第 56 回 SGRA フォーラム

人を幸せにするロボット
―人とロボットの共生社会をめざして 第2回―

■ フォーラムの趣旨

近年、ニュースや様々なイベントなどで人型ロボットを見かける機会も多くなってきた。私たちの日々の生活をサポートしてくれる「より人間らしいロボット－“Humanoid”－」の開発が、今、急ピッチに進んでいる。

一方で、私たちの日常生活の中には、すでに多種多様なロボットが入り込んでいる、ともいわれている。例えば「お掃除ロボット」、「全自動洗濯機」、「自動運転自動車」などなど……、ロボット研究者によれば、これらもロボットなのだという。では、ロボットとは何なのだろうか？

そして、未来に向けて「こころを持ったロボット」の開発がA.I.（Artificial Intelligence）の研究をベースに進められている。「こころを持ったロボット」は可能なのだろうか？「ロボットのこころ」とは何なのだろうか？　この問題を突き詰めて行くと、「こころ」とは何か？　という哲学の永遠の命題に行きあたる。

今回のフォーラムでは、第一線で活躍中のロボット研究者と気鋭の哲学者が、それぞれの立場からロボット開発の現状をわかり易く紹介。人を幸せにするロボットとは何か？　人とロボットが共生する社会とは？　など、人々が抱く興味や疑問を手がかりに、さまざまな問いに答えていった。

※ 2016 年秋、第 3 回アジア未来会議のブランチイベントとして、科学技術と人間円卓会議「人とロボットの共生社会をめざして」を開催した。この円卓会議には日本、韓国、中国、ロシア、ドイツの研究者が集まり、世界のロボット開発の現状を概観すると共に人とロボットの共生を目指す上での課題が議論された。
今回のフォーラムでは、第 1 回の会議で提起された課題をもとに、私たちの日常生活に密着した事例を取り上げて「人を幸せにするロボット」について語り合ったものである。

SGRAとは

SGRA は、世界各国から渡日し長い留学生活を経て日本の大学院から博士号を取得した知日派外国人研究者が中心となって、個人や組織がグローバル化にたちむかうための方針や戦略をたてる時に役立つような研究、問題解決の提言を行い、その成果をフォーラム、レポート、ホームページ等の方法で、広く社会に発信しています。研究テーマごとに、多分野多国籍の研究者が研究チームを編成し、広汎な知恵とネットワークを結集して、多面的なデータから分析・考察して研究を行います。SGRA は、ある一定の専門家ではなく、広く社会全般を対象に、幅広い研究領域を包括した国際的かつ学際的な活動を狙いとしています。良き地球市民の実現に貢献することがSGRA の基本的な目標です。詳細はホームページ（http://www.aisf.or.jp/sgra/）をご覧ください。

SGRAかわらばん

SGRA フォーラム等のお知らせと、世界各地からの SGRA 会員のエッセイを、毎週木曜日に電子メールで配信しています。SGRA かわらばんは、どなたにも無料でご購読いただけます。購読ご希望の方は、ホームページから自動登録していただけます。
http://www.aisf.or.jp/sgra/

人を幸せにするロボット
―人とロボットの共生社会をめざして 第2回―

日　時　2017年2月11日（土・休）13：30～16：30
会　場　東京国際フォーラムガラス棟 501 会議室
主　催　渥美国際交流財団関口グローバル研究会（SGRA）

総合司会　ラムサル・ビカス
（足利工業大学大学院工学研究科博士課程／情報・生産工学）
開会の辞　今西淳子（渥美国際交流財団関口グローバル研究会（SGRA）代表）
閉会の辞　角田英一（渥美国際交流財団事務局長）

【基調講演】

夢を目指す若者が集う大学とロボット研究開発の取り組み　5

稲葉雅幸（東京大学大学院情報理工学系研究科創造情報学専攻教授）

ロボットの研究開発は数十年の歴史があり、工場内から社会生活のさまざまな分野への活躍が期待されている。ロボットで社会貢献の夢を抱く若者が集い、社会へ飛び立ってゆく大学におけるロボット研究開発の取り組みについて紹介する。

【プレゼンテーション1】

ロボットが描く未来　19

李 周浩（立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科教授）

SF映画、SF小説、SF漫画、未来の社会を描く物語には必ずと言っても過言ではないくらいロボットが出てくる。本報告は、予測可能な未来を実現させる技術としてのロボットについて、また、そのロボットが現在の社会に与える影響に関する内容を中心に、話題を提供するものである。

© 2017 SGRA

【プレゼンテーション2】 ロボットの心、人間の心 25
文 景楠（東北学院大学教養学部言語文化学科准教授）
ロボットは人間のような心をもつことができるのだろうか。それ以前に、心を「もつ」「もたない」といったことは、そもそも何を意味しているのだろうか。プレゼンテーション２では、こういった問題を哲学的な観点から一緒に考えたい。

【プレゼンテーション3】 （絵でわかる）ロボットのしくみ 32
瀬戸文美（物書きエンジニア、東北大学男女共同参画推進センター助手）
『絵でわかるロボットのしくみ』は、ロボット工学へのはじめの一歩を踏み出すためのガイドブックとして、数式や専門用語を用いずに分野全体の俯瞰を行うことを目的とした書籍である。この本ができるまでの紆余曲折をお話しし、ロボットや科学技術を身近なものとするにはどうしたらよいか、皆さんと共に考えたいと思う。

フリーディスカッション―フロアとの質疑応答― 39
モデレーター：ナポレオン（SGRA）
パネリスト：稲葉雅幸、李 周浩、文 景楠、瀬戸文美 他

講師略歴 53

© 2017 SGRA

基調講演

夢を目指す若者が集う大学とロボット研究開発の取り組み

稲葉雅幸
東京大学大学院情報理工学系研究科創造情報学専攻教授

はじめに

日頃行っていることを「人を幸せにする」というテーマで話していただけないかと言われたのですが、そんな難しいことはできませんので、私の研究室で日頃行っていることをお話しさせていただきます。

私の所属する「情報システム工学研究室」には学生が55人、教職員を合わせると70人弱いるのですが（2017年２月現在）、複数のプロジェクトで総額毎年２億円ぐらいの予算で運営するようになっています。各プロジェクトの相談や報告会の数も多く、忙しくなりますが、毎週の定期ミーティングやプログラム開発ツールからの自動配信メールで知ることができるシステムを利用しているという状況です。

今日ご紹介するのはそういった研究室ですが、東大も最近は研究するための場所代を取るようになって、私は毎年2,500万円も払って複数のプロジェクト用の実験場所を借りている状況です。2003年に国立大学の法人化が行われ、東大などの国立大学の予算は毎年１％ずつカットされてきており、教員の数も５年に１人ずつ減るようなことになりました。そのために、プロジェクトのための競争的資金を得て教員を雇用できるようにして大学の研究教育運営を行っている状況です。国からのポストは５年に１人ずついなくなっていますが、世界を先導してゆく必要な研究分野には教員のポストを確保できるようになり、2003年以前はポストが決まっていたために難しかったことも、自分たちで研究教育の運営を行う形に変わったのが2003年です。

© 2017 SGRA

1．情報システム工学研究室のはじまり

まず昔の話を紹介しますが、これは安田講堂です（スライド1）。3次元の計測技術で作ったものですが、最近はドローンを使ってこういうものを作ることができます。この安田講堂は、富山県出身の安田善次郎さんが匿名で寄付されたそうです。亡くなられてから、遺族の方の了解を得て公表されたそうです。この講堂の右隣にある建物の7階に今日ご紹介する研究室があり、私がおりますので、ここに来られたときには「あの辺にいるんだな」と思って見てください。

私が師事した井上博允先生は、安田講堂事件が起きた1969年の頃に博士課程の学生でした。大学では毎年学生が入ってきて、博士課程までの間に自分でこういうことができないかと考え、研究して修了していくわけですが、この頃に学生だった井上先生は、現在の産業ロボットでもまだできていないことを研究していました。どういうことかというと、環境にぶつかっても動作していける、環境が変わってもそれに合わせられるものを研究していました。今、産業ロボットは日本が強いといわれ、世界でも競争になっていますが、そういうロボットは利用されるようになっていません。産業ロボットでは、そんな悠長なことはしていられないし、もっと早く動かなくてはならないから、決まった動作しかしてはいけないことになっているのが普通です。でも、少し場所が変わっても大丈夫にするためには、こういう機能がなければならないというものを井上先生は50年前にすでに研究していたのです。

その井上先生が学生を終えて、今の産総研（産業技術総合研究所）に移られ、東大に新しくできた情報システム工学講座の先生となりました。この頃からコンピューターを大学の専攻として教えるようになり、井上先生に東大に戻ってきてもらってできた研究室です。私はその研究室に1981年に、学生として入り、井上先生の後を引き継いで今までずっとここにいます。

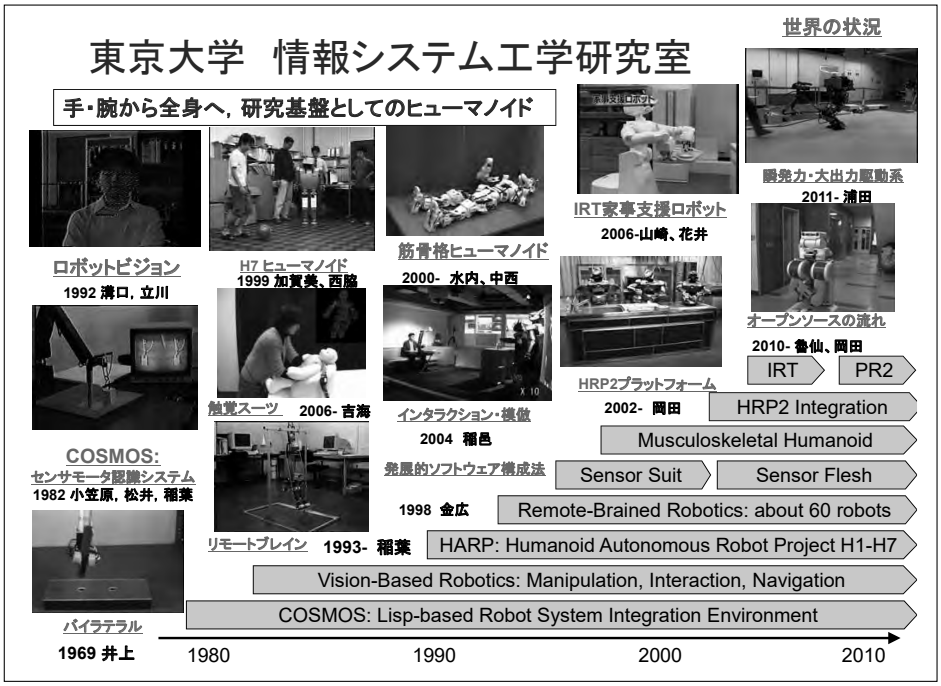
スライド1

富山県出身の安田善次郎氏（安田財閥の創始者）の匿名を条件の寄付により1926年完成

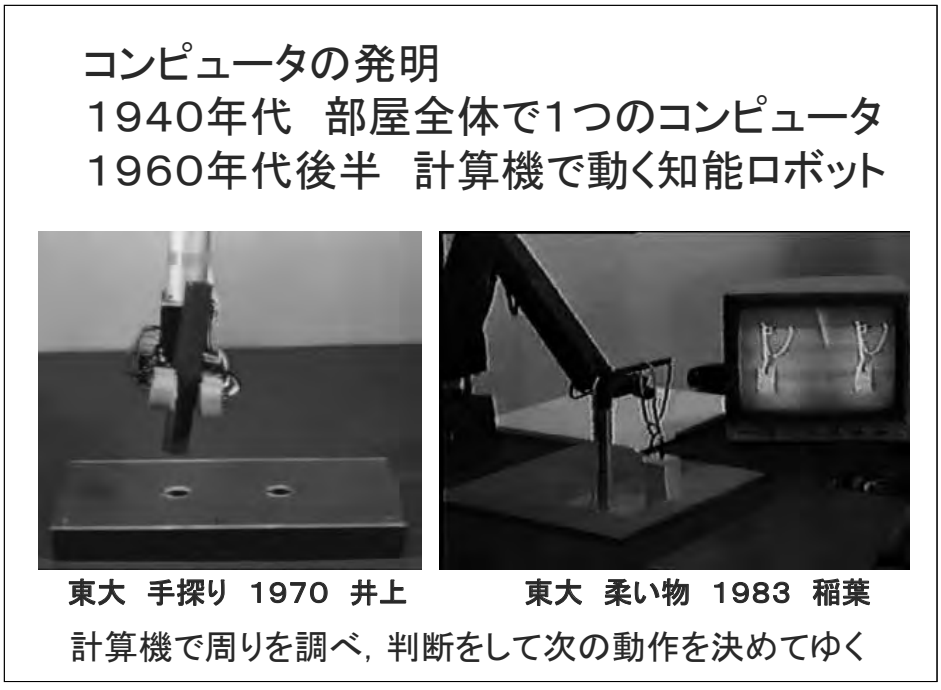
© 2017 SGRA

例えば、スライド２に示したようなものを、2004年まで井上先生と一緒に研究してきました。その後は私が引き継いでいろいろと研究しています。スライド３の左側が井上先生の研究です。右側は、私が井上先生から「次はこういうことができないといけないよ」と言われてやった研究です。左側は硬い積み木を手探りで扱っています。右側は軟らかいものを扱えるように目となるカメラと組み合わせたロボットになります。当時のカメラは大きく、今は携帯電話にも付いていますが、こんなに大きいカメラで、100万円ぐらいします。それを計算機につなぐために大きな箱のメモリーというものをケーブルでつないで、こういう実験をしていたのが1983年です。それが私の学生のときのテーマでした。

スライド２



スライド３



© 2017 SGRA

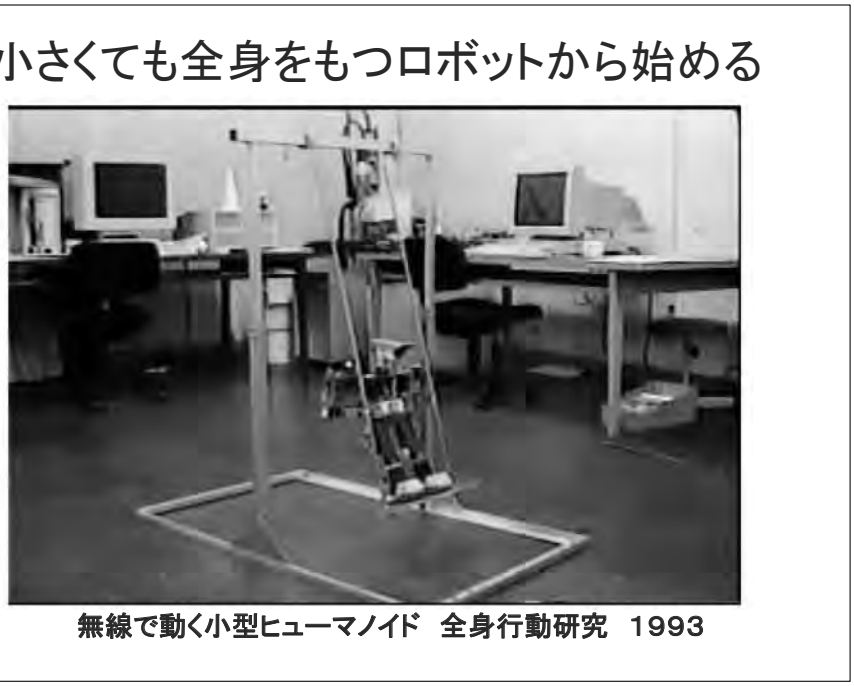
計算機は1940年代に発明されましたが、計算機がロボットのような機械につながることで、環境に合わせて動けるようになりました。そういうものを知能ロボットといいます。そういうものを東大で始めようということで、この研究室ができたのです。

2．小さくても全身そろったロボットを作る

学生の時は目をもって紐を結ぶことを行うロボットでした。当時から、合体変形して新幹線がロボットに変わったりするおもちゃはたくさんありました。しかし、大学でやっているのは腕だけのロボットでした。これはちょっとまずいな、どうしたらいいかなと思い巡らし、おもちゃみたいなものでもいいから、小さくてもとにかく足も手も腕もあって、頭も付いているロボットを作ろうと考えました。そこで世界で誰が作っているのかと探してみると、誰も作っていないのです。というのも、おもちゃみたいなものは大学では作れないと考えてしまうからだと思うのですが、「こういうことをするためには、何をどうしなければならないか」ということを、学生が全て理解しなければできません。そのためには全身そろったロボットが必要です。

スライド4のロボットは、目の役割をするカメラが頭に付いていて、カメラで周りを見て、自分で揺れを大きくしながら、こげるようになっています。モーターで動く関節が16個ぐらいあります。産業用ロボットはたかだか6～7個です。人間や動物の関節の数は桁違いです。人間は小さな頃から大人になるまで、どんなに体が変化しても一つの脳が身体を扱うことを誰もがしているのですが、どうしてそれが可能なのかはまだちゃんと分かっていません。それを理解するために、同じような体を持ったロボットのような実験装置を作れるかというと、人

スライド4



© 2017 SGRA

間のように複雑なものは誰も作っていませんでした。これぐらいのサイズのもの、関節の数が多いものは早稲田大学が1970年ころにはじめ、1990年代にはホンダでも作られ始めていましたが、人間のように筋肉があって骨があるものは誰もまだ作ってはいませんでした。

でも、そこまで一気には行けないので、とにかく全部入っていて、小さくても全身を持っているロボットを、大学で作れるようにして、学生が来たらこれで自分のテーマを考えられるようにしようというのが、私が教員になってから始めたことです。

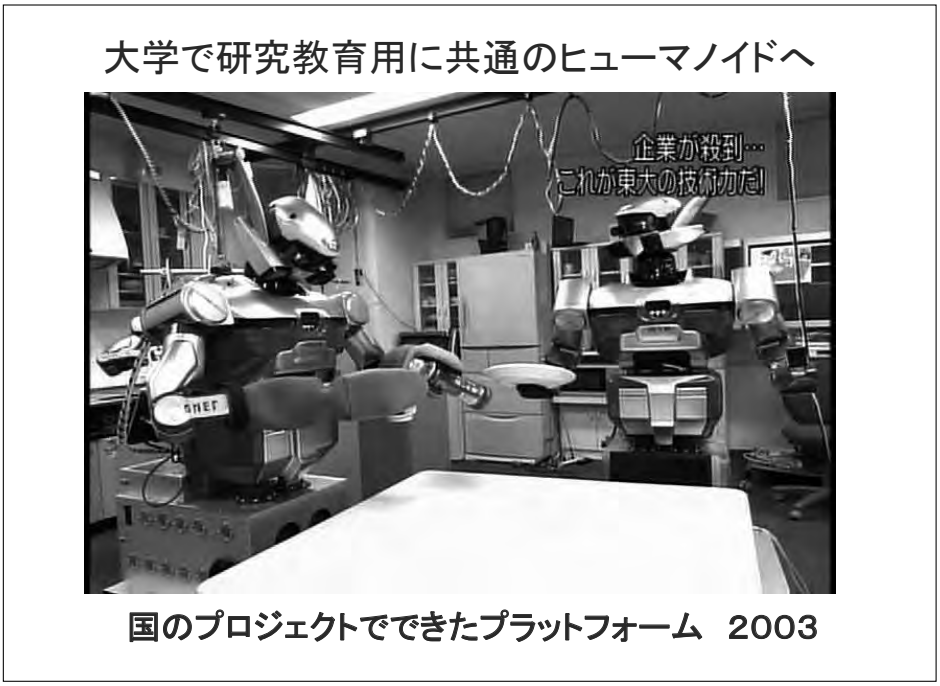
このような小さなロボットだった当時の1990年代でも、計算機はまだ大きいため、計算機を体に載せないでやっていました。1998年に５年間の経産省のプロジェクトがあり、体のサイズを大きくできるようになりました。ただ、関節の数は同じくらいで32個ほどです。

人と同じぐらいのサイズになると、人が扱っている道具を使えるようになります。そして、道具だけでなく家具や環境も人が使うように作られています。そのようなところで、人の手助けをできるようになるはずだということで、経産省がこのようなものを作ったのです。これをプラットフォームといって、いろいろな大学や研究機関で使えるようになりました（スライド５）。

しかし、皿を洗っていたようなロボットでは力が弱く、ロボットの介護支援への活用はよくいわれるものの、人が倒れるときにさっと支えられるかというとそれほどの力はまだ出せません。せめて人と同じくらいのスピードと力にできないかということに取り組んでロボットを作った学生もいます。

スライド６は、2012年にアメリカで開かれた災害対応の大会のときの様子です。福島の災害が起こってから24時間以内に、人が行けなかった所にロボットが行き、バルブを閉めたりできていれば状況が変わったのではないか、そのような所に送り込めるロボットを作らなければならないということで、日本ではなく

スライド５



© 2017 SGRA

スライド6

アメリカが始めた大会です。

世界中から参加を募り、アメリカの税金から、優秀なチームには6チームまで3億円が与えられました。必要なロボットを作るのに3億円あげるから応募してくださいというわけです。それまでアメリカは、アメリカのチームでなければそのようなことをしなかったのが、これは世界に共通の課題だから、どの国からも応募してもいいことにしました。

それを見て、私のところの学生で、当時教員をしていた人が、ぜひ参加したいと言いました。向こうの予算が、DARPA（ダーパ）という国防省の予算なので、大学の教員だと、特に日本では「何をしているんだ」とメディアから言われて、家に帰れなくなってしまうことになるので、教員を辞めて、会社を作って参加することにしたのが、つい最近のことです。

2試合あって、最初のトライアルという試合で優勝し、Googleに買収されました。彼らは日本企業に「投資しませんか」と言って回っていたのですが、決断が遅くてGoogleがさくっと彼らを食べていきました。私のところの卒業生20人ぐらいが、日本のいろいろな企業から抜けて、そこに集まっているようです。そのような状況が最近起こっています。

それを見て、経産省もGoogleに取られては駄目だから、ぜひ最終大会に出てくれということで、1年前に「お金を出すから作ってください」と言われて作ったのが、このロボットです（スライド7）。ラケットを振ることでこれぐらいのスピードで動けるということをテストしているところです。予算は1年半ぐらいで1億5,000万円出すといわれました。最初は1億円でしたが、それでは足りないと言って1億5,000万円になったのですが、30人ほどの学生がこれを作るためだけのために1年間を費やし、ものすごく忙しかった時期が2014年ごろでした。それに加わっていた学生が今年修了します。

© 2017 SGRA

スライド7

スライド8

もう一つ、全く違う流れのこともやっていて、これも20年以上やっているのですが、先ほどお話ししたように、人の体のような複雑度を持ったロボットは世の中になくて、そもそもどのようにしたら作れるのだろうか、それを作れたら動かせるのかというテーマをずっと研究してきています。

今年は卒論生が、ぶら下がれるものを研究しています（スライド８）。人間のように、ピアノも弾けて、自分の体重を支えてぶら下がることもできる指を持ったロボットは世界にありません。まだできていないわけですが、そのようなものを作りたいという学生が、これを作りました。２人の卒論生が、ハンドと前腕の部分を作りました。

© 2017 SGRA

3．とにかく最初に1回体験しなさい

先にさっと現状をオーバービューして、あとは時間のある限り、ところどころご紹介しようと思います。今は複雑度を上げるとともに、スピードと力を上げることをずっと研究しています。その途中で、先ほどお話ししたようにコストがどんどん減っていきますから、企業からの共同研究を受け入れないと場所も持てませんし、学生も受け入れられなくなりますので、企業からの共同研究を何件もやっています。

ただ、企業は「人型ロボットはまだ早いでしょう」などと言います。基本的に企業の方は、人体の部分的なものを考えている場合が多いです。例えば、見守りといえば目と頭だけあればいいのです。キッチンで食器洗い機に皿を出し入れして、眠っている間に入れ替えたりすることを、時間がかかってもいいのでとにかく丁寧にやってくれればいいと言われれば、「ヒューマノイドの片腕を付ければ簡単にできます」と言ってやってみたり、「足では不安だから車輪にして、洗濯物を洗濯機に入れて畳んでタンスに入れるところまでできませんか」と言われれば、「分かりました。やってみましょう」と言って研究しました。そのようなことを大学がするようになりました。

基本的に人型ロボットをやっていると、部分的にくくり出せばいいので比較的簡単です。ただ、研究する人がいないといけません。それで、若い先生がしばらく大学に残って次の先生になっていくために、東大の中にいてもいいことになったのが2003年以降です。共同研究のプロジェクトを「私がそれを担当します」という若い先生がやることで、両方できるようになりました。昔は大学の中にいると、学生に教えることと自分の研究をしていたのですが、今はそれに加えて、企業が求めているものに対して企業と一緒に取り組むようになりました。どのような産学連携をするかということを学べるようになってきたのですが、場所も必要なので、とにかくお金が掛かる時代になってしまいました。

昔はそんなものはなくて、本当に予算がありませんでした。井上先生はよく、「今年は何を買えるかね」と言っていました。「全員に画面を配りたい」とも言っていました。当時はコンピューターの画面が一人一つもなくて、毎年、「今年は何個買えるか」とやりくりしていた時代でした。今は、プロジェクトがあるとその分、忙しくなるので、きちんと考えながらやっておかないと、うまくいかないというのはもちろんあります。

私が学部生に教えている講義があるのですが、その中でロボットはいろいろな言い方をされます。「感覚と行動の知的な接続法」とか「身体を利用する知能、環境と相互作用する知能」とか、「ロボットは先端技術の総合芸術」「人と人・社会をつなぐ支援システム」などです。理系の話だけでなく、社会的なことも考えなければなりません。あとは、工学部の中の機械工学科・電気工学科・情報工学・環境学など、広い分野の学問をしている人が集まって、ロボットの分野に入らないといいものができませんし、ロボットは工学の分野のいい教材になります。それも最近は人型のロボットでできるようになっています。

ロボットの分野では研究テーマがどのようになっているかというと、物を扱う

© 2017 SGRA

「マニピュレーション」が一つの分野としてあります。もう一つは移動する「ロコモーション」です。階段でも坂道でも瓦礫の中でも歩いていくような分野です。そして、それらをきちんと行うための「アルゴリズム」という制御の分野があります。そして、人との対話や社会で求められるタスクをどのようにして行うかを考える分野があって、それらを全部含むロボットを一つ置いておくと、学生はそれを対象に、自分でめいめいにテーマを選んでいきます。

私はいつも学生に、「とにかく最初に１回体験しなさい」と言っています。「何が問題かを自分で見つけてきなさい。ロボットを置いておくから、それを使って自分で問題があると思ったら、それを深めていきなさい」と言っています。私たちが問題を与えて何かやれと言うと、やっていてもなぜやらなくてはいけないのかが分からなくなってしまうので、自分でまず問題を見つけてくるようにしています。そのためには、ロボットをたくさん置いておかなければならないのですが、最近のロボットは体が大きくなって、面積がまた必要になってきます。

大学の建物を建て替えるためには、国から予算が来るわけではないので借金が必要です。大学が借金をして建てたビルでわれわれは研究しているので、大学が借金を返済するために、１m^2当たり年５万円を取られます。それで2,500万円ということは、500m^2なければ学生が実験できないのです。

最近は大学院が大きくなって、学生も海外・国内のいろいろな大学から集まってきて、もちろん定員がありますから、入試を通らないと研究室には入れませんが、応募はたくさんあります。

話が少しそれましたが、20年ほど前は先ほどお話しした小さいロボットを使って、めいめいが小さなロボットを作りました。小さな走るヒューマノイドを研究していた彼はソニーへ行って、今も頑張ってソニーで働いています。去年から、ソニーもロボットを再開すると宣言したので、今は嬉々としてやっているのではないかと思います。

ロボットに触覚を付けたいということで、祖母に服の作り方を教わり、ロボットに服を作った女子学生もいます。彼女も最初はソニーへ行き、今はロボットのベンチャー企業で働いています。どのようなロボットでも触覚を全身に付けられるというアイデアを発表しました。当時の小さいロボットを作った彼、彼女たちは、ひととおり全部のことを体験しているので、就職など次のステップに行くと、全部は自分で解けませんが、いろいろな問題を見てきているので、企業などに行って、それが必要だと思ったら深めていっています。

最近の学生の例でいうと、空中ブランコをやりたいと言って、「壊れたらどうするの」「たくさんあるから、先生いいですよね」「たくさんあっても、壊れたらどうするの」と言いながらも研究した学生は、産業用ロボットの企業に就職しました。

小さいロボットが寝返りを打って起き上がるというのをやっていた学生は、産総研で等身大の方の研究を行い、今はヒューマノイドチームのグループリーダーをしています。等身大で寝返りを打って起き上がることはまだできていません。大きくすると体が壊れやすくなってしまうので、小さいからこそできているということがあります。

© 2017 SGRA

大きくするとなぜできないのかということは、まだ試せていないのですが、それも今はどんどん研究しています。アメリカがそれを追いかけてきています。アメリカは軍がどんとお金を出すと、ロボットを何体も作れるので、壊しては作り、壊しては作りしていて、アメリカのものは倒れても起き上がってくるものができており、YouTubeにも出ています。

軍は屋外できちんと使い物になるものを求めます。屋内ロボットではなく、屋外ロボットです。日本は、屋外ロボットが本当に手薄です。レスキューや災害対応で屋外ロボットは必要とされていますが、あまりできていません。屋内で人の作業を肩代わりできるものの研究はずっとされていますが、屋外で雨ざらしになってもいいようなロボットは作られていないので、今はそのようなことが課題になっています。

「サラダを作らせたい」と言って、ロボットに作らせた学生もいます。また、「引っ越し屋を手伝わせたい」と言って、重さは分かっていないのですが、重い物を台車に載せたり、邪魔な家具を少し動かしたりする研究をしている学生もいます。ロボットは動きが遅いので、速くしたいのですが、なぜ速くならないのかというのを研究しています。

４．なぜできないか、できていないことを研究する

先ほど、全体の流れはお話ししましたが、皿洗いや引っ越しの手伝いをするのを研究していたのは、経産省できちんとプラットフォームを作ったからです。しかし、そのレベルのものをハンドリングできる博士号を持った学生が世界で何人いるかというと、日本が一番多かったのですが、先ほどお話したアメリカの大会で一気に増えて、300人ぐらいがアメリカを中心に生まれました。人型ロボットは本当に面倒くさくて、しっかり安定して歩けなければなりません。そのようなものをしっかり研究してきていないと、次の複雑なロボットはできないのですが、それを触ったこともない人ばかりで人型ロボットを作れといってもできません。では、日本に何人いるかというと、今や数の上でもかなり減ってきていて、海外の方がずっとアクティブです。

これはアメリカのロボットです（スライド９）。軍がこのようなものを作っていいということで作っています。右下のロボットは、毒ガススーツをテストするためのロボットだそうです。中でしっかり汗もかきます。ほふく前進をすると擦り切れるので、そのテストを人間が行うと危ないですから、ロボットにさせるために開発しています。桁が違います。

先ほどお話ししたGoogleに買収されたベンチャーを作った彼が、４本足ロボットを蹴飛ばしているのを見て、「４本足ではなく２本足でやりたい。蹴飛ばしても倒れない２本足ロボットを作りたい」と言って、自分で作りました（スライド10）。モーターでジャンプできるようにするのはかなり難しいです。

先ほどのアメリカのロボットは油圧でやっているので、方式が全然違います

© 2017 SGRA

スライド 9

スライド 10

が、モーターで動くロボットを作った学生は、オバマ大統領が来たときにそのロボットを紹介していました。その彼が始めた水冷で動かすロボットを、米国の最終大会に参加するために２体作ったのですが、今年の修士論文となり、今週発表が終わりたてで、無事修了できそうです。

とにかく学生は、できていないことを研究して、できていないのはなぜかをきちんと説明して、できるようにするために今まで誰も言っていなかった方式をきちんと考えて、できるようにしています。

例えば、自然災害の現場では特に雨や土砂が多いので、そのような場所でしっ

© 2017 SGRA

かり活動できるように、防水スーツを作ってプールで実験しています（スライド11）。大学もどんどん建て替えると建物がオフィス型になって、このような水槽を置けるフロアが難しくなります。研究室は7階にあるのですが、そこにプールを置いて水が漏れたら大変なことになりますから、このような部屋を借りなければなりません。地下の部屋を借りて、実験できるようになりました。

ということで、ロボットは作るだけでは駄目で、それを評価するために実験場所をきちんと確保することがものすごく大変です。そこで、企業と一緒に現場へ行って実験しています。

水の中では浮力がかかります。水が流れていれば、どのようにして倒れないようにするかを考えなければなりません。

スライド12は、背骨を持ったロボットがぶら下がっているところです。人間の前腕はモーターのような回転する軸がないので、前腕部分は橈骨（とうこつ）と尺骨の2本の骨で回転しますが、それがロボットに入っています。

人間の骨格の中でお話しすると面白いところがいっぱいあって、よくお話しするのは膝の関節です。膝を曲げると、曲げた脛（すね）の軸が回転するのです。しかし、皿を洗っているロボットには、その関節がありません。車を運転するときアクセルとブレーキを踏みますが、人間には膝から下に脛の軸が付いています。産業ロボットは普通、腕の関節は6個しか作りません。6個では1対1対応になってしまいます。しかし、人間の腕には7関節あります。手を固定しても肘は動きますが、それは7個目がそこにあるからです。

足も、同じように7個あります。ただし、脛の軸が回転するのは膝を曲げているときだけです。その膝の機構を終末強制回旋機構といいます。英語でスクリュー・ホーム・メカニズムといいます。このヒューマノイドは、それを持っています。

スライド11

© 2017 SGRA

スライド 12

足の指も５本あります。人間の手の骨、足の骨、指の骨は数がたくさんあって、長いです。それによって、手のひらを変形できます。ロボットを普通に作ってしまうと、手のひらも足のひらも平たく作ってしまいますが、人間やサルは手のひら・足のひらを変形できます。そのように変形するややこしいものを、ロボットでどのように扱うかというのが研究テーマになっています。

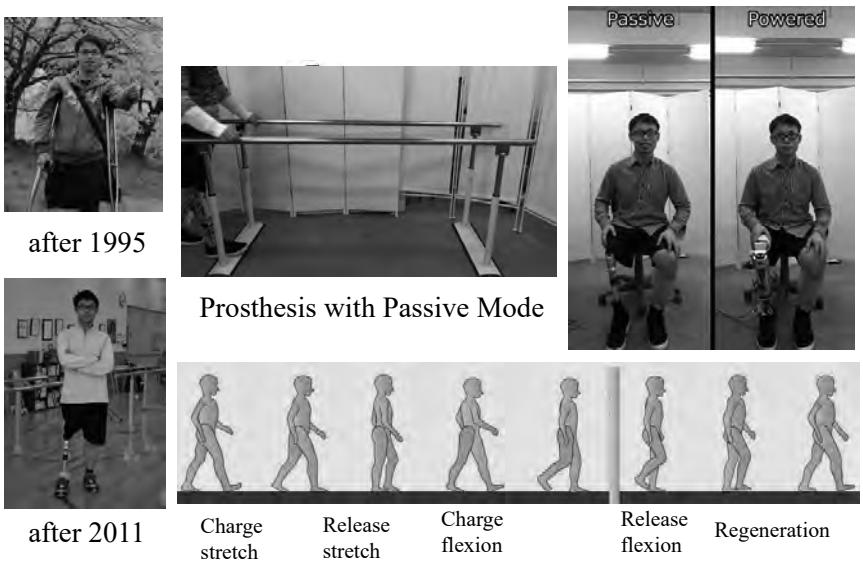
このロボットも、腕立て伏せをするとモーターが熱を発するので、水で冷やしています。先ほどのジャンプしたロボットも、同じく水冷にしました。筋骨格型ロボットも水冷にしたのですが、「もっと冷やさないといけない」と言うことで、気化熱を利用しました。蒸発するエネルギーです。従って、ロボットが汗をかいて冷えるのです。それによって腕立て伏せの回数が増えたということで、博士号の論文をまとめました。

それから、企業から来た人で、「空飛ぶロボット」を研究しました。飛ぶだけではなくて、地上を転がるのです。水の上もすいすいと行けるロボットを作りました。また、ドローンの骨を変形させると、蛇のように狭い所に入っていけるので、そういうロボットを研究して作っている学生がいます。

そのほかにも、企業で働いていたのに、「いい義足がないので先生のところで作りたい」と言ってきて、プロジェクトを文科省に申請したところ採択されて、昨年11月ごろから部屋を借りて、自分の義足を作っている人もいます。左側がサポートなし、右側がサポートありです（スライド13）。義足を付けてどういうふうにしたいかというのは、私たちは聞かないと分かりません。階段を上がるとき、普通は足を交互に上げていきますが、彼はそれができないのです。必ず一歩ずつしか上がれないのが、普通の受動型の義足です。そして、膝折れといって、ついたときにがくっとなるのが一番怖いので、絶対にそうならない義足でなければなりません。どうなっていなければならないかは彼自身がよく分かっているので、

© 2017 SGRA

スライド 13



私の研究室のヒューマノイドの技術でぜひ作りたいということで始めています。

このように、私の研究室では、いろいろなことをやりたいと言う学生が集まってきて、めいめいに誰もやっていないことを研究・発表して出ていくということを、ずっと繰り返しています。

私は、彼らはものすごく苦労していますが、自分でやっていて幸せなのだろうと思っていますし、幸せであってほしいと思っています。

先ほどGoogleに買われたというお話をしましたが、皆さんから批判を受ける場合もあるのです。彼らは買収される条件として、日本の会社であり続けることを挙げています。東大の教員を辞めるときも、「われわれの研究はとてもお金が掛かる。ハードウエアも全部作り直すので、お金がとても掛かるから、外へ出て１回資金をつくり、東大に寄付して帰ってきます」と言って、本当にそうなりました。公務員の生涯賃金は大体分かっていますので、Googleに買われることはその何倍もの価値になるわけです。売るということは創業者利益ですから、創業者の株を売るので一躍大金持ちになり、それで彼らも匿名で東大に寄付をして、今の学生たちを私がいろいろと応援できているのです。そのような研究室です。ご清聴ありがとうございました。

© 2017 SGRA

プレゼンテーション 1

ロボットが描く未来

李 周浩

立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科教授

はじめに

稲葉先生の後に私が話をするのは本当に恐縮ですが、私は稲葉先生のような講演ではなく、「人を幸せにするロボット」というテーマについて、後でディスカッションするための一つの材料として話をさせていただきます。あまり技術的なことは言わず、誰が聞いても分かるようなことだけを話しますので、もし分からないことがありましたら後で聞いていただきたいと思います。基本的には簡単なことです。

まず、簡単に自己紹介します。私は韓国出身で、子どもの頃に「マジンガーZ」を見て憧れて、大人になったらロボットを作る博士になりたいという夢を見て、今に至ります。実際に影響を受けたのは「マジンガーZ」「サイボーグ009」「ドラえもん」などで、皆さんも聞いたことがあると思います。それが私の人生を作ったといっても過言ではありません。

現在は立命館大学情報理工学部で研究室を持って、学生を指導していますが、主にロボットや機械学習などを研究テーマにしています。たくさんのロボットを作りましたが、時間がないので一部だけをご紹介します。

例えばショッピングモールなどを想定して、来ているお客さんに対して情報投影を行うことで、わざわざ掲示板や店に行かなくても広告が見られるための研究をしています。ロボットが人を発見すると、歩いている人の前に広告を投影して、その広告に興味があればさらに案内するような技術の研究です。

最近やっている研究では、ロボットでアート（芸術）をしようとしています。何をしているのかさっぱり分からないと思いますが、ロボットそのものではなく、ロボットによってできたものを見てほしいのです。ロボットそのものを見ても、何をしているか分かりませんが、ロボットが作った形に光を当てると、後ろに影ができて、「LOVE」、最後にはハートを作ります。光を当てたときに何がで

© 2017 SGRA

きるかということです。

また、ディープラーニングなどの機械学習の研究もしています。人はゆがんでいる画像を見ると、元はこうなのだろうと推測することができます。それを機械にさせたら、どのようになるかをやってみましたが、ほとんど正解を出しています。例えばインターネットを見ると、無理やり形を合わせようとして、変に横に伸びている画像などがありますが、それを自動的に正しく戻すことができます。人間が持っている感性がないとなかなかできないことですが、これが機械で学習できるという研究をしています。

1．未来を描いているSF

少し自己紹介が長くなりましたが、ここからはこのようなことを研究している人間として考えていることを皆さんに紹介し、後の話の呼び水にしたいと思います。

皆さんもたくさんのSF作品をご覧になったと思いますが、SF小説・SF漫画・SFアニメ・SF映画など、ほとんどが未来を描いています。そこに描かれている未来は、次の三つのうちのどれかではないかと思います。

一つ目は、今の技術の発展の延長線上にあって予想できる未来、多分こうなるだろうという未来です。二つ目は、今は実現できていないかもしれないけれども、こうなってほしいという未来です。そして、三つ目は、SFには多いのですが、なってほしくない未来です。いろいろな危機に陥って、その中で話を作るSFが多いのですが、そのような未来です。

SF作品の中では、ロボットが主役を務めるものがかなり多いです。それが意味するのは、多くの技術はSFの中で描かれたとおりになっています。もちろん100％ではないのですが、昔のSFの話を見ると、かなりの割合で当たっていて、そのような技術が実際にできています。

なぜなら、現在の技術から想像すると、このようなことができるのではないかという前提のもとでSF作品が書かれていますし、さまざまな作品が出ているからです。その中でロボットは本当によく出てきます。

SF作品は、多くの人に影響を与えています。皆さんが考えるロボットの印象は、SF作品から連想されたものです。ロボットとしてあるべき姿などの哲学的な部分も、皆さん一人一人の心の中に存在していると思います。

もちろん、その中にはロボットの脅威もあります。ロボットが反逆を起こす「ターミネーター」などがその例です。ロボットは怖い存在であるというイメージもSFが作っています。

2．古くからロボットはSFの主役

古くからあるSFの主役になったロボットを幾つか紹介します。ロボットという言葉自体は1920年にチェコで作られた『ロッサム万能ロボット会社（Rossum's

© 2017 SGRA

Universal Robots)』という作品に初めて登場しました。内容は、人が子どもを生まなくなって人口が減ったので、ロボットを工場で作って代わりに働かせたところ、ロボットが反逆を起こして、人間を脅かすというものでした。まさに今の時代はその直前の段階にあるような怖い話ですが、そこからロボットという言葉ができました。

次は1958年に出版された『ボッコちゃん』という星新一さんの作品です。皆さんもご存じだと思いますが、ショートショートという短いSF小説をたくさん書いた非常に有名な作家です。『ボッコちゃん』は代表作で、結構面白いです。短い話ですが、ロボットが出てきます。その部分を、そのまま読みます。

「そのロボットは、うまくできていた。女のロボットだった。人工的なものだから、いくらでも美人に作れた。あらゆる美人の要素を取り入れたので、完全な美人が出来上がった。もっとも、少しつんとしていた。だが、つんとしていることは、美人の条件なのだった」

このような話が出てくるのですが、何が面白いかといいますと、その当時から皆さんは夢を見ていたのです。自分と同じものを作れる、自分の理想を作れるということをSF小説は描いています。

それから、私に影響を与えた「マジンガーZ」ですが、もっと有名なロボットといえば「鉄人28号」だと思います。残念ながら韓国では、「鉄人28号」が放映されませんでした。「マジンガーZ」は、私が幼稚園の頃に放映していて、それを見て「こういうのを作りたい」と思いました。これだけ大きなロボットを作ることが夢でしたが、後になって「これは無理だな」と諦めました。

その次は「ドラえもん」(1969年～1996年）という有名なロボットです。これが非常に面白いのは、それまでロボットは万能なヒーローでした。「ドラえもん」もいろいろな力は持っていますが、少しドジで、友達のようなロボットなのです。単なるしもべではなく、本当の友達としてのロボットという概念を与えたのが「ドラえもん」です。

フィリップ・K・ディックのSF小説『アンドロイドは電気羊の夢を見るか(Do Androids Dream of Electric Sheep?)』(1968年）という作品も非常に有名です。「ブレード・ランナー」というタイトルで映画化もされています（1982年公開)。本当に人そっくりのロボットが出てきて、人のような行動をします。すると、その小説を読んでいる当事者は感情移入してしまいます。人と同じ形をしていて、人のような会話をしていると、このロボットを殺していいのかと思ってしまいます。中は全て機械でプログラムされているのに、人間と同じ形で、人間と同じ身振り手振りをすると、人の方が感情移入してしまいます。いろいろなことを考えさせる作品です。

「スター・ウォーズ」(1977年公開～）もSFの大作です。ロボットがしもべとして登場し、よくできるロボットなのに人が言うことだけをしっかりと聞いてくれるロボットが大活躍します。私はR2-D2が大好きで、最初にお話ししたショッピングモールの案内ロボットは、これをモチーフにして作りました。

これも私が非常に感銘を受けたのですが、「ベイマックス」というアニメーション映画がありました（2014年公開)。これに出てくるロボットの特徴は、体

© 2017 SGRA

は柔らかくて風船のようにフワフワしているので、人を安全に触ることができたり、人がぶつかったりしても安全なのです。人間と共存するためにロボットとしてあるべき姿を見せるアニメーションです。

人はロボットにいろいろな役割を期待しています。一般的にロボットは機械として、単純な仕事や自分がやりたくないと思っている仕事を代わりにやってくれることを期待することが多いです。ただ、他の機械と違って、ロボットは夢を与える役割を持っています。自分もロボットを見て、ロボットを作りたくなった理由はいろいろあるのですが、その一つは、ロボットは人間のまねをしている場合が多く、ある意味で自分を、人を創造した神様にしてくれるものでもあります。

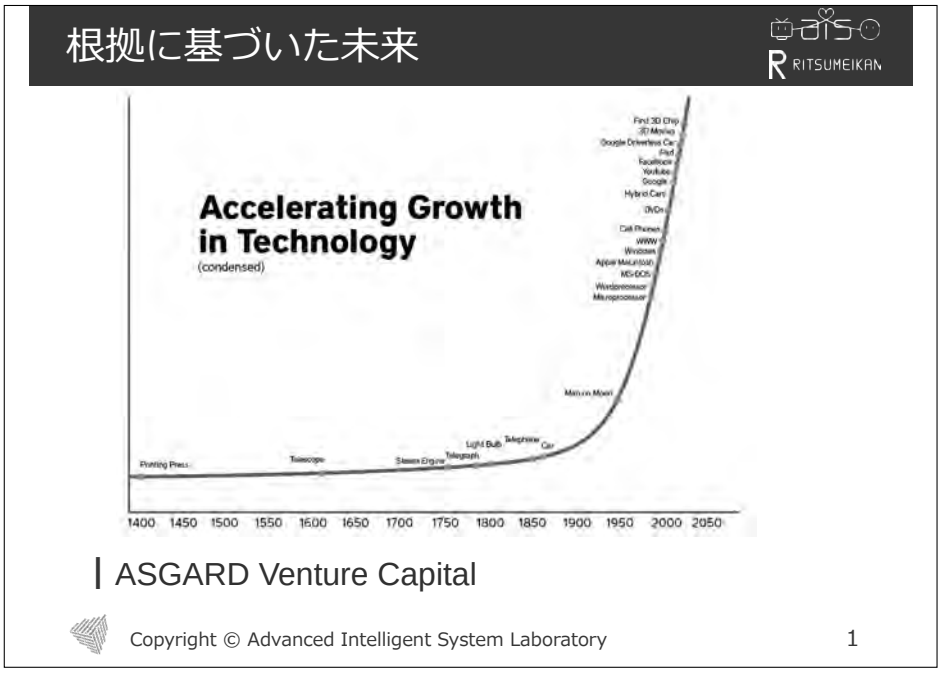
要するに、ロボットは人間を理想として発展している唯一の技術ということです。他の技術は、人間より優れたものや人間ができないことをすることだけを目指しているものが多いのですが、特にヒューマノイドの技術は、人間そのものを理想として、人間ができることを実現しようというものです。それをすることによって、自分は神様で、全知全能の力があるのではないかという夢を与えてくれます。

3．ロボットが描く未来

ここからは、ロボットが描く未来についてお話しします。いろいろな根拠に基づいて、未来を予測することが可能です。スライド1は、技術がどのように速く進展してきたかを表したグラフです。1400年代に印刷技術ができ、エンジンなどの内燃機関が1750年ごろにできました。その後、1780年ごろにテレグラフや電球ができ、1950年ごろに人が月に行きました。

これが意味するのは、昔は大きな技術のスパンが広かったのです。何かができると、それが100年間続き、その後にまた世界が驚くようなものが開発されまし

スライド1



© 2017 SGRA

た。それが1950年を過ぎ、実際は1970年あたりからだと思いますが、昔を考えるととんでもないような技術がとんとんとんと開発されて、それが加速しているのが現状です。

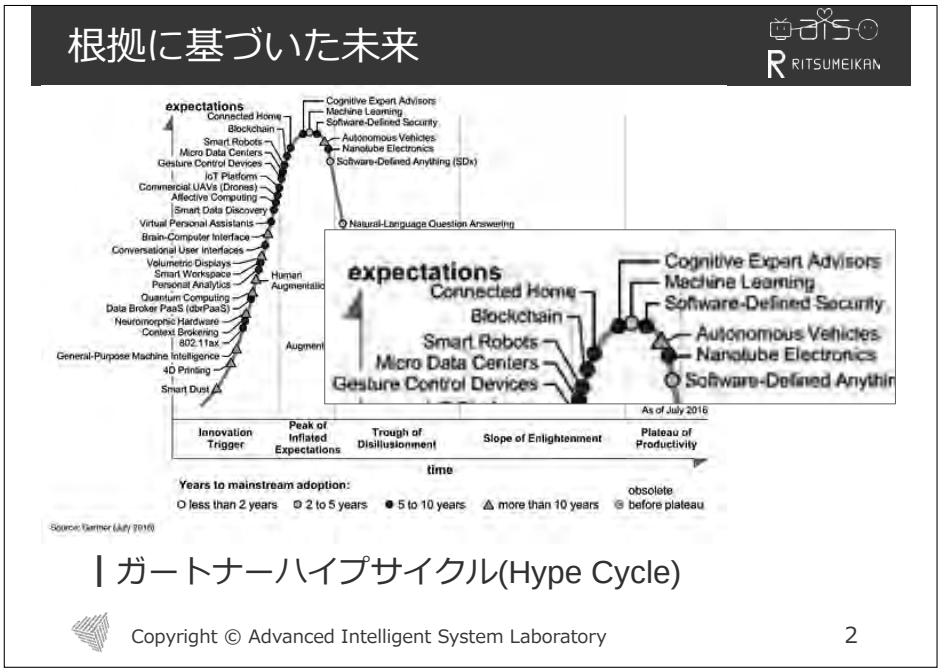
スライド２は、ガートナーの有名なハイプ・サイクルです。これはマスコミでもよく紹介されているので、ご存じの方もいらっしゃると思います。技術が発展するとき、五つのステップを踏んで変化します。最初は「技術の引き金」で、技術がみんなに知られるようになります。次に「過剰期待の頂」を迎え、その後は絶望して「幻滅のくぼ地」に入ります。その後、「啓蒙の坂」に差し掛かり、安定期の「生産性の台地」に入ります。現在、ロボットはどこにいるかというと、「過剰期待の頂」の直前です。時間がないのでその話はあまりできませんが、後でこれについて話し合えればいいと思います。

実際、世界にどれだけのロボットがあるかを表しているのがスライド３です。二つのグラフで数値が違っているのは、ロボットの形をしていなくてもさまざまな仕組みが入っていればロボットとして見ているからです。右のグラフの赤い線（上の直線）は人口、青い線（下の曲線）はロボットの台数ですが、2035年あたりでそれが逆転し、ロボットが人間より多くなると予測しています。

日本の経産省も、ロボットのマーケットがどんどん大きくなることを予測しています（スライド４）。

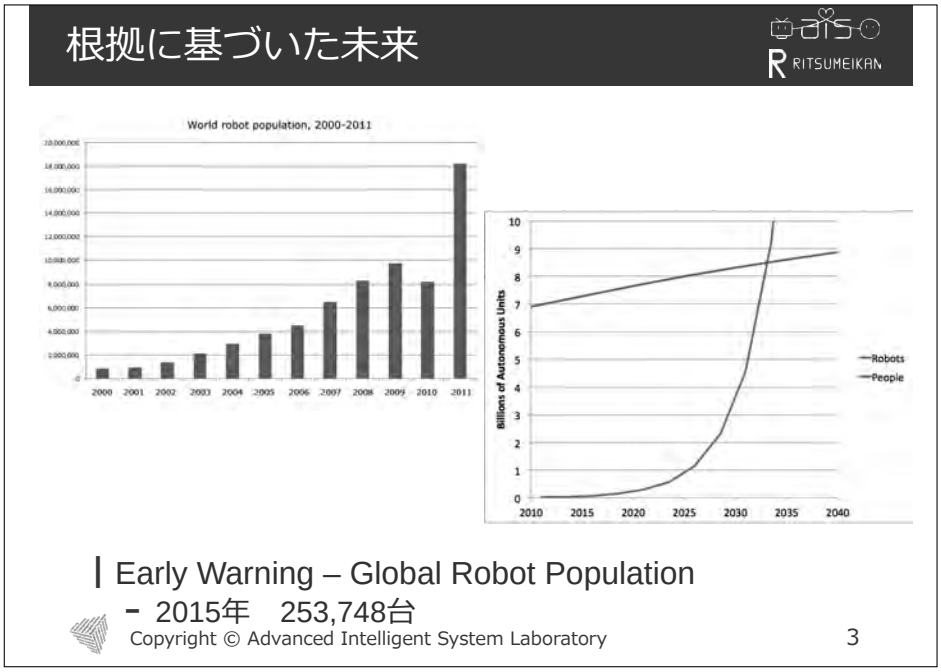
しかし、いいことだけではありません。最近非常に有名になっている本があります。『ロボットの脅威―人の仕事がなくなる日（RISE OF THE ROBOTS）』という題名で、著者はアメリカ・シリコンバレーソフトウェア開発会社の創立者、マーティン・フォードです。雇用がロボットに代替され、中間層が消滅。格差が拡大し、消費が縮み、経済成長が限界になることなどが描かれています。これに関しても話はいろいろありますが、後で時間があれば、またお話ししたいと思います。

スライド 2

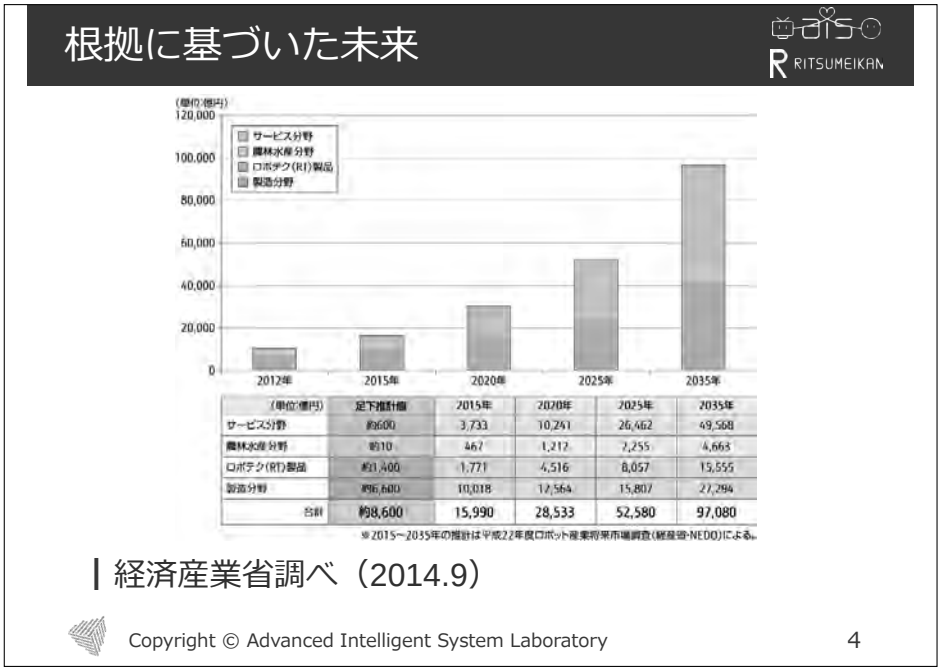


© 2017 SGRA

スライド 3



スライド 4



(単位:億円)	足下推計値	2015年	2020年	2025年	2035年
サービス分野	約600	3,733	10,241	26,462	49,568
農林水産分野	約10	467	1,212	2,255	4,663
ロボテク(RT)製品	約1,400	1,771	4,516	8,057	15,555
製造分野	約96,600	10,018	12,564	15,807	27,294
合計	約98,600	15,990	28,533	52,580	97,080

※2015～2035年の推計は平成22年度ロボット産業将来市場調査(経産省-NEDO)による。

ロボットは脚光を浴びていますが、それは得なのか、毒なのか。得な部分としては、たくさんの予算がロボット研究開発分野に流れ込むことです。代わりに、期待感があるだけに、それに合わせなければならなくなって、本当に技術開発すべき方向に発展できないことがあります。それが毒です。

時間がないので、ここでまとめます。

未来に確実に存在する技術としてのロボットを、われわれは期待しています。そのロボットが描く未来についての詳しいことは、この後、皆さんとお話ししながら紹介したいと思います。以上で終わります。ありがとうございました。

© 2017 SGRA

プレゼンテーション 2

ロボットの心、人間の心

文 景楠

東北学院大学教養学部言語文化学科准教授

はじめに

自分はひょっとしたらこの中で最も場違いな人かも知れませんので、簡単に自己紹介をしたいと思います。私は駆け出しの哲学教師です（哲学者と直に言われるのは面映ゆいので、教師と言っています）。専門は、多くの方が名前だけご存じのギリシアの哲学者アリストテレスですが、彼の著作を読んだことのある人は大抵は同業者です。ちなみに先ほど若手研究者の現状に関してお話がありましたが、私も最近夢を追っているのか事務をしているのかよく分からず、どちらかというと後者の時間の方が長い日々を過ごしております。

実は哲学者もロボットというテーマに大きな関心をもっています。しかし、そのアプローチは今までの先生方のものとだいぶ違うものになると思います。ちなみに、今日はギリシアの話は一切しませんので安心してください。

1．ロボットは心をもつのか？

今日お話しするトピックは一つで、問題ははっきりしています。「ロボットは心をもつのか？」という素朴な問いがそれです。これに関してまず自信をもって言えることがあります。それは、確たる答えを出すことはできないということです。これができていたら私は有名人になっていたでしょうが、残念ながらそうではありません。

今日は、この問いに対して「心をもつ」や「もたない」という結論を性急に与える代わりに、この難しい問いにどんなものであれ答えを与えるためには、そもそも何が必要なのか、を考えてみたいと思います。最終的に得られるものは、問いに対する答えというよりも、それに答えるのはなぜ難しいのかのよりよい理解になります。哲学の問題は大抵答えがないと言われますが、「問題を考えるプロセスにも意味がある」という気もちを少し分かち合うことができればうれしいです。

© 2017 SGRA

ロボットの心の有無が問題になる場面は大体決まっていると思います。われわれは、人間のような形をしていたり、人間のように動いていたりするロボットを見たとき、それらは心をもっているのではないかと考えます（先ほどのご発表で素晴らしい事例をたくさんご紹介いただきましたが、私はそんな気が強くしていました)。後は、人間に似た音を発するロボットなどを間近に見たときにも親しみを感じて、ひょっとしたら心をもっているのではないかと感じることがあると思います。

しかし、大体は隣に冷めた人が１人ぐらいいて、「それはあなたの錯覚でしょう」と言われることになります。その人に「どっちなんでしょうね」と返したら、後は二人で黙り込むことになります。これが私の考える「ロボットは心をもつのか」が問題になる場面です。

この問題に決着をつけるためには、私の考える限りでは、二つの別の問いを先に考えておく必要があります。一つは「そもそも心とは何か」という問いで、もう一つは「何かが心をもつか否かは、どうすれば分かるのか」という問いです。「ロボットは心をもつのか」という問題に答えることができるか否かは、この二つの問いにどう答えるかにかかっているということになります。

これだけではイメージが湧かないかも知れないので、一つだけ具体的な例を挙げたいと思います。目の前にいる私がリンゴをもっているのかということが問題になっているとしましょう。その場合、当然「リンゴとは何か」が分かっていなければ答えを出せません。然々の形や味をもつものとしてリンゴを理解している必要があります。そして、これだけでは不十分で、さらに「この人がリンゴをもっているか否かが分かる方法」を知っている必要があります。一番簡単なのはポケットを裏返してみることですが、スパイ映画的な状況なら、若干グロテスクですが胃袋を開けてみることが有効かも知れません。この例からも分かるように、通常われわれは、問題になっている対象は何か、どうすればそれの有無が分かるのかといった事柄が、初めから明白である状態にいます。しかし、心の場合は全く違います。そもそも「心とは何なのか」がよく分かりませんし、「どうすれば心があるのかないのかがわかるのか」もよく分からないという点で、かなり難しい地点に立たされていることになります。

２．第一の問い：心とは何か

まず第一の問いである「心とは何か」を考えましょう。これは本当に大きな問題なので、ここでは簡単に触れるだけにします。例えば、以下のような答えが提示されてきました。

・心とは魂や霊魂である。
・心なんてものはない。
・心とは脳である。
・心とは脳またはそれ以外の物質が実現している機能である。

やや宗教的な答えとしては「魂や霊魂」がありますが、賛否は分かれます。

© 2017 SGRA

「心なんてものはない」というのは極端ですが、一つの答えではあると思います。次のものは比較的常識的なものですが、「心とは脳である」という答えです。最後のものは最近の哲学っぽい考え方で、「脳またはそれ以外の物質が何かしらの仕方で実現している機能」があるはずで、その機能こそが心なのではないか、という答えです。人工知能を研究していらっしゃる方は、ある程度こういう考え方を前提としている部分があると思います。このように、いろいろな種類の答えが提示されています。

「心とは脳である」という主張に対して、これこそが正しい考えだと多くの方が思われるかもしれませんが、実は問題がたくさんあります。一つは、例えば私の頭を開けて脳だけ取り出してぽつんとおいても、心がそこにあるとは思えないという点です。もう一つの問題は、人間のような脳をもたないミミズなどの生物も、切ってしまうと、もだえて痛がるという心をもつような振る舞いをみせるということです。こういったことを考えると、何が具体的に痛みといった心と関連するものと結びついているのかがよく分からなくなります。従って、この説明をそのまま受け入れることはできません。

「心とは何か」は本当に難しい問いで、これに関して得られている合意はほとんどありません。ここではとりあえず、「痛みを感じるような何か」という曖昧な規定を、次の作業のための一つの仮説として受け入れることにします。

3．第二の問い：あるものが心をもっていることをどうやって知るのか

二つ目の問いは、心とは「痛みを感じるような何か」という曖昧な規定をとりあえず受け入れた上で、それをあるものがもっているか否かはどうすれば分かるか、というものです。私が今日これに対する答えとして提示したい基準は、次のものです。

・人間らしいそぶりができるものは、心をもつといえる。人間らしい振る舞いを観察することによって、われわれは何かが心をもつということを知る。

つまり、「心をもっているものは必ずこのような振る舞いをするはずだ」といえるような振る舞いがあって、その振る舞いをしていれば、そこに心があると言ってもいいのではないかという発想です。このままでは当たり前のように聞こえて面白くも何ともありませんので、もう少し話を進めましょう。

この基準を扱いやすくするために、「痛みを表現する音を発し、血を流すといった何らかの象徴を示す」ということを、心をもっていることの基準として受け入れることにしたいと思います。その場合、「イタイ」という音を発してピカピカ光ったりすることができるロボットは、この基準を満たすので、心をもつということになります。

これは、一見それらしく聞こえるのですが、今このようなロボットを実際に皆様の目の前にもってきたとしても、意見は結局二つに分かれてしまうと思います。つまり、「心をもっている」とする主張Aに与する人と、「そんなものは見

© 2017 SGRA

せかけで、このロボットは心などもっていない」とする主張Bに与する人が、両方出てきてしまうでしょう。

私の話は、今のところ主張Aの方にコミットしています。ということは、主張Bに与する人は、私が先ほど採用した基準に反対している人々です。私はBの人を説得して先ほどの基準を何とか守り通したいと思っているので、Bの人の反対がどれぐらい妥当かを考えるための一つの材料として、次のような仮想的な対話を考察してみることにします。

> Yさんはなぜか私のことを「心をもたないロボット」だと信じています。私はYさんに対して、自分が心をもっているということを何とか説得しようとします。そのために私は「どうぞ殴ってみてください」と言い、Yさんはポコッと私を殴りました。私は当然、痛そうな表情になります。「痛そうな表情をしているから、私には心があるんです」と私は言いますが、Yさんは「痛いふりをしているだけですよ。心などないかもしれないじゃないですか」と言って、まだ説得されません。私は今度は「いや、顔を見てください。あざができて、すごく腫れていますよ」と言うのですが、Yさんはそれでも信じようとしません。「巧妙な作りをしているだけだと思います」と言って、われわれの話は平行線をたどります。私はもうそれ以上何も言うことができず、Yさんとはなるべく友達にならないようにしようと考えながら、その場を去ります。

Yさんは、私が人間のような振る舞いをしているにもかかわらず、私の心の存在を全く認めようとしません。Yさんの立場の意義を考える際にポイントになるのは、Yさんのように疑い始めたら、この会場の誰一人として、自分が心をもっているということをYさんに説得することができなくなるという点です。結果的に、Yさんの人生はひどく不幸なものになるでしょう。つまりこの立場は、われわれの人生の実践において、理不尽といえるほど壊滅的な帰結をもたらすものであり、よほどの理由がない限り採用してはならないものなのです。

ここで一度まとめます。少し話が複雑になってきましたが、私の考えは次のようなものです（スライド1）。

前提1として、あるロボットが、ほとんど人間と同じような仕方で痛みを訴え、物質的な徴を見せているとします。前提2では、そのロボットが痛みを感じていないとYさんのように疑う場合、最終的には全人類に対しても同じような疑いを展開しなければならないということが述べられています。私の考えでは、全ての人に対して心の存在を疑うということは、非常に理不尽なことです。この理不尽さをもとに前提3で全人類の心を疑うことはできないと述べることで、私は全体としてYさんの立場に反対する結論を導き出しています。

この議論が成功しているのなら、人間のように振る舞うロボットが出てきてもまだ心の存在を疑いうるとする主張Bに反論して、最初に私が提示したような、人間的なそぶりをしているものには心があると言ってよいという基準を守ることができそうです。

© 2017 SGRA

スライド 1

心をもっていることを知る

- ここまでの議論から導き出せるのは、次のような考え方です。
  - 前提1：あるロボットが、ほとんど人間と同じような仕方で痛みを訴え、物質的な徴を見せているとしよう。
  - 前提2：そのロボットが痛みを感じていないと主張する場合、我々は、身の回りの人々に対しても、心の存在を疑わざるを得なくなる。
  - 前提3：身の回りの人々の心の存在を疑うことはできない。（よって、主張Bを維持することはできない。）
  - 結論：（上で述べたような）ロボットは、心を持っていると考えるべきである。

4．残された問題

しかし、この議論はいろいろな面で問題を抱えています。その一つは、「ほとんど人間と同じような仕方で痛みを訴え、物質的な徴を見せている」ということが、具体的にどのような状態を指すのかが曖昧であるという問題です。例えばロボットが殴られて、オイルが流れ出すことは、人間のあざと同じなのでしょうか？　ピーピーと音が鳴ることは、「痛い」という音声と同じといえるのでしょうか？　ここでは、「人間と同じような」という記述にトリックがあります。もう一つの問題として、（哲学者にこういう人が実際にいるのですが）自分以外の全人類における心の存在を疑って何が悪いのか、自分はそれでよい、とする立場の人に対しては、この議論が有効ではないという点を挙げることができます。

このうち、最初の問題だけを取り上げてみましょう。「人間と同じような仕方」とは一体何かをはっきりさせたいのですが、ここで問われているのは、結局どのようなロボットが出来上がったら、人間と同じように痛みを訴え、物質的な徴を見せていると認めてよいのかという基準の曖昧さでした。この基準がはっきりするまでは、この議論は実質的には「人間みたいなものが人間である」とか「心をもっているものが心をもっている」以上の情報を与えてくれない循環した話にしかなっていないので、あまり意味がないということになります。

私が与している基準の有効性を公平に査定するためにここで注目してほしいのは、次の点です。実は人間らしさの基準の曖昧さは、ロボットだけの問題ではありません。例えば、胎児や精子・卵子・受精卵は、いつからわれわれ成人と同じような仕方で痛がるのでしょうか。また、死を迎える人は、いつ生きている人間と同じような仕方で痛みを感じるのをやめるのでしょうか。誕生や死の線引きも、実は人間とロボットとの線引きと同じくらい難しいのです。

人間と同じような仕方とは何かという問題は、先ほど私が提示した基準に関して、さらなる議論が必要だということを示しています。しかし、私が考える限り

© 2017 SGRA

では、曖昧さの問題は、私の提示した「人間的なそぶりを見せる」という基準がその方向性からしてはじめから完全に間違っていたということを意味するわけではありません。従って、今日のお話の結論としては、次の二つの主張のうちの、弱いほうのみを採用することにしておきましょう。

・強い主張：ロボットは心をもつ。
・弱い主張：「ロボットは心をもたない」と断定すべき根拠はない（どういうロボットが心をもつロボットなのかに関しては、さらなる議論が必要である）。

ここで大事なのは、「もつ」という肯定型の表現から、「もたないと断定すべき根拠はない」という感じで、若干消極的なものへと語調が変わっていることです。哲学ではこういった仕方で、とりあえずここではいけるところまで議論して、その次の段階はまた改めて考えることにしよう、ということがよくあります。

5．ロボットの未来、人間の未来

最後のまとめに入る前に、二つほどこのテーマと関連して私が考えた点を述べておきたいと思います。

他の先生方のご発表を思い出していただければ明らかですが、世には素晴らしいロボットがたくさん出てきています。私も発表内容からかなり感銘を受けました。ただ、幸いにも人間に限りなく近い振る舞いをするロボットはまだありません。人間が痛がるような状況で100％痛がってくれるロボットを作ることは、現段階では無理な要求だと思います。そのようなものは今の時点ではなく、むしろ李先生の発表にあったようにSFの中の話だと思っています。ということは、これを現実問題として論じることはまだできないということになります。よって、哲学者にとって「ロボットは心をもつか」という問いは、むしろ人間が自分の心をどのようなものとして理解しているかを考えるための鏡として意味をもっているといえるでしょう。

ロボット技術が発展して、われわれの幸せのかなりの部分をロボットが担うようになったら、人間の望みや痛みを理解してくれるような、心をもつロボットができているかもしれません。その場合に生じる一つの問題を次に見るようにしましょう。

「心をもつものは幸不幸を感じ得る」ということは、皆様も認めてくださると思います。心をもつものは、痛がったり喜んだりします。そして、幸不幸を感じ得るものに対しては、社会はその福祉を増大するよう努めなければならないでしょう。これは、社会が成り立つためのルールであり、倫理的な前提になると思います。そうなると必然的に、社会は心をもつロボットの幸福に対して、責任を追わなければならないということになります。ここで一つ考えて頂きたいのが、その

© 2017 SGRA

ような場合、相手を「ロボット」と呼ぶことにどれくらい実質的な意味があるのかという問題です。

つまり、高度に発達したロボットは、道具というより同僚に見えてくるのです。それらはわれわれに「痛いぞ」とか「やめてください」と普通に言ってくるでしょう。さらにいうと、「ものすごく知性的なロボット」や「完全に人間に取って代わるようなロボット」というのは、実は矛盾した概念かもしれません。定義の問題は人の見方の問題でもあるので何とも言えませんが、このようなものを作りたいという場合、「あなたが作りたいのは本当にロボットなのですか、そういうものはもうロボットとはいえないのではないですか」と問うてくる人がいてもおかしくないでしょう。

最後のまとめです。「ロボットは心をもつのか」という最初の問題に対して、私はこれに答えるための前提となる問いを二つ挙げました。「心とは何か」という問いと、「心をもっているかどうかは、どうすれば判定できるか」という問いです。特に２番目の問いを見ることで、ロボットが人間的な振る舞いをする場合、それが心をもつ可能性を否定することはできないという、やや消極的な答えに至りました。こういった一連の過程をもとに私は、ロボットの心の問題を考えることの意義や、ロボットの定義の問題へと話を膨らませていきました。

私の発表は以上です。ありがとうございました（拍手）。

© 2017 SGRA

プレゼンテーション 3

(絵でわかる) ロボットのしくみ

瀬戸文美

物書きエンジニア、東北大学男女共同参画推進センター助手

はじめに

私は、物書きエンジニアと名乗っています。もともと大学でロボットの研究をしていて、ドクターを取った後に数年間、研究職をしていたのですが、ロボットについて自分が面白いと思っていることをどうすれば分かってもらえるだろうかという気持ちがあって、今はロボットに関する一般的な書籍などを書いたりしています。

今回は、これまで手がけた書籍の中から『絵でわかるロボットのしくみ』(講談社、2014年) を持ってきました。皆さん大なり小なり、もしかしたらロボットに興味があるかもしれませんが、そのような方がロボットを知りたいと思ったときに、こんな本があったらいいのではないかという思いを込めて作った本ですので、ぜひ紹介したいと思います。

1.「ロボット」って何でしょうか

ここまでずっとロボットの話が出てきたのですが、「ロボットとは何か」ということについては、研究者間でも多分意見が分かれるところだと思います。もちろん研究者以外の人から見ても、例えばエアコンの中に入っているフィルター掃除ロボットは本当にロボットなのか、ロボットだからいいのかどうかというのは意見が分かれるところだと思います。

一般には、「感じて・考えて・動く」という要素が入っていれば、ロボットなのではないかといわれています。例えば視覚や嗅覚といった五感を用いて周りの環境を感じて、感じた情報を判断して、その結果として何か動きを起こすということは、人間などの生物ではよくあることです。機械においてもカメラや臭いセ

© 2017 SGRA

スライド１

ンサで環境を感じ、その情報をコンピュータで処理して、判断した結果として何らかの動作を行う、その一連の流れがあれば、それはロボットではないかという考えに立っています。

となると、皆さんお持ちのスマートフォンも、ボタンやタッチパネルがいわゆる触覚センサとして入力を感じ、スマートフォンの中に入っているマイクロコンピューターがどのようにタッチされたかを考えて、その結果として何かを表示したり、もしくは着信があったら中のモーターが振動してバイブレーション機能を実行したりする点で、携帯電話は立派なロボットなのです。今はロボット型の携帯電話も出ていますが、ロボット型にならずとも、実は携帯電話はロボットだったのです。

考えてみると、携帯電話に限らず銀行のATMも、お金を入れて、中でお金を数えて、きちんと記帳して、最後にお金をそろえて出してくれたり、印字して出してくれたり、入力した分に対して中で考えてその結果を出力したりする立派なロボットです。エレベーターも、ボタンを押すと、押された階に対してモーターを動かし、人間が便利になるように動かしてくれます。このように、身近に非常に多くのロボット技術があります（スライド１）。

そのような身近にたくさん存在する「ロボット」の技術を伝えたいと思っています。

２.「ロボット工学」の世界へ

その前に、なぜ私がロボットに興味を持ったかというと、私は幼少の頃、機械や工作などのものづくりが好きな女子小学生だったのです。一方、非常に本を読

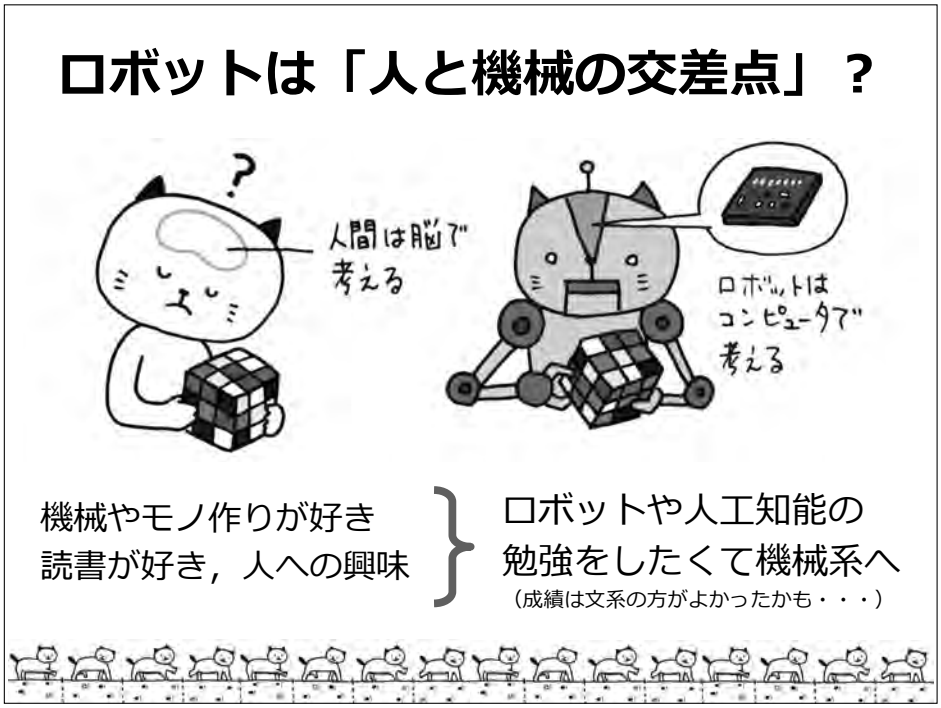
© 2017 SGRA

むことが好きで、本の登場人物が何を考えているのかに関心がありました。本を読むと、いろいろな人の人生を追体験することができます。機械も好きだし、人間の考えにも興味がある、それならロボットや人工知能ではないかと考えて、大学は機械系に進学し、ロボットの研究をするようになりました（スライド２）。実をいうと、高校時代の成績は明らかに現代文の方が良かったので、そちらの分野に進んでいたらもう少し違う人生が開けていたかもしれません。

そうしてやっと研究を始めて、ロボットの研究がどれほど面白くて難しいかが分かった頃に、「走る ASIMO」のニュースでの取り上げられ方を見てショックを受けました。2003～2004年の初代です。ASIMOが走ったというニュースを聞いて、皆さんどのように思ったでしょうか。実際、二足歩行ロボットに走行をさせるということは非常に難しいことで、素晴らしい研究開発の成果です。なのに、ニュースのアナウンサーが「走るだけですか」「走るなんて当たり前じゃないの」といったことをコメントで言っていて、私は「何を言っているんだ」と思ったのです。人型であり、走りそうな体形をしているからこそ、走るのは当たり前だというのです。

ロボットが人間と同じようなことをするのは実はとても難しいことなのに、それが人間に近い形をしているということによって変に妄想が膨らんで、何でもできるようになっているのではないかと思ってみたり、逆にできないことがあると、「こんな立派な形をしているのに何もできないのか」と思われたりします。それは研究している身として非常に悔しく、何とか分かってほしいという気持ちがありました。そこから何かを伝えたいと思い、技術の面白いところや、技術に限らず皆さん何らかの研究をしている学生が多いと思うのですが、自分の研究の何が面白いか、どこが研究の興味なのか、これがどのように楽しいことになるのかをきちんと伝えられることはすごいことではないかと思って、そのようなこと

スライド 2



© 2017 SGRA

に取り組み始めました。

先ほども李先生からSFなどにいろいろなロボットが出ていて、マジンガーZに憧れてロボットの研究者になりたいと思ったという話がありました。では、例えば小中学生くらいの頃にロボットのことを知りたいと思った段階で、ロボットの勉強をしようと思って図書館に行って読む本を探そうとすると、なかなか良い本がないことに気付きました。

よくあるのは、まさに教科書です。私が学部生のときに勉強したのは有名な『ロボティクス』という教科書なのですが、ロボットは面白そうだと思って開いてみると、いきなり難しい数式がずらりと並び、サイン・コサイン・タンジェント、ベクトル・行列、座標変換逆行列、疑似逆行列、微分・積分・偏微分と続くわけです。私はこの教科書はよい教科書であると思っていて、何の恨みもありませんが、中学生、高校生ぐらいで「ロボットは面白そうだな」と思ってこれを開くと、多分一瞬で諦めてしまうかもしれません。

かといって、本屋や図書館によく置いてある『ロボット○○』という本を開いてみると、たくさんのロボットの写真が載っていて、「こんなロボットがあります」「こんなところでもこういうロボットが動いています」という紹介が少し書かれている程度の、ロボットのカタログのようなものなのです。これらも全ていい本で、決して否定するわけではないのですが、さらに一歩進んでロボット工学に関する体系立った知識が欲しいと思った場合には、あまり役に立つものではありません。ロボットを研究するためには何を学べばいいのか、ロボットを動かすためにはどのように考えればいいのだろうか、そもそも写真映えするかっこいい形をしているものだけがロボットなのか、疑問がわいてきます。

このように、私にはこれまでのロボットの書籍に対して、何となく「足りない」部分があるという思いがありました。

3．自分が面白いと思うものを伝えたい

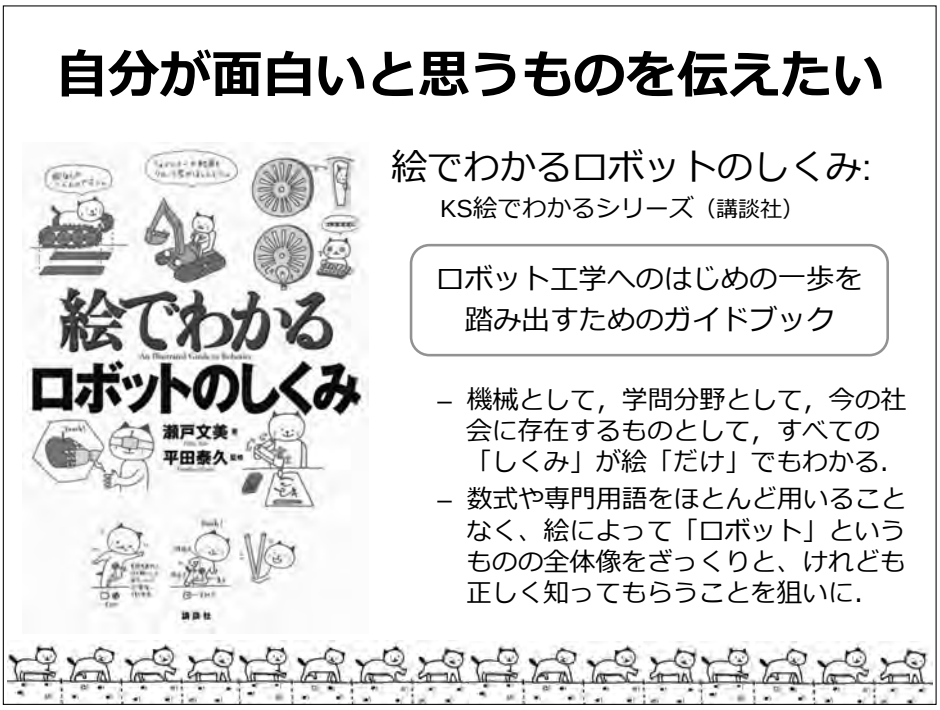
そのときに『絵でわかるロボットのしくみ』という本を書く話を頂き、「これだ」と思って書いた次第です。『絵でわかるロボットのしくみ』は、「絵でわかるシリーズ」の1冊で、教科書でもなく、カタログでもなく、ロボット工学の初めの一歩を踏み出すためのガイドブックという位置付けで書かせてもらいました（スライド3）。

いろいろな内部の仕組みや社会に存在するロボットを、とりあえず小中学生がばーっと絵だけを流し読んだとしても、何か分かった気にさせたいという内容にしています。しかし、学習漫画のようになっているわけではなく、例えばロボットの形にはこのような意味があって、ロボットについての考え方にはこのようなものがあって、ロボットの要素・センサにはこのようなものがあって、このような仕組みになっているということを、何となくざっくりとではありますが、正しく知ってもらいたいと思って書いています。

書く上でのこだわりは、「全部ネコで」説明していることです。私の専門はマ

© 2017 SGRA

スライド 3



ニピュレーター（ロボットアーム）だったのですが、大きく分けて２種類があります。シリアルリンクマニピュレーターは、普通の人間の腕と同じように関節が幾つもつながっているものです。それに引き換え、パラレルリンクは複数の関節がパラレルにつながって、一つのアームの形になっています。それぞれ特徴があって、使われているところも得意・不得意なところがあります。

シリアルリンクとパラレルリンクの違いを、何とかネコで説明しようと思いました（スライド４）。シリアルリンクは、ネコが何匹も肩車している状態です。関節がつながっているので可動範囲が広く、遠くまで届くのですが、何匹も連なっているので、一番下のネコはつらくなってきて、あまり重いものを持つことができません。

逆にパラレルリンクは、何匹かが支え合ってお皿を支えているような感じです。可動範囲は少し狭い代わりに、同じ所を何匹ものネコが押さえているので、強い力を出せたり、速く動けたりすることを解説しています。

私が下書きしたものを、プロのイラストレーター（村山宇希氏）にきれいに描いていただき、この本が出来上がっています。

やめておけばよかったと思うのですが、ここまで来れば全部ネコにしてしまおうということで、脚車輪型ロボットの説明なども全部ネコにしています。

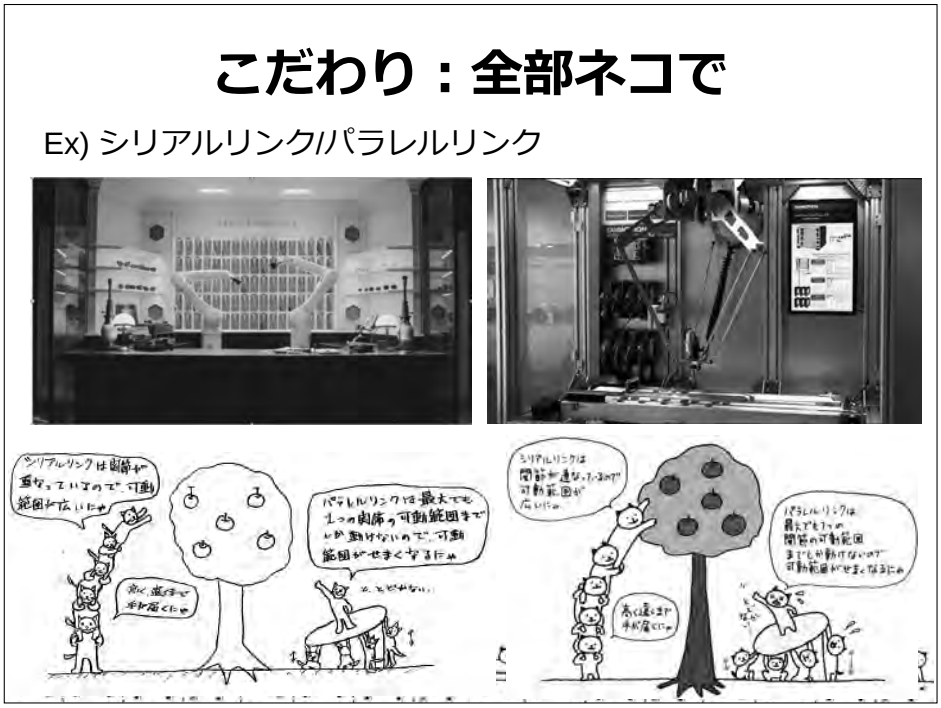
また、「不気味の谷」といって、ロボットが人間にどんどん近くなったら、すごく気持ちが悪いと感じる瞬間があり、その後はほとんど人そっくりになって、また親しみが湧いていくという理論があります。横軸が人間との類似度で、人間に似れば似るほど、最初のうちは親近感も上がっていくのですが、ある瞬間を超えると急に気持ちが悪くなります。例えば動く死体（ゾンビ）などは人間に近いのに、完全な機械よりも気持ち悪く感じますね。本当に人間にそっくりだけれども、気がついたらずっと瞬きをしていないなど少し怖いところがあって、急にゾ

© 2017 SGRA

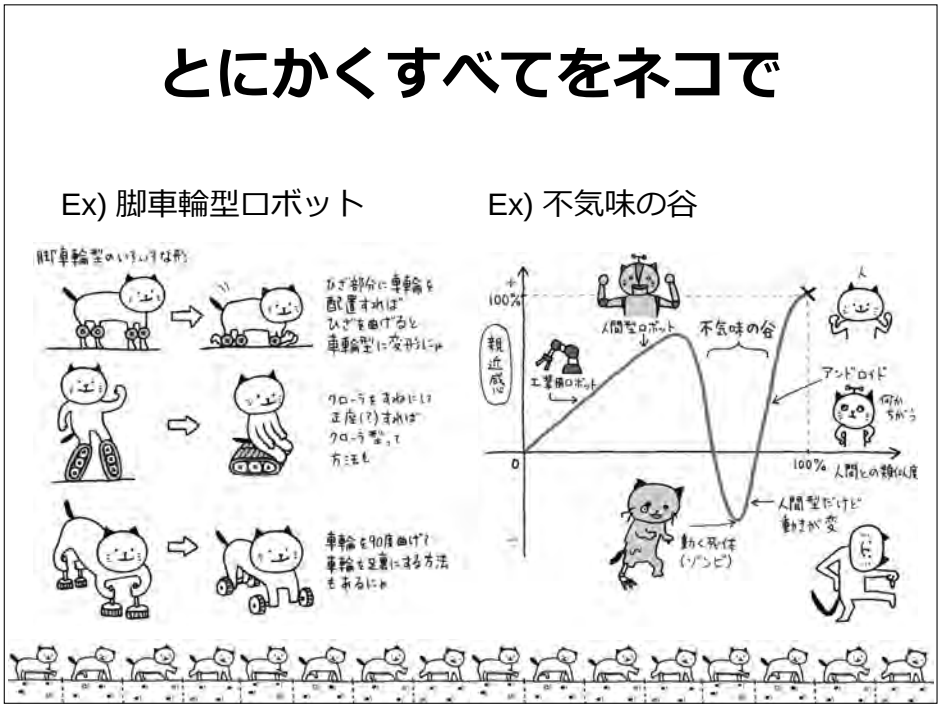
ワッとなってしまう「不気味の谷」も、全部ネコで表現してみました（スライド５）。

ロボット３原則もネコで表しました。このようにキャッチーでかわいらしい表現で何となく感じてもらい、そこを入り口にしていろいろなものを知ってもらい、ロボットへの理解を広げてほしいと思って書いた本です。

スライド４



スライド５



© 2017 SGRA

４．ロボットと一緒に暮らす未来のために

李先生のきっかけはマジンガーＺだったとのことですが、私は先にお話したように、機械にも人間にも興味がありました。それがロボットへの関心につながったきっかけは、手塚治虫の漫画『火の鳥』に出てくる「ロビタ」という人間の心を移植されたロボットです。人間と同じように少し失敗もしますし、存在意義について悩んだり、自殺したり人を殺したりもする不思議なロボットでした。

このようなものが面白いと思って実際に研究を始めてみて感じたのは、そうしたSFの世界で描かれるような心を持ったロボットが人間に対して反乱を起こすことが現実になるのは100年待っても多分無理だろうということです。まだまだどのように動くかを少しずつ教えなければならないし、ここからここまでしっかり動きなさいと言ってもなかなか動いてくれないロボット研究のリアルに直面します。

さらに、それを世の中に広げていくために、技術の何が面白いのか、何が難しいのか、何ができたらうれしいのかというのをどんどん伝えて理解してもらうことが、全ての人がハッピーになる未来を切り開く力になると思い、今も活動しています。ご清聴ありがとうございました。

© 2017 SGRA

フリーディスカッション

モデレーター：ナポレオン（SGRA）

パネリスト：
稲葉雅幸（東京大学大学院情報理工学系研究科創造情報学専攻教授）
李 周浩（立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科教授）
文 景楠（東北学院大学教養学部言語文化学科准教授）
瀬戸文美（物書きエンジニア、東北大学男女共同参画推進センター助手）

1．それぞれの発表を受けて

ナポレオン　先生方の発表を聞いた実感として、まとめることは難しいと思うのですが、先生方も他の先生方の発表を聞いて、感想があると思います。まず、各先生方に1～2分程度で、他の先生方の発表に関して、完全に違う分野ではあると思いますが、意見を頂ければと思います。その後、会場から質問を頂きます。ロボット関係、哲学関係、専門的な技術など何でも構いませんので、自由に質問していただければと思います。

稲葉　とても面白かったです。難しいテーマですね。時々、SFの話を学生から教わるのですが、「先生の時代のロボットは、あれしかなかったでしょう。今はもっと進んでいますから、こういうのは知っていますか、ああいうのは知っていますか」「今はこうなんですよ。先生、ちゃんと知っておかないと駄目ですよ」と教えてくれます。最近では、「先生、人型ばかりではつまらないですよ。もうちょっと新しいのをやってくださいよ。歩かなくても、車輪で行けばいいじゃないですか」という学生もいました。その彼は何をしていたかというと、ぶら下がるロ

© 2017 SGRA

ボットを研究していたのです。それをやりたいといって入ってきたのに、だんだん疑問を持ってきたようです。

人の形には制約があります。この前、アメリカの大会で優勝したのは韓国だったのですが、韓国は人型でありつつ、歩かなくてもいい所は車輪で動くものを作りました。日本は、人型なのに車輪を付けたら人型ではなくなるから駄目だと変なところにこだわって、ばたばた倒れていました。こうでなくてはいけないという制約を持って競技をする例は、オリンピックでもよく聞きます。柔道はこうでなければならないということでやるのですが、その枠をはみ出してもルールに引っかからなければいいし、目的を達成することに対する考え方はもっと自由であるということを、われわれも研究室で学生の話を聞いていて思います。

文さんの哲学の話も素晴らしくて、参考にさせていただきたいと思いました。質問が来たら、ダイレクトに答えてはいけない、「その質問は」と言えるようにならないといけないと思いました。

李さんの漫画の話を聞いて、どうして自分はロボットをやっているのだろうと振り返ると、小さい頃に鉄腕アトムや鉄人28号の絵を描いたりしていたのは覚えているのですが、一番強く記憶に残っているのは、漫画に描かれていたコンピューターの話です。部屋いっぱいのコンピューターだったのですが、「君たちが大人になる頃には、これぐらい小さくなっているよ」と言う博士が漫画の中にいたのです。計算機とは何をするかは描いてなくて、考えてくれる機械だと書いてあるのですが、そのようなものを見ていました。

私は、大学での専攻は機械工学だったのですが、大学院で計算機の専攻ができ始めた頃でしたので、それで機械から情報系に進学して計算機について勉強し、機械と計算機がないとできないロボットの勉強をしてみたいと方向を決めたのが大学2年の時です。東大の場合は進学する学科を入ってから決めないといけないので、一人でいろいろなことを勉強した結果、手に負えそうなもの、自分で確認できそうなものというのが、ロボットや計算機でした。

建築や飛行機などは自分で飛ばしたり作ったりすることに距離感を感じましたし、自動車は計算機という感じがしないので、ロボットがある学科を選んで、そこからロボットの研究室に行くのですが、幾つかある研究室の中でどこに行こうかと考え、井上先生が研究されていた知能ロボットといわれる分野に行き着きました。

このように、振り返ると私は徐々にロボットの分野に進んでいったのですが、漫画でよく覚えているのは計算機でしたね。

ナポレオン　李先生、お願いします。

李　先ほどの発表では、最後に時間が足りなくなって、まとまりのない話になってしまいましたが、言い訳をします。今日この場に来たら、私が学生だった頃にドクター論文の審査員だった先生がいらっしゃったのです。なおかつ、私の教え子が3人来ていますので、緊張の中で話していたのです。また、自己紹介をした方がいいだろうと思って話を追加したのですが、あまりにも自分の話が長過ぎて、

© 2017 SGRA

最後に自分が言いたかったことが言えなくて残念でした。

稲葉先生も皆さん方も素晴らしい話をされましたが、今の時代は自分が欲しくなくても、いろいろな情報があふれる時代です。検索すれば、関連するキーワードでいろいろな話を引っ張ってくることができます。次々に新しいものが出てきますし、それをまとめてくれる人も大勢いて、むしろ情報を評価することができない時代です。

ここにいらっしゃる皆さんは、われわれから情報を得たいということよりも、交流のきっかけを作りたいと考えていると思います。インターネットは情報は得られますが、一方的な場合が多く、自分からそれに問い掛けて会話していくことはなかなかできません。先ほどの発表は、あくまでも場を盛り上げるための意味で、これから始まるディスカッションでもっと参加者に伝えて、いろいろなやりとりができればいいと思います。ぜひともよろしくお願いします。

ナポレオン　文先生、お願いします。

文　この中では私だけが典型的な文系で、どうしてもそのことを意識してしまいますが、まず理系の先生方が一年間研究室を動かすために必要となる資金の規模に驚きました。1億5,000万円という額は、私が死ぬまで使える研究費より遙かに多いでしょう。

哲学者が人工知能やロボットを扱うことはもう珍しくないのですが、なかには瀬戸さんのお話にあったアナウンサーのように「歩くことしかできないのですか」ということを言ってくる人がどうしても出てきます（時と場合によっては、自分もそれに近い感想を抱くことがあります）。稲葉先生や李先生の発表を拝聴して、何十年もの間、本当にいろいろな人が苦労して作ってきたということ、一つ一つの機能に至るまで、本当に時間をかけて練ってきたということがとてもよく分かりました。それを分からずに、批評家のようなことを安易に言うのは大変危険だということを感じました。

いずれにせよ、実際にロボットを作る方々であれ、そういった作業を題材にしてあれこれ考える人であれ、結局大事なのはお互いがやっていることをきちんと理解することだと思います。そのためにも今回の瀬戸さんのような丁寧な解説者の役割がとても大事になってくると思いました。

今回は先生方の発表から大変勉強させていただいたと感じています。ありがとうございます。

ナポレオン　瀬戸さん、お願いします。

瀬戸　私はロボットを学生時代と、研究者としてその後数年間研究し、その後は本を書いているのですが、完全な作家かと言われるとそれも違います。私のような者が、ここに居並ぶ先生方の中で何をお話しすればいいのか、すごく迷っていましたが、素直にお三方の発表が面白くて、「どうなっているのだろう、面白い」と感じました。私も自分が面白いと思ったことを伝えることが原点にあったので、

© 2017 SGRA

特に今日はこのような面白い話を聞いて、また伝えたいという気持ちが強まりました。

皆さんからも「ここ、どうなの？」ということをどんどん聞かせていただいて、コミュニケーションや相互理解につなげていきたいと思っています。よろしくお願いします。

ナポレオン　今日の発表を聞いて思ったことがあります。ご存じの方もいらっしゃると思いますが、ハンソン・ロボティクスというアメリカの会社があります。文先生は「ロボットが心を持つ可能性を否定できない」とおっしゃいましたが、ハンソン・ロボティクスは人工知能を持ったロボットを開発していて、笑うことも見聞きすることもでき、目の動きも人間のようになっていて、会話もできるものを作っています。2015年のCNBCテレビのインタビューの中で、いろいろ説明があった後、開発者とロボットが会話をしていました。最後に、開発者がロボットに「人間を幸せにしてくれるよね？」という質問の後、冗談っぽく「人類を滅亡させないよね？」と聞いたところ、そのロボットは「OK、人類を滅亡させます」と言ったので、とても驚きました。

そのロボットが心を持っていたかどうかは分かりませんが、これを一つの題材として、皆さんからの質問を受けて、フリーディスカッションしていきたいと思います。質問のある方は手を挙げていただければ、私がランダムに指名しますのでよろしくお願いします。

2．フリーディスカッション

（1）ロボット開発と軍事、法整備の問題

フロア1　大変面白い講演、どうもありがとうございました。質問が二つあります。私の研究テーマはレーダーです。航空機や人工衛星に搭載されているものですが、海外に持っていくときは経済産業省の輸出許可・外為に時間がかかってなかなか輸出できません。ロボットの場合、アメリカに持っていくと7％かかるなど、軍事用に近いのです。その場合、先生のご経験ではどうされているのですか。

学生や先生方がGoogleに技術提供する場合に、私のときは経産省から文句をつけられたりして結構大変だったので、もし参考になることがあれば教えていただきたいのですが。

稲葉　何も問題はありません。ジャイロか何かが引っかかったのですか。

フロア1　私の場合はレーダーです。特に航空機や人工衛星に搭載する場合です。

稲葉　レーダーは駄目です。なぜなら、戦闘機などに直接入るものだからです。エレメントは引っかかりますから、ロボットにそのようなエレメントを付けていると

© 2017 SGRA

駄目だと言われます。

フロア１　私の所属する大学にもロボット関係の研究があり、以前はアメリカとオーストラリアの有線のインターネットの研究がありました。先ほどのアメリカの大会に出て優勝し、約2,000万円の予算を頂いたと思いますが、それが新聞に載って発覚し、大問題になりました。

稲葉　東大の私の周りの先生が「おまえ、家に帰れなくなるぞ」と言っていたのは、その記事を読んだからです。そういう話は聞きますが、法律に書いてあるエレメントには、経産省で決めているものがあって、それは輸出などしてはいけないものです。それに類するものをやっていれば、もちろん確認が必要です。

それから、特に空を飛ぶロボットは結構危ないのです。軍事転用が簡単にできるので、ものすごく厳しいのです。人型ロボットはまだしっかり走ることもできないので、日本ではまだそこまで行っていない状況ですが、アメリカはとにかく軍で投入したものに関しては全く外へ出しません。

海外の教授は「日本の大学の先生は偽善者だ」とよく言います。なぜなら、国際会議で発表しているからです。「いくらでも軍事に転用できることを発表しているのに、軍事研究には貢献していないというのはおかしい。われわれは堂々と軍事研究だと言っている。そのような違いを日本の先生は、さも関係ないように言っているのはおかしいのではないか」と言う先生もいます。

そのままそれが軍が使う機械になっていくと、そのようになります。最近、ロシアが公開したビデオを見たのですが、アメリカの対応をして、あっという間に同じクラスのものを作っていて驚かされました。これから、われわれも「これは駄目だ」ということになって、今お話しされたような段階に入っていく可能性があるかもしれません。何が起こるか、分かりません。「まだ走れません」と言っていればいいのかどうか。

フロア１　先生としての立場もあって、それをやると結構大変なことがあるのです。私の研究室でも、保安局からほとんど毎日質問を受けています。

稲葉　それは、そういうことをウォッチする人を雇っているからですよね。そんな仕事はしなくていいのにと思うのですが、誰かがそのようなポストを作ると、それが仕事になるのです。１件でもあれば、それだけをしていれば仕事になってしまいますから、他のところは見ないで、その先生のところにばかり行っているのではないでしょうか。

フロア１　何か発表すると、いつもその方が来ています。

稲葉　世の中の仕組みはそういうもので、おかしいのです。

フロア１　もう一つ、文先生によると、技術を開発すると二つの面があり、今回のテーマ

© 2017 SGRA

にもなっているように、人を幸せにする面もあれば、人を不幸にする面もあります。将来、人間の持つ能力をどんどんロボットに移転させていくとどうなるのか。AIの技術も政府がお金を出して推進して、ロボットと人間がどんどん似てきていますよね。

哲学的な話もありましたが、法的な整備を今後どうするかということで、ロボットが人間と同じような機能を持つと、例えば人間の警察官が業務を妨害されれば法的に業務執行妨害をかけられますが、ロボットの場合はどうなるのでしょうか。

例えば、遠隔操作で救急治療をしているときに妨害された場合、どのような法的整備をすればいいのでしょうか。ロボットを壊した場合、損害だけで済むのか、殺人になるのかも考えなければならないと思いますが、哲学的な観点からお考えを聞かせてください。

文　実に大きい問題です。私は法律に関して現状がどうなっているのかほとんど分かっていないので、これから申し上げるのは素人の話になります。法整備で一番問題になるのは、責任を誰が負うのか、アクションを起こしている主体は誰かということではないでしょうか。「ロボットがやったのだからロボットが責任を取るべきではないか」という考え方と、「ロボットは道具なのだからロボットが責任を取れるわけがなく、ロボットを設計した人が責任を取るべきではないか」という考え方の二つがあります。

例えば、最近Googleで無人ドライビングの実験をしているらしいのですが、依然として判断しているのは基本的には設計した人間だという考えが、これに関しては圧倒的に強いと思います。ある程度プログラミングで自動化していますが、そこで行われていることは基本的にはルールに従うことだけで、それぞれの状況において何が正しいかは、必ずその背後に人間が立って事前に設定しておかなければならないようになっています。ですから、ロボットそのものを裁く状況は、SFでは問題になるかもしれませんが、哲学者としてロボットにそのような主体的なものを認めていいかというと、かなり怪しいと思っている人の方がまだ多いと思います。ただ、だんだんロボット自体が判断しているといいたくなる状況がでてきているので、この問題が難しくなっているのは事実です。

哲学としては、ロボットがまさに主体となるような未来の可能性すら否定するかどうかが分かれ目なのですが、最初の問題に戻りますと、現実問題として法整備がロボットの方に問題を認める方向に流れているかどうかは、私には判断できかねます。哲学の方では、ロボットを主体として認めるかどうかで論争が起こっており、まだ認める方向にまで行っていないというのが自分の考えているところです。

ナポレオン　ありがとうございます。それでは、他の方に移ります。

© 2017 SGRA

（2）ロボットは自由意思をもつのか

フロア2　今のやりとりに対して、もう少し深めた質問をしたいのですが、ロボットが何かしたときに法的責任を取れるかどうかという問題で、心の一つの要素として自由意志というものがあると思います。ロボットが自由意志を持てるようになれば、法的責任が多分ロボットに行くのではないかという気がしています。

文先生は、ロボットの心の例として痛みを取り上げ、それを非常に深くお話しいただいて面白かったのですが、痛みとは心の中のごく一部の要素であり、犬でも痛みを感じますが、犬が心を持っているとは思いません。例えば自分を意識する「自意識」があるかどうか、他の意識と自分の意識を区別して、他の人をきちんと認識しているかどうかも心の要素だと思いますし、先ほど言った自由意志を持つかどうかもとても大きな心の要素だと思います。

あるいは、どのような感情を持っているかです。例えば、痛みはもちろんその一例ですが、恥ずかしさ、恐怖、不安、楽しさを持っているか、人を喜ばせることに喜びを感じるかどうかなど、いろいろな感情があると思います。

自由意志、自意識、複雑な感情と三つの例を挙げましたが、このようなものが心のいろいろな要素としてあって、痛みは心のごく一部のような気がしたのですが、いかがでしょうか。

文　おっしゃるとおりだと思います。痛みを例に出したのは、それが比較的単純で扱いやすく、観察が容易で分かりやすいものだったからです。確かに心にはいろいろなレベルを想定することができます。最もプリミティブなレベルでは感覚でしょうし、少し高度になると感情が、もっと複雑になると言語、論理的な思考、価値判断など、いろいろ分けていいと思います。

ロボットが自由意志をもつかどうかという問題は、自由意志そのものが非常に難しい概念なので簡単には答えられません。実は、人間がそれをもっているかどうかも疑わしいと思います。脳は物理法則に従う単なる機械であるという立場をとる人もいるでしょうし、神様がくれた特殊な能力がそこにあって、人間は自由意志をもっているという立場の人もいるでしょう。その問いを考えるためにはまず自由意志とは何かという話をしなければなりませんが、ここではとりあえず、そもそもこの点に関してまったく決着がついていないという点だけ申し上げたいと思います。

心の一部である痛みを題材にした議論が、心という概念の幅広さを考えたときにも依然有効なのかという点に関してですが、私はこの問題を論じる際の基本的な枠組みは同じであり、その点では自分の議論の趣旨が損なわれることはないと考えています。どのような心の活動を題材にした場合も、それなりの行動が観察されるでしょう。単純なものだろうが複雑なものだろうが、「それをもつ人間と同じような何らかの振る舞い」の部分が確保されれば、一応話としては同じものになると考えます。

ナポレオン　他の先生、もし意見があれば、ぜひお願いします。

© 2017 SGRA

李　自由意志は確かに一つの基準としてありますが、それはあくまで、この時代における基準です。例えば自動運転で事故を起こしたとき、今の法律では運転者が全ての責任を負わなければなりませんが、昔を振り返ると、車ができたことはいいことばかりではなく、車ができたことによって事故が起こり、人が亡くなっています。しかし、車ができたことによって世の中が非常に便利になり、生活が楽になり、多くの人が恩恵を受けました。

自動運転も似たような例になると思います。今はまだ自動運転のレベルが低く、適用できる場所が限られており、危険も大きいです。その危険度がだんだん減り、いろいろな所で自動運転ができるようになるでしょう。しかし、100％は世の中に存在しないので、逆にそれを認めるように法律を変えなければならないと思っています。

事故が起きたとき、人が運転していないのですから、事故で亡くなった人だけが悪いことになり、気の毒なことになってしまいます。現在われわれが住んでいる時代ではそう思うかもしれませんが、時代が変わって自動運転が当たり前の時代になってしまえば、その考え方も変わると思います。

インターネットができる前とできた後を考えてみると、既にプライバシーや著作権の概念が随分変わっています。コピーはすればするほど劣化するものでしたが、デジタル時代になった今、いくらコピーしても劣化しません。それに合わせて全ての概念が変わったのと一緒で、この責任問題も時代が変われば考え方も変わって、批判されるかもしれませんが、少々の問題があっても仕方がないのではないかということになると思います。

稲葉　心の問題で私がよく聞く話は、心とは相手のことを考えられる能力であるということです。『セオリー・オブ・マインド（心の理論）』という本で書いておられる先生がいます。自意識もありますが、相手が次にこのような気持ちになるはずだということが分かる機能のことです。

文　少し補足させてください。基本的な概念である責任を巡って、その周りで色々なものが変化してきたというお話を頂きました。いろいろなものが変化したという点に関しては同意しますが、ものすごく根本的なものには変化しないものもあると思います。たとえば「自由」や「責任」という概念そのものが消え去るという変化は想像できないでしょう。愛情や怒りなど、ほとんど文化的な垣根を越える形で、人類が人類である限り、これを失ったらまずいのではないかというレベルで変わっていないものもあると思っています。

「責任」概念が完全に解体し、ロボットに対しても、自分に対しても、それを使わなくなるような社会が到来したときに、われわれがその社会の人々と会話をして、同じような文明をもつ人間であるとそもそも認識できるのかというと、かなり疑わしくなります。そこで接することになる「何か」は、姿かたちは似ていても、もはや人間とはいえないものかもしれません。

© 2017 SGRA

（3）人工知能とシンギュラリティの問題

ナポレオン　それでは、他の質問に移ります。

フロア3　一般的な問題として、現在興味があるのはシンギュラリティ（人工知能が人間の能力を超えることで起こる出来事。技術的特異点）の問題です。この前、Google DeepMindの「アルファ碁」がプロと対戦したような事実を見ても、李先生がおっしゃったとおり、進歩はエクスポーネンシャル（指数関数）的に増えています。ところが、稲葉先生の話を聞いていると、実際に筋肉を作ったり、顔の表情をアンドロイドで作ったりするときには、全て人間に似ていなくても、何か形を作ると人間と同じような愛情が生まれ、人間自身の持っている感情がアンドロイドを作ることによって生じます。

全く素人考えで、ものすごい人工知能と小さな歯車などの組み合わせで、機械が機械を作る時代が近い将来訪れるかどうか分かりませんが、例えば神経回路のようにコンピューターを使って飛躍的なプログラムの進化ができる時代がすぐそこまで来ていると考えると、人間が作っているものが囲碁のように二つのコンピューターを対戦させることによって進歩していくわけです。

同じように、プログラムがプログラムを作る時代が来たら、かなり発展するのではないかと思います。素人なのでよく分かりませんが、シンギュラリティが近づいていることをディスカッションしてみると、これからの進歩は予想できないほど大きくなると思います。稲葉先生の話では、1970年、2020年、2040年では全く違う世界があるような気がするのですが、その可能性はいかがでしょうか。

ナポレオン　李先生、いかがですか。まずエクスポーネンシャル（指数関数）から始めましょう。

李　この話は、本当に定番の話です。幾つか言いたいことがありますが、まず「ロボット＝人工知能」というのは、合ってもいますが間違ってもいます。このように曖昧なことを言うのは、そもそもロボットは総合学問だからです。低レベルなロボットであっても高レベルなロボットであっても、単に歯車だけあればロボットか、人工知能があればロボットかというとそうではなく、人工知能や身体的なものなどいろいろなものを組み合わせたものがロボットです。従って、シンギュラリティの問題は、ロボットの問題というよりも人工知能の問題です。

先ほど、エクスポーネンシャルに技術が発展すると言いましたが、ロボットに関していえば、身体的な部分は昔と比べて非常に発展したものの、皆さんから見ると、「まだ、これだけ？」と思う部分があるかもしれません。先ほどの話にもあったように、「走って何がいいの？　何が楽しいの？」ということになります。

先ほどの発表では詳しく説明できませんでしたが、それはマスコミによるロボットの知識伝達の部分がもたらした害でもあると思います。脚光を浴びたロボットには毒と得の両方があると言いましたが、毒の部分というのはマスコミがいつもできる部分だけ見せることです。

© 2017 SGRA

特にシンギュラリティの問題も、皆さんが興味を持っているから問題視されています。ロボットも、よく動いている部分は取り上げられますが、ロボットには解決しなければならない問題が山ほどあります。それを全て解決するには、時間がいくらあっても足りません。少なくとも100年ぐらいかかるだろうと思っています。

シンギュラリティの話に戻りますが、これは確かに怖い問題で、プログラムが自分でもっといいプログラムを作れる時代になれば怖い話です。現状、ディープラーニング（機械学習の一種、深層学習）などでものすごいことができたとしても、それはまだ壁を越えていない領域です。その延長線上にシンギュラリティがあるかというと、私は絶対にないと思っています。

今は、目的達成という確実なゴールを与えれば、確実なゴールは数学で表現できます。数学で表現できるものだけが最適解として出るような時代なのです。しかし、自分よりいいプログラムを作る時代では、その表現自体が曖昧で、数学的に表現することは非常に困難であり、今まで解いてきた問題をはるかに超える問題です。人間の歴史は約2万年で、さらに2万年するとそのような時代が来るかもしれませんが、しばらくの間はないと思っています。

ナポレオン　ありがとうございます。稲葉先生、今の質問に対して何かありますか。

稲葉　評価関数は目的関数ともいうのですが、どちらがいいかを比べる土俵になったら、その範囲内で方法を探すことになります。それに関しては、機械をどんどん早くすると、先へ行きます。それは議論する必要もありません。ただ、目的関数のドメイン、比較する土俵を決められないうちは比較できないので、超えるか超えないかという議論も成り立ちません。

心があるかないかも全く同じで、あるように見えるか見えないかを比べることはできないので、その場ではどちらがいいかを決められても、決まらないうちは進まないというか、シンギュラリティが起こるか起こらないかという議論とは別次元ですから、あまり心配しない方がいいと思います。

ナポレオン　ありがとうございます。瀬戸先生は、何かご意見がありますか。

瀬戸　人工知能の話になったので、少しお話ししたいと思います。今は人工知能が囲碁やチェスで人間に勝ったり、つい最近のニュースではポーカーで人間のディーラーに勝ったというニュースも出ていました。人工知能が本当に人間に勝ったのか、勝ち負けとは何かという問題にもなると思うのですが、例えば囲碁や将棋のルールを決めているのは人間であり、人工知能に学習させるための譜面や名人の打ち筋などのデータも、今のところ全て人間が作っているものです。

従って、人間が行っていて、人間の目的の下に学習しているうちは、人工知能は人間の幸せのために動いてくれているでしょう。逆に言えば、人間を超えて人間の脅威になるような段階までは残念ながら到達できないのではないかというのが私の考えです。

© 2017 SGRA

ナポレオン　ありがとうございます。それでは、他の質問に移ります。

（4）ロボットは罰（苦痛）を感じるか

フロア４　文先生に質問したいのですが、今日のフォーラムのテーマは「人を幸せにするロボット」です。私は専門が仏教学ですので、定義をきちんとしないと議論が進まないという頭になっているのですが、「人」とは何か、「幸せ」とは何かという定義を確認しないと、ロボットの概念も変わってしまうのではないかと思っています。

「ロボットとは何か」という疑問もありますが、ロボットは限りなく人間の機能に類似したものを作る技術と、人間の身体機能を拡大する技術のどちらかではないかと、素人的に思っています。先ほど文先生は、ロボットに責任があるのかという議論もされているという話でしたが、責任があるとすると、責任を怠れば必ず処罰があります。処罰は必ず苦痛を伴います。楽しいことではなく、刑務所に入れるなどの身体的拘束や罰金を伴います。ロボットにそのような身体的苦痛を与えることにどのような意味があるのかとも思います。そして、ロボットが限りなく人間に近いのであれば、ロボットにセックスを考えさせるのかといった問題についてもいろいろ考えるのですが、その点はいかがですか。

文　苦痛を正確に定義するのも大変難しく、定義の話は大体難しいという言葉しか言えなくなってしまうのですが、単に破壊するのであれば苦痛と呼ばなくてもいいでしょう。この机を壊すことはできますが、痛がっているわけではありません。

心にはいろいろな機能があるという質問を頂いたときも、同じような論点を申し上げるべきだったのですが、心の一つの特徴として大事なのは全体性です。つまり、何か刺激があったとき、我々は自分の今までの価値判断や体験をつなぎ合わせて、この刺激は私にとって否定的なものであり、良くないものであるから退けるべきであると考え、その判断に従って身体全体を動かします。ここでは、刺激、考えていること、外への反応が全て有機的に結び付いていなければなりません。それぐらいのレベルの統一性を備えて初めて、本当の意味で痛みや苦痛を感じているといえることになると思います。

机の場合は、それを破壊するときに何らかの有機体的な反応を示してくることはないでしょう。逆にいうと、そのようなレベルの反応を示してくるようなロボットであれば、それは痛みや苦痛を感じるのであり、それに罰を与えることには意味があると思われます。それに何らかの刺激を与えることは、有機的な関連を辿ってそれの未来の行動を変えることになるはずだからです。法的に罰を与えることは（苦しめるためではなく）良くなってほしいという意図で行っていると思うので、有機的な反応を示す能力、すなわち学習能力を備えたロボットが出てきたら、それは苦痛を感じるものと呼べるでしょうし、それを処罰することにも意味があるという話になるかもしれません。しかし、本当に単純な行動しかしないものは、一つの有機体として価値判断の体系を全くもっていないし、何らかの

© 2017 SGRA

刺激を受けたからといって、それに対してわれわれが苦痛と呼べるような反応をするかというと、かなり難しい面があると思います。

苦痛は嫌なものであり、避けるべきものであり、そこからよりよいステージへ動くべきだという反応をしてくれるものがあれば、ロボットに何らかの罰を与えることは意味があるのではないでしょうか。

ナポレオン　ありがとうございます。瀬戸先生、何かご意見がありますか。

瀬戸　先ほど、ロボットにセックスは考えられるかという質問がありました。大体3年に1度ぐらい、「数十年後にはアメリカでロボットと人間の結婚が認められるようになるだろう」というとんでもない学説が出ます。

ロボットの研究をしていた身として、ロボットが人間のようになってくれることは夢ですが、一方でアイザック・アシモフが小説の中で書き、先ほども話題に出たロボット3原則というものがあります。「ロボットは人間を守らなければならない」「それに逆らわない範囲で人間の命令に従わなければならない」「その二つに反しない限り自分の身を守る」というSFの中で唱えられた3原則です。実際にロボットを作るとき、それを意識している方は少なくないのではないかと考えています。

その3原則が、もしロボットに必須であったり、ロボットとしてあるべき姿だとしたら、自由意志や心などが生まれる余地はないのではないか、そこまで心配しなくてもいいのではないか、むしろそうなったらすごいと憧れるぐらいのことではないかと思います。

ナポレオン　ありがとうございます。最後の質問です。

（5）人の心をサポートするロボットの可能性

フロア5　今日は貴重なお話をありがとうございました。私は現在、株式会社キビテクで働いています。キビテクは稲葉先生の研究室を出た吉海智晃さんと林まりかさんが立ち上げた会社です。この会社と私の出会いから、少し自己紹介しながら質問していきたいと思います。

私は、慶應大学で電子情報工学を専攻したのですが、あくまでも学部ですので、それほど専門的な知識があるわけではありません。その後、金融でお金回りのことをしてきて、そちらが専門です。現在、思いがあって重度の身体障害者や認知症などの高齢者の介護など、福祉のこともしています。

キビテクが自社製品開発に向けて、介護などの現場で働いている人の意見も聞きたいということで、デモ会に行きました。そこで私が、このようなロボットがあったらいいということを、素人が思いつくままに言ったのです。重度の障害といっても、中途障害の方や認知症の方は、自分ができていたことができなくなるという経験をしています。そのような方たちは普段、「どうでもいい」「何でもいい」「生きていても仕方がない」とおっしゃいます。ロボットといえば皆さん、

© 2017 SGRA

転倒を防止するために抱えられるとか、見守りができるなどとおっしゃっていたのですが、私が言ったのは「ロボットが人の意欲を引き出すものであってほしい」ということです。

重度の障害の人の中には言葉も話せない方がいるのですが、その人たちの中に自分が表現したい意思があって、自分のことを自分で決めたり、自分の意思を表出できたりすることがとても大切だと思ったので、そのようにサポートできるロボットが欲しいと言ったのです。すると、キビテクの代表の方が、「うちの会社は心の機微を大切にしているので、あなたの言ったことはすごく良かった」ということで、働かないかということに決まりました。まだ名刺もできていないのですが、つい先日から働き始めた次第です。

先ほど、稲葉先生が「心とは相手のことを考えられること」とおっしゃっていました。そうなると、人の意欲を引き出したり、どれだけ時間がかかってもその人の言いたいことや意思を大切にするロボットは、心を持っているのではないかと思ったのです。心を定義したり、どのような状態が心を持っている状態かというのは難しいと思うのですが、もしかしたら、人の何かを引き出せるものはあるのかなと思ったので、その辺を伺いたいと思います。

李　とても大事な話だと思います。稲葉先生の話とも少し関連しますが、心の特徴づけはとてもたくさんあり、環境との相互作用がその一つです。かなり複雑化されたバージョンとして心を捉えることは、当然あり得る考えです。その場合、環境との相互作用が成り立たなくなると、何もしていないけれども自分は心を持っていないと考えてしまうこともあり得ると思います。それに対し、相互作用を促進するようなものは、見方によっては心的な活動を活発化させるかもしれません。

私はロボットを道具と言ってしまいますが、そうした道具自体に心があるかという問題と、それを使う人の心的な活動を活発化させるかという問題は別問題です。道具は設計した人が決まっていて、その人の意図に従って環境との相互作用を作り出していくわけです。従って、例えば認知症を持っている方々の活動をサポートするために、もちろん道具は動いているのですが、その背後にいる人がそれを目的と認めた上で活動するという考え方が強いと思います。

例えばほうきであっても、掃除しなければと思うのは、われわれが何らかの仕方で相互作用していこうと思うからですが、それ自体に心があるかという問題と、われわれの心的な側面を活発化させてくれるかという問題は、一応分けて考えた方がいいと思っています。これは、長く使った人形に魂が宿るという話とは別の話です。

ナポレオン　ありがとうございます。稲葉先生、何かご意見はございますか。

稲葉　吉海君、いい人を採用したね。頑張ってください。

父親を亡くしたときに、母親が本当に無気力になって、どうにもできなくなって困りました。「これでスカイプができるから」とタブレットを渡しても、指が

© 2017 SGRA

乾燥していて何も反応しませんでした。気力のない人をとにかく助けてくれるものがあれば欲しいと思う人は大勢いるのではないかと思います。

しかし、心を引き出すロボットの開発は難しいと思います。大学では私たちが技術的に、相手がどのような状況にあるかなどを考えてしまうのですが、些細なことだったりするのです。最近、母親が元気になってきて、習慣的に毎日デイケアに行けるようになりました。最初は行っていても「年寄りばかりで嫌だ」と言うのです。新しい環境になじめないといったことがあるときに、私たちが作っているロボットは本当に役に立ちません。そういうものが欲しいと思ったら、さっと作れる会社ができるといいなと思っていて、そういうことができる若い人をぜひ育てたいと思っています。

私は学生たちによく、「ロボットは必需品にならないと売れない」と言います。必需品になるロボットにすれば、大丈夫です。必需品とは、それがないと困るものです。それは時代とともに変わっていて、炊飯器にしても最近は電子レンジでいいようです。自動車も必需品です。これがないと困るものを常に考えておかないと駄目で、先ほどの例のように、本当に困った場面に遭遇して、ようやくそれが必要だということに気付くので、こういうものが欲しいということを皆さんからもどんどん挙げていくと、若い人がさっと作ってくれるのではないかと思います。

李　心があるかないかが大事なのでしょうか。相手に心があるように見せればいい、心があると信じさせればいいわけで、本当にロボットに心を作る必要があるかどうかは疑問に思います。

ナポレオン　ありがとうございます。先ほど稲葉先生がおっしゃったように、必需品に機能を持たせるということと、最近は携帯型ロボットも出ているということですが、とても高いのにすごく売れています。現時点では携帯は必需品ですが、ロボットの機能の一つとして会話ができるようにして付加価値を付けています。私は実際に使ったことはありませんが、疲れているときに「今日は、お疲れさまです」と言ってくれれば、心があるように聞こえるかもしれません。このような商品が世の中にどんどん出てきたことによって、ロボットの発展も早くなると期待しています。

まだ質問したい方も大勢いると思いますが、この後の懇親会で気軽に質問していただければと思います。今日はお忙しい中、参加していただきありがとうございました。

© 2017 SGRA

講師略歴

■稲葉 雅幸 【いなば　まさゆき】 INABA Masayuki

1981年東京大学（工学部）卒業、1986年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、工学博士。1986年東京大学講師、1989年東京大学助教授、2000年東京大学教授、現在、東京大学大学院情報理工学系研究科教授、創造情報学専攻所属。専門分野はロボティクス、知能ロボットシステムの発展的構成法に関する研究教育に従事。
主な著作：『ロボット・アナトミー　岩波講座ロボット学7』（岩波書店、2005年）

■李 周浩 【イ・ジュホ】 Lee Joo-Ho

1993年高麗大学電気工学科卒業、1999年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、博士（工学）。2000年日本学術振興会（JSPS）特別研究員、2002年東京大学ポスドック研究員、2003年東京理科大学工学部助手、2004年立命館大学助教授、2008年Carnegie Mellon University客員研究員、2017高麗大学機械工学科研究教授、2011年立命館大学情報理工学部教授、現在に至る。専門分野は空間知能化、知能ロボットなど。
主な著作：「Intelligent Space—concept and contents」, Advanced Robotics, 16/3, pp265-280, 2002

■文 景楠 【ムン・キョンナミ】 MOON Kyungnam

2006年、東京大学教養学部卒業。2016年、同大学大学院総合文化研究科で博士号を取得。米国ハーバード・イェンチン研究所訪問研究員などを経て、2017年4月より現職（本フォーラム開催時は、東京大学教養学部教養教育高度化機構助教）。主な研究分野はアリストテレスを中心とした古代ギリシア哲学と分析哲学。
主な著作：「質料を伴わず形相を受容することについて：『デ・アニマ』第2巻12章におけるアリストテレスの感覚論」（「西洋古典学研究」LX、2012年、76–86ページ）など

■瀬戸 文美 【せと　ふみ】 SETO Fumi

2008年東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻博士後期課程修了、工学博士。大学院修了後、千葉工業大学未来ロボット技術研究センター（fuRo）主任研究員などを経て、現在は「物書きエンジニア」として研究や執筆活動を行う。その間、人間協調型ロボットの研究をしながら、科学の魅力や研究の面白さを伝える「東北大学サイエンス・エンジェル」の第一期生として、サイエンスコミュニケーション活動を行う。2017年4月より東北大学男女共同参画推進センター助手として、後輩となる東北大学サイエンス・エンジェルの活動や男女共同参画・女性研究者支援に取り組む。
主な著作：『私のとなりのロボットなヒト：理系女子がロボット系男子に聞く』（近代科学社、2012年）、『絵でわかるロボットのしくみ（KS絵でわかるシリーズ）』（平田泰久監修、講談社、2014年）

© 2017 SGRA

SGRA レポート　バックナンバーのご案内

SGRA レポート01　設立記念講演録 「21世紀の日本とアジア」 船橋洋一　2001. 1. 30発行

SGRA レポート02　CISV国際シンポジウム講演録 「グローバル化への挑戦：多様性の中に調和を求めて」
今西淳子、高 偉俊、F. マキト、金 雄熙、李 來賛　2001. 1. 15発行

SGRA レポート03　渥美奨学生の集い講演録 「技術の創造」 畑村洋太郎　2001. 3. 15発行

SGRA レポート04　第1 回フォーラム講演録 「地球市民の皆さんへ」 関 啓子、L. ビッヒラー、高 熙卓 2001. 5. 10発行

SGRA レポート05　第2 回フォーラム講演録 「グローバル化のなかの新しい東アジア：経済協力をどう考えるべきか」
平川 均、F. マキト、李 鋼哲　2001. 5. 10発行

SGRA レポート06　投稿 「今日の留学」「はじめの一歩」 工藤正司　今西淳子　2001. 8. 30発行

SGRA レポート07　第3 回フォーラム講演録 「共生時代のエネルギーを考える：ライフスタイルからの工夫」
木村建一、D. バート、高 偉俊　2001. 10. 10発行

SGRA レポート08　第4 回フォーラム講演録 「IT 教育革命：ITは教育をどう変えるか」
臼井建彦、西野篤夫、V. コストブ、F. マキト、J. スリスマンティオ、蒋 恵玲、楊 接期、
李 來賛、斎藤信男　2002. 1. 20発行

SGRA レポート09　第5 回フォーラム講演録 「グローバル化と民族主義：対話と共生をキーワードに」
ペマ・ギャルポ、林 泉忠　2002. 2. 28発行

SGRA レポート10　第6 回フォーラム講演録 「日本とイスラーム：文明間の対話のために」
S. ギュレチ、板垣雄三　2002. 6. 15発行

SGRA レポート11　投稿 「中国はなぜＷＴＯに加盟したのか」 金香海　2002. 7. 8発行

SGRA レポート12　第7 回フォーラム講演録 「地球環境診断：地球の砂漠化を考える」
建石隆太郎、B. ブレンサイン　2002. 10. 25発行

SGRA レポート13　投稿 「経済特区：フィリピンの視点から」 F. マキト　2002. 12. 12発行

SGRA レポート14　第8 回フォーラム講演録 「グローバル化の中の新しい東アジア」＋宮澤喜一元総理大臣をお迎えして
フリーディスカッション
平川 均、李 鎮奎、ガト・アルヤ・プートゥラ、孟 健軍、B.ヴィリエガス 日本語版2003. 1. 31発行、
韓国語版2003. 3. 31 発行、中国語版2003. 5. 30発行、英語版2003. 3. 6発行

SGRA レポート15　投稿 「中国における行政訴訟―請求と処理状況に対する考察―」 呉東鎬　2003. 1. 31発行

SGRA レポート16　第9 回フォーラム講演録 「情報化と教育」 苑 復傑、遊間和子　2003. 5. 30発行

SGRA レポート17　第10 回フォーラム講演録 「21世紀の世界安全保障と東アジア」

© 2017 SGRA

白石 隆、南 基正、李 恩民、村田晃嗣　日本語版2003. 3. 30発行、英語版2003. 6. 6発行

SGRA レポート18　第11 回フォーラム講演録 「地球市民研究：国境を越える取り組み」 高橋 甫、貫戸朋子　2003.8.30発行

SGRA レポート19　投稿 「海軍の誕生と近代日本－幕末期海軍建設の再検討と『海軍革命』の仮説」 朴 栄濬
2003.12.4発行

SGRA レポート20　第12 回フォーラム講演録 「環境問題と国際協力：ＣＯＰ３の目標は実現可能か」
外岡豊、李海峰、鄭成春、高偉俊　2004. 3. 10発行

SGRA レポート21　日韓アジア未来フォーラム 「アジア共同体構築に向けての日本及び韓国の役割について」2004. 6. 30発行

SGRA レポート22　渥美奨学生の集い講演録 「民族紛争－どうして起こるのか　どう解決するか」 明石康　2004. 4. 20発行

SGRA レポート23　第13 回フォーラム講演録 「日本は外国人をどう受け入れるべきか」
宮島喬、イコ・プラムティオノ　2004.2.25 発行

SGRA レポート24　投稿 「1945年のモンゴル人民共和国の中国に対する援助：その評価の歴史」 フスレ　2004. 10. 25発行

SGRA レポート25　第14 回フォーラム講演録 「国境を越えるE-Learning」
斎藤信男、福田収一、渡辺吉鎔、F. マキト、金 雄熙　2005. 3. 31発行

SGRA レポート26　第15 回フォーラム講演録 「この夏、東京の電気は大丈夫？」 中上英俊、高 偉俊　2005.1.24発行

SGRA レポート27　第16 回フォーラム講演録 「東アジア軍事同盟の過去・現在・未来」
竹田いさみ、R. エルドリッヂ、朴 栄濬、渡辺 剛、伊藤裕子　2005. 7. 30発行

SGRA レポート28　第17 回フォーラム講演録 「日本は外国人をどう受け入れるべきか- 地球市民の義務教育-」
宮島 喬、ヤマグチ・アナ・エリーザ、朴 校熙、小林宏美　2005. 7. 30発行

SGRA レポート29　第18 回フォーラム・第4 回日韓アジア未来フォーラム講演録 「韓流・日流：東アジア地域協力における
ソフトパワー」 李 鎮奎、林 夏生、金 智龍、道上尚史、木宮正史、李 元徳、金 雄熙　2005. 5. 20発行

SGRA レポート30　第19 回フォーラム講演録 「東アジア文化再考－自由と市民社会をキーワードに－」
宮崎法子、東島 誠　2005. 12. 20発行

SGRA レポート31　第20 回フォーラム講演録 「東アジアの経済統合：雁はまだ飛んでいるか」
平川 均、渡辺利夫、トラン・ヴァン・トウ、範 建亭、白 寅秀、エンクバヤル・シャグダル、F.マキト
2006. 2. 20発行

SGRA レポート32　第21 回フォーラム講演録 「日本人は外国人をどう受け入れるべきか－留学生－」
横田雅弘、白石勝己、鄭仁豪、カンピラパーブ・スネート、王雪萍、黒田一雄、大塚晶、徐向東、
角田英一　2006. 4. 10発行

© 2017 SGRA

SGRA レポート33　第22回フォーラム講演録 「戦後和解プロセスの研究」 小菅信子、李 恩民　2006.7.10発行

SGRA レポート34　第23回フォーラム講演録 「日本人と宗教：宗教って何なの？」
島薗 進、ノルマン・ヘイヴンズ、ランジャナ・ムコパディヤーヤ、ミラ・ゾンターク、
セリム・ユジェル・ギュレチ　2006.11.10発行

SGRA レポート35　第24回フォーラム講演録 「ごみ処理と国境を越える資源循環～私が分別したごみはどこへ行くの？～」
鈴木進一、間宮 尚、李 海峰、中西 徹、外岡 豊　2007.3.20発行

SGRA レポート36　第25回フォーラム講演録 「ITは教育を強化できるか」
高橋冨士信、藤谷哲、楊接期、江蘇蘇　2007.4.20発行

SGRA レポート37　第1回チャイナ・フォーラムin 北京 「パネルディスカッション『若者の未来と日本語』」
池崎美代子、武田春仁、張 潤北、徐 向東、孫 建軍、朴 貞姫　2007.6.10発行

SGRA レポート38　第6回日韓フォーラムin 葉山講演録 「親日・反日・克日：多様化する韓国の対日観」
金 範洙、趙 寛子、玄 大松、小針 進、南 基正　2007.8.31発行

SGRA レポート39　第26回フォーラム講演録 「東アジアにおける日本思想史～私たちの出会いと将来～」
黒住 真、韓 東育、趙 寛子、林 少陽、孫 軍悦　2007.11.30発行

SGRA レポート40　第27回フォーラム講演録 「アジアにおける外来種問題～ひとの生活との関わりを考える～」
多紀保彦、加納光樹、プラチヤー・ムシカシントーン、今西淳子　2008.5.30発行

SGRA レポート41　第28回フォーラム講演録 「いのちの尊厳と宗教の役割」
島薗進、秋葉悦子、井上ウイマラ、大谷いづみ、ランジャナ・ムコパディヤーヤ　2008.3.15発行

SGRA レポート42　第2回チャイナ・フォーラムin 北京＆新疆講演録 「黄土高原緑化協力の15年―無理解と失敗から相互理解と信頼へ―」 高見邦雄　日本語版、中国語版 2008.1.30発行

SGRA レポート43　渥美奨学生の集い講演録 「鹿島守之助とパン・アジア主義」 平川均　2008.3.1発行

SGRA レポート44　第29回フォーラム講演録「広告と社会の複雑な関係」 関沢 英彦、徐 向東、オリガ・ホメンコ
2008.6.25発行

SGRA レポート45　第30回フォーラム講演録 「教育における『負け組』をどう考えるか～
日本、中国、シンガポール～」佐藤香、山口真美、シム・チュン・キャット　2008.9.20発行

SGRA レポート46　第31回フォーラム講演録 「水田から油田へ：日本のエネルギー供給、食糧安全と地域の活性化」
東城清秀、田村啓二、外岡 豊　2009.1.10発行

SGRA レポート47　第32回フォーラム講演録 「オリンピックと東アジアの平和繁栄」
清水 諭、池田慎太郎、朴 榮濬、劉傑、南 基正 2008.8.8発行

© 2017 SGRA

SGRA レポート48　第3 回チャイナ・フォーラム in 延辺＆北京講演録 「一燈やがて万燈となる如く―
アジアの留学生と生活を共にした協会の50 年」工藤正司 日本語版、中国語版 2009. 4. 15発行

SGRA レポート49　第33回フォーラム講演録 「東アジアの経済統合が格差を縮めるか」
東 茂樹、平川 均、ド・マン・ホーン、フェルディナンド・C・マキト　2009. 6. 30発行

SGRA レポート50　第8 回日韓アジア未来フォーラム講演録 「日韓の東アジア地域構想と中国観」
平川 均、孫 洌、川島 真、金 湘培、李 鋼哲　日本語版、韓国語Web 版 2009. 9. 25発行

SGRA レポート51　第35 回フォーラム講演録 「テレビゲームが子どもの成長に与える影響を考える」
大多和直樹、佐々木 敏、渋谷明子、ユ・ティ・ルイン、江 蘇蘇 2009. 11. 15発行

SGRA レポート52　第36 回フォーラム講演録 「東アジアの市民社会と21 世紀の課題」
宮島 喬、都築 勉、高 熙卓、中西 徹、林 泉忠、ブ・ティ・ミン・チィ、
劉 傑、孫 軍悦 2010. 3. 25発行

SGRA レポート53　第4 回チャイナ・フォーラム in 北京＆上海講演録 「世界的課題に向けていま若者ができること～
TABLE FOR TWO ～」近藤正晃ジェームス　2010. 4. 30発行

SGRA レポート54　第37 回フォーラム講演録 「エリート教育は国に『希望』をもたらすか：
東アジアのエリート高校教育の現状と課題」玄田有史　シム チュン キャット
金 範洙　張 健　2010. 5. 10発行

SGRA レポート55　第38 回フォーラム講演録 「Better City, Better Life ～東アジアにおける都市・
建築のエネルギー事情とライフスタイル～」木村建一、高 偉俊、
Mochamad Donny Koerniawan、Max Maquito、Pham Van Quan、
葉 文昌、Supreedee Rittironk、郭 栄珠、王 剣宏、福田展淳　2010. 12. 15発行

SGRA レポート56　第5 回チャイナ・フォーラム in 北京＆フフホト講演録 「中国の環境問題と日中民間協力」
第一部（北京）:「北京の水問題を中心に」高見邦雄、汪 敏、張 昌玉
第二部（フフホト）:「地下資源開発を中心に」高見邦雄、オンドロナ、ブレンサイン
2011. 5. 10発行

SGRA レポート57　第39 回フォーラム講演録 「ポスト社会主義時代における宗教の復興」井上まどか、
ティムール・ダダバエフ、ゾンターク・ミラ、エリック・シッケタンツ、島薗 進、陳 継東
2011. 12. 30発行

SGRA レポート58　投稿 「鹿島守之助とパン・アジア論への一試論」平川 均　2011. 2. 15発行

SGRA レポート59　第10 回日韓アジア未来フォーラム講演録「1300 年前の東アジア地域交流」
朴 亨國、金 尚泰、胡 潔、李 成制、陸 載和、清水重敦、林 慶澤　2012. 1. 10発行

© 2017 SGRA

SGRA レポート60　第40回フォーラム講演録「東アジアの少子高齢化問題と福祉」
田多英範、李 蓮花、羅 仁淑、平川 均、シム チャン キャット、F･マキト　2011. 11. 30発行

SGRA レポート61　第41回SGRAフォーラム講演録「東アジア共同体の現状と展望」恒川惠市、黒柳米司、朴 榮濬、
劉 傑、林 泉忠、ブレンサイン、李 成日、南 基正、平川 均　2012. 6. 18発行

SGRA レポート62　第6回チャイナ・フォーラム in 北京＆フフホト講演録
「Sound Economy ～私がミナマタから学んだこと～」 柳田耕一
「内モンゴル草原の生態系：鉱山採掘がもたらしている生態系破壊と環境汚染問題」郭 偉
2012. 6. 15発行

SGRA レポート64　第43回フォーラム講演録 in 蓼科「東アジア軍事同盟の課題と展望」
朴 榮濬、渡辺 剛、伊藤裕子、南 基正、林 泉忠、竹田いさみ　2012. 11. 20発行

SGRA レポート65　第44回フォーラム講演録 in 蓼科「21世紀型学力を育むフューチャースクールの戦略と課題」
赤堀侃司、影戸誠、曺圭福、シム・チュン・キャット、石澤紀雄　2013. 2. 1発行

SGRA レポート66　渥美奨学生の集い講演録「日英戦後和解（1994–1998年）」（日本語・英語・中国語）沼田貞昭
2013. 10. 20発行

SGRA レポート67　第12回日韓アジア未来フォーラム講演録「アジア太平洋時代における東アジア新秩序の模索」
平川 均、加茂具樹、金 雄熙、木宮正史、李 元徳、金 敬黙　2014. 2. 25発行

SGRA レポート68　第7回SGRAチャイナ・フォーラムin北京講演録「ボランティア・志願者論」
（日本語・中国語・英語）　宮崎幸雄　2014. 5. 15発行

SGRA レポート69　第45回 SGRA フォーラム講演録「紛争の海から平和の海へ－東アジア海洋秩序の現状と展望－」
村瀬信也、南 基正、李 成日、林 泉忠、福原裕二、朴 栄濬 2014. 10. 20発行

SGRA レポート70　第46回 SGRA フォーラム講演録「インクルーシブ教育：子どもの多様なニーズにどう応えるか」
荒川 智、上原芳枝、ヴィラーグ ヴィクトル、中村ノーマン、崔 佳英　2015. 4. 20発行

SGRA レポート71　第47回 SGRA フォーラム講演録「科学技術とリスク社会
－福島第一原発事故から考える科学技術と倫理－」
崔 勝媛、島薗 進、平川秀幸　2015. 5. 25発行

SGRA レポート72　第8回チャイナ・フォーラム
「近代日本美術史と近代中国」
佐藤道信、木田拓也　2015. 10. 20発行

SGRA レポート73　第14回日韓アジア未来フォーラム、第48回SGRAフォーラム
「アジア経済のダイナミズム―物流を中心に」
李 鎮奎、金 雄熙、榊原英資、安 秉民、ド マン ホーン、李 鋼哲　2015. 11. 10発行

© 2017 SGRA

SGRA レポート74　第49回SGRA フォーラム講演録：円卓会議「日本研究の新しいパラダイムを求めて」
劉 傑、平野健一郎、南 基正　他15名　2016. 6. 20発行

SGRA レポート75　第50回SGRA フォーラム in 北九州講演録「青空、水、くらし―環境と女性と未来に向けて」
神﨑智子、斉藤淳子、李 允淑、小林直子、田村慶子　2016. 6. 27発行

SGRA レポート76　第9回SGRA チャイナ・フォーラム in フフホト＆北京講演録「日中二百年―文化史からの再検討」
劉 建輝　発行予定

SGRA レポート77　第15回日韓アジア未来フォーラム「これからの日韓の国際開発協力―共進化アーキテキチャの模索」
孫赫相、深川由紀子、平川均、フェルディナンド・C・マキト　2016. 11. 10発行

SGRA レポート78　第51回SGRA フォーラム「今、再び平和について―平和のための東アジア知識人連帯を考える―」
南基正、木宮正史、朴栄濬、宋均営、林泉忠、都築勉　2017. 3. 27発行

SGRA レポート79　第52回SGRA フォーラム「日本・中国・韓国における国史たちの対話の可能性（1）」
劉傑、趙珖、葛兆光、三谷博、八百啓介、橋本雄、松田麻美子、徐静波、鄭淳一、金キョンテ
2017. 6. 9発行

SGRA レポート80　第16回日韓アジア未来フォーラム「日中韓の国際開発協力―新たなアジア型モデルの模索―」
金雄熙、李恩民、孫赫相、李鋼哲　2017. 5. 16発行

■ レポートご希望の方は、SGRA 事務局（Tel：03-3943-7612　Email：sgra-office@aisf.or.jp）へご連絡ください。

© 2017 SGRA

SGRA レポート No. 0081

第56回SGRAフォーラム

人を幸せにするロボット
―人とロボットの共生社会をめざして 第2回―

編集・発行　（公財）渥美国際交流財団関口グローバル研究会（SGRA）
〒112-0014 東京都文京区関口3-5-8
Tel: 03-3943-7612　Fax: 03-3943-1512
SGRA ホームページ: http://www.aisf.or.jp/sgra/
電子メール: sgra-office@aisf.or.jp

発行日　2017年11月20日
発行責任者　今西淳子
印刷　（株）平河工業社

ⓒ関口グローバル研究会　禁無断転載　本誌記事のお尋ねならびに引用の場合はご連絡ください。