

近づく”人とロボットの共生社会” とは何か

ATR社会メディア総合研究所所長
萩田 紀博氏に聞く



大規模災害や少子高齢化を見据え、災害対策ロボットや介護ロボット、掃除ロボットなど幅広い分野でロボットの開発が加速している。一方、情報通信の面では、情報端末だけでなく家電や自動車など多くのモノがインターネットにつながり、IoT (Internet of Things : モノのインターネット)といわれる時代に入ってきた。

こうしたなか、けいはんな学研都市のATR(株式会社国際電気通信基礎技術研究所)では、ロボットをネットワークで結び、単体のロボットではできないサービスを実現する「ネットワークロボット」の研究開発が進んでいる。そこで、ネットワークロボットとは何か、社会をどのように変えていくのか。ATR社会メディア総合研究所長の萩田紀博先生にお聞きした。

知能ロボットで介護もフレンドリーに

森 まず、ATRと知能ロボティクス研究所では、どのような研究をされているのかお教えください。

萩田 ATRはICT(情報通信技術)に関する脳情報科学、生活支援ロボット、無線通信を研究開発分野とし、ICTの中でも主に、将来家庭の中に入っていく安全・安心な社会を実現していくような基礎技術を研究の対象にしています。私が所長を兼務している知能ロボティクス研究所では生活支援ロボットの開発を進めることで、高齢者や障がい者の自立・社会参加を促したり、子どもたちと共生できたりするロボットサービス、ロボットインターフェースを追求しています。

森 工場の産業用ロボットから人間のようなアンドロイドにいたるまで、ロボットといわれるものは多岐にわたっています。また、最近では家電製品や自動車などのロボット化も進んでいます。そもそもロボットとは何か、どう考えればよいのか教えてください。

萩田 最近、産業用ロボットだけでなく、介護



Interviewer
京都府総合経済研究所
常務取締役調査部長
森 秀人



や災害現場などさまざまな分野に向けたロボット開発が話題になっていますが、ロボットというのは、基本的に三つの機能をもっている機械です。一つは「センシング」で、画像や音声を認識する機能です。二つ目は「アクチュエーション（駆動）」といって、モノを持ち上げたり、人に話しかけ伝えたりする機能。三つ目はその二つの機能をインテリジェント・コントロールする、「知的制御機能」です。そのうえで、我々の場合は、物理的に人間をサポートするだけでなく、知能を発揮してくれるようなロボットを開発したいと思っています。

たとえば介護といえば、本来、身内の病人や高齢者など、人が人を介抱し、看護することですが、3分間付き添うことはできても、24時間つきっきりで介護するとなると容易ではありません。あるいは10年間ずっと介護を続けていけるかといえば、辛いですよ。そんなときに、

少しでも人間に寄り添ってくれる知能ロボットが求められています。

森 ロボットのなかでも知能ロボットは、人間のようにフレンドリーに接してくれるわけですね。

萩田 現在、ベッドから車椅子に移動するためのロボットが開発されていますし、自動制御運転が可能な車椅子もあります。ところが実際に車椅子を使っている人に聞くと、会話してくれるような楽しい車椅子が欲しいという答えが返ってきます。移動しながら、会話を交わすような知能をもったロボットを開発する技術が必要になってきました。

ネットワーク技術と ロボット工学の融合

森 最近は車もドライバーに声をかけてきますね。腹が立つときもありますが（笑）。

萩田 うるさい（笑）。まさにおっしゃるとおりで、人間と調和するようなロボットを開発することが大事なんです。昔、コンピュータが計算機といわれた時代には、こうしないと動きませんよという具合に機械が人間に使い方を強いた。それがだんだん、機械の方が人間の特性に合わせてようになってきた。その究極の姿がおもてなしのできるロボットです。おもてなしというのは、相手のことをよく理解し、相手の気持ちに添って対応することです。しかし、今のロボットはまだ、こうしなければ動かないよ、というのが現状です。そこでもっと人間に合わせるようなものを開発しようというのが、我々

が取り組んでいるネットワークロボットです。

今、私たちは研究所の建物の3階でお話していますが、たとえば先ほど、森さんが1階の受付にいらしたときに1台のロボットだけで対応する場合、受付から連絡があると、ロボットがエレベーターで3階から1階まで降りて、迎えに行く。そうすると、エレベーターで降りていく間、森さんは待たされる。しかし、もし1階にも別のロボットがいれば、今1階に森さんがいらつしやいましたと3階のロボットに連絡し、ご案内すれば、森さんは待たなくて済みます。ロボットをネットワークで結び複数のロボットが連携して動くようにすれば、格段に使い勝手がよくなるのです。

森 ネットワークロボットのアイデアは日本発とお聞きしていますが。

萩田 このネットワークロボットのアイデアを得たのは、2002年、音声認識機能を備えた英語を話すロボットを小学校に持っていき、実験を行ったときのことです。現場に行くと、子どもたちが勝手におしゃべりするので、うるさくて音声認識ができません。

そのとき、たまたま無線通信で情報をやりとりする無線タグがあったので、子供たちに持ってもらい、ロボットがID（システム上の符号）で子供を識別できるようにしました。するとロボットが無線で各人を識別できるので、たとえばA君が近づいてきたら、ロボットが「A君、何してるの?」と話しかけることができます。A君はロボットが自分を識別し名前を呼んでくれたので、びっくりしたり、喜んだりです。実際は音声認識ではなく、無線タグのIDから認



萩田 紀博 (はぎた のりひろ)

1978年慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。工学博士。1978年日本電信電話公社(現、日本電信電話株式会社)入社。1996年NTTコミュニケーション科学研究所研究企画部長。2000年NTTコミュニケーション科学基礎研究所メディア情報研究部長、人間情報研究部長(兼務)。2001年10月株式会社国際電気通信基礎技術研究所(ATR)メディア情報科学研究所長。現在、ATR社会メディア総合研究所長・知能ロボティクス研究所長(兼務)のほか、奈良先端科学技術大学院大学、大阪大学大学院、神戸大学大学院などで客員教授を務める。ATRフェロー。著書に、『ネットワークロボット—技術と法的問題』(共著、オーム社、2007年)、『情報流通を支えるコミュニケーション科学』(共著、社団法人電気通信協会、2001年)。

識したわけですが。

そこからネットワークロボットの発想が生まれ、どう発展させようかということになりました。見えないセンサーネットワークと連携させようとか、インターネットの情報も欲しいよねとか。当時はまだ携帯電話の時代でしたが、今でいえばスマホと連携したり、環境に埋め込まれているカメラや無線タグリーダーなどもネットワークしたりできる。監視カメラもその一つですね。こうしたネットワークからは、単独のロボットの見る、聞く、話すという機能よりもはるかに多くの情報を得ることができます。我々がこのネットワークロボットのアイデアを総務省に提案し、その結果発足した「ネットワークロボットに関する調査研究会」の議論を通して、世界で初めてネットワークロボットとい

う考え方の骨子ができあがりしました。現在は日本だけでなく、ヨーロッパ、アメリカ、韓国なども、研究開発が活発に行われています。

森 つまり、ネットワーク化によりロボットが利用できる情報が増えるということですね。

萩田 ネットワーク技術はそれぞれ別のところの情報を集めることもできるし、反対に一つの情報を同時に多くの人たちでシェアすることもできる。つまり、電車に乗ってその場所まで足を運ばなくてもよい、あるいは電話をかけなくても情報を集めシェアすることができる。そのネットワークにロボットをつなげると、人間がその場に行かなくても、ロボットが話す、運ぶなど、人の代行をすることができます。しかも、ビジョンセンサー(画像認識センサー)やウェアラブルセンサー(身体装着型センサー)など

の知能化システムとロボットが相互連携することで、単一のロボットではできなかったサービスが実現できます。新しいさまざまなロボットサービスの市場を創り出していく可能性があります。

森 最近、家電製品や自動車など、コンピュータ以外のモノがインターネットにつながりはじめ、IoT (Internet of Things: モノのインターネット)といわれていますが。

萩田 ネットワークにつながるモノをロボットやセンサーと考えれば、同じものですね。

人とロボットのコミュニケーション

森 先ほど、ロボットの定義をお聞きしましたが、ネットワークによりロボットの可能性がさらに広がりそうですね。

萩田 ネットワークロボットにも3種類あります。まず、人間そっくりのアンドロイド、ペットやぬいぐるみなど身体性をもつビジュアル(実在)型ロボット。それから、ビジュアルのように物理的な形はもちませんが、パソコンやスマホのディスプレイに出てくるキャラクターなどコンピュータやネットワークの中で働くロボットをバーチャル型といっています。

もう一つのアンコンシヤス型はカメラ、レーザレンジファインダなどの環境センサーや、衣服や装身具に埋め込まれたウェアラブルセンサーなどです。この三つの型のロボットをネットワークで組み合わせることで、ロボットの可能性がさらに広がります。

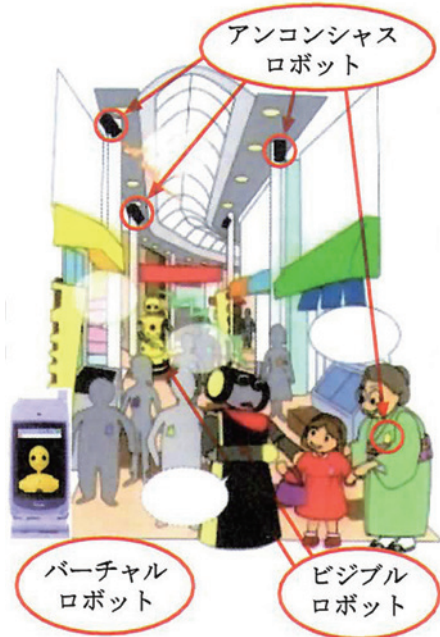
森 アンコンシヤス型では空間自体がロボット

になるということですね。

萩田 映画『2001年宇宙の旅』のロボット・ハルはロボットの形をしていないで、宇宙船自体がしゃべっていましたよな。

森 一方、形のあるビジュアル型では、石黒先生のアンドロイドは本当に人間のように驚かされました。

萩田 人間に似せたアンドロイドには石黒（ATR 石黒浩特別研究所）さんが「存在感メディア」と言うように、温かみがあります。石黒さん自身を模した「ジェミノイド」は人間のように動き、表情豊かに人と会話することができます。ジェミノイドの女性版の「ミナミちゃん」が高島屋でデモンストレーションしたところ、着ている衣服がどんどん売れたそうです。ミナミちゃんが旦那さんに「奥さんにいいんじゃないですか」とレコメンド（推薦）すると、買ってくれる（笑）。石黒さんによれば、人が人と会話しているときと、ロボットと会話しているときは脳の反応する場所が違うそうですが、ジェミノイドの場合は人と会話しているのと



ネットワークロボットの3タイプ（画像提供：ATR）

じだそうです。

逆に、人の想像力に働きかけ親しみを感じてもらうため、あえて人間の形としては不完全な人型ロボットも開発しています。「ハグビー」は、枕のような形ですがスマホを中に入れることで、人形を抱きかかえるように会話ができます。

バイブレーターが装着されていて、ハグする（人を腕で抱きかかえる）と生き物の心臓が鼓動するような感触が得られます。ハグビーを抱きかかえながら話をするストレスが軽減されるそうですよ。また、「テレノイド」は赤ちゃんと同じ重さの人型ロボットで、電話として利用できます。テレノイドを抱っこして会話をされた高齢者の方は子供を思い出して涙を流されるこ



石黒所長を模したジェミノイドHI-2™（右）とジェミノイドF™（左）（写真提供：ATR）

ともあります。

森 ところで、このカップヌードルは何をするものですか。

萩田 我々と長年一緒にロボットを開発してきたベンチャーが景品として作ったもので、この「カップヌードルロボットタイマー」は動いたりペチャクチャしゃべったり漫才もします。1年前、開発したときには製造コストが4万円ほどかかりましたが、いまや1万円以下でできます。当時は音声などのチップを載せましたが、今なら無線を使ってクラウドで動かせます。

こんなものが何の役に立つのかと思われるかもしれませんが、一人暮らしの人などにはかなり癒しになります。テレビを見るにしても、ロボットタイマーにしゃべらせながら見るのでは全然違います。昔は、テレビを囲んで家族がワイワイ・ガヤガヤやったものですが、それと同じ効果があります。

また、コンビニの商品棚から、商品をレコメンドするキャラクターロボットも作っています。「このお弁当を買ったお客様は、この飲み物も買いますよ」と直接お客様に話しかけます。



テレノイド™を抱きかかえ会話ができる（写真提供：ATR）

このロボットは、店内のセンサーからお客さんのキャラクターや挙動、立ち位置から買いそうなものを判断し、お客様にレコメンドするんです。

*ジェミノイド、テレノイドはATRの登録商標です。



コンビニの棚から商品をレコメンドするキャラクターロボット

ットは明日にでも登場しそうですね。

萩田 コンビニだけでなく、将来はロボットが街に飛び出しレコメンドするようになりそうですよ。たとえば環境センサーを使えば、繁華街をどう動くか、移動するか、何万人ものデータを集めることができます。そうすると、今そこを歩いている人がどの店に入るか、その人のID情報がなくても予測できるようになる。そこで、環境センサーとデジタル型ロボットとを連携させ、店に入るかどうか迷っている人がいると、ロボットが傍に寄って行って「そこに入るとおいしいものが食べられますよ」とレコメンドする。

スマホとロボットをどうつなぐか

森 京都ではスマホを使って観光案内なども行われています。

萩田 スマホには100万ものアプリケーションが開発されていますが、これまで、スマホでロボットを動かすことができるアプリはありま

せんでした。

なぜそういうアプリがなかったかという一番の問題は場所が違うとロボットを動かせないからです。あるスーパーに買い物に行ったときに、車椅子型ロボットがここはエスカレータがあるので危ないと認識できても、そのロボットが違う商業施設に行くときとレイアウトが違うためエスカレータを認識できなくなる。そこで「空間台帳」といって地図の書き方を標準化すると、初めて行ったところでもロボットが危ない場所を認識できて、どう動けばいいかわかるようになります。同じようにロボット性能の違いは「ロボット台帳」で、ユーザーの属性の違いは「ユーザー台帳」で、それぞれ記述表現を標準化する。こうしたUNRPF（ユビキタスネットワークロボット・プラットフォーム）を介することで、たとえば属性が「高齢者・健常」のユーザーには売り場を案内するロボットを、「高齢者・杖を使用」のユーザーには車椅子型ロボットをとるようにロボットが割り振られます。

またプラットフォームは、ロボット開発者とサービスアプリ開発者を橋渡しすることで、パソコンのソフトのようにデバイスやサービスに制限されることなく、新たなロボットやサービスを開発することができるようになります。たとえば、あるメーカーが従来より安価な車椅子型ロボットを開発したとする。もしそのロボットがUNRPFを使っていれば、新たにアプリを開発せずに、すぐ現場に導入することができます。またアプリ開発者はUNRPFが提供する共通インターフェースを用いれば、ロボ

ットの細かい仕様を知らなくてもアプリが書けます。パソコンのメーカーが違っててもアプリケーションソフトが動くのと同じです。我々がまとめたこの規格はすでにIIT-IT（国際電気通信連合の標準化部門）により国際標準規格として勧告されました。

ロボットと買い物をしてみると

森 すでに、スーパーで車椅子型ロボットなどを使った実証実験も行われているそうですね。

萩田 平成21年度から24年度にかけて、総務省の「ライフサポート型ロボット技術の研究開発」プロジェクトとして実証実験を行いました。実証を行うなかで、先ほどのプラットフォームの仕様などを策定していきました。たとえば、この近くのアピタ精華台店にデジタル型ロボットを含め40台以上のネットワークロボットシステムを構築し、店舗間回遊支援サービスや買い物支援サービスの実証実験をしました。スマホで買い物リストを作成しておく、入り口で可愛いロボットが出迎えてくれて、売り場に案内してくれる。あるいは、足が不自由な人であれば、車椅子型ロボットが用意されて、安全に店舗回遊できる。自分で車椅子に乗ってみるとわかりますが、人込みを車椅子で移動するのは難しいし、エスカレータなどがある場所でも、もし誤作動したらとビックビクします。そこでさきほどの空間台帳が見事に威力を発揮して、初めて行った人でも、楽しく買い物ができる。参加した高齢者の方が自分ひとりで売り場を回遊して洋服を買うことができた、喜んでおられます



ロボットによる買い物支援サービスの実証実験 (写真提供: ATR)

た。これから、スマホにたくさんのネットワークロボット用のアイコンが並ぶ時代がくると思います。

ただし、こうしたサービスが普及するうえで課題もあります。ある日、突然、初めて会ったロボットに過去の自分の行動を指摘されたら怖いですよ。どこかで監視されて、自分が知らない間に情報を取られている。ですから、実証実験には弁護士にも立ち会ってほしい、法的な観点からチェックしてもらいました。どこまで個人情報収集することが許されるのか、ロボットの倫理学のようなものを確立する必要があります。将来、ロボットのソフトウェア自体で「この部屋には32個のセンサーがありますが見られないようにしますか」といった対応ができるシステムにしていきたいですね。

IT企業がロボット産業に参入

森 ところで、最近ではアマゾン・ドット・コムがデリバリーに無人ヘリコプターを利用する

といった話や、Googleが日本のロボットベンチャー「シャフト」を買収するなど、IT系の企業がロボットに食指を伸ばしていますね。

萩田 先ほどからお話しているように、ロボットとICTが一緒になるとすごい変革がおきる。先に紹介しましたカップヌードルロボタイマーもネットワークにつながると1千パターンの会話ができるようになり、相手に合わせて話を選べるようになります。我々が開発した「ロボビー」もセンサーネットワークにつながると5センチメートルの精度で何百人、何千人もの位置情報を認識し、人の方向に向けてビラを渡すこともできます。

アメリカではすでにビジネス化に成功したケースも出てきました。たとえば倉庫管理のネットワークロボットを開発したキバ・システム社は、2009年、全米急成長500社中の6位にランクされました。このキバ・システム社は2012年にはアマゾン・ドット・コムに買収されています。このネットワークロボットはカメラと画像処理システムを搭載し、1メートルおきに床に貼り付けられた2次元バーコードから位置情報を読みとり、物流センター内を自律的に移動します。指示された製品が収納されたラックを見つけると、ラックの下にもぐりこみ、ピッキング作業員のいるところまでのルートを検出し、届けます。ロボットは運ぶ頻度の高い人気がある製品のラックほど、作業員の近くに置くなど知能化されています。またコンピュータで制御されているので、ロボット同士が衝突することもありません。このネットワークロボットを使うと、通常のベルトコンベアを使った

システムよりも処理速度が1.5倍速くなり、照明、空調にかかる経費も大幅に削減できます。しかも、システムを構築するのにベルトコンベアだと1年近くかかりますが、ロボットの方は床にタグを貼るだけです。3週間もあれば十分です。

アメリカでは通販のザッポス、トイザラスなど流通の大手がキバ・システムを採用し、物流に大きな変革が起きています。ICTとロボット工学を融合することで、こうした例にみられるようなコスト削減、時間短縮などを実現するビジネスモデルが次々と出てくる可能性があります。どの業界でも、より速く、より安いサービスが求められていますし、その対策に遅れをとることが、致命傷となります。

森 iPhoneが登場したのが2007年で、まだ7年しかたっていないにもかかわらず、我々の生活は一変しました。ネットワークロボットも5年、10年後には生活や社会を大きく変えていきそうですね。

萩田 今年2月、日本が提案していた生活支援ロボットの安全性を検証する基準や方法を盛り込んだ国際安全規格「ISO13482」が発効されました。茨城県つくば市にある生活支援ロボット安全研修センターで認定を受けることができます。安全規格ができたことで、生活支援ロボット事業へ参入する企業も増えるでしょう。2020年の東京オリンピックでは、先ほど紹介したコンビニでレコメンドしているようなロボットを街中で見かけることでしょう。

森 今日のは驚くことばかりで、ロボットにたいする見方が変わりました。有難うございました。