

人に役立つ次世代ロボット

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 機械システム部 **大重 隆**

1. はじめに

日本人にとってロボットといえば、アニメーションや実写のテレビ放送や映画などに登場したヒーロー的なロボットをイメージする人が多いのではないのでしょうか。それは、ちょっと古い世代には「鉄腕アトム」や「鉄人28号」、中年層では「ジャイアントロボ」や「マジンガーZ」、若い年代層では「ガンダム」や「新世紀エヴァンゲリオン」など、それぞれの世代でイメージするキャラクターは違っても、それらは概ね人型のロボットです。では、実際のロボットはどんなモノでしょうか。ロボットを用途で分けてみると、自動車の組み立てラインや塗装工程など工場で働く産業用ロボット、人間が踏み込めない環境で作業を行う特殊環境作業ロボット、介護や家事など我々の身近な生活で活躍することが期待されている生活支援ロボット、また、軍事用のロボットも諸外国では開発が行われています。

日本では、製造業を中心に、産業生産性を向上させる手段としてロボット技術やロボット産業が発達し、これまで産業用ロボットで世界をリードしてきました。今後は、このような高い技術レベルを活用して、介護や家事などのサービス分野で活躍する生活支援ロボットの発展に期待が高まっています。

2. 日本のロボット産業

ロボット大国ニッポン

日本では、自動車や電子電機産業を中心とする製造業の成長を背景に、工場の生産性を高める手段の一つとしてロボットの導入が進みました。自動車の生産現場などに導入された溶接ロボットや、電気・電子機器の組み立て工場で無人化ラインを形成する産業用ロボットが日本の製造業を支えてきました。日本の産業用ロボットは、1980年代から本格的な導入が開始されて以来、順調に稼働台数を伸ばしてきています。その結果、日本はロボ

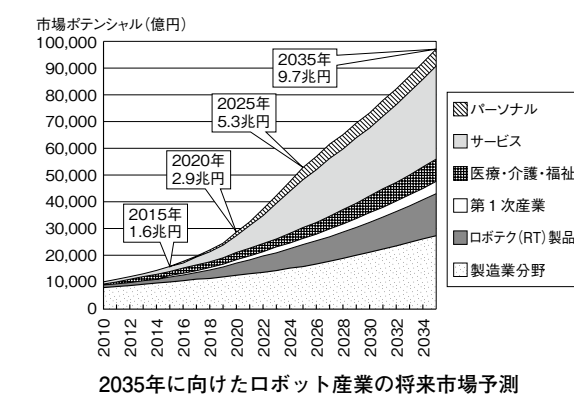
ット稼働台数世界一になっています。

また、出荷ベースでみても、日本のロボットメーカーが7割以上のシェアを占めており、高い国際競争力を有している産業の一つに挙げられています。

急速に進む少子高齢化社会

一方、日本は2025年に高齢者人口が全体の約1/3を占める見通しであることなど、少子高齢化が進行する先進国の中でもそのスピードはもっとも速くなっています。このように、少子高齢化が進展すると、様々な産業で活躍する人材の絶対数が不足する時代が到来することが予想され、これを補うものとして、製造業やサービス産業などをはじめとする様々な産業分野での自動化・ロボット化の必要性が高まってきています。

これらを踏まえて、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」）では2009年度に将来のロボット産業の市場について調査研究を行い、その規模を試算してみました。この市場予測によると、現在、産業用ロボットを中心に約1兆円の市場規模のロボット産業は、2035年には9.7兆円に成長するものと予測され、清掃



いった。障がいの違い、環境の違いなど様々な差に対応しなければならず、人が装着するためには小型化・軽量化も課題であった。

2004年、山海教授は最先端の技術を本当に必要な方に広く提供するために、HALの開発・製造・販売を手がける大学発ベンチャー企業「CYBERDYNE(株)」を起業した。CYBERDYNEでは実証実験を繰り返しながら一体一体HALをつくっていった。2008年に生産拠点となる新社屋が竣工、量産体制が整い、10月に製品化が始まった。

HALを使って
鳥廻弘美さん 下平熊 健さん
鳥廻さん：現在、HALを使い始めて3か月ほどになります。1日40分程度、HALを使用しています。以前にHALの映像を見ていたので、新しい治療法に挑戦してみようと思っていました。最初は、どのよう補助してくれるのか想像もつかず、ちょっとした動きでも反応してしまい、ごこちない動きしかできませんでした。今では、自分の左足の動きをサポートしてくれています。リハビリ後、HALを外して自分の力で足を動かすと、リハビリ前よりも軽く動くのを実感できますね。重力を感じないくらいです。もう少し、装着に手間がかからないと便利だなと感じています。私たちの使用した意見を改善に反映してもらえればうれしいです。
下平熊さん：私はHALを使い始めてまだ3日目です。1日1時間程度、リハビリで使用しています。最初は、なかなか自分の意識とHALの動きが合わず大変でしたが、今では少しずつ合うようになってきました。今はまだ足を上げる補助をしてもらう程度ですが、これからはうまく動かせるようにすることが最大の目標です。私は体が大きいので、今の体型がHALの対応できる最大限になっています。もう少し大きな体型にも対応できるようにになると安心です。

*生体の生命維持活動に関わる情報伝達によって生じる電気信号を生体電位といい、身体を動かそうとする意思を反映した信号。

が発売された。そして2003年に、オランダの福祉機器会社が「マイスプーン」を販売させてほしいと興味を示した。EU域内への輸出には、CEマークの取得などさまざまなハードルがあったが、準備を重ね、2004年に輸出が始まった。その後、オランダで高い評価を得て、ノルウェー、デンマーク、ベルギー、ルクセンブルク、イタリア、フランスにも輸出されている。

食事を楽しくする食事支援ロボット「マイスプーン」
食事支援ロボット「マイスプーン」を使用するには、あらかじめ食べ物を一口サイズに切って専用の食事トレイに盛りつけておく。ジョイスティックをあこや指先、足など利用者の残存機能を使い、前後左右に操作してアームを動かす。食べ物をつかむ指示をすると、スプーンとフォークが食べ物をつかみ、一口まで運んでくれる。あとはスプーンに口をつけるだけで、フォークがスライドして食べるができる。操作は簡単で、ご飯や豆腐なども食べることができるという。ロボットの動きもスムーズで、慣れてくると、20～30分程度で食事をすることも可能だ。「マイスプーン」は、頸髄損傷、筋ジストロフィー、慢性関節リウマチなどの疾患を持ち、手が不自由な方に利用されている。石井氏によると、毎日の食事もヘルパーさんの介助を受けて、一口ずつ食べさせてもらっていた方が、「マイスプーン」を使うことで、介助者や家族と一緒に食事を楽しむことができるようになったと喜んでいただいているという。いつでも自分のペースで好きなものを食べられることで、障がいを持つ人のQOL(生活の質)を向上させることに役立っている。石井氏のもとには、もっとコンパクトになって、レストランなどに持っていききたい、といった声も寄せられているようだ。

や警備などのサービスロボット、介護用のロボット、個人が使用するパーソナルロボットが大きく成長するものと見込まれています。

3.生活を豊かにする次世代ロボットの開発

ロボットの研究開発に早くから注力していた日本は、世界の中でもトップレベルの技術力をもっています。日米欧の特許庁における出願国籍別のロボット技術の特許登録件数を見ると、日本国籍のものは日本国特許庁で1,200件(約93%)、米国特許庁で354件(約21%)、欧州特許庁では214件(約33%)となっており、欧米に比べても活発な開発が行われていることがわかります。また、ロボットの国際会議IROS(Intelligent Robots and Systems)での論文発表から、分析してみると、日本国籍のものは制御技術、知能化技術、コミュニケーション技術など、どの技術分野においても発表が多くなっています。

このように世界を牽引する日本のロボット技術の研究開発力を活かし、新たな分野へ次世代ロボットの実用化を促進するためNEDOでは、わが国の叡智を結集し、次世代ロボットを開発するプロジェクトを推進しています。

「人間支援型ロボット実用化基盤技術開発(2005～2007年度)」では、実社会での使用に耐えるロボットの開発の観点から、福祉介護分野で実用化が期待されるロボットについて、病院・施設のユーザーの声を取り入れながらリハビリ・自立動作・介護動作の各支援ロボットの実用化技術の開発および実際に被験者による実証試験を実施しました。特定の環境下において一定程度継続的に人と接触して動作するロボットの実証試験が行われるのは初めての試みであったため、プロジェクト内に「ロボット倫理問題及び安全性の検証専門委員会」を設置し、リスクアセスメントにより使用者および対人への安全性や人権問題のリスク等を洗い出し、安全設計等で可能な限り対策を施し、加えて適切な現場運用や保険でカバーする領域についても検討しました。このように次世代ロボットの実用化に向けてはロボットの技術開発のみならず、開発したロボットが安全でなければ普及し

歩行補助ロボット WPAL(ウーバル)

開発 藤田保健衛生大学教授 才藤栄一 鈴木 亨
アスカ株式会社開発本部

脊髄が損傷による、歩ける!

事故や疾病による脊髄損傷の発生は、年間約5000人と推定されている。脊髄を損傷すると脳からの指令が損傷部分より下には届かなくなる。胸や腰の高さで脊髄損傷が起ると、下肢の動作ができなくなり、車いすにたよることになる。けれども、車いすの生活を続けると、骨粗鬆症などいろいろな健康障がいのリスクが高まる。

WPAL(Wearable Power-Assist Locomotor)は、下肢が完全に麻痺した人が再び立つて歩くことを補助し、リハビリの効果を上させるロボットである。利用者は両下肢に装具(金属製の支柱)をつける。装具の足首・膝・股関節はモーターで動く。動きのタイミングを制御することで歩く動作が生み出される。使用者は歩行術を持って上半身のバランスをとることによって下肢が麻痺していても歩くことが可能になる。

才藤教授、鈴木教授(2009年死去)が装具やロボットの開発に取り組み出したのは1992年である。鈴木教授は自身も脊髄を損傷していたため、ロボット工学の視点からだけでなく、障がい者の目線も加えて開発した。2000年に、車いすと併用することができよう主要な装置を両下肢の内側に収める設計としたPrimewalkという股関節をスムーズに動かす装置が完成した。

しかし、この方法では関節部分に動力がないため、歩行による疲労が大きく、立つ・座るという動作も上肢の負担が大きかった。そこで自動車部品・産業ロボット等を製作、機械制御の技術をもつ

ないとの認識で、様々な検討が進められています。

4.今後の取り組み

すでに普及している産業用ロボットに関しては、労働安全衛生規則などで安全性の基準が整備されており、ロボットが稼働している場所には人間が近づかないよう柵で隔離し、また、人間や障害物が入り込んだときには作動を停止して事故が起きないようにするなどの安全対策が講じられています。しかし、我々の身の回りで活躍するサービスロボットは人間と直に接しサービスを提供するため、より高度な安全確保の取り組みが求められます。一方、実社会ではサービスロボットの認証・保険、メンテナンス等のロボットを取り巻く周辺産業が未発達であることおよび現行法制度がサービスロボットの利用にあたって障害となるケースがあるとともに、安全性基準やその評価方法、運用にあたっての法規制が未整備であるという社会的課題があります。

このような課題に対してNEDOでは「生活支援ロボット実用化プロジェクト(2009～2013年度)」を開始し、機器・電機安全、機能安全などを基盤に、生活支援ロボットとして産業化が期待されるロボットを対象に安全性等のデータを取得・蓄積・分析し、具体的な安全性検証手法の研究開発を安全性基準等の国際標準化を念頭に置きつつ推進します。そして、リスクアセスメント技術、危険予防技術の検討や実際の使用環境下で幅広い参加者による実証試験を集中的に実施します。このような取り組みを通じ、周辺産業や法制度などロボットを取り巻く社会環境が整備されることにより、様々な場面で「人に役立つ次世代ロボット」の導入が促進されるものと期待されています。

5.おわりに

次世代ロボット技術は、世界最先端のレベルにある一方、世界に先駆けて少子高齢化社会を迎えるわが国においては、研究開発の加速とその成果の社会への早期導入が必要不可欠です。そこで次世代ロボットの現状について、4つのロボットを例に紹介しましょう。

.....

アスカに協力を求めた。小型モーターや股関節を動かす三日月型の傘歯車など独自の部品を設計、2006年に初代WPALが完成した。大学では数名の被験者を募り、医師・理学療法士・義肢装具士・エンジニアが協力して開発を進めてきた。被験者の意見を参考に歩行パターンの改良などを進めた結果、5代目WPALでは安定した平地歩行が可能となった。現在、より安全で快適な歩行の達成、装着の容易化など、実際に使う人の要望に応えつつ、さらに進化したWPALの開発をめざしている。

WPALを使って
加藤隆典さん
2007年の夏頃から開発に携わせてもらい、週1回くらいのペースでWPALを装着して歩いています。何周も続けて歩くこともあれば、1歩1歩チェックしてもう少しこを曲げてほしいとか、もう少し伸ばしてとか、蹴りあげがほしいとかをエンジニアさんと細かく打ち合わせしながら使っています。WPALはものすごく自然に歩いて、実用化に向けて大きな可能性を感じています。車いすは使い慣れると歩いているよりも速いので、平面ではWPALは車いすには及ばないけれど、実用化されたら、高いところとか、とくに階段、段差、あとはアウトドアのようなフィールドで使い分けられたらと思います。

限定された形でも、やはり立つという選択肢と、立って歩けるという選択肢があるということはすごく心強いと思いますし、望んでいる人も多いと思います。車いすだと常に見上げる形になってしまうので、他の人と同じように立って、同じ目線で話ができ、コミュニケーションがとれるというのは、精神的にもすごく楽ですね。鈴木教授も言われていたのですが、デザイン性なども考えて、着けていても不快を感じないような状態で実用化するというのが大事なことだと思います。

.....

これからの社会で、生活と労働の質を向上させ、少子高齢化にともなう課題を解決するために、ロボットが貢献することをめざしていこうとしている。

スマートバルとは

人の役に立つことを主眼に開発され、片づけなどの家事に始まり、介護や受付案内、事務補助など幅広い業務への対応が期待されているロボットである。

現在5号機まで進化しているスマートバルは、人間の目線に近い全高約133cm、「腕による作業」を重視したロボットである。スマートバルは、音声を認識するためのマイク、対象物との距離を測る距離センサー、目の役割をするCCDカメラ、2kgの物をもてる腕部ユニット、物をつかめる手部ユニット、かがむことができる腰部ユニット、特殊な車輪がついていて前後・周回・横移動もできる移動部ユニット、危険を察知し安全性を高める接触センサーを装備している。

片腕に人間と同じ7関節をもち、腰をかがめ、指示通りに物を置いたり、取りに行くこともできる。腕の力加減を自動で察知し、ドアにさわると自動でドアノブを引くことができる。家庭内の動作を想定すると、「冷蔵庫から飲み物を出す」「書棚から本を取る」「机から新聞を取る」「棚から食品を取る」「簡単なゴミを拾う」などの機能が可能である。近い将来には、介助犬レベルの機能に引き上げることが目標となっている。

スマートバルは音声認識機能を持っているので、頭部のマイクに向かって「ジュースを取って来て」と音声で指示するだけで、誰でも簡単に操作することができる。他にパソコンのタッチパネル画面や、専用のリモコン端末から無線で操作することもできる。