生活支援ロボットが近未来を拓く

下山勲
東京大学IRT研究機構　機構長

来たる少子高齢社会のソーシャル・ニーズは、労働力不足と家事の負担増大への対応だ。その解決策となるのが「ITとロボット技術の融合」であり、「センシング技術の高度化」だろう。ITロボットが自律的に活躍できる場が、公共空間や家庭空間にまで広がれば、私たちはその「力」を借り、人間にしかできないことにより力を注げるようになる。

しもやま いさお
1955年生まれ。東京大学大学院工学系研究科卒（工学博士）。現在、東京大学大学院情報理工学系研究科研究科長、東京大学IRT（Information and Robot Technology）研究機構機構長。世界初の2足歩行ロボットや4足歩行ロボットの実現、MEMSの研究で知られる。2008年よりIRT研究機構のリーダーとして、人々の家庭生活に入っていけるアシスタント・ロボットの開発に取り組んでいる。

ロボット開発とMEMS

下山氏は、もともと歩行ロボットの研究者である。1980年には世界で初めて動歩行する2足歩行ロボット「Biper-3」をつくった。その過程でロボットに搭載するのに最適なセンサーを求めて、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）の研究を始め、今日に至っている。センサーは今後のロボット開発においても重要な鍵を握っている。

「ロボットの動作の信頼性を上げるためにセンサーが必要なんです。今は1個1個のセンサーがサイズも大きく値段も高いため、ロボットにはなかなか搭載されていない。けれど、次世代サービスロボットを家庭に導入するときには動作の信頼性が必要だし、人に対して安全でなければならない。そのときには、多くのセンサーが必要になります」

IRT研究機構ではパナソニック株式会社と共同で、食器をつかんで食器洗い機に入れるマニピュレータ※を開発した。そのハンド部にもMEMSのセンサーが入っている。サイズは縦横2㎜角、厚さ0.8㎜。3つのセンサーが搭載されており、圧力と摩擦方向の力を検知することができる高感度3軸触覚センサーである。埋め込まれたカンチレバー※のひずみ量に応じて2軸のせん断力（摩擦力）を計測でき、最小で0.3gの重さを量ることができる。それを口ボットのエンドエフェクタ（ハンド部）に6個埋め込み、そのほかのセンサー情報とも組み合わせることで、つかんだ物体の滑りや重心位置を認識しながら、多様な食器を扱えるようになった。このセンサーは経済産業省の『今年の口ボット』大賞2008」で優秀賞を受賞している。

「基本的に今までのマニピュレーションでは、器用な作業ができなかったんです。理由の一つは、触覚の感度のいいマニピレータがなかったからですが、このMEMS搭載のマニピュレータは、ハンド部分をコップに近づけていくと、コップとハンドとの距離が分かる上に、つかんだときの触った感覚も分かる。家庭環境に入る口ボットは人と同じ空間を共有するわけですから、モノの『温かみ』や『風が吹いているな』といった、人間の分かる感覚も感知できないと駄目なんです。MEMSを使えば、口ボットの動作の信頼性や安全性がずいぶん増すのではないかと期待しています」

MEMS技術を使えば、従来よりも小さく薄く柔らかなセンサーを高密度につくり上げていくことができる。そういったセンサーを口ボットの「皮膚」として使っていくことが重要だという。

「センサーとコンピュータの間の通信量は少なくした方が

※**マニピュレータ**…人間の手や上肢と同等の機能を持たせ、人間の作業を代替させる機械や口ボット。

※**カンチレバー**…片持ち梁（梁の両端の一方が固定され、他方は動くことができる構造体）。水泳プールにある飛び込み板は片持ち梁の代表的な形。材料力学・構造力学などで荷重・応力分布を学ぶ際の基本的な形態でもある。

いいので、ほとんどの情報処理はセンサーの部分で行えるようにする。そして必要な情報だけ上の階層に上げていく。そういうアーキテクチャーになるでしょう」

ロボット以外の家電製品も、センサーが必要なものは同じようなアーキテクチャーになると考えられる。安全技術、信頼性、高速応答性も向上する。

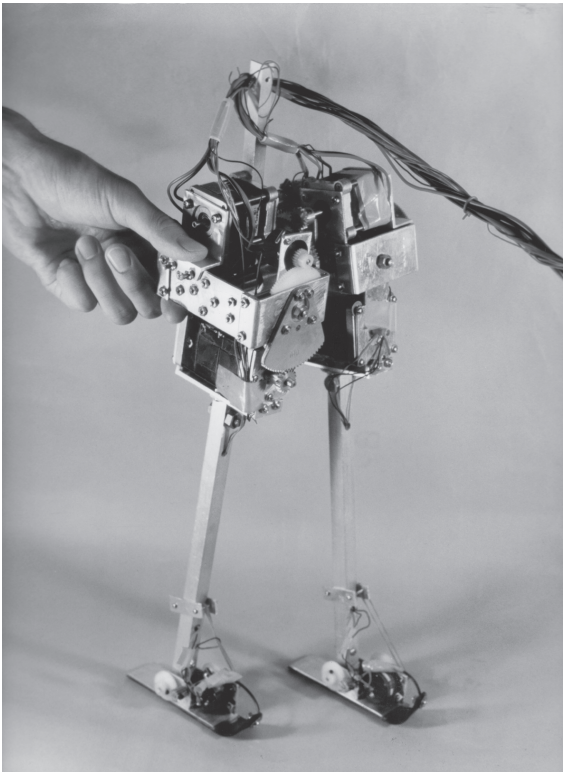
自律的に情報収集するロボット

2006年から東京大学は、トヨタ自動車株式会社、オリンパス株式会社、株式会社セガ、凸版印刷株式会社、株式会社富士通研究所、パナソニック株式会社、三菱重工業株式会社、森ビル株式会社などと、文部科学省が公募した「科学技術振興調整費『先端融合領域イノベーション創出拠点の形成』事業」に参画している。「少子高齢社会と人を支えるIRT基盤の創出」というプロジェクトテーマで10年から20年先のイノベーションを目指して研究を進めている。2009年1月22日に発表された中間審査では、2009年度からの本格的実施には移行せず、「再エントリー可能課題」と判断されたが、来年度の再審査への申請に向けて、引き続き活動を行っている段階だ。

IRT研究機構の目標は、その名が示す通り、「ロボット・テクノロジー」と「インフォメーション・テクノロジー」の融合である。現在のロボット技術は「生活密着化」を目指している。一方、ITの中でIRT研究機構が着目しているのは「コンテンツ」軸だ。カーナビやiPhoneにも典型的に見られるように、コンテンツをどんどんダウンロードして、容易にアプリケーションを増やせるデバイスが増えてきている。IRTが目指しているのは「生活密着軸を持つロボットとコンテンツ(リッチなIT軸)を合わせたサービス」だという。

「要は、おじいちゃんもおばあちゃんも誰もが、どんな家庭、どんな場所でも使えるような口ボットです。今までの口ボットは環境変化に弱かった。例えばホンダのASIMOにしても、展示会から自宅に持ち帰って使うことはできません。プロの人しか操作できないし、場所を選ぶ。そういう口ボットではなくて、普通の人が、普通の家庭で使えるような口ボットにしたいね、という思いがあります」

そのためには口ボットを小型、軽量、柔軟にする必要がある。IRT研究機構がつくったアシスタント口ボット(家事支援口ボット)は重量130kgもあって重い。だが将来は小型かつ軽量で、違和感なく生活空間に入っていけるようなものを目指しているという。



世界初の2足歩行ロボット「Biper-3」

「人間との協調動作ができるような口ボットが理想です。口ボットの認識技術にはまだ課題がありますが、人が『この本を取ってね』と指で示すだけで、口ボットも非常に認識しやすくなるんです。そういう認識方法を採用すれば、比較的近い未来に、家庭用口ボットを実現できるだろうと考えています」

口ボットにＩＴ技術を取り入れるというのは、口ボットが家電の取り扱い説明書を自分でダウンロードして、それに従って自律的に動くような使い方だ。

「例えば家庭で洗濯機を買い替えたときに、使い方は口ボット自身が調べる。人がいちいち指示を与えなくても口ボットがインターネットから、洗濯機のどのボタンを押せばいいかというプログラムを入手できる仕組みです。道具、装置の操作プログラムのオンライン蓄積、共有、再利用が自動的に行われる点が、ＩＴ化した口ボットの一番の大きなポイントです」

道具、装置だけではなく日常経験のデータや、皿の持ち方などの情報も、ユーザーや口ボット同士がオンラインで共有していくことで、口ボットがどんどん使いやすくなっていくだろう。

「人とのインターフェースも同じです。口ボットを買ってきて、スイッチを入れたら自動的にダウンロードが始まる。たぶんその頃には、家庭の机にもＩＣタグやバーコードが付いているでしょう。そのコードを読み取ったら『この机がどんなものなのか』という情報を口ボットは得ることができる。部屋の中でどんなものがどういう位置にあり、どういうふうに扱えば良いかを口ボットは自律的に理解する。そうなれば口ボットも裏方作業ができるでしょうというのが、私たちの目指しているＩＲＴの方向性です」

労働力人口減少時代への対応

ＩＲＴがターゲットとしているのは少子高齢化社会の人口減少、労働力不足の解消だ。50年後には日本の人口は約4分の3になる。高齢者率が増加し、65歳以上の人口が、現在の約20％から42％になる。世帯構成も変化する。人口が減ることによって国民所得は減少し、2030年には1人当たりの国民所得も減るという推計もある。

これまで口ボットは、工場内の生産性を上げるために用いられてきた。これからは、ＧＤＰには表れない、家庭内における生産性をいかに良くするかがＧＤＰを下げないための解決策にもなる、と下山氏は語る。

「今後、重要となるデータがあります。1995年には日

本の人口の34・2%が『夫婦と子』という世帯構成でしたが、2025年にはそれが24・2%になります。さらに1990年生まれの今19歳の人たちでは未婚率が24・3%になってしまう。それから50歳時点での無子率が、1955年生まれの人たちの場合は17・7%でしたが、それが38・1%になってしまうんです。つまりこれらのデータは今後、『子や孫など従来の形の〈家族〉を持たない人の割合が増え、高齢期の介護などを家族に託すことが困難となることを示唆している(国立社会保障・人口問題研究所)』といわれています」

労働力の不足、社会保障費、家事の重負担などが今後の課題だ。これに対して解決方法はいくつかある。移民、社会制度の改革、あるいは多様化する家族や社会への理解といったことも重要だろう。下山氏はそれらの対策の必要性も認める。IRT――すなわちロボットとITを組み合わせた家事支援技術は、あくまでも「対策のオプションのひとつ」だ。

「労働支援、健康支援、家事・介護の支援をテクノロジーの対象として扱っていきたいんです」

この支援技術によってどんなイノベーションが生まれるのだろうか。

「まず生産性の向上による国民所得の引き上げです。それに加えて、GDPに反映されず、行動の制約をたくさん生む家庭内活動、つまり〈ホームプロダクション〉の生産性の向上です。家庭内では介護負担の軽減、それから個人レベルでは高齢者の活動幅の拡大、人に頼みたくない介助支援の提供――こういったものがIRTのイノベーションの対象となるでしょう」

IRT研究機構は前・東京大学総長の小宮山宏氏直轄の組織として始まった。小宮山氏は「課題先進国日本」というスローガンを掲げている。IRT研究機構もこの枠組みの中で捉えられるものだ。

「環境問題にしても、エネルギー問題にしても少子高齢化にしても、日本は世界のトップランナーですが、それをそのままネガティブに受けとるのではなくて『ピンチはチャンスだ』と捉えればいい。そしてその課題を解決していく過程、そこで生まれた製品、あるいはライフスタイルなどを世界に提示すべきです。日本の強みである技術力を生かし、世界最速で進む高齢化社会を乗り切り、世界における日本の競争力を高めると同時に、世界に日本型モデルを提示することができるのではないでしょうか」

だが、ロボティクスでホームプロダクションの生産性向上

が可能になったとしても、それが直接国民所得の引き上げにつながるのだろうか。下山氏は、労働力人口が減少する中で年齢や男女を問わず、すべての人が今後、社会で働かざるを得なくなるだろう、と予測する。そして、その人たちの負担を軽くするのが口ボティクスの役割だと語る。

一方で、そのような社会の中心を担う、今の若者の多くには危機感がほとんど感じられない。

「それは社会が豊かだからです。ただこれからはこれまでの時代と比べて相対的に貧しくなる。私たちは今まで貧しくなる過程を経験していないでしょう？ 今回、一時的に大きな不況が押し寄せていますが、今後は少子高齢社会の進展に伴って、社会活動や経済活動など、もろもろのパラダイムの変化が大きく起こってくる。その課題解決のオプションのひとつとしてＩＲＴを提案しているんです」

機械にさせたいこと、人間がやりたいこと

何でも機械で解決できるわけではないが、機械で解決できる課題も第1次産業、第2次産業、第3次産業それぞれにあるのではないか。

「第1次産業の中では、例えば林業での不整地移動、植林、枝打ちといった作業です。林業人口は今のままだとあと何十年かしたらゼロになってしまう。でも林業がないと山が荒れてしまい、国土保全に関わる問題になるので壊滅したら大変です。第2次産業でいえば建設業です。今はビルを人間が建てていますが、もっと機械化できる部分があるはず。第3次産業でも、オフィスでのごみの回収や商品管理など、機械でできそうな作業がずいぶんあります。すべて口ボットが代替していいかどうかという議論はまた別にしても、口ボット化できる部分はあるだろうということです」

健康、生きがい支援についても可能性がある。

「例えば、人に頼みたくない介助が問題になっています。中でもトイレやお風呂は、人間よりも機械が介助した方がいいといった声も多いんです。介護する側から見ても機械で代替できることはある」

一方、機械や口ボットにしてほしくないという声が多い行為もある。料理や育児などがその代表例だ。

「クリエイティビティーが求められることに関しては、やっぱり機械で代替するのは良くないでしょう」

だが、こういったアンケートのデータを信用して良いのだろうか。消費者は自分のニーズを正確に言葉にできるとは限らないし、また、現在登場していないサービスやプロダク

トを使う状況を、具体的に想像することも難しい。下山氏もその可能性は認めているが、ＩＲＴ研究機構が実施したアンケートも含めて、現時点での消費者のニーズは、開発者の議論の拠り所にしていくという。

一般的なアンケート調査において、「機械にやってほしいこと」として上位に上がるのは、「時間の無駄」あるいは「非効率」だと考えられがちな行動、「誰がやっても同じ」行為である。一方、「労働の価値」がプラスに表れる部分は、機械に代替してほしくないと思っているようだ。そういった傾向はあるものの、どんな機械が本当に必要とされているのかは、実際にサービスとして世に出すまではっきりとは分からない。

個人移動をサポートするパーソナル・モビリティー

家電型と自動車型から

下山氏らＩＲＴスタッフは、7年後に2種類のプロトタイプを開発したいと考えている。

まずひとつ目は、家庭内の生活を支援する「ホームアシスタント・ロボット」である。部屋の片付けや洗濯物、食器の片

付け、風呂掃除などを手伝うものだ。単機能ロボットではなく、望まれる機能をできるだけ1台のロボットに盛り込むことで付加価値を上げたいそうだ。

もうひとつは「パーソナル・モビリティー」だ。1人用の乗り物で、個人の移動をサポートするロボットである。道路の障害物や凸凹を避けて走るだけではなく、暗い夜道や悪天候でも安全走行し、電車などの公共交通機関にもそのまま乗り込め、走行途中で搭乗者が乗り捨てた場合も自動的に帰庫する機能を持っている。半径2㎞程度のコミュニティー圏内を安全に移動でき、近所のスーパーの店内に乗り込みそのまま買い物ができるようなものを想定している。高齢者介護というコンセプトだが、若者向けも視野に入れる。

電通総研によるアンケート結果では、ホーム アシスタント・ロボットは価格が100万円であれば世帯の26・8%が「買いたい」と答えたという。あくまで試算だが、販売価格が100万円で1080万台売れれば10・8兆円の売り上げになる。その金額のうちセンサーの額が10%を占めると考えると、センサーメーカーにとっては1兆円産業になる、と下山氏は予測する。

「非常に大きな産業になるのではないか。パーソナル・モビリティーの方も、100万円なら19・5%の人が『購入する』と答えています。100万円で1720万台売れれば17・2兆円。なかなか元気が出る数字ではありませんか」

IRTではほかに、ライフログ、実世界サーチシステム、MEMS触覚センサー、赤外線イメージセンサーなどを開発している。今後、要素技術の開発をさらに進めた上で、それらを組み合わせて実証実験を進めて、仕様を策定していきたいという。

新規産業創出は大学発ベンチャー向き

「ホーム アシスタント・ロボットやパーソナル・モビリティーは新規産業なので、既存産業に置き換わるものではない。その産業が立ち上がるのがこれから10年後、20年後になるのではないか」と下山氏は語る。

大型のロボットであれば自動車のような、小型ロボットは家電のような販売方法で市場に出ていくと考えられる。

「けれど僕は、それでは期待を超える ロボットはできないと思う。安全性や信頼性を担保する ロボットをつくるだけでも大変なのに、そこにコンテンツも加えるのは大変なこと。それに、大企業だと『企画書を出すなら100億円売り上げられるものにしろ』と言われるでしょう。『最初は1

000万円しか売り上げられません』なんて製品は『明日おいで』と言われてしまう」

ではどうするか。大学がベンチャーを立ち上げ、例えば初年度1000万円、2年後には5000万円、3年後には1億円と、成果目標を小刻みに設定できる環境が望ましい。

「要は、企業のような短期的な『100億円ビジネス』を期待される環境ではない場でスタートしたい。そのため、大学発ベンチャーに企業の人を受け入れられる仕組みをつくろうとしています」

東京大学の福利厚生制度や、大学名をPRすることで、できる限りの研究開発環境を整えようと考えている。

「企業に比べて大学は決して給料は良くないけれど、大学の研究開発環境で5年ほどやってみていただきたい。その中で成功例をひとつでもつくれたらいい。大学の授業を担当したり、学生の指導をしたりする必要はありません。5年間、大学の給料を貰うので東京大学の教員ではあるけれど、しっかり研究開発に没頭できる環境を整備するわけです。企業からもそういった人を受け入れてベンチャーができないかなと考えています。甘いと言われるかもしれませんが、優秀な人にいろいろ面白いことをやってもらおうとしたら、給与面も考える必要があるでしょう」

具体的には、ロボットのソフトウェア、コンテンツとなるアプリケーションをつくるベンチャーが必要だという。だが、肝心のロボット・ハードウェアが存在しない現状では、まだ実現は難しいとも思われる。

目指すは夢より「実用性」

基礎研究からのスピンオフとなると、例えば2足歩行制御の研究を突き詰めることから生まれたホンダの歩行アシスト※技術なども面白い。だが、東大IRTでは人体に装着する「パワードスーツ」的なロボットには興味がないという。

「なぜなら、誰でも場所を選ばずに使ってもらうためには、あの形のロボットは、まだハードルが高いと思うからです。7年から10年後には実現可能な商品になるロボットを、と考えると、すでにかなりの技術が完成に近いところまでできていなくては間に合いません。ロボットの種類としては、人がロボットの上に搭乗するタイプかもしれないし、人に密着してサポートするタイプかもしれません。ただ、ロボットの作業は裏方が基本でしょうね。人間からは少し離れた場所にいて、人間が寝ている夜に黙々と働いてくれ

※ホンダの歩行アシスト技術…高齢などで脚力が衰えた人の歩行をサポートする、装着型ロボット。歩行・階段昇降や中腰で作業をするときの脚の筋肉、関節の負担を軽減する。

るような口ボットの方が現実的に実用化が近いのではないか」

もちろん、現実よりはもっと夢に近い口ボット技術も研究はしている。

「例えば口ボットが、ある程度ですが固体ではなくて液体で構成されていて、壊れた箇所が自動的に修復されるものとか。材質はタンパク質が基本。そういうものもあり得ると思いますよ。でもまだずっと先です。まだ100年先ですね」

しかしこういった「夢のような口ボット」は「IRT研究機構のミッションではない」というのが下山氏の意識だ。

「技術として『これだけできるんだ』と実際に形にして社会に示したい。今まで将来を語っておきながら『口ボットは何もできませんでした』では許されない。『できる、できる』と言いながら、結局最後までできなかったらいったい何だということになってしまう。研究成果を社会に還元することはひとつの出口として持っていなくてはならないと思っています。社会の課題解決に貢献するような技術のロードマップを描いて、産業化まで持っていきたい。目標は夢の実現ではないんです。着実にできる目標を狙いたい」

技術的には、およそ10年後には小型かつ軽量、柔軟で器用な「手」でお茶を運んでくる「ホームアシスタント・口ボット」は十分実現すると予想する。

「大勢が口ボットを使えば使うほど、そのロボットがお互いに情報を共有してどんどん使いやすくなる。口ボットにコンピュータ機能を持たせることの意味は、ほかの口ボットのユーザーが書いたプログラムを再利用できる点です。ウェブの情報量が爆発的に増えたのは、ウェブを利用する個人がどんどんウェブのコンテンツを書けたから。それと同じように、『口ボット・コンテンツ』をユーザーが書けるようになると、役立つコンテンツが増える。今は車にもいろいろなコンテンツが入っていますよね。カーナビは、車の基本的な性能を左右するものではありませんが、役に立ちますし、面白い。口ボットもそういった面白みのあるコンテンツを載せられる可能性もありそうです」

問題は、社会で受け入れられるかどうかだ。

「口ボットは、人間の感性や精神性に関係するような行為に立ち入るべきではないという考え方もある。IRT研究機構では人の精神的な領域に密接に関わるようなコンテンツはつくりません。もちろん別の考え方もあるでしょう。例えば、ニンテンドーDSソフトの『脳を鍛える』プログラムには、私もドキッとしました。同様に、口ボットが人の

体や脳を鍛えるというものをつくってしまうとドキッとされてしまうかもしれない。でもあのDSのソフトは受け入れられている。こういった議論は、社会学の先生たちからご意見をいただきながら東大内でも検討はするつもりです」

ゲームや音楽、いわゆる「コンテンツ」と呼ばれているものには、人間の直接的な快感に働きかけるものが多い。ロボットは外界に働きかけて周りの環境を変化させるものだが、ゲームのようなコンテンツは、たとえゲームをクリアしても、現実の世界は何も変化していない。変化したのはユーザーの脳の中だけだ。だが、我々は自分の脳の状態を変化させるためだけに積極的にゲームをプレーして、指先と目からの刺激を受ける。自分の脳の状態を変化させるためには、何らかの刺激を外側から受けないといけないのかもしれない。人と会話すると様々な刺激を受けるが、1人でじっと座って考えていても何も変わらないのだ。

今後、人間の脳や心の部分に口ボットが入りこんでくる可能性はあるのだろうか。

「僕は10年後、20年後といった近い未来には、口ボットが人の心に入ってくることはないと思っています。今までSFなどで描かれてきた『未来の夢』を全部現実の口ボットに放り込んでしまうと、口ボット技術が一般社会から誤解されてしまいかねませんから」

家庭用口ボットの値ごろ感

気になるのは、口ボットを購入しようと思ったとしても、初期費用、導入コストがかなり高額なのではないか、ということだ。だが下山氏は楽観的だ。

「価格は『材料費×10倍』で落ち着くといわれています。ですから大きめの口ボットだと、小型車の価格程度で買っていただけるんじゃないか。例えばiPhoneは小さいから安い。MEMSもさらに小さいものだから1個100円なんて言われてしまいます。やはり落ち着くところは『材料費×○倍』なんですね。だから、大きくて重いものならお金を払ってもらえるんじゃないかと思います。十分満足する機能があれば100万円であっても購入してくれるのではないでしょうか。ただ、もちろん、ニーズ調査は必要です。かつ、デザインも重要です。大きさも含めてね。ただ機能さえあればいいというものではないでしょう」

特にパーソナル・モビリティーには期待しているそうだ。電動車いす、あるいは高級ベビーカーぐらいにまで価格が下がれば、普及する可能性はあるかもしれない。実際には1年、2年しか使わないものであっても、ベビー向けならば

出費する顧客は存在する。または、ベビーカーをIT化したり、ベビー用からさらに違う用途に改造できるようにしたり、というような応用的な利用パターンも考えられる。

家庭に口ボットが入ってくるといっても、家電型か自動車型かでまったく異なる。部品精度のレベルが異なるため価格も違ってくるし、販売したあとのメンテナンスの考え方も違う。購入者の意識も違う。しかもこれからの時代には、所得が相対的に低下していくと予測される。高性能で高価なものを1台ドンと買うのか、それとも安価ではあるが、機能が分散化したものを必要に応じてバラバラに購入するイメージなのか、どちらがより下山氏の理想に近いのだろうか。

「バラバラ、というのは掃除口ボットの『ルンバ』※みたいな単機能口ボットが複数台家庭に入ってくるというスタイルだと思いますが、私のイメージは逆です。高性能なものが1台あるイメージです。したがって最初は富裕層やBtoBから口ボットが導入され始めるでしょう。中古口ボットビジネスやシェアリング、リースといったマーケットが形成されていく可能性もありますね。もしヘルスケアや介護の分野で役立つことがわかれば、スウェーデンのように国の支援も受けられるかもしれない。現在1台5万円程度で売られているような口ボットは、購入者はたぶん『使えなければ捨てればいい』という感覚で買っているわけでしょう？ そのように使い捨てが前提の口ボットではなく、我々は末長く使ってもらうことを目指しています。製品寿命も長く、頻繁にモデルチェンジもしない。ただ、オプションとしてはいろいろ加えられるものを想定しています」

しかし、家電モデルでは現在の大型冷蔵庫の価格帯以上のものは厳しいのではないだろうか。そうなるとせいぜい20万円だ。

「でも数百万円のシステムキッチンにビルトインされる口ボットであれば、多少高くても受け入れられるかもしれない。多機能の口ボットならばソフトウエアでアプリケーションを追加していくこともできるでしょうから、例えばお風呂掃除をする口ボットに、浴槽だけではなく、壁や床のタイルや洗面器も洗う、といったオプションを追加できる。そういうものをイメージしています」

年を取ってくると部屋の片付けもひと苦労する場合もあるが、そういうときに、代わりに作業してくれるものも想定しているという。確かに、実際に仕事をするとなるとIT技術だけでは何もできない。口ボットのような物理的なサポーターが必要になる。よって、具体的な形はまだ描

※ルンバ…米・iRobot社が製造販売する口ボット掃除機。

家事を代行してくれる
ホームアシスタント・ロボット

けないが、将来は口ボット時代が来るのではないかと、多くの人が期待している。

技術開発、今後の課題は「人」と「場」

だが、なかなか口ボット時代はやって来ない。それは結局のところ、技術が足りないからだと下山氏は言う。

「本当に技術が足りないと思う。展示会ではうまく動作しているように見えているけれど、実際には自宅に持って帰って動かすことは難しい。そういったジレンマから抜け出すためには、とにかくいろいろな場所で実証実験をして課題を解決するしかない。それに、実際の社会の中で実証実験をやると、新しい研究開発テーマが見えてきます。例えば人が口ボットに少し協力してあげるだけで、口ボットのソフトウェアの負担は大幅に軽減することを、3年間実証実験をやって実感しました。口ボットにとっては、自分が見ている画像からどれが『コップ』であるかを完全自動で認識するのは大変な作業です。でも、人が『ここ』と指示してあげることで課題が簡単になり、口ボットの動作の精度は向上します」

家庭以外での口ボットの用途はＩＲＴ研究機構の現在のミッションではないが、医療や農林業の現場、海底などで

活躍する資源探索ロボットなどは、今後の用途として期待されている。ロボット技術を応用して地震観測網をつくるのも面白いかもしれない。

「医療では人間の『第3の目』や『第3の手』となり得る分野が重要です。つまり、人間には見えない場所が見え、人では触れられない場所を触ることができる。そんな分野ですね」

「僕はロボットを30年前から研究してきましたが、東大ではさらにその10年、15年前からやっています。かなり時間がかかっているわけです。そんなに時間をかけて研究しているにも関わらず、ほかの国がロボット産業を成功させたとしたらやはり悔しい。そういう感覚を持っています。トヨタのような1社の企業だけでロボット開発を進めていても、恐らくロボットビジネスは成り立たないでしょう」

ロボット研究にとって一番欲しいものは「人」、その次は人が集まれる「場所」である。

「研究費は後からついてきます。やはり人が集まってディスカッションし、ほかの人の研究内容を目の当たりにできる場所が必要です。『百聞は一見にしかず』ですから。それに、時間と場所を共有していると、不思議ですが情報も自然と共有できるようになりますしね。研究のノウハウや、論文には書いていないことが、研究の現場にはたくさんあるんです」

センサーやファクトリー・オートメーションの企業には、単なる部品としてのセンサーではなく「付加価値の高いシステムやサービスを積極的に提案してもらいたい」と話す。

「あるいは強みのある最終的な製品のイメージがはっきり見えている中で、そこのコアになるようなデバイスにも期待しています」

20年後の「まち」「暮らし」とロボット

下山氏は、「ロボット製品は若い人たちとともに我々の世代が老後に買うもの」だと笑う。

人口が減少すると、中心の外側に形成された社会の価値も減っていくことになる。そうすると、「人がいない公園には誰も行かない」といったような状況が生まれ、荒れた場所が増えることが予想されるのだ。

「地方の主要都市も寂れてくる可能性があります。昔は駅前商店街があったけれど、最近は郊外のショッピングセンターにみんな車で行く。これからまちはどんなふうになるんだろうかと、いろいろ考えを巡らせることがあるんです。ある程度、コンパクトにまとまったコミュニティーができ

皿を食器洗い機に入れるマニピュレータ

ていくのかもしれない。これから人口減少とともに緑地が増えることが予測されるので、そんな緑地が核になるかもしれない。やっぱり東京は便利で住みやすい場所であることが強みですよね。地方が困るのは、便利で快適な『東京的体験』が提供できないことだそうです。ですから地方に『東京的体験』を導入するとなったときに、ITやロボット技術で何か貢献できないだろうかという話はありますね。まだ漠とした話ですが」

東大の都市工学者・大西隆氏が著書『逆都市化時代――人口減少期のまちづくり』（学芸出版社、2004年）の中で、「まち」の変遷についてこのように書いている。まちは、最初は駅前商店街という形で戦後復興が始まったが、モータリゼーションによる自動車社会化がほぼ完了したことで、まちの中心地が郊外に移り、駅前商店街が廃れるという逆転現象が起こってきた。

では、これから先はどうなるのだろうか。今から20年前に遡ってみると、大規模ショッピングセンターが登場した時点でそのような現象が起こることはすでに見えていたともいえる。そのように考えると、20年後の新しい都市の兆しは、何かしら見えているはずだ。独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の未来予測では、都

市の物流が口ボット化されるという予想もあった。

「どうなるんでしょうね。働き方も変わるだろうし、家族構成も変わる。子どもを持たない人も、あるいは結婚すらしない人も、実際、僕の周りで増えていますよ。そうなると孫を持つ人が半分になるわけですから、マクロな消費行動も変わる。未来の都市機能への予測は、描こうと思ってもなかなか描き切れないですね」

ＩＲＴ研究機構では、ショッピングセンターなどの商業スペース内での口ボット活用について、社会実証実験を行いながら課題をひとつずつ解決していくつもりだそうだ。同時に口ボットの「ブランド化」も、実用化へのステップとしては必要なのではないかと話す。

「まずはおしゃれなイメージを持ってもらえるよう、タレントや有名人に使ってもらうのも一案です。何にしても、台数が出始めて売れないと仕方がないので、ＰＲ戦略が課題です。ブランド化して、口ボットを持っていることがちょうとしたステータス、みたいな感覚を持ってもらうようにすることから始めたらいいかもしれない」

よく「福祉用の電動車いすの開発はやらないのですか」と尋ねられるそうだ。だが、電動車いすのマーケットは、自動車や家電製品のマーケットとは異なる。電動車いすをターゲットに追加した瞬間に、福祉用技術特有の多くの新たな課題が持ち上がる。

「福祉の分野から出発するのではなく、とりあえずはいろんな人に幅広く使ってもらえる分野をにらんでいます。そこで普及した技術を車いすに適用するという道筋が我々としては良いのではないかなと思います。確かに車いすや、介護のときに人を持ち上げる口ボットも大切ですが、すでに走り始めているＩＲＴの中心に置くことは考えていません」

どこに軸足を据えるか。技術開発もこれからのまちづくりも、それを見いだすことが重要なのかもしれない。