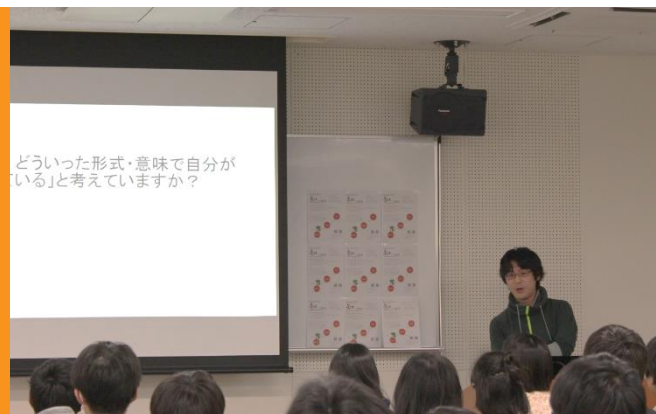


# “生きているとはどういうことか？” とはどういうことか？

芝井厚

情報科学研究科 博士後期課程 3年

ヒューマンウェアイノベーションプログラム 1期生



本文章は、発表内容を実行委員が要約したものになっています。実際の発表に即したもの(ロングバージョン)も本文章同様に、ホームページに載せてあるので、そちらをご参照ください。

## 人間と人造人間の違いとは？

私は10歳くらいのとき、ずっと必死で、『ファイナルファンタジーIX』をしていました。もう鬼ごっこゲームしかしていませんでした。いわゆる人造人間的なキャラクターが出てきます。ありがちですが、人造人間だからという理由で悩みます。自分は生きているのか死んでいるのか。極論なので、このロジックが正しいかどうかは置いておいて、私も10歳なりに、人間と人造人間の違いは何かと考えました。仮にそれが親から生まれたかどうかだとしても、生きているということは、そういうことかどうかということは納得がいけないということで、10歳なりにいろいろ考えましたが、解決には至りませんでした<sup>1</sup>。

## 「生きているとは何か」に対するこれまでのアプローチ

これらの問いに対し、古くは哲学者が答えを見出そうとしていました。古代ギリシャのアリストテレスは「生氣」という概念を取り入れました。命の種のようなものがある場所に生氣という生き物の素のようなものが入ったら、生き物が生まれる。生き物が何かということは、論理的には、生き物の素というものに押し付けているわけです。ですから大丈夫だという問題です。2000年以上前なので、ここからどどんきちんと考えていくのかと思いきや、聖書が、全部神様がつくったものなので詮索してはいけなかったと言いました。気にした人は火あぶりという時代が、2000年近く続くわけです。それで停滞していました。

1600年くらいにデカルトが、人間のことは言っていないといいつつ、動物は機械のように考えてもいいのではないかと、横目で聖書を見つつ、主張し始めたわけです。これは動物機械論と呼ばれるものです。ちなみにデカルトは火あぶりに遭っていません。ただ生き物と機械を関連付けて考え始めたわけです。

その次のフェーズとして、ニュートンは機械の挙動というものは、もうそのものの性質と初期条件さえ決まっていれば、100パーセント予測できる、機械に関しては、そこに生氣は関わってこないということを行った後に、パスツールが生物と生氣は関係ないと言い、さらにダーウィンが特に神様がつくったわけでもないと言って、一気に人類なり生物なりの生命観のようなものは、機械寄りに引き寄せられたわけです。これがもう20世紀です。

<sup>1</sup> ファイナルファンタジーXが現れたおかげで、この問いについて考えなくなったとも言えます。

## なぜこういう問題を考える必要があるのか

現代のテクノロジーの進歩に伴って、「生きているとは何か」という問いに対して考えることは非常に重要になってきています。今からお見せするのは4年くらい前にYouTubeにアップロードされた動画<sup>2</sup>です。どういうものかという、MITの義足の研究者のところに、義手をした人がインタビュアーとして訪れて、研究しているところを見学しているわけです。被験者が、片足が義足になっていて歩いています。すごくよくできています。4年前です。今はもっと上に進んでいます。

この動画を見た瞬間に思い付いたことが、完璧な義手ができた翌日問題というものです。私が命名しました。すごくいい表現だと思います。皆が腕がないと困るので義手を研究しています。今は、義手の技術が時間とともに、人間の手と同じようなレベルまでどんどん近づいていきます。需要があるので、そのうちできるでしょう。もう、人がいる限り、人が欲望を持っている限り、この上昇が止まることはありません。ある日、完成してしまいます。完成した翌日から何が起こるかという、人間の手より性能が上がってしまうわけです。そうなってくると、積極的な付け替え問題が発生するわけです。つまりそれまでの、人間の腕のようなものをつくればいいという問題があったフェーズと、その翌日以降は、もう全く別の、別質の問題が発生します。どう考えても、もうこちらのほうがややこしいです。このような問題に人類が適切に対処するために「生きているとは何か」を考えることは意義があると思います。

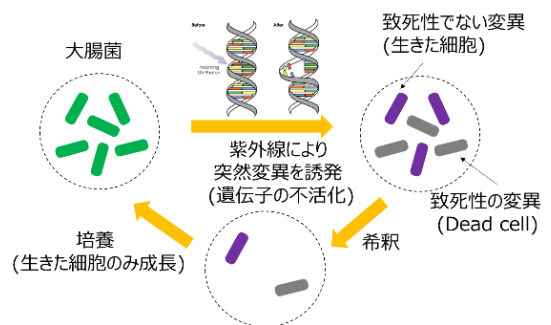
## 生命を壊しながら生き物らしさの鍵を探す

では、ここからは私の研究の話をしていきます。「生きているとはどういうことか」という問いに対して、私は生物学的な観点から研究をしています。特に、「生命を壊すことで生死の境目を探す」ことを行っています。

研究対象は大腸菌で、これを壊していく実験をしています。大腸菌のゲノムは4000個程度の遺伝子を持っていて、各遺伝子は塩基配列(ATGCの文字列)によって表現されています。大腸菌の場合、その配列は一通り解明されています。突然変異というのは、大腸菌がゲノムを複製するときこの配列にミスが起きることをいいます。突然変異が起きたときに、遺伝子の機能を全部失う場合(遺伝子の不活性化)があり、これによって遺伝子が一つ減ります。これがゲノム縮小です。私はこのゲノム縮小を利用し、大腸菌が持つ遺伝子数を減らしていくことで、その生命らしさがどう変化していくのかを探っています。

具体的には、紫外線を当てることで、大腸菌に突然変異を起こしゲノム縮小を引き起こします(右図参照)。この際、2種類の大腸菌が現れます。一方は、失ってはいけない遺伝子の機能がなくなることで死んでしまう大腸菌(致死変異を持つ細胞)です。他方は、致死ではない変異を持つ大腸菌です。それを希釈して、もう一度、栄養を与えて細胞数を増やすことで、後者の変異を持った大腸菌だけが残ります。そして、これを繰り返すことで、遺伝子数を減らしていくことが可能になります。

半年くらい実験をして、不活性化された遺伝子数の推移を6系列くらい並行して調べました。その結果、一年間で平均100個程度の遺伝子が減っていくことがわかりました。しかしこのままだと、全ての(機能)遺伝子をなく



<sup>2</sup> “You wouldn't realise he's wearing an artificial leg”という動画です。

すのに 40 年かかってしまいます。そのため、現在は、もともとの機能遺伝子の少ない単純な生物を用いた実験も行っています。

## 生き物らしさの尺度で暮らしを楽しむ

こうした研究を通じて、生き物を定義するというよりは、生き物らしいものを貫く何か、生き物らしさの尺度を作りたいと思っています。そうすると、われわれが普段使っている他のシステム全てに、これを適用できます。例えば、椅子の生きている度を 10 増やす、このコンピューターの生きている度はスカイネットが怖いので 100 に制限します、というような応用も、できなくはないかと思います。個人的には機械の体が欲しいと思っています。

最後になりますが、皆さんにも「生きているとは何か」という全人類共通に関わるべき問題を考えてほしいと思っています。これが結局どういう問題なのかということも、あまり考えている人はいないので、少し考えてほしいと思います。いいアイデアが出たら、連絡してください。ということで、終わります。

## 質疑応答（抜粋）

**質問 1** 将来的に人類の機械化が起こると思いますか。

**回答 1** 起こると思います。機械化する側が生き残ることは確かですが、機械化を拒む側が悲惨な目に遭うことも考えられます。

**質問 2** 生きている、生きていない、の区別が本当にできるのか？

**回答 2** 生物というものは、人間の頭の中しかない概念です。そのため、少しずつ変えていったサンプルをたくさんの人に見せて、どこまで生きていますかと聞くことも大事だと思います。

**質問 3** 先ほど突然変異を利用して遺伝子を 1 個ずつ減らすということを言いましたが、逆に自分で進化して 1 個遺伝子を増やす場合もありますか。

**回答 3** 可能性としては起こり得ます。どこかで、その新しい遺伝子をつくることと減らすことが平衡状態に陥る可能性はあります。ただ、一般に変異率が高い生物ほど、持っている遺伝子は少ないということが自然界の観察からいわれているので、そのことに関する心配は必要ないだろうと思っています。

**質問 4** 実験において、「大腸菌が死んでいる」という判断はどのようにするのですか？

**回答 4** 栄養を与えた時に、その数が増えるか増えないかで判断しています。現在のところはそのような基準で行っていますが、与える栄養のリッチさにも依存するのも確かです。

**質問 5** 脳死や心臓死は死んでいると思いますか？個人的な意見をお聞かせください。

**回答 5** 機械の体を手に入れば、自分は死なない予定です。

(文責: 島谷二郎・秦徳郎)