

## 海外から見た 日本のロボット産業・技術

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング  
政策研究事業本部 経済政策部  
主任研究員 上野 裕子



### ■ 「ロボット大国」日本<sup>1</sup>

1970年代までの日本では、「ロボット」と言えば、未来や夢を感じさせる「鉄腕アトム」のような人間型のロボットを指していました。しかし、その後1970年代初頭に米国から工場内で動くロボットが輸入されると、多くの企業が競って塗装や溶接、組立を行う産業用ロボットの開発に参入しました。1980年代には日本は、家電、自動車、半導体等で世界最強の製造技術を確立し、工作機械等の専用機が電子化して「産業用ロボット」として一般化します。その結果、世の中に実在している「ロボット」は「産業用ロボット」を指すようになりました。

産業用ロボットは、急速な経済成長を遂げる日本の労働力不足の解消と生産の効率化に大きく貢献し、我が国は「ロボット大国」と呼ばれるようになりました。1985年当時、日本における産業用ロボットの稼働台数は約9万3千台で、世界の産業用ロボットの稼働台数の約70%近くをも占めていました<sup>2</sup>。

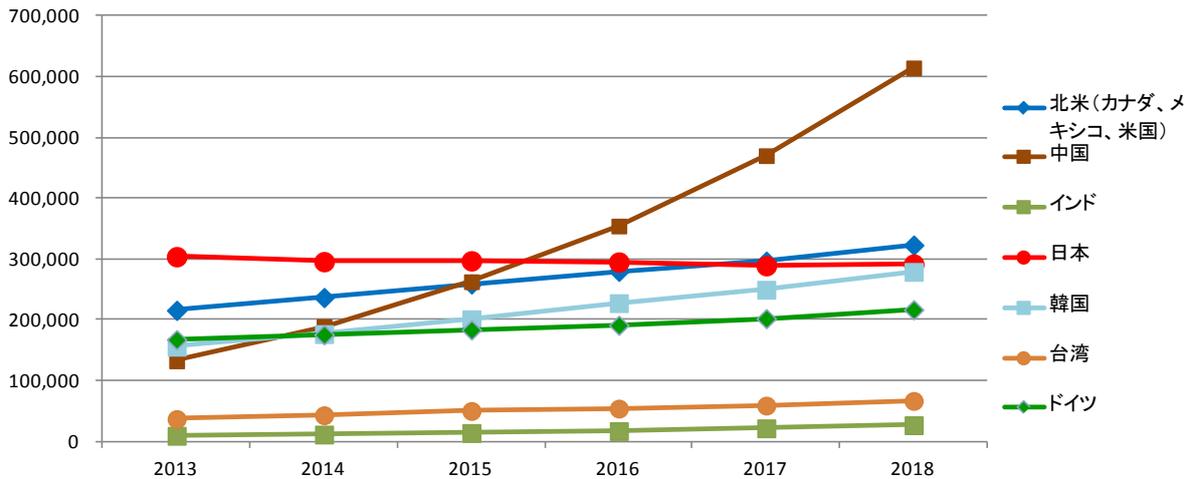
現在でも日本は、最新の統計（2014年末時点）で産業用ロボットの稼働台数が約30万台で、世界の産業用ロボットの稼働台数においてトップのシェアを占めています。ただし、その世界シェアは約20%にまで低下しています。アジアの新興国におけるロボットの需要が急増しているためです。2010年以降、日本における産業用ロボットの稼働台数は30万台前後で大きな変化はありませんが、世界の工場と言われた中国において、労働コストの高騰により産業用ロボットの導入が加速しており、2010年末には約5万2千台であったのが、2014年末には4倍近い約19万台となり、2016年末には約35万台と日本（29万5千台）を抜くことが見込まれています。<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 新エネルギー・産業技術総合開発機構、(委託先)三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)『『人間協調・共存型ロボットシステム研究開発』に係るアウトカム情報収集報告書』(2010年3月)

<sup>2</sup> 国際ロボット連盟(International Federation of Robotics ; IFR)資料。日本における産業用ロボットの稼働台数は、1990年末時点では274,210台で世界全体の60.9%、1995年時点では387,290台で64.1%と高いシェアを占めていたが、2000年末に51.9%に低下し、以降も急速に下がりに続けている。〔出典：(一社)日本ロボット工業会「ロボット産業需給動向2015年版」(2015年7月)〕

<sup>3</sup> 国際ロボット連盟(International Federation of Robotics ; IFR)「World Robotics 2015」

【世界の産業用ロボット稼働台数予測】

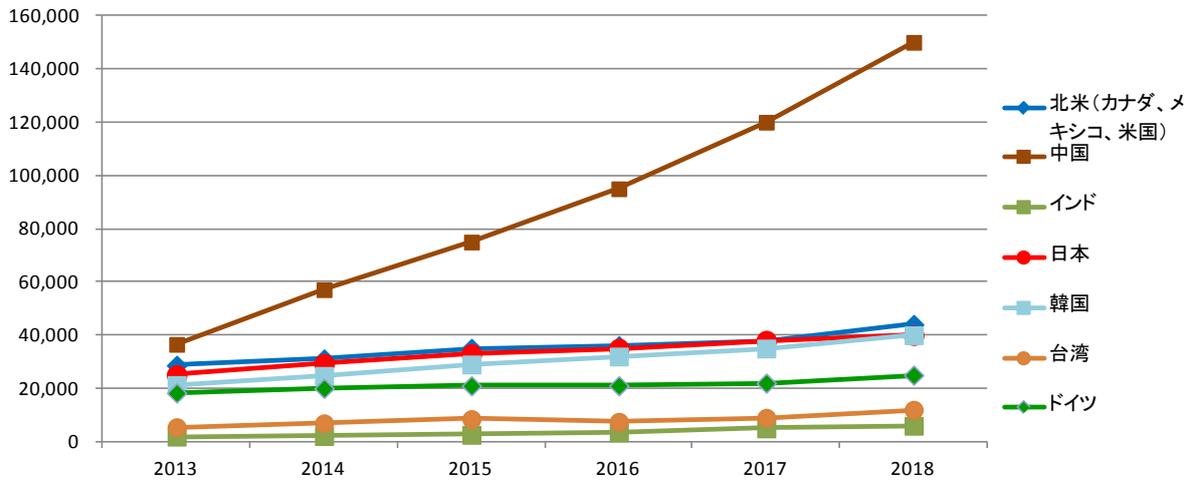


(注) 2015～2018年は予測

(出典) 国際ロボット連盟 (International Federation of Robotics ; IFR) 「World Robotics 2015」 page 422

なお、産業用ロボットの出荷台数では、中国が2013年で約3万7千台（日本は約2万5千台）と既に世界一ですが、急増し続け、2016年には約9万5千台と、日本や北米（いずれも約3万5千台）の約2.7倍になると見込まれています。<sup>4</sup>

【世界の産業用ロボットの出荷台数予測】



(注) 2015～2018年は予測

(出典) 国際ロボット連盟 (International Federation of Robotics ; IFR) 「World Robotics 2015」 page 420

■ ロボットに対するイメージの日本と欧米の違い

欧米では、ロボットは“人間の仕事を奪う”と捉えられており、今でも、製造現場の機械化を進めるといふと、労働組合が反対する光景がしばしば見られます。それに対して日本の製造現場でロボットの導入が進んだ理由は、何よりも経済発展のスピードに対して人手不足であったためと、もう一つは、職人やベテラン技術者が大切にされているように、手仕事でしかできないことがあると広く信じられているためだと考えられます。事実、機械加工を超える精度を手作業で出

<sup>4</sup> 国際ロボット連盟 (International Federation of Robotics ; IFR) 「World Robotics 2015」

す職人は、そこかしこの会社で大勢存在しています。そのため、日本では、ロボットのような機械ができる仕事と人間が行う仕事は、別のものとして両方が共存できると考えられてきたと推察できます。

さらに、多くの日本人がロボットと言うと思えば浮かべるのが「鉄腕アトム」に代表される「人を助けるロボット」であることも理由だと考えられます。日本では、「鉄腕アトム」や「ロボコン」など、子どもと友達になるロボットがアニメなどで多く描かれてきており、ロボットを人間と敵対するものだと捉える人はあまりいません。日本のロボット研究者の中には、子どもの頃に「鉄腕アトム」を見てロボット研究者になった人が多数います。

一方、欧米の人達が思い浮かべるのは、映画「ターミネーター (The Terminator)」に代表される「人に危害を及ぼすロボット」だと言われています。人間社会に紛れてロボットが存在し、突然、強靱な力で物を壊したり、人間を傷つけたりするのが欧米の人達にとってのロボットで、そのため、欧米では長い間、人間の形をしたロボットの研究はあまり行われてきませんでした。

### ■ ヒューマノイドロボットの開発で先行した日本

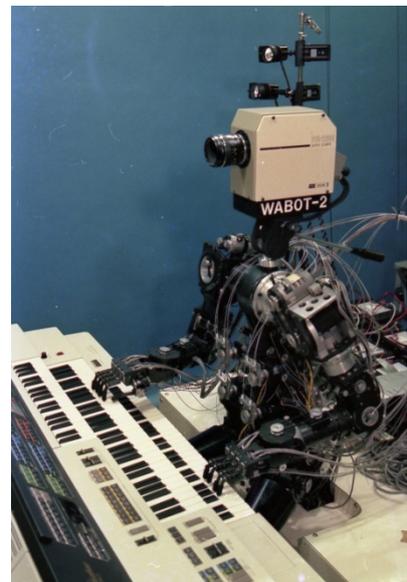
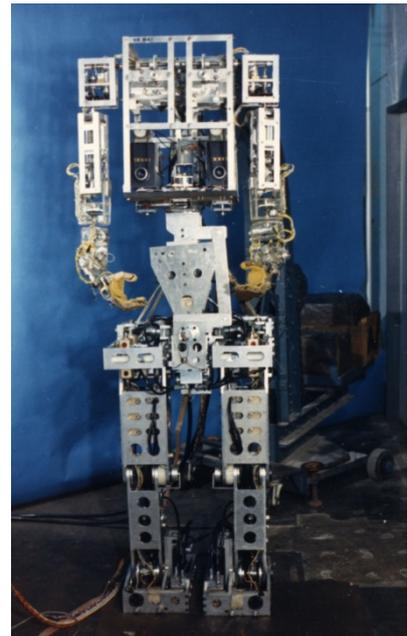
子どもの頃に「鉄腕アトム」に夢を抱いたロボット研究者が多かった日本では、早くから、人間の形をした「ヒューマノイドロボット」の研究開発が始められ、世界の先陣を切ってきました。

世界で最初に発表された、人間の全身の形をしたヒューマノイドロボットは、早稲田大学の故・加藤一郎教授を中心としたグループが1973年に完成させた「ワボット (WABOT-1)」です。

「WABOT (WAseda roBOT) 計画」は、早稲田大学理工学部の4つの研究室からなる生物工学研究グループにより1970年に始められたもので、1984年には鍵盤楽器を演奏するWABOT-2も発表されました。<sup>5</sup>

ロボットの研究が一気に加速したのは、IT技術が進展したからです。1990年代に入ると、情報ネットワーク技術が急速に発展し、1995年にはインターネットが一般に普及し始めました<sup>6</sup>。

こうした中、政府がロボット開発の支援に乗り出します。1995年度に通商産業省（現 経済産業省、以下「通産省」）は、メーカーやユーザー、ゲーム産業等から構成される「通産省アールキューブ研究会」を立ち上げ、1996年1月に報告書を取りまとめました。「アールキューブ (Real-time Remote Robotics = R-Cubed)」とは、人間が遠隔操作する人間と共存するロボットを指しており、同報告書には、脳機能障害を発生した老人が、自身は自宅の“アールキューブ・コックピット”に座りながらヒマラヤ山脈にいる“アールキューブ・ヒューマノイド”を遠隔操作して登山をする物語や、ロンドンでレンタルしたアールキューブ・ヒューマノイドを遠隔操作して友人と買物を楽しんだ直後にシンガポールに置いてある自身のアールキューブ・ヒ

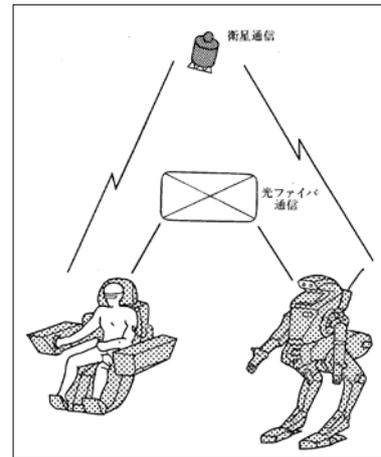


WABOT-1 (上) と WABOT-2  
(写真提供) 早稲田大学次世代ロボット研究機構

<sup>5</sup> 早稲田大学ヒューマノイド研究所ウェブサイト

<sup>6</sup> 新エネルギー・産業技術総合開発機構、(委託先) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング (株) 『人間協調・共存型ロボットシステム研究開発』に係るアウトカム情報収集報告書 (2010年3月)

ューマノイドを遠隔操作して恋人とデートをする女性の物語、通勤せずにアールキューブでの会議が当たり前になった様子の物語、危険な災害現場に送られたアールキューブ・ヒューマノイドを遠隔操作して救助活動を行う未来ストーリーが描かれており、お役所の報告書らしからぬ内容となっています。通産省は、同報告書において、世界の最先端をいく日本のロボット技術と発展著しいネットワーク技術を結び付け、製造現場にとどまっているロボットを、人と共存できる、あるいは人にやさしいロボットとして社会生活の現場にも導入することが重要だと訴えました。そして、家庭にアールキューブを普及させることで、高齢化への対応や女性の家事労働の軽減による社会進出の一層の促進を実現すると同時に、ロボットの莫大な需要を創出し、ロボット産業を製造業の新たな牽引役にできると訴えました。<sup>7</sup>



アールキューブのイメージ  
(出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、(委託先) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング (株) 『『人間協調・共存型ロボットシステム研究開発』に係るアウトカム情報収集報告書』(2010年3月)』

## ■ ヒューマノイドロボット「HRP」開発プロジェクト<sup>8</sup>

通産省は、上記報告書をふまえ、国家プロジェクトとして人間の形をした「ヒューマノイドロボット」の開発に取り組むこ



ロボットプラットフォーム HRP-2  
(出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、(委託先) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング (株) 『『人間協調・共存型ロボットシステム研究開発』に係るアウトカム情報収集報告書』(2010年3月)』

とを決意します。その頃、通産省に連絡してきた企業がありました。今ではヒューマノイドロボット「アシモ (ASIMO)」で有名なホンダです。ホンダは、1986年から既に10年間、秘密裏にヒューマノイドロボットを研究していました。そして、通産省アールキューブ研究会の報告書を見て、同社のロボットとコンセプトが類似していたため、このまま研究を進めて将来発表した時に国の構想と似ているとなると、国家政策と企業の独自研究開発の双方に悪影響が生じると感じ、同社が開発中のロボットを見てほしいと通産省に連絡してきたのでした。

ホンダを訪ねて(「ASIMO」の原形である)「P2」という名前のロボットを見た通産省は驚きます。当時、二足歩行するロボットは、重心の移動やバランス制御などが難しく、可能だと思われていませんでしたが、ホンダはそれを実現していたためです。そして、国のプロジェクトでどのような大きさのどのような機能のロボットを開発するのか、ホンダも参加して議論した1996~1997年度の2年間の「先導研究」では、その結論としてゼロから開発するのではなく、ホンダの「P2」をベースにヒューマノイドロボットを開発することを決定します。他方ホンダは、1996年12月にヒューマノイドロボットを初めてプレス発表し<sup>9</sup>、1997年2月には上述した「先導研究」

<sup>7</sup> 通産省アールキューブ研究会 編『アールキューブ—立花隆 VS 吉川弘之 ロボティクスの未来を語る』(日刊工業新聞社、1996年1月)。通産省が「アールキューブ・ストーリー」に描いたロボットは、人間がコックピットに座りながらロボットを遠隔操作して社会生活を行う点で、2010年1月に公開された米国映画「サロゲート (Surrogates)」に描かれているロボットと極めて似ており、約15年も時代を先取りしていたものだった。一点違う点は、「アールキューブ」が挿絵で金属製の機械のような外観に描かれているのに対し、「サロゲート」は人間と同じ姿形をしている点である。

<sup>8</sup> 特に明記している箇所以外、新エネルギー・産業技術総合開発機構、(委託先) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング (株) 『『人間協調・共存型ロボットシステム研究開発』に係るアウトカム情報収集報告書』(2010年3月)』

<sup>9</sup> 本田技研工業 (株) 『企業製品ニュース』「ホンダ、自立歩行人間型ロボットの研究結果を発表」(1996年12月20日)

のワークショップでロボット関係者に対して映像を上映しました。さらに1997年夏にはテレビ番組「ニュース23」で立花隆氏が紹介する形でホンダの「P2」が歩く姿が放映され、歩くのみならず階段も上る、押されると後ずさりするP2の姿に人々は驚き、大きな話題になりました。

以上のような経緯を経て、1998年度～2002年度の5年間の国家プロジェクトとして、「人間の作業・生活空間において、人間と協調・共存して複雑な作業を行うことが可能な、高い安全性と信頼性を有する人間協調・共存型ロボットシステム」の開発を目的とした「人間協調・共存型ロボットシステム研究開発 (Humanoid Robotics Project ; HRP)」が産学官の共同研究グループによって取り組まれました。研究開発で中心的な役割を担ったのが、プロジェクト開始当初は通産省傘下の国立研究所であった産業技術総合研究所（以下「産総研」と、ロボットのハードウェアの開発を担った川田工業（株）でした。本プロジェクトでは、「プラットフォーム型」研究開発という方式が採用されました。具体的には、ロボットのハードウェアとソフトウェアを開発して、それを「研究開発用のプラットフォーム」として国内外に広く提供し、さまざまな人々の興味を刺激して、どのような用途に使うかというニーズを発掘し、ニーズに応じるために必要な要素技術の開発を進めてもらうことによって、一緒に発展していくという方式です。これは、極めて斬新なコンセプトでした。このコンセプトに則り、本プロジェクトの主な成果として開発されたロボットプラットフォーム「HRP-2」と、それを動かすソフトウェアプラットフォーム「OpenHRP」の一部を構成する「OpenHRP 制御ソフトウェア」は大学や研究機関等に販売されました。そして、プロジェクト終了後も販売・メンテナンスが継続されました<sup>10</sup>。また、「HRP-2」の後継機種や小型版、女性版なども開発されていきました。

## ■ 世界に認知された「ヒューマノイドロボット先進国」日本<sup>11</sup>

ASIMO や HRP によって、日本は、世界の中で産業用ロボットの先進国であると同時に、二足歩行のヒューマノイドロボットの開発でも世界に先駆けているという認識が広まりました。また、人間のように振る舞うロボットが、単なる夢ではなく将来は現実のものとなるというイメージが生まれ、ヒューマノイドロボットの研究開発に関心を持つ人々が世界的に増加し、世界各国の次世代ロボット開発の方向性にも大きな影響を与えました。新しい学術誌が生まれ、学会に新しいセッションができ、新たな学問分野が切り開かれました。

例えば、フランスでは、フランス国立科学研究センターの解析・制御技術研究所 (LAAS-CNRS) が、2006年5月に HRP-2 を1台購入し、日本の産総研と共同でヒューマノイドロボットを動作させるソフトウェアの開発を進めました。また、2005年創業のアルデバラン ロボティクス (Aldebaran Robotics) が、HRP と同じく「研究開発用のプラットフォーム」のコンセプトを掲げ、小型のヒューマノイドロボット「ナオ (Nao)」を開発し、世界中の研究所、大学、教育機関等を対象に2007年から販売を開始しました。「ナオ」は、安価で丈夫、そしてソフトウェアを視覚的にプログラミングしやすいという特長を備えており、現在も世界中の研究所、大学、教育機関等を対象に販売されています。(同社は、その後2012年にソフトバンク (株) に買収され、その子会社となります。現社名 ソフトバンクロボティクス。現在日本で一般消費者も含めて広く販売されている人間の形をしたコミュニケーションロボット「ペッパー (Pepper)」は、ソフトバンクと同社が共同開発したものです。)

韓国では、科学技術に関する教育と研究に特化した韓国初の大学院大学（現在は学部も設置）

<sup>10</sup> ただし、HRP は、メンテナンス対応力やマーケティング・販売力の不足、価格の高さ、複雑なソフトウェアに対する熟度の必要性等から、2010年までで国内で計15台・海外で1台しか納入されなかった。ロボットの「研究開発用のプラットフォーム」を提供するというコンセプトを1997年度に打ち出したことは、極めて先駆的だったので、もう少し世界のニーズを捉えていれば、今頃 HRP が世界中で人工知能の開発のプラットフォームとして活用されていたかもしれないが、残念ながらそうならない。

<sup>11</sup> 特に明記している箇所以外、新エネルギー・産業技術総合開発機構、(委託先) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング (株) 『人間協調・共存型ロボットシステム研究開発』に係るアウトカム情報収集報告書 (2010年3月)

である KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology; 韓国科学技術院、韓国・大田市) が 1995 年に設置した「HUBO Lab」(ヒューボ研究室)において、ヒューマノイドロボット「HUBO (ヒューボ)」の開発が加速されました。

## ■ 日本と欧米のロボット開発の方向性の違い

### (1) 人間型重視

2000 年代までの欧米では、人間の形をしたヒューマノイドロボットへの関心は、日本ほどは高まりませんでした。二本足で立って歩くという動作は、バランスを保つことが非常に難しいため、欧米では、ここに力を注ぐよりも他に注いだ方がよい、移動は車輪やキャタピラで十分ではないか、という考え方が主流だったためです。

ここに、ロボットを人間の友達／仲間として捉え、より人間に近い形にして親しみを覚えられるようにしようとする日本と、ロボットが人間に近づくことに潜在意識の中で恐怖を覚え、あくまで機械であると捉える欧米との考え方の違いがありました。

### (2) ソフトウェアよりハードウェアに注力

もう一つ、日本と欧米におけるロボット開発の違いは、ソフトウェアの位置づけです。日本では、ロボットを研究している研究者の多くは、工学部の機械工学系の学科に所属しています。一方、欧米では、ロボットを研究している研究者がコンピュータ・サイエンス学部にも所属していることも珍しくありません。日本でコンピュータ・サイエンス関連の学科でロボットを研究しているのは、東京大学 大学院情報理工学系研究科 情報システム工学研究室 (JSK) など数少ない状況にあります。

日本では、ロボットの研究者は、自ら部品を組み立ててロボットのハードウェアを手作りしながら、ハードウェアの開発に注力している場合がほとんどです。一方、欧米では、ロボットを動かすソフトウェアの開発に重点が置かれています。優れたソフトウェアさえ開発できれば、それをハードウェア (ロボット) に適用することによって、どのハードウェアも動作させることができるという考え方です。欧米におけるロボット開発とは、コンピュータの前に座ってプログラミングを行うことが中心で、ハードウェアは、自ら開発せずに他から調達している場合もしばしば見られます。

## ■ 福島第一原発事故を契機に一転関心が高まったヒューマノイドロボット

ところが、ヒューマノイドロボットの開発に意義を覚えず、車輪やキャタピラで十分と考えていた米国が、大きくその考え方を変え、ヒューマノイドロボットの開発に舵を切る出来事が 2011 年 3 月に勃発します。東日本大震災を契機とした福島第一原子力発電所の事故です。

福島第一原発の事故では、日本製のロボットは放射線の中で動作できるように作られておらず、後に改良されるまで原発内に投入することができませんでした。その時に最初に投入されたロボットが、自動車の車体の底面のような形をした車輪で動く米国のアイロボット (iRobot) 社製のロボット「パックボット (PackBot)」でした。しかし、そのロボットだけでは足りず、その後、さまざまなロボットが開発され、試行錯誤が繰り返されることとなります。

なぜなら、事故が起きた原子炉建屋内はガレキが散乱していて、車輪で動くロボットは、ちょっとしたガレキにつまずいて、すぐ動けなくなってしまうためです。また、構内には、元々狭い階段があり、中で階段を上り下りして縦横無尽に動き回ることができるロボットが必要でした。また、人間が近づくことができない、高濃度の放射線が充満している中では、ロボットは自らドアを開けなければなりません。さらに写真を撮ったり、放射線濃度を測定したりといったさまざまなことが求められていましたが、写真を撮るだけのロボット、放射線を測るだけのロボットなど単機能のロボットを何台も送り込むのは大変であり、かつ無駄でもありました。

1 台でさまざまな動作を行うことができ、どのような悪条件の路面でも歩けるロボットは何か——行き着いた答えが人間の形をした「ヒューマノイドロボット」でした。

## ■ ヒューマノイドロボットですぐに世界の先駆けとなった米国

米国でロボット等の軍事技術の開発に研究資金を供与している国防総省の国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency ; DARPA) は、ヒューマノイドロボットの開発に舵を切ると、あっという間にその開発を成功させ、その映像を公開しました。2012年10月に映像が公開された、ボストン・ダイナミクス (Boston Dynamics) 社<sup>12</sup> が DARPA の資金で開発したヒューマノイドロボット「アトラス ロボット (Atlas robot)」は、階段を上り、不安定な路面を避けて細い棒に足を掛けて進むロボットで、短期間でここまでの開発に成功したことは衝撃を持って受け止められました。



米国国防総省 DARPA が開発を支援した人間型ロボット「アトラス ロボット (Atlas robot)」  
(出典) 米国国防総省 DARPA 公開映像

DARPA はさらに、外からの知見を取り込むため、優勝者に 200 万ドルという巨額の賞金を授与するコンテスト「DARPA ロボティクス・チャレンジ (DARPA Robotics Challenge)」を世界中から参加者を募って開催します。2015年6月に米国カリフォルニア州で開催された決勝では、災害現場が想定された屋外で、ロボットが車を運転し、ドアを開けて建物に入り、バルブを回す、ドリルで壁に穴を開ける等の作業を行い、ガレキを乗り越えて進み、最後に階段を上るという 8 つの課題をどれだけ早くこなすか (制限時間 1 時間) が競われました。途中で妨害電波が発せられ、ロボットが人間による遠隔操作に頼ることなく自ら判断して動く自律性も試されました。

このコンテストの出場者に DARPA は、無償でヒューマノイドロボット「アトラス」を貸与し、出場者がロボットのソフトウェアすなわち「人工知能 (Artificial Intelligence ; AI)」の開発に専念できる選択肢を提供しました<sup>13</sup>。これによって、推進するヒューマノイドロボットの開発に外部から幅広い知見を取り込もうとしたと考えられます。また、資金援助を希望する出場者には、審査をした上で、コンテスト前に開発資金も提供しました。

このコンテストの予選 (2013年12月に米国フロリダ州で開催) に、コンピュータ・サイエンス関連の学科でロボットを研究している日本での数少ない研究室であると前述した、東京大学 大学院情報理工学系研究科 情報システム工学研究室 (JSK) を退職した研究者らが起業したベンチャー企業、シャフト (SCHAFT)<sup>14</sup>が出場し、優勝して話題になりました。

2015年6月の決勝には、シャフトは出場しませんでした。しかし高い注目を集めていた日本のチームは、途中で転倒してしまうなどで最高順位が産総研の 10 位と、良い成績を修めることはできませんでした。

<sup>12</sup> ボストン・ダイナミクス (Boston Dynamics) 社：マサチューセッツ工科大学 (MIT) 発のベンチャー。2013年12月にグーグル (Google) に買収され、グーグルの子会社となった。

<sup>13</sup> DARPA ロボティクス・チャレンジには自ら開発したロボットで出場することも可能だった。

<sup>14</sup> シャフト (SCHAFT)：DARPA ロボティクス・チャレンジ前の 2013年11月にグーグル (Google) に買収された。(詳細後述)

優勝したのは、この大会のコースに照準を絞り、二足歩行による転倒を防ぐため足と車輪を併用したロボットで出場した韓国の大学 KAIST (27 ページ既出) でした。米国も、人間が指示をしなくてもロボットが自ら考え判断する高い自律性を持つソフトウェアの開発に成功するなどして多数のチームが上位の成績を修めました。

コンテスト後の 2016 年 2 月に、DARPA は、ヒューマノイドロボット「アトラス ロボット」のさらに進化した姿を公開します。雪山でバランスを取りながら歩いたり、倉庫で箱を棚に運んだりするだけでなく、人間に箱を落とされればそれを拾い、人間に突き倒されても起き上がるなど、その映像は世界が驚嘆するものでした。

## ■ 海外と比べた日本のヒューマノイドロボット開発の現状

日本のロボット開発の特徴の一つである「人間型重視」について、福島第一原発事故を契機に DARPA が人間型のヒューマノイドロボットの開発に乗り出すまでは、人間型にこだわる日本の研究者に対し、無駄だと批判する意見が日本国内にもありました。しかし、結果的に、多機能を実現できるヒューマノイドロボットの開発に注力してきたことは、正しかったと言えます。

ただし問題は、2015 年 6 月の「DARPA ロボティクス・チャレンジ」で明らかになったように、ヒューマノイドロボットの開発において現状、日本が必ずしも世界の先頭を走っていないということです。予選に参加していなかったため準備期間が 10 カ月と短かったから仕方ないとの説明がされていましたが、これは裏を返せば、コンテスト参加が決まるまで近年は、ヒューマノイドロボットの開発をあまり進めていなかったということになります。また、日本のロボット開発のもう一つの特徴である「ソフトウェアよりハードウェアに注力」については、米国チームがソフトウェア開発に注力した中で、日本のロボットの弱みとして表れたと言えます。

## ■ 近年のロボット開発の動向と今後の方向性

現在、欧米、特に米国における「ロボット」開発は、ますますロボットの「ソフトウェア」開発すなわち「人工知能 (AI)」開発中心になっています。ロボットのハードウェア自体は、開発した“人工知能を適用して動作を確認するためのプラットフォーム”となっている側面すらみられます。もちろん人工知能が命じる複雑な動きができるハードウェアでなければなりません、ハードウェアそのものの開発よりソフトウェアの開発を重視する傾向が、より一層強まっている状況です。

そして日本でも、従来からロボット開発に取り組んできた企業ではない新たなプレーヤーは、同様の方向にあります。代表例がソフトバンク (株) です。ソフトバンクは、前述 (26 ページ) したように、2012 年にフランスのアルデバラン ロボティクスを買収して子会社にし、人間の形をしたコミュニケーションロボット「ペッパー」を同社と共同開発しました。2015 年 6 月からは、従来からロボット開発に取り組んでいる企業がほとんど手掛けてこなかった一般個人や法人への販売を開始しています。ペッパーの最大の売りは、「感情」を表現するロボットであるという点にあり、ソフトバンクロボティクス (株) で現在進められている開発の重点は、「感情機能」の開発に置かれています。しかしペッパーの量産は、台湾の鴻海精密工業に委託して行われており、ヒューマノイドロボットで世界をリードしていた日本ではありません。

米国でも、新たなプレーヤーがロボット開発に参入し、やはり人工知能の開発に力を注いでいます。その一つがグーグル (Google) です。グーグルは、2013 年後半から 2014 年初頭までの半年強の間にロボティクスや人工知能関連のベンチャー企業を米国で 8 社、日本で 1 社、英国で 1 社買収してロボティクス事業の推進体制を整えました。その立役者がジェームズ・カフナー (James Kuffner) 氏です。

カフナー氏は 2009 年に自動運転車 (self-driving car) の開発のためにカーネギーメロン大学からグーグルに転職しました。その後、グーグルの携帯端末のためのオープンプラットフォームで

ある「アンドロイド (Android)」の生みの親であるアンディ・ルービン (Andy Rubin) 氏と2人で、グーグルの2人の創業者を説得して2013年初めにロボティクス事業を立ち上げます。このグーグルが買収した日本企業が、前出の「DARPA ロボティクス・チャレンジ」予選で優勝したシャフトです。シャフトはグーグルに買収されたため、グーグルが日本の技術を目ざとく見つけ、奪っていったと言わんばかりの報道もされていました。しかし、この報道は必ずしも正確ではありません。シャフトの買収で中心的な役割を果たしたカフナー氏は、シャフトの創業者らが所属していた東京大学のJSKに1999年から数年間、その後産総研にも在籍しており、前々から創業者らを知っていました。日本国内で出資者を探したものの誰も応じてくれないと困っていたシャフトにカフナー氏が手を差し伸べたというのが実態です。<sup>15</sup>

ところが、その後2014年10月に、2013年12月からロボティクス部門の責任者を務めてきたルービン氏が、ハードウェア製品を開発するベンチャー企業を育成するインキュベーターを設立するとしてグーグルを退職しました。さらに、ルービン氏の後を継いで同部門の責任者を務めていたカフナー氏も、2016年1月に、トヨタ自動車(株)が米国に設立した人工知能の研究開発会社である「トヨタ・リサーチ・インスティテュート (TRI)」に転職します。グーグルのロボティクス事業は大きな影響を受けていると推察され、2016年6月にはトヨタがグーグルから、カフナー氏の引き抜きに続き、シャフトと、前述(28ページ)したDARPAの支援でヒューマノイドロボットを開発したボストン・ダイナミクスを買収する方向で交渉を進めていると報道されています。

このトヨタ・リサーチ・インスティテュートのCEOが、前述の「DARPA ロボティクス・チャレンジ」のプログラム・マネージャーを務めていたギル・プラット (Gill A. Pratt) 氏です。プラット氏、カフナー氏と次々と大物が続々とトヨタに集結し、今、ロボット・人工知能・自動運転技術等の開発は、新たな局面を迎えようとしています。

## ■ おわりに

海外から見て日本のロボット技術が高く評価されていることは、今も間違いありません。

しかし今、日本のロボットは岐路に立たされていると言えます。

工場内などで利用される産業用ロボットについては、生産量では中国に追い越されており、稼働台数についても今年2016年には中国が日本を抜いて世界一になると予測されています<sup>16</sup>。技術的には今のところ日本が中国より優位にあるものの、近年グローバルに進展するIoT (Internet of Things; すべてのものがインターネットでつながるという概念) への対応が課題になってきている中で、日本の産業用ロボットメーカーには一部を除き、様子見している企業が多く<sup>17</sup>、今後競争環境が大きく変化する可能性があります。

また、産業用ロボット以外のロボットについては、サイバーダイン(株)が医療用ロボットを欧州や日本で事業展開している他、(株)テムザックのレスキューロボットが国内の消防署等で導入が進んでいるなど、本格的に事業展開しているロボットメーカーもありますが、長年研究開発には取り組みながら事業化を積極的には押し進めていない企業も少なくありません。この理由の一つとして、日本では、家電や自動車の大手メーカーがロボットの研究開発に取り組んでいることが多く、ロボットで事故等が起こった場合、既存事業に悪影響が及ぶことを懸念していると言われています。このように日本の大手メーカーがロボットの事業化を躊躇している間に、前述(27ページ)した米国のアイロボット社の掃除ロボット「ルンバ」は日本でもどんどん普及しました。

<sup>15</sup> ジェームズ・カフナー (James Kuffner) 氏 (グーグル ロボティクス部長 (当時)) インタビュー結果 (2015年12月16日)

<sup>16</sup> 国際ロボット連盟 (International Federation of Robotics; IFR) 「World Robotics 2015」

<sup>17</sup> 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)「平成27年度 特許庁 知的財産国際権利化戦略推進事業 分野別委員会 (技術分野: ロボット) 調査研究報告書」(2016年3月)

後追いで日本メーカーも商品を投入しましたが、思い切って新市場を創出したのは米国企業だったと言え、日本はせっかくの技術を活かし切れていないと言えます。

また、ソフトバンクがコミュニケーションロボット「ペッパー」を一般向けに販売するなど新たな業種のプレーヤーがロボット産業に参入してきていますが、ヒューマノイドロボットを事業化している企業は今のところ他になく、事業化で外国に後れを取っていることは否めません。今、世界から高く評価されているこの時に、日本のロボットには、思い切った飛躍が求められていると言えるのではないのでしょうか。

(筆者プロフィール)

1991年4月(株)三和総合研究所(現 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株))入社。専門は科学技術政策、産業政策、知的財産政策。2003年頃より、経済産業省や新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から委託を受けてロボット関連の調査を開始。ロボットに対するニーズ・市場調査や政府のロボット政策の評価を手掛けてきた他、欧州や米国、韓国等のロボット政策について関係者の訪問インタビューを含む調査を行い、日本のロボット政策の立案に寄与。今では特徴となっているステージゲート方式の導入や、ユーザーとメーカーによるコンソーシアムを対象とした支援策などにつながった。総合科学技術・イノベーション会議 専門委員、サイバーセキュリティ戦略本部 研究開発戦略専門調査会 委員。

連絡先: ueno@murc.jp