2021 年 3 月 19 日

# 第２回【おウチで】大阪大学ロボットサイエンスカフェ

# アディショナル Q&A

2021 年 3 月 13 日に開催された本サイエンスカフェでは、多くのご質問・コメントをいただきました。ここでは、時間の都合上イベント中に取り上げられなかったご質問の一部について回答いたします。なお、回答の内容は回答者個人の見解です。青色の文章がご質問で、黒色の文章が回答者による回答です。

## 石原さんへ

1.　スキンはどのように形成していますか？

今世に出ているアンドロイドのスキンのほとんどはメス型とオス型を組み合わせた成形用の型への流し込みだと思われます。顔の形でへこんだメス型と、シェルの形で飛び出したオス型を重ね合わせて出来た隙間にスキンになる原料を流し込み、原料が固まってから型を割ってスキンを取り出すという方法です。様々な製品を作る際に用いられる汎用性の高い方法ではあるのですが、スキンの部分ごとに材料の特性を変えるといったような工夫をしづらいので、今後スキンを機能化していくうえでは新しい形成方法の確立が不可欠だと考えています。

2.　シェルとスキンはどのようにつなげていますか？

実は、ここの繋げ方が非常に重要で、アンドロイドを製造しているメーカーさんの企業秘密にもなるような部分です。トランスミッションと繋げる部分では、スキンの柔らかさを妨げないようにしつつも、剥がれないための強固な接着が必要ですので、特殊な接着剤が採用されています。また、トランスミッションと繋げるだけだとスキンが垂れさがったり不安定になるので、いくつかの部分でシェルに固定（つけ外しができる面ファスナーなど）する必要があるのですが、固定部分の付近では表情を出せなくなるので、どこで固定するかが問題です。スキンのそれ以外の部分でも、シェルとどのような当たり方をするかで表情が変わりますので、シェルとの当たり方の調節のために何度もシェルの形状に修正を

加えるといった作業が行われます。シェルとスキンの繋げ方については多くの研究課題があるのです。

3. アンドロイド製作で最もコストがかかるのは何ですか？

アンドロイドにも様々なタイプのものがあるので一概には言えませんが、表情の調整のための試行錯誤に大変な手間と時間がかかるので、良い印象のものに仕上げようとするほど、設計開発の方に支払う雇用費用が大きく膨らんできます。単に基本的な設計と材料が揃えば出来上がるというわけではないのが現状です。ここの試行錯誤を減らすための研究を色々と進めているところです。

4. アンドロイドの顔を作るのにシリコンゴムを使っていましたが、シリコンゴム以外に使えるもの等はありますか？

色々ありますが、どれも一長一短があります。シリコーンゴムは、表面がしっとりした印象で、成形も比較的容易で良く伸びるのですが、重たいため垂れ下がりやすく、また切れやすいという欠点があります。スポンジのような発泡ウレタン樹脂も使われています。こちらは、軽いのですが、それほど伸びは良くありません。表面に気泡が出てこないようにするのも難しいようです。単一の素材では限界があるので、今後は様々な材料を組み合わせたスキンの開発にも取り組んでいます。

## 高橋さんへ

1. ロボットに裏切られたらショックを受けそうです…。他者からは裏切られる想定をしますが、ロボットだと想定してないので…。

ロボットが裏切る場合には二つのケースがあります。一つはロボットの設計者が“裏切り”をロボットに事前に組み込んでいた場合、もう一つはロボットの本来の機能が、ユーザーの想定とそもそも異なっていたのに、それに最初ユーザーが気づいていなかった場合です。一つ目の場合には、明確な設計者の悪意があります。言うなれば、ハニートラップのような感じでしょうか？　一方で後者のケースは、本質的にはロボットは裏切っておらず、ユーザーのそもそもの期待と乖離していただけです。このようなリスクを防ぐためには、事前にロボットの見た目

や振る舞いから、ユーザーの期待と実際のロボットの機能が乖離しないように細心の注意を払ったデザインを心がける必要があるように感じます。

2. ロボットなどに恋愛感情を抱くことが今後あるのでしょうか？

この問いに正確に答えるためには、そもそも「恋愛感情」とは何なのか、という心理学的、哲学的議論を深める必要があります。一方で、その点については真剣に議論しないのであれば、人間に対して「好きになる」ように、ロボットや架空のキャラクタに恋愛感情を抱くことはしばしばあると思われますし、それは自然なことだと思います。実際にゲームのキャラクタと結婚式を行ったり、デートに行ったり人もすでに一定数いるようです。

3. 人間味というものは何だと思いますか？　それはロボットにも出せますか？

人間味というのは矛盾を内包していることだと思います。すなわち「私は犬が好きだ」という感情と、「私は犬が嫌いだ」という感情を同時に内包していること、それが人間らしさだと思います。このような矛盾は、しばしば生活する上での葛藤を生み出しますが、個々人の人生の物語を収束させずに、未来へ展開させてゆく上で大きな意味を持っていると思います。このような“矛盾”をロボットに表面的に作りこみで持たせることは不可能ではありませんが、それが進化的プロセス、生理的プロセス、そして学習プロセスという複数の異質な情報処理プロセスの結果として生まれた人間の矛盾と等価なものである保証はありません。少し抽象的な言葉で“人間味”というものを述べるとすると、言語化できない理由で矛盾が内在化しており、しかもそれらの矛盾が個人という系を壊さないように危なげなバランスで共存していること、それこそが人間味なのではないでしょうか？

4. 人がロボットを愛せるということは分かったのですが、ロボットが人を愛することはできると思いますか？

これは「愛する」とはどういうことか、という哲学的な定義の問題になると思います。私見を述べさせていただきますと、「愛する」ということは「選ぶ」ことだと思います。レストランで食事のメニューを選ぶ、など我々は日常的に選んでいるのではないか、そういう意見を持たれる方もいるかもしれません。しかし日

常の多くの場面において、自分自身で選んでいると思っている行動の大部分は、過去の履歴や脳や体内の状態に合わせて機械的に産出されており、このような機械的に選ぶということに関してはロボットにも比較的簡単に実装できると思われます。それに対して、「愛する」に相当する「選ぶ」という行動は、そのような機械的に選ぶとは全く異なるプロセスだと自分は考えています。ただし、まだ明確に何が違うのかを語れるほどは自分の中では思考が整理されておりません。人間の心にしても、ロボットの心にしろ、まだまだ分からないことだらけの研究領域です。「選ぶ」とはどういうことなのか、これを考え続けることはこれからの一つの大きなフロンティアになるのではないか、そういう風に私は考えています。

## 守田さんへ

1. 2、3ヶ月なにかを経験しつづけた後、脳の形態が変わるとありましたが、一度辞めてしまった後はその脳の状態は継続されるのですか？　それとも衰退していきますか？

一度、発達した脳領域でも、継続して使わなければ衰えてしまう可能性が高いです。サイエンスカフェでは、ジャグリングを3ヶ月間練習すると、動きの情報を処理する視覚領域の容積が拡大するという研究をご紹介しましたが、この研究によると、練習を辞めて3ヶ月後には、練習前の容積と同じくらいに戻ってしまったようです。

2. 情報を能動的に取得することで覚える、ということは少なくないと思います。ナビなどで情報取得を AI に任せても、必ずしも脳機能が低下するとは言えないのではないでしょうか？

同じ環境にいたとしても、情報をどのように脳に取り込むかは、人それぞれ異なります。ナビがある時代であっても、積極的に空間情報を取得して、頭の中に地図を思い描く人もいれば、そのようなことをほとんどしない人もいるでしょう。このような個人の認知のスタイルの違いも、脳の機能や構造に影響すると考えられます。ですので、ナビなどを使ったとしても、空間記憶の機能がさほど衰えない人はいるはずです。しかしながら、ナビがない時代の人たちとナビがある時

代の人たちを平均して比べたとしたら、後者の方が空間記憶の機能は低くなるのではないかと思います。

3. ナビとは逆に工業用ロボットには名前を付けて、擬人化している点はどう考えますか？

面白い問題ですね。人と工業用ロボットとのやりとりの多くは、人が指示を出し、それに応答してロボットが動くという関係でしょう。そして、ほとんどの場合、ロボットは人の指示を無視したりすることなく、思った通りに動いてくれるはずです。ある研究によると、ロボットが人に従ってふるまう場合に、人はそのロボットに対して良い印象を抱きやすく、また擬人化しやすいことが分かっています。工業用ロボットは見た目が人とは大きく異なるので、最初は人らしさをあまり感じられないでしょうが、人の指示に従って動いてくれるロボットと長い時間いると、人らしいという印象が高まって、擬人化してしまうのかもしれません。

4. 人同士のインターラクションで内側前頭前野に負担がかかるのであれば、”人間らしさ”を追求したアンドロイドでは同様に負荷をかけてしまう可能性はあるのでしょうか？

人が”人間らしさ”を追求したロボットとインターラクションした際に、内側前頭前野の活動が高まる可能性はあります。しかし、これが負担となるかどうかは、その人次第ですね。普段から人とのインターラクションですでに内側前頭前野に負荷がかかっている人にとっては、そのようなロボットとのインターラクションは負担であるかもしれません。一方で、社会から孤立している高齢者のように人との関わりが不足している人にとっては、人間らしい豊かな心をもたらす機会となるかもしれません。どのようなロボットがどのような場面で役立つかについて考えていくことが重要です。