

日本の最先端技術

ここまできた人型ロボット

会話、伝言、留守番など、ロボットが家族の一員となる時代に！

三菱重工株式会社

いま日本は空前のロボット・ブームに沸いている。2005年3月から約半年間にわたって開催された愛知万博「愛・地球博」では、最先端技術を結集した多種多様なロボットが登場し、大きな反響を呼んだ。世界のトップを走るといわれる日本のロボット技術。今回は三菱重工の「wakamaru」と東芝の「ApriAlpha? v3」、「ApriAttenda?」などにスポットを当て、ホーム用ロボット技術の最前線に迫る。

人型ロボットは長い間日本の少年・少女の憧れの的だった



ロボットという言葉が登場したのは、1920年にチェコの劇作家カレル・チャペックが戯曲「ロッサム万能ロボット製造会社 RUR」で、人造人間に「ロボット」という名を付けたのが最初だった。ロボットが実用化されたのは1950年代以降で、特に80年以降は産業用分野で目覚ましい発展をとげた。例えば、自動車工場での溶接ロボット、原子力施設での保守点検ロボット、宇宙空間での船外作業ロボットなどが代表的な例である。それらはいずれも、危険な作業や単純作業の繰り返しなど、過酷な労働における人間の代替えとして開発されたものであり、安全性の確保、品質・生産性の向上に大いに貢献した。このようにロボットは、最先端生産システムの中核を担うかたちで発達してきたのである。現

在、世界におけるロボットの保有稼働台数は、国際ロボット連盟（IFR）が発表した統計によると、2002年末で約77万台、うち日本における稼働台数は約35万台と、世界の約45%を占めている。

このようにロボットは産業用分野で発展し、技術の集積がはかられてきた。だが近年に至り、日本では人と共生するロボットに関心が集まり、各社が開発を競い合うようになってきた。そして愛知万博を契機に、ブームといわれるほど人型ロボット、ホームユースロボットの誕生が相次いだのである。

日本は人型ロボットでは世界をリードしているといわれている。欧米では宗教的な理由から、ロボットに対する拒否感をもつ人が多いといわれるが、日本人には拒否反応がまったくない。そればかりか人型ロボットに対する強い憧れがある。日本人なら誰もが子供の頃、マンガやアニメでロボットに親しんできたものだ。マンガの「鉄腕アトム」やアニメの「ドラえもん」は子どもたちの英雄であり、友だちのような存在だった。そして誰もが一度は、いつかはロボットと一緒に暮らしたいという夢を見たものである。そうした共通体験が、日本における人型ロボット発展の大きな推進力となっているのである。

少子高齢化現象の進展で生活支援ロボットへの期待が高まる

ロボットへの関心は日本ばかりでなく、アジア諸国に広がっている。日本では数年前から高等専門学校や大学の学生を対象とした、ロボットコンテスト（通称ロボコン）がちょっとしたブームとなっている。ロボコンとは各学校の選抜チームがアイデア満載のロボットを製作し、ロボット同士を戦わせて勝ち負けを争い、優勝チームを決めるというゲームである。これはNHKテレビの人気番組となり、最近では中国やタイ、インドネシアなど、アジア各国の大学が参加する国際大会に発展している。

日中におけるロボットでの交流も盛んになってきた。2005年12月1・2日、第4回日中産学官交流フォーラムが「ロボットの未来と日中交流」をテーマに東京大学で開催された。期間中に鄭南寧・西安交通大学学長など特別ゲストによる講演、技術開発の現状報告、部門別の分科会などが行われた。

日本におけるホーム用ロボットは、人と生活を共にすることを基本に開発が進められている。各社がロボットに搭載しようとしているのは、家事の手伝い、高齢者の介護、癒し、警備などの機能である。こうした背景には日本における少子高齢化現象がある。日本の総人口は2006年をピークに、07年から減少に転じると見られている。一方、高齢人口は増え続け2025年には3.5人に1人が65

歳以上になると予測されている。少子高齢化によって起きるさまざまな問題の解決に、ロボットは大いに役立つと期待が高まっている。

では、ビジネスの見地からロボットにはどれほどの魅力があるのだろうか。（社）日本ロボット工業会では、現在は産業用ロボットが中心で市場規模は5,000億円程度に止まっているが、これが2010年に3兆円、2025年には8兆円規模に拡大すると予測している。その理由は、ホーム用ロボットが2010年に1.5兆円、2025年に4兆円と、ロボット市場を拡大するとみているからである。人型ロボットでは要素技術を結合する統合技術が重要になる

ホーム用ロボットには、人と接するためのコミュニケーション機能や、人と一緒に行動するための運動機能、留守番をするためのセキュリティ機能などが必要となる。また、人の生活を支えるには、灯りやエアコンをつけるなど、ネットワークにつながる機器を操作するためのインターフェース機能が求められる。

そのためには、人を認識し話しかけたり質問に答え、命令に従うなどの働きをしなければならない。例えばオーナー（主人）の質問に答えるには、まず顔を認識せねばならず、それには顔検出、顔認証などの画像処理技術が、また質問を聞き取りそれに答えるには音源分離、音声認識などの音声処理技術が必要となる。

三菱重工で人型ロボットの開発にかかわった神戸造船所新製品・宇宙部課長代理の石原佳幸氏は、開発の過程を次のように振り返る。

「当社は要素技術に関しては産業用ロボットなどで集積済みでした。問題点はそれぞれの要素技術をいかにインティグレーションし、スムーズな動きや処理の流れをつくるかでした。心を砕いたのは、いかに人間らしいしぐさを取り込むかという点です。wakamaru は話の内容が理解できないときなど、首を傾げて予期せぬ言葉を発したりしますが、それがまたかわいいと好評で、ホッとしています」

ロボット技術を各社それぞれが切磋琢磨して開発するだけではなく、インターフェースや、通信プロトコルなどの共通化をはかり、各社の開発に拍車をかけようという動きが出てきている。ロボット業界全体としては、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）のロボット技術ミドルウェアプロジェクト、

日本ロボット工業会の ORiN、総務省のネットワークロボットなどの取り組みがある。

企業レベルでは、東芝が独自のインターフェースを開発し、各社に共通化を呼びかけている。「ロボットは要素技術の集合体ですから、モジュール化し、システム化しておけば、要素技術が進歩したり新しい部品が誕生した場合、簡単に組み込みや組み換えができるようになります。東芝ではインターフェースとして「オープン・ロボット・コントローラ・アーキテクチャ」(ORCA)を開発し、提唱しています。当社の場合、ORCA を用いることで、カーナビゲーションの音声処理技術や、セキュリティ管理の顔認証技術などの組み込みが可能になりました。いま各社に ORCA の活用を呼びかけているところです」と、東芝研究開発センターの松日楽信人研究主管は語る。

では現実にはどのようなロボットが開発され、どのような先端技術が用いられているのか、三菱重工と東芝のロボットを見ていくことにしよう。

【開発意図】

ロボットで消費者と対話する新分野を切り開く

2005年9月、三菱重工が開発した家庭用ロボット「wakamaru」が、東京23区内在住者を対象に、100台限定で発売された。価格は157万5,000円である。

ロボットの開発は、2000年6月、当時の西岡喬社長（現会長）が、21世紀にむけた新製品・新事業のアイデアを、全社員から募集したことに始まる。そして、集まったアイデアをもとに社長直属のプロジェクトが発足。ロボットの開発がスタートした。

ロボットの開発は、三菱重工にとって画期的な出来事だった。これまで三菱重工のビジネスは、政府や官庁、大企業が対象だった。それが直接消費者を対象とした未知のビジネスにトライするというのである。これは新分野を切り開く、大きな挑戦といえる。

開発は同社神戸造船所の主導で進められた。人と暮らすコミュニケーション・ロボットをコンセプトに、幼児並みの身長で、複数のセンサーや画像処理機能を持ち、部屋の中を自律走行し、自分のリズムを持って生活するなどの仕様が決まっていた。そして、十分な安全性の確認を行い、世界で初めて家庭の中

で人と暮らすロボットが完成。ついに発売の日を迎えたのである。

【機能と特徴】

自律した生活を営むコミュニケーション・ロボット

コミュニケーション機能

自分の名前をはじめ家族の名前を覚え、顔も10人まで見分けることができる。オーナーの生活パターンを覚え、スケジュール管理をしてくれる。例えば、時間を指定しておくで、朝起こしに来てくれる。話し相手になってくれ、ときには自分から話しかけてきたりもする。話をするときには、目を見つめ、身振りも加えて楽しそうな動きをする。

インターフェース機能

携帯電話やパソコンにメールが到着すると知らせてくれる。リクエストすると、天気予報などの情報をインターネットで検索し、その結果を音声で教えてくれる。

セキュリティ機能

外出中に家の中で動いているものを見つけると、ただちにオーナーの携帯電話などの連絡先にメールで知らせてくれる。また、外出先から指令を出すと、家の中を見回ったり、室内の画像を撮影して送信してくれる。

また、一定時間以上オーナーと会話や接触がなかった場合、「異常」と判断して指定の連絡先にメールで知らせてくれる。

自律機能

オーナーの生活スケジュールなどをもとに、24時間の生活パターンを持っている。あらかじめ設定されたエリア内を自由に移動しながら、家族の指示を待つだけでなく、自分の意志で動いたり、自分なりの生活を送る。時々、独り言をいったりもする。夜になると自分で充電ステーションに戻り眠りにつく。

【テクノロジー】

暮らしに溶け込む先端技術を搭載

音声対話技術

「ワードスポッティング」と呼ばれる音声認識エンジンを搭載し、単語をつな

ぎ合わせて話を理解する。会話は最新の発話エンジンによって行われ、あらかじめプログラムできないインターネット情報なども読み上げる能力をもつ。聞き取り能力では、テレビの音などに惑わされることなく聞き取る「ノイズリダクション」技術と、wakamaru が話している最中でも相手の言葉が聞き取れる「アコースティックノイズキャンセラー」技術を搭載している。

アイコンタクト技術

頭頂部と眉の2ヵ所にカメラを設置している。頭頂部のカメラには魚眼レンズを装着しており、360度全方位を写し込む。このカメラでどこに人がいるのか、どこへ移動するのかを知ることができる。もう1つのカメラは向かって右側の眉に仕込まれている（左の眉は集オンマイク）。このカメラに向かって話しかけると、顔認証技術を用い、その人の顔の特徴を抽出し、10人登録できる顔データベースと照合し、話し相手を特定し名前を呼んで応えてくれる。

自律移動技術

つれて歩いた道筋と場所を移動マップとして覚え、自分の位置を確認しながら行動する。道筋にマーカーを張っておくと、頭頂部のLEDから目に見えない波長の光を飛ばし、マーカーに反射した光をカメラで検出し、自分の位置を確認して目的地へ向かう。

障害物回避技術

障害物を回避するためのセンサーを5種類27個搭載している。これらを使って、ソファやテーブル、壁などを避け、段差を検知すると止まる。

遠隔操作技術

携帯電話やパソコンから遠隔操作が可能となる。遠隔操作で留守番中のwakamaruに指令を出し、家の中を巡回して撮影した画像を携帯電話などに送ってもらい、確認することができる。

ネットワーク技術

インターネットと常時接続しており、天気予報などの情報提供、留守番、メッセージの受発信、スケジュール管理、異常時の通報などが可能。

【開発意図】

ヒューマンインターフェースとしてのロボット情報家電をめざす

東芝は2005年5月、「AprilAlpha? v3」と「ApriAttenda?」の2種類の人型

ロボットを発表した。すでに東芝は2003年3月、「ApriAloha?」のプロトタイプを発表しており、今回はその発展型といえる。

東芝の研究開発ビジョンは、「単に技術の高度化をめざすのではなく、真に人や社会に役立つものを生み出し、社会の発展に貢献していく「ヒューマンセントリックテクノロジー」を確立する」というものである。ロボット開発で東芝がめざすのは、人や社会に役立つロボット、すなわち生活支援型ロボットである。

ロボットが人を支援するには、まず人とのコミュニケーションが重要であり、人がどこにいて、何を望んでいるかを知る必要がある。そして、人にサービスを行うには、人と行動を共にするロボットでなければならない。そこで東芝では、どの方向から声がしても聞き分けられる聴覚機能をもつ「聞き分けロボット」と、画像処理により特定の人物に追従する機能をもつ「お共ロボット」の開発に着手した。

現実に人や社会に役立つロボットをつくるには、解決しなければならない問題が山ほどある。東芝はまず目的を絞り込んだ単機能ロボットを開発し、機能や性能を検証した上で、ひとつずつ機能や動作環境の幅を広げていくという方法で、人間と生活を共にするロボットの完成をめざしている。

【ロボットの性能】

高齢者や幼児の見守りなど生活支援機能の充実をめざす

聞き分けロボット：ApriApha? v3（アプリアルファ・ブイスリー）

内蔵した6個のマイクで周囲から音声を取り込み、独自の信号処理で話しかけられた方向を特定し、内容を認識する。これにより話しかけてきた人に挨拶したり、質問に答えたりする。複数の人から呼びかけられたときは、呼びかけられた順番に答えるなど、人の行動に類似した反応を示す。

お共ロボット：ApriAttenda?（アプリアテンダ）

服の色や柄を登録しておくことで、独自の画像処理アルゴリズムで、複数の人がいても特定の人を見分けることができる。人が移動すると一定の距離を保ちながら追従し、その人が止まれば側で待機する。人を見失うと、声をかけて探したりもする。

【機能と特徴】

研究開発のためのプラットフォームを構築

東芝では、ホーム用ロボットにはコミュニケーション機能、情報家電機能、セキュリティ機能が欠かせないと考えており、今回の2種類のロボットにもこの3つの機能が搭載されている。今回の「聞き分けロボット」と「お共ロボット」では、生活支援に必要な「人の言うことを理解する」「人に付き添う」機能を、高度な画像・音声認識技術を用いて実現している。

東芝ではロボットが実際の生活に役立つための、さまざまな機能の開発に取り組んでいる。例えば高齢者や幼児を見守りながら、その様子を知らせる機能、人の指示でエアコンなどの家電を操作する機能、冷蔵庫に入っているICタグ付きの食品を検索し、調理可能なレシピを表示する機能、インターネットのサイトから子育て情報など必要な情報を検索し教えてくれる機能、ショッピングセンターなどの施設内を付き添って荷物を運搬する機能などの研究を進めている。こうした成果の中から、今回は「聞きわけ」と「お共」に関する機能を選択し、2種類のロボットに搭載している。

今回のロボットは、研究開発のためのプラットフォームとして構築されたものである。東芝では今後、要素技術の統合や高機能化を進め、5～6年後には高齢者の生活支援ができるようなロボットを製品化し、市場に投入したいとしている。

【テクノロジー】

オープン・ロボット・コントローラ・アーキテクチャの搭載で機能の発展が可能

音声認識技術

聞き分けロボットに搭載した音声認識技術では、複数のマイクから2組のマイクペアを選択し、音声処理を行っている。まず、音源方向を推定するため、2個のマイクに音が到達する時間差を測定する。その位相差を解析し音源数と音源方向を推定する。次に、音声成分から音源の空間位置を推定する。そして、推定された音源以外のノイズを抑制する。こうした処理をすることで、ロボットが声のした方向を確認し、呼んだ人の側にいくことができる。

ここで重要なのが目のデザインである。話しかけられた方向にロボットが振り

向き、目を上げて話しかけた人の目を見つめる。東芝はヒューマンセントリックテクノロジーを重視し、親しみのもてるデザインで人間的なふれあいを保つようにしているのである。

画像処理アルゴリズム

お共ロボットに搭載した画像処理アルゴリズムは、ロボットに内蔵したカメラがとらえた画像の中から、テクスチャ変化の大きな箇所を自動抽出し、ステレオ視で距離を算出し、距離分布や移動履歴から人物領域を検出する。それに追尾する人の服の色や柄の情報を組み合わせて人物領域の確実な絞り込みを行う。こうすることで特定の人のお共が可能になる。