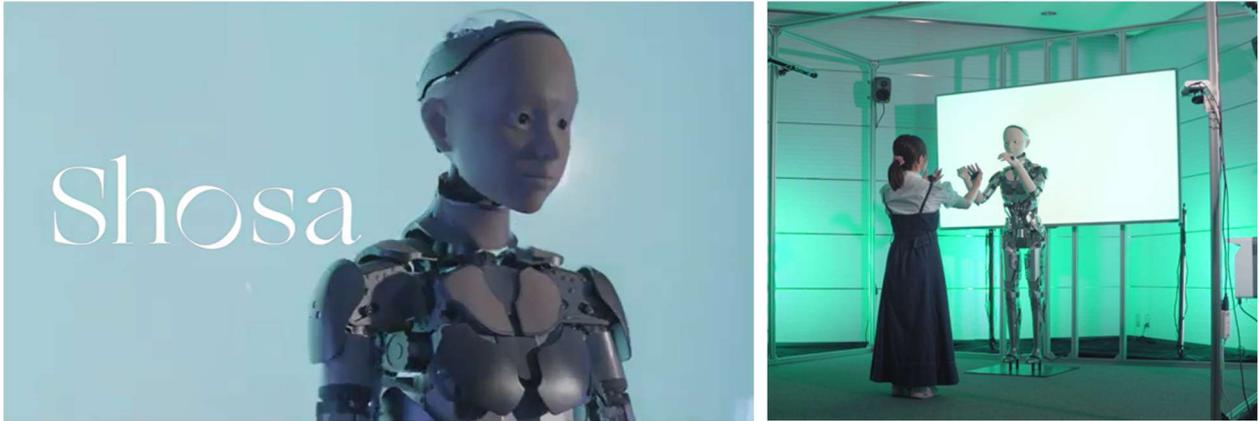


図1 「SHOSA」のロボット（左）と「SHOSA」体験（右）



図2 ミニ・シンポジウムの様子。左の5名が登壇者（左から、菊地氏（専門：アート）、マライヤ氏（専門：教育）、宮内氏（専門：アート）、石黒氏（専門：ロボット工学）、船山氏（専門：ロボット工学））。右は、シンポジウムの現地参加の様子。

ど）はロボットに対する印象に大きく影響し、ロボットに対してこころを感じさせる重要な要素になっているという点が示された。また、ロボットとの対話だと人は純粋な気持ちでコミュニケーションに向かうことができるという点も示された。実際にこれまでの SHOSA を体験した人々の中には、自分の中の優しい気持ちが増すということがあったことも述べられた。

教育現場でのロボットの活用についての議論では、教育の専門家からは子供たちのデジタル環境への早期露出が、相手の気持ちの理解、相手への気持ちの伝達の能力に影響するという指摘があったり、大学の教員からは大学生でも日本人学生は同じ世代としか繋がってない感があるという指摘があったりした。それらを踏まえて、人との心のつながりを支援するツールとしてのロボットの可能性が示された。家庭におけるロボットの役割についても、孤独な高齢者のためのコンパニオンとしての可能性や、家族のコミュニケーションを補助する役割など、人との心のつながりを支援する可能性の意見がでた。さらには、ロボットが家族の愚痴を聞くなど、感情的なサポートを提供する可能性についても言及された。

本シンポジウムでは科学的・工学的な研究によって、ロボットのインタラクション技術で人とロボットのこころのつながりを感じさせる可能性があることが示されたが、それだけではなく、人とロボットの

こころのつながりによって、家庭や教育の場だけでなく、様々な場面でロボットが人を支援する可能性があること、をロボット工学者以外の人々にも受け入れられていることがわかった。ロボットを実社会に導入する上で人々の意見を調査することは重要である。ロボットが人とのこころのつながりや感情的なインタラクションで人を支援することはあまり着目されてこなかったが、本シンポジウムの議論から、人と共存するロボットが、家庭（家族のコミュニケーション補助や独居者のコンパニオン）や教育（発達支援やコミュニティ形成支援）に期待されているということが言える。

ロボットの感情表出に対する人々の受け取り方

ロボット自体は人間と同様の感情は持ち得ないが、ロボットが人に情報を伝える際に情報を修飾する道具として感情表出（表情）を利用することはできる。一方で、家庭などで人と共存し、自律的に振る舞うロボットにとっては、これまで考えてこなかったロボットの内部状態として、ロボット自体の感情を持たせることで、冒頭に述べたように、人とロボットのコミュニケーションを円滑にできる可能性がある。ロボットの内部状態としての感情を何らかのモデルでロボットシステムに組み込み、ロボットがそれに従って表情などで感情を表出した場合、ロボットとインタラクションする人が、その表情などの表出に対して、ロボットとしての感情を帰属するのかどうか問題となる。このような研究疑問は、ロボットへの感情帰属の問題として、これまでも多くの研究が行われてきた[3]。ロボットへの感情帰属のこれまでの研究では、ロボットが表現できる感情の種類に制約があったり、統制された文脈下でのインタラクション実験によって、実験参加者の反応が制約されていたりと、実際に社会の中で人と共存するような状況を想定したような知見はなかなか得られていない。これに対して、2025年に理化学研究所が、アンドロイドロボット Nikola（ニコラ）を用いて行った実験では、大阪・関西万博の来場者が、ロボットが表現できる表情の種類のない状況で、かつ、実験という制約でない状況での、来場者の反応を得ており、家庭で人と共存するロボットを考える上で有益な知見として、ここで紹介する。

2025年5月20-26日に大阪・関西万博の Future Life Village パビリオンで行われた理化学研究所のロボット展示で、アンドロイド Nikola の感情表出デモが行われ、600名以上の来場者がデモを体験し、デモに関するアンケートに回答した。Nikola は様々な表情が表出可能なアンドロイドロボット（図3）で、デモ内容は、体験者が Nikola に表情を作って欲しい場面（例：「会議があって急いでいるのに、なかなか電車が来ないとき」）を伝え、Nikola がその場面での人の感情を大規模言語モデルに基づいて推測し、その感情を表す表情を作って見せるというものである。図3は会場で、Nikola のデモを体験している様子である。体験後のアンケートでは、体験者に「ロボットはあなたに対して感情を表現しているか？」という質問に、“そう思う”から“そう思わない”の4段階の印象を回答してもらっている。

このアンケートへの回答は、体験者が Nikola の感情表出に対して、どれだけ Nikola の感情を帰属しているかを表していると考えられることができる。そこで、このアンケート結果を解析するこ



図3 万博会場での Nikola のデモの様子

とにより、人々がどのような状況であれば、ロボットに対して感情を帰属するかを調べることができる。体験者の中には、Nikola に直接感情を指示する者もいれば（例：「宝くじが当たって嬉しいとき」）、表現して欲しい感情を明示しない者もいた（例：「宝くじで1億円当選したとき」）。ここで、前者と後者では、Nikola が、指定された状況から人が持つような感情を推測しないか、するか、の違いが現れる。その違いが、アンケートの回答の差に現れるかを調べたところ、後者の方が Nikola への感情の帰属度合いが有意に高いことが分かった[4]。この結果は、人がどのような感情を持つかをロボットが推定する能力を示した方が、ロボットが感情を持っていると思いやすい、ことを表していると考えることができる。ロボットへの感情帰属のメカニズムとしては、さらなる研究が必要と考えられるが、得られる1つの示唆としては、ロボットの振る舞いや能力を工夫することで、人工物であるロボットが感情を表していると感じてもらいやすくてできる可能性があることである。

まとめ

ロボットを人の指示通りに動く道具として捉えると、ロボットの機能としてこころや感情を想定することはないが、主体的に振る舞って人を支援するロボットでは、ロボットのこころや感情をどのように人に感じさせるか、が家庭におけるロボットのあり方として重要な点となる。「SHOSA」デモの体験を通じた議論では、人とロボットのこころのつながりによって、家庭や教育の様々な場面でロボットが人を支援することが、一般の人々にも期待されていることがわかった。また、多数の体験者を集めた実証実験によって、人々のロボットへの感情帰属がインタラクションの状況によって変わることも示された。

ロボットがそれ自体の内部状態をもって主体的に振る舞うことが、共存する人の主体性を損ねることも考えられるため、それらを設計・実装しない方針も考えられる。一方で、一般の人々の期待や受容性を鑑みれば、人とロボットのこころのつながりや感情的なインタラクションをどのように技術的に実現するかを検討を、人の主体性を損ねないための議論も同時に行いつつ、進めていくのがよいだろう。

参考文献

- [1] SHOSA, <http://www.geminoid.jp/projects/shosa/>
- [2] Moe Sato, Takashi Minato, Tomo Funayama, Hidenobu Sumioka, Kurima Sakai, Ryusuke Mikata, Hiroshi Ishiguro, Kazuya Horibe, Akane Kikuchi, and Kaito Sakuma, Analysis of heart-to-heart communication with robot using transfer entropy, Proc. of the 33rd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication, pp.75-82, Pasadena Convention Center in Pasadena, California, USA, Aug. 26-30, 2024
- [3] Sam. Thellman, Maartje. de Graaf, and Tom. Ziemke, Mental State Attribution to Robots: A Systematic Review of Conceptions, Methods, and Findings, ACM Transaction on Human-Robot Interaction Vol.11, No.4, pp.1-51, 2022. DOI:10.1145/3526112
- [4] Ayaka Fujii, Carlos Toshinori Ishi, Kurima Sakai, Tomo Funayama, Ritsuko Iwai, Yusuke Takahashi, Takatsune Kumada, and Takashi Minato, Evaluating Human Perceptions of Android Robot Facial Expressions Based on Variations in Instruction Styles, Frontiers in Robotics and AI, Vol.12, No.1728647, 2025. DOI: 10.3389/frobt.2025.1728647