



本誌の作成にあたり、ご協力頂いた全ての皆様に厚く御礼申し上げます。

外部情報源からの引例は、その出典元を各ページ下部に記載致しました。
なお、弊社内部資料（社内報・技報・広報誌・年史等）の出典元は記載を省略しております。

発行年月： 2018年6月

発行者： 川崎重工業株式会社 取締役常務執行役員
精密機械・ロボットカンパニープレジデント 橋本 康彦

川崎重工業株式会社 ロボットビジネスセンター
50周年記念特設ウェブサイト

<https://robotics.kawasaki.com/ja1/anniversary/>



Copyright (C) 2018 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved.
Printed in Japan

カワサキロボットの半世紀

THE STORY OF KAWASAKI ROBOT

1968 - 2018

川崎重工業株式会社

精密機械・ロボットカンパニー ロボットビジネスセンター

INDEX

目次	01
社長メッセージ	02
カワサキロボット50年の歩み	03
カワサキロボット前史	05
カワサキロボットの半世紀	
第1章 国産ロボット第1号	09
第2章 海外市場に礎を築く	14
第3章 ITブームを背景に	17
第4章 アジアの時代来たる	19
第5章 “協働”する未来へ	22
カンパニープレジデントメッセージ	25

President's Message

社長メッセージ

50年の節目に、 さらなる高みを目指して——。

川崎重工グループにおけるロボット事業は、1968(昭和43)年に「IR(Industrial Robot)国産化推進室」を創設したことに始まります。翌年には、わが国初の産業用ロボットの国産化に成功し、以来、日本のものづくりの発展とともに、各方面のお客様からの多大なるお力添えも頂きながら、産業用ロボットのパイオニアとして事業を展開して参りました。そして2018(平成30)年、ロボット事業創業50周年という輝かしい節目を迎えられましたのは、永きに渡り、絶えずご助言並びにご鞭撻を賜りましたお客様をはじめ、多くのステークホルダーの皆様のご支援の賜物と心より感謝申し上げます。

少子高齢化の進展が大きな社会問題となり、労働人口の減少や医療制度の拡充などへの対応が求められる今日、こうした様々な課題を解決するために、当社のロボット事業に各界から大きな期待が寄せられています。

また、「第4次産業革命」の潮流や、日本政府が取り組まれておられる「ロボット新戦略」、AIやIoTといった新技術とロボットとが融合し、人とロボットが共存、協調していく新たな社会を見据え、ロボットにさらに大きな注目が集まっています。

ロボット事業はそうした期待にお応えできるよう、当社の成長分野を担う中核事業として位置付け、これからも挑戦を続けて参ります。そしてロボット事業が、当社グループがコーポレートスローガンとして掲げる「Powering your potential (お客様と社会の可能性を切り拓く力となる)」という社会的使命の実現を、より強力に推進するものと確信しています。

これまでの半世紀の間に皆様と共に培った実績と信頼を礎に、さらなる高みを目指して——。躍進と挑戦を続ける当社のロボット事業に、今後ともより一層のご期待並びにご支援を賜りますようお願い申し上げます。

2018年6月

川崎重工工業株式会社 代表取締役社長

金花 芳則

Yoshinori Kanehana



社会・産業の動きから読み解く カワサキロボット50年の歩み

当社が1968年にユニメーション社と提携、国内で初めて産業用ロボットの国産化に成功して以降、日本は“ロボット大国”として躍進を続けてきた。現在に至るまでのロボットを取り巻く社会動向や産業の変遷を読み解くと、当社のロボット事業が社会や製造業と共に歩んできた軌跡が見えてくる。

年号カラー | 年号:カワサキロボットの歩み | 年号:カワサキロボットと関連する社会・産業の動き | 年号:ロボット業界の動き |

<h2>ロボット前史</h2> <h3>米国での産業用ロボット誕生から日本上陸まで</h3>	<h2>第1章</h2> <h3>日本初の産業用ロボット 国産化プロジェクト始動</h3>	<h2>第2章</h2> <h3>“ロボット大国”への成長を支え 舞台は北米、そして欧州へ</h3>	<h2>第3章</h2> <h3>半導体・液晶需要の高まりと共に クリーンロボット市場に本格参入</h3>	<h2>第4章</h2> <h3>半導体・自動車市場の新拠点 アジアへの進出加速</h3>	<h2>第5章</h2> <h3>より身近に、より幅広く ロボット活躍の場は広がる</h3>
<p>1954 エンジニア兼発明家のデボルが「プログラムド・アーティクル・トランスファー」の特許を米国にて出願</p> <p>1954 日本が高度経済成長期に突入</p> <p>1961 デボルと事業家のエンゲルバーガーが、産業用ロボットの開発を専門に手掛けるベンチャー企業のユニメーションを設立</p> <p>1962 世界初の産業用ロボットとなる「ユニメート」の試作に成功</p>	<p>1960年代以降 日本国内でモータリゼーション本格化</p> <p>1969 産業用ロボット国産初号機デビュー、自動車製造工程への導入</p> <p>米国ユニメーションとの技術提携を経て、日本初の産業用ロボット「川崎ユニメート2000型」を国産化。以後、高度経済成長下の人手不足に悩む自動車産業に採用される。国内メーカーの厳しい信頼性・性能要求に苦戦するも、ロボットの可能性を信じた各社との二人三脚により改善を進め、導入が進む</p>	<p>1980 日本車生産台数が1,100万台に達し世界一に</p> <p>1980年代 日米貿易摩擦が顕著に。日本自動車メーカーが相次いで米国進出、現地生産開始</p>	<p>1961 IC(集積回路)の特許が米国で認可</p> <p>1970 IntelがDRAMを開発</p> <p>1971 Intelによる4bitマイクロプロセッサの開発、ロボットの制御方法の転換点</p> <p>1970年代～2000年 半導体市場が年平均14%の成長率を記録</p> <p>1990年代 ITブーム到来</p>	<p>1990年代後半～2000年代 アジア経済の成長 輸入志向から輸出志向型経済への転換が進み、外国企業による直接投資の増加を背景に、ASEANや中国における電子・電気機器や機械等の製造業を中心として、アジアの工業化が急速に進展した</p>	<p>2000年代 インターネット通信技術の高度化、情報化社会の本格化</p> <p>2000 医療用ロボット「da Vinci」米国FDAが認可</p> <p>2010年代 AI技術の進化によるインバースョンの加速、IoTの普及、第四次産業革命の潮流</p> <p>2010年代 日本の高齢者(65歳以上)比率が2010年には23%へ達し、かたや日本の総人口は2011年以降、継続して減少していく</p>
<p>1968 ユニメーションとの出会い 技術提携交渉</p> <p>一人の発明家と事業家の出会いから、1950年代の米国で、世界初の産業用ロボット「Unimate(ユニメート)」のプロトタイプが誕生した。その開発を手がけたユニメーションは、1960年代後半、米国GMをはじめ大手自動車メーカーへの納入を開始。また並行して、新たなパートナーを求めて創業者が来日し、カワサキグループとの邂逅を果たす。その後、この「ユニメート」を当社が初めて国産化することで、日本の産業用ロボットの歴史は幕を開ける</p>	<p>1969 日本のGNPが世界2位に</p> <p>1970年代 一般家庭への自動車の普及 小型・低燃費車の需要増加</p> <p>1973/1979 第一次/第二次オイルショック</p> <p>1970年代後半 サーボモーターの進化によりロボットが油圧駆動から電動へ</p>	<p>1986 米国市場開拓に向け、初の海外拠点をデトロイトに開設</p> <p>1980年代半ば、日本のロボット稼働台数は93,000台に達し、世界の約7割を占める“ロボット大国”へと成長。機械や制御技術に加え、適用技術も着実に積み重ねた当社は、「労働人口の6分の1が従事する」とされた巨大な自動車産業を有する北米市場へ本格進出。自動車の街・デトロイトに初の海外拠点を開設する</p>	<p>1990年代 マイクロプロセッサの高性能化によりロボットの制御・情報処理能力が向上</p> <p>マイクロプロセッサの登場により、ロボットの性能は劇的に向上。1970年代から4bit、8bit、16bit、32bit、64bitと続く進化により、ソフトウェアによる制御が可能となり、且つ高度になる。これにより情報処理機能が強化され、ロボットの高機能化が後押しされる</p>	<p>1999 産業用ロボットの需要産業別出荷額が自動車産業を上回り、電子・電気機械器具製造業がトップに</p> <p>2002 日本の対中貿易額が年間13兆円を超える。対アジア全域では40兆円の対台に</p> <p>2000年代後半 中国のモータリゼーションが本格化 市場開放により、自動車販売台数が2006年には日本、2009年には米国を抜き世界一の規模へと成長</p>	<p>2013 高度化・多様化する医療現場のニーズに 医療用ロボット開発を通じて応えるべく、共同出資会社メディカロイド設立</p> <p>2013 規制緩和により、人とロボットの共存が可能に、「協働ロボット市場」の誕生</p> <p>2015 日本政府が「ロボット新戦略」を発表。製造現場、医療・介護現場等、幅広い分野でのロボット技術活用を提唱</p>
<p>1980 オイルショックによる合理化機運がロボット普及を後押し。産業用ロボット「普及元年」を迎える</p> <p>1973年の第一次オイルショックでは、景気悪化による設備投資の減少に伴い、ロボット導入が大幅に減速した。しかし、第二次オイルショックが1979年に起こった時には、合理化機運によりロボットの導入が進んだ</p>	<p>1980 世界で初めてのロボット言語「VAL」登場</p>	<p>1988 韓国企業への技術供与</p>	<p>1997 半導体・液晶需要の増加を背景に、グリーンロボット市場に本格参入</p> <p>大型化する半導体ウェハや液晶ガラスの搬送が可能に、性能と信頼性に優れたグリーンロボットに対する需要の高まりをうけて、グリーンロボットの開発に着手。これまで当社が得意としてきた自動車製造工程で使われるようなロボットとは全く異なる技術が必要とされる中で開発を進め、グリーンロボットのラインアップを拡張。今日の業界トップシェアに至るまでの礎を築く</p>	<p>2006 成長著しい中国への進出</p> <p>“世界の工場”そして一大消費地としての急成長を続ける中国国内に相次いで拠点を開設。労働力不足が深刻化する同国に対し、販売・サービス拠点に加え、ロボット有用性を提案する“ロボットがロボットをつくる”高度自動化工場の設立や、部品調達拠点など、様々な機能を現地に充実させていく</p>	<p>2015 人共存型ロボット「duAro」発表</p> <p>人手不足対策として「協働ロボット」に期待が集まる中、省スペース・低コストで導入が可能、商品サイクルが短く変更の多い生産ラインにも対応できる「duAro(デュアロ)」を発表。ロボット導入のハードルを下げると共に、市場の拡大に取り組む</p>
<p>1982 大型電動式ロボットの独自開発</p> <p>油圧式の3分の1の電力消費、振動の少ない動作性、容易なメンテナンスといった特長を兼ね備えた電動式ロボットへの需要が高まり、油圧式の「ユニメート」による作業範囲も電動化の必要性に迫られていた。油圧式と根本的に異なる制御・駆動方式に苦戦しつつ開発した「EX100」は自動車業界でのベストセラー機種となる</p>	<p>1980 世界で初めてのロボット言語「VAL」登場</p>	<p>1989 欧州市場への本格展開を見据え、各国に現地事務所を開設</p> <p>ソ連が崩壊し、東西ヨーロッパの往来が自由化され、今日のEU(欧州連合)経済圏が生まれようとする1990年代初頭。当社は新たなマーケットとして欧州へ乗り出す。1989年には当社のオランダ、アムステルダム事務所内に駐在員を派遣。1991年には、英国ロンドンの「Kawasaki Motors UK(KMUK)」内に現地事務所を開設。さらに1995年、ドイツ現地法人「Kawasaki Robotics GmbH(KRG)」を設立し、欧州全域の市場開拓を目指す</p>	<p>2000 当社国内工場内に 本格生産体制を整備、翌年には米国シリコンバレー中心地 サンノゼに事務所を設置</p> <p>2000年代 半導体ウェハの大口径化に伴うLSIの大型化</p>	<p>2013 中国のロボット導入台数が年間36,000台に達し、日本を抜いて世界一の需要国となる</p>	<p>2017 ロボット化が困難な分野へのソリューションとして「Successor」発表</p> <p>これまでロボット化が困難とされた分野へ、当社の遠隔協調技術やAIを活用。人の作業を覚え、自動運転や技能伝承を可能とするロボットシステムを開発。高齢化社会に対するソリューション提案を行う</p>
<p>2017 産学連携でヒューマノイドロボット開発、協働ロボット市場拡大に向けたスイスABBとの提携…アライアンスによるインバースョン加速</p>					



出典: ①電子情報通信学会「電子情報通信学会誌 Vol.82 No.10」 ②一般社団法人日本自動車工業会「JAMAGAZINE」特集「グローバルマーケット」(2015) ③一般社団法人半導体産業協会「日本半導体歴史館」*グラフでは半導体産業統計資料室(2016) ④国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「NEDOロボット白書2014」 ⑤財務省「貿易相手国上位10カ国の推移(輸出総額:年ベース)」 ⑥総務省「統計から見た我が国の高齢者」(2017)

米国での産業用ロボット誕生から 日本上陸まで

世界で初めての産業用ロボットは、一人の発明家と事業家の出会いをきっかけに、1950年代の米国で誕生した。「ロボット」の呼称は1920年代に生まれ、その約30年後、ロボットは「Unimate(ユニメート)」として現実となった。この「ユニメート」を当社が日本で初めて国産化することで、日本の産業用ロボットの歴史が幕を開ける。その背景にはどのようなストーリーがあったのか。舞台裏を紐解く。

戯曲から生まれた「ロボット」の呼称と概念

「ロボット」という言葉が最初に登場するのは、1920年、チェコスロバキア(現在のチェコ共和国およびスロバキア共和国)の劇作家カレル・チャペック(Karel Capek)の戯曲「R.U.R.(Rossum's Universal Robot: ロッサム万能ロボット製造会社)」においてである。

チャペックは、この戯曲の中で、人造人間を意味する「Robot(ロボット)」という言葉を使った。「Robot(ロボット)」は、チェコ語で強制労働を意味する「robota(ロボッタ)」と、スロバキア語で労働者を意味する「robotnik(ロボトニック)」から創られたチャペックの造語である。

チャペックの戯曲「R.U.R.」の最後は1960年代の未来の設定となっており、それは奇しくも産業用ロボットが後に登場する時期と重なっていた。

世界初の産業用ロボット 米国人技師が特許出願

産業用ロボットのアイデアを最初に提起したのは、米国人エンジニアのジョージ・チャールズ・デボル・ジュニア

(George Charles Devol, Jr.)である。デボルは、1954年に「プログラムド・アーティクル・トランスファー(Programmed Article Transfer: プログラム可能な物品搬送装置)」と題する特許を出願した。その特許明細書の中で彼は、教示(ティーチング)と再生(プレイバック)によって物を置いたり、つかんだりする機械としての“ティーチングプレイバックロボット”というまったく新しい概念を発表。1961年に特許として認められ、米国特許第2,988,237号として登録された。これが、産業用ロボットに関する世界で最初の特許である。

産業用ロボットの「定義」とは?

「産業用ロボット(Industrial robot)」は、人間の代わりに作業を行う機械装置を総称している場合が多いが、定義として定まったものはない。しかし、ロボット産業界において、産業用ロボットは、一般にティーチングプレイバック方法によって動作する産業機械を指し、それは、1954年にデボルが発明した「プログラムド・アーティクル・トランスファー」に起因する。なお、現在JIS(Japanese Industrial Standards: 日本工業規格)では「JIS B0134」(1998年)により「産業用ロボット」を「自動制御によるマニピュレーション機能又は移動機能を持ち、各種の作業をプログラムによって実行できる、産業に使用される機械」と規定している。

実用化への道筋をつけた 発明家と事業家の出会い

1956年、カクテルパーティーに参加していたデボル(当時44歳)は、そこで一人の男に出会った。



エンゲルバーガー(左)とデボル。

男はジョセフ・フレデリック・エンゲルバーガー(Joseph Frederick Engelberger)。当時31歳のエンジニア兼実業家で、後に当社のロボット事業はもとより世界のロボット産業界を牽引し、「ロボットの父」と呼ばれるようになる。この時デボルはエンゲルバーガーに、特許申請中であった「プログラムド・アーティクル・トランスファー」の話をし、エンゲルバーガーは、デボルの話を夢中になって聞き入った。そして二人はすぐさま意気

投合し、人間に代わって危険な作業を担う記憶再生ロボットの実用化を誓った。

なぜ当時、デボルの発明に 価値があったのか

遡ること十余年、米国では1950年代から、それまでの自動化の主流であった専用機に代わる新しい機能を備えた、より優れた自動機械の研究・開発が進められていた。特に強い要求を抱えていたのは、早くから生産現場の自動化を図ってきた自動車業界だった。フォード・システムなどで知られるとおり、米国の大手自動車工場では、それまで専用機によって自動化が進み、1950年代には早くも残された部分の自動化を迫られていた。1台の自動車をつくるには平均4,000点という薄鋼板プレス部品をスポット溶接で組み立てなければならない。この膨大

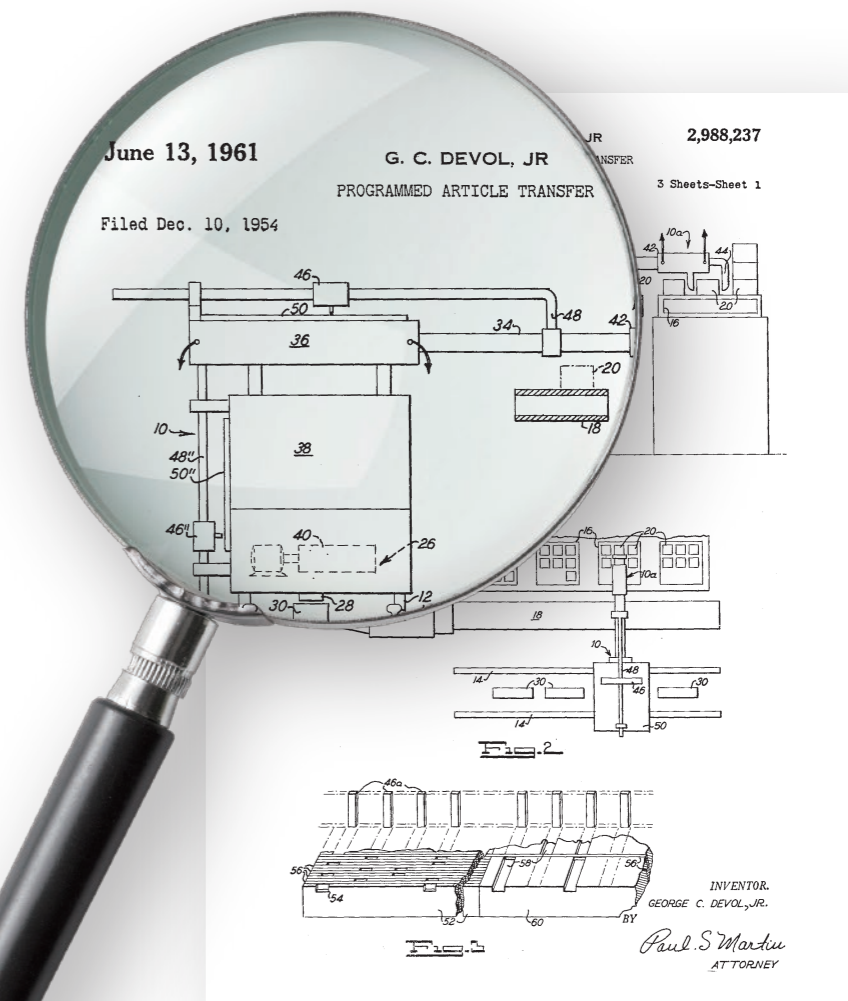
な作業のうち、70%まではマルチ・スポット・ウェルダーと呼ばれる専用の自動溶接機によって機械化されていたが、残り30%は専用機に任せることが出来ず、多くの熟練溶接工がコンベアに追われながら動かねばならなかった。

加えて、自動車をモデルチェンジするたびに、大変な時間と費用をかけて専用機そのものを改造し、あるいは新しいものと取り換えねばならないという問題があったのだ。

プロトタイプの完成と 自動車産業界へのロボット導入

1957年、エンゲルバーガーはデボルが創案した「プログラムド・アーティクル・トランスファー」とそれを実現するための記憶再生ロボットを開発するために、パートナー探しを開始した。

そして、エンゲルバーガーが社長を務めるConsolidated Controlsの親会社、Condec Corp.のCEOであるノーマ



「米国特許第2,988,237号
Programmed Article Transfer
(プログラム可能な物品搬送装置)」の
特許明細書。
発明者: G.C.デボル,JR.
出願: 1954年12月10日
登録: 1961年6月13日
出典: アメリカ特許商標庁

ン・シャフラー(Norman Schafler)に、デボルの発明に対して出資するよう説得し、了承を取り付けた。

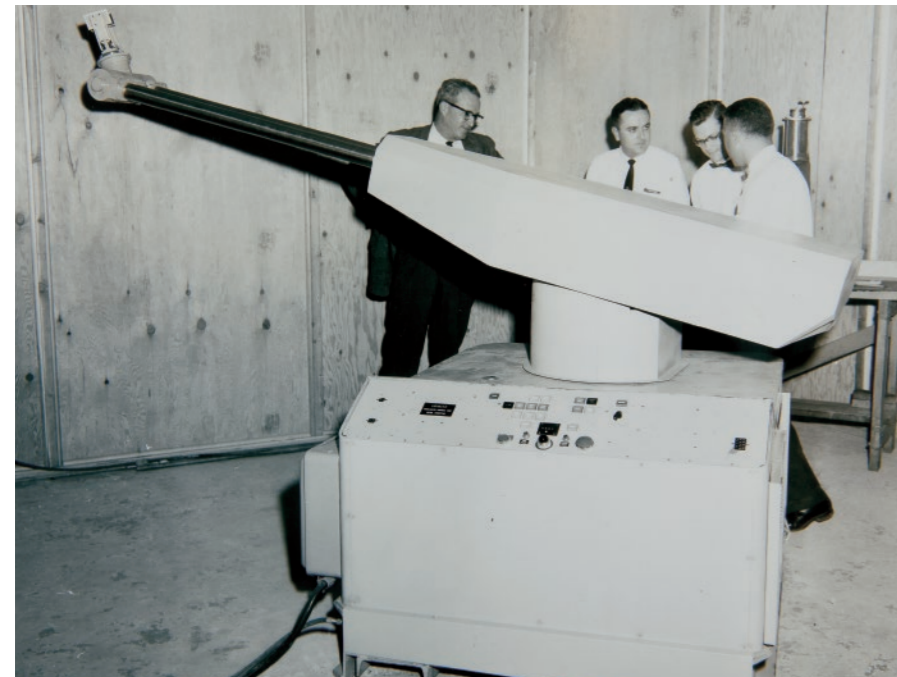
1959年、「プログラムド・アーツィクル・トランスファー」のプロトタイプが完成した。エンゲルバーガーは直ちに米国の大手自動車メーカーに対してアプローチをした。そこで、最初に興味を示したのがゼネラルモーターズ(GM)だった。GMは、ニュージャージー州トレントン(Trenton)にあるダイキャスト工場に対して導入を決め、産業用ロボットの実用化が始まった。

なお、GMではその後も産業用ロボットの導入を順次進め、たとえば1969年には後に実用化する産業用ロボット「ユ

ニメート」をスポット溶接用としてオハイオ州ローズタウン(Lordstown)工場に導入し、従来の2倍にあたる、1時間に110台の自動車組立を可能にした。

米国ユニメーション創業 初号機の試作に成功

1961年、エンゲルバーガーは、デボルと共同で、米国コネチカット州ダンバリー(Danbury)の町に産業用ロボットの開発を専門に手掛けるベンチャー企業「ユニメーション(Unimation Inc.)」をCondec Corp.の子会社として設立。翌1962年に世界初の本格的な産業用ロボット「ユニメート」の試作に成功する。



デボルやエンゲルバーガーが「ユニメート」の開発を行う様子。

「ユニメート」の基本設計である長く伸びた独特なアーム形状は、エンゲルバーガーが戦車の大砲からヒントを得て設計したといわれている。基本仕様は、真空管を用い、油圧駆動、極座標型、5軸、12kg可搬であった。

「ユニメート」の名の由来

「ユニメート(Unimate)」は、「汎用能力を持つ作業仲間」を意味し、機械を擬人化したニックネームとして命名された。「ユニメート」が長い一本の腕を伸縮・旋回させ、先端の手首をひねる様子は、この名称にぴったりとの印象を多くの人びとに与えて好評を博し、その後、同様のネーミングが他社でも数多く採用されるきっかけとなった。なお、社名の「ユニメーション(Unimation Inc.)」は、「ユニバーサル・オートメーション(Universal Automation)」の略称である。

海外市場を開拓すべく 欧州、アジアへ

産業用ロボット事業の海外展開を図るにあたり、その地域の優良企業に製造販売を任せる方針を決めていたユニメーションは、欧州とアジア地域への事業拡大を目指し、アジア地域においては、技術力と市場を兼ね備えた日本にターゲットを定めつつあった。

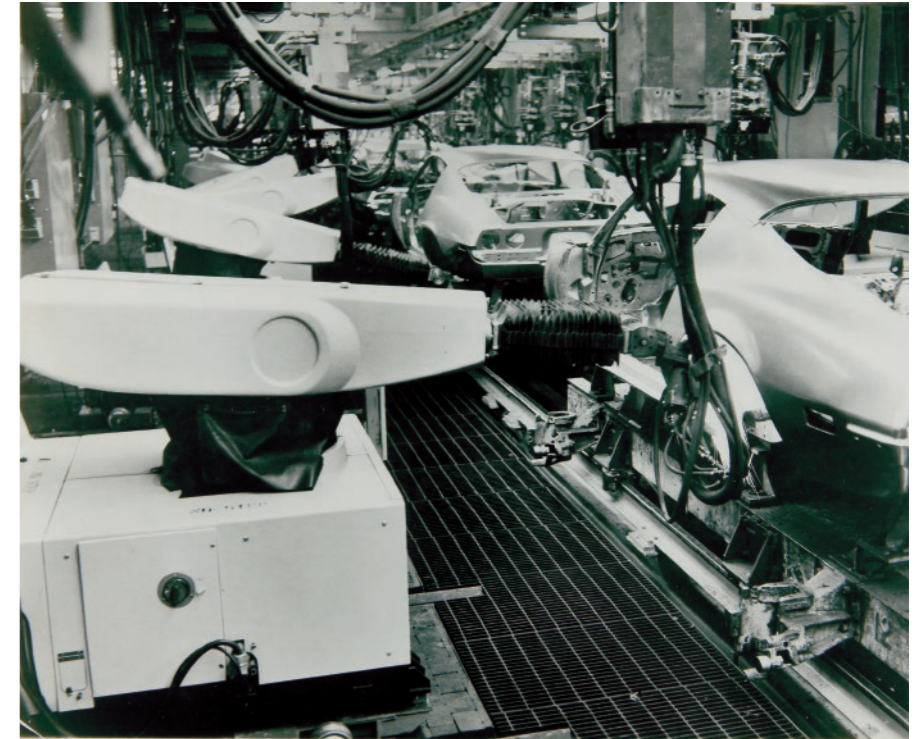
1966年、エンゲルバーガーは日本に招待され、東京で産業用ロボットの講演会を行い、産業用ロボットの有用性を紹介した。同様のプレゼンテーションを米国で実施した際は、参加者は両手で足りるほどしか集まらなかったのに対し、東京で行ったプレゼンテーションには、ロボットの応用に興味を持つ約700名もの経営者が押し寄せる盛況ぶり、講演後の質疑応答は2時間以上も続いた。

川崎航空機工業と ユニメーションとの出会い 技術提携交渉の舞台裏

1960年代、川崎航空機工業(川崎重工の前身。1969年、川崎重工・川崎航空機工業・川崎車輛が合併)の主力製品のひとつに化学合成繊維の産業機械があった。しかし、戦後の繊維不況や、労働集約的な繊維産業が東南アジアに移行しつつある潮流から、繊維産業の設備需要は今後低迷することが予想されたため、川崎航空機工業ではそれに代わる新たな設備機械分野への進出を検討していた。1960年代初頭から市場調査を開始し、掘削機械や遠心分離機などが候補に挙がった。その中でも、高度経済成長期中、生産性向上や人手不足の解消などで、今後需要拡大が予想されるロボット分野への進出を最重要テーマとして絞っていた。

未知の機械であった産業用ロボットの大きい将来性を早くから認識していた川崎航空機工業の幹部は、1967年、米国ユニメーションが産業用ロボットの日本での技術提携先を模索していることを察知すると、ただちにユニメーションに対して交渉を開始した。

ユニメーションが日本での技術提携先候補としていたのは電機メーカーを中心とした7社。機械の制御においては電機メーカーが有利であり、川崎航空機工業は当初候補に入っていなかった。しかし、当時の幹部は米国に出向いて積極的な交渉を開始した。そして川崎航空機工業が永年にわたって培った技術力に加え、事業幹部の熱意がエンゲルバーガーより高い評価を受け、ユニメーションから逆転指名を獲得



米国の自動車生産ラインで稼働する「ユニメート」。

する結果となった。

ユニメーションが探す提携先は、同社の設計に基づき、確実に「ユニメート」を製造できる企業であり、その点で川崎航空機工業との提携は必然であった。「ユニメート」は「三種の神器」と呼ばれるプレイバック制御の基本要素、1)油圧サーボバルブ、2)位置検出用エンコーダー、3)データ記憶用メモリドラムが重要な役割を担っていた。この中で、特に油圧サーボバルブにおいて、川崎航空機工業がこれまで培ってきた繊維機械の技術が活用可能であった。紡糸ポンプの製造において、ミクロン単位での制御を可能とする技術を有しており、油圧サーボバルブの製造に適用可能であった。この時期に同様の技術は他社にはなかった。川崎航空機工業の機械機構と「ユニメート」の制御機構を合わせることで、「ユニメート」実用化への道筋が見えたのだ。

1968年10月の技術提携契約に先立つ同年6月、川崎航空機工業は機械事業部内に「IR(Industrial Robot)国産化推進室」を開設した。この部署が現在のロボットビジネスセンターの前身であり、ユニメーションとの技術提携の受け皿となった。

「IR国産化推進室」設置から4か月後の1968年10月、川崎航空機工業とユニメーションは「ユニメート」に関する技術提携の契約を正式に締結し、翌1969年には、日本初の産業用ロボット「川崎ユニメート」の発表へと繋がることになる。

ここからカワサキロボット、そして日本における産業用ロボットの歴史が幕を開ける。

出典:

- Lars Westerlund, "The Extended-Arm of Man" (2000)
- Robotics Industries Association, "A Tribute to Joseph Engelberger"

写真:

- The Collection of The Henry Ford

第1章

カワサキロボットの半世紀
国産ロボット第1号

日本初の産業用ロボット 国産化プロジェクト始動

1954(昭和29)年からの約20年間、日本は高度経済成長期を迎えていた。

戦後の復興を世界にアピールした1964年の東京五輪や1970年の大阪万博開催を追い風に、年率10%を超える経済成長を遂げ、1968年には国民総生産(GNP)世界第2位へと躍り出る。なかでもGNPの3割を担っていた製造業は、設備投資や人員拡大に注力。とくに急速なモータリゼーションを背景に増産体制を敷く自動車産業は、深刻な人手不足に陥っていた。右肩上がりの需要増が招く、絶対的な働き手不足——自動車メーカーの製造現場において、人手作業からの脱却、すなわち機械を使った自動化・合理化は急務であった。

国産初の産業用ロボット 油圧駆動の初号機デビュー

高度経済成長期さなかの1968年6月に発足した「IR(Industrial Robot)国産化推進室」。この部署こそが現ロボットビジネスセンターの前身であり、同年10月、米国ユニメーションとの技術提携に向けて創設された新組織であった。

翌1969年には米国より「ユニメート」のサンプルマシンが到着し、また当社からも電気設計・機械設計・製造技術者の3名を米国に派遣。ヒトとモノの交流によって開発は加速する。ユニ

メーションで製造技術を習得する一方、国内では綿密な構造調査と動作確認が行われ、国産化に向けた準備が進められた。そして5月、日本初の産業用ロボット「川崎ユニメート2000型」初号機が国産化された。基本仕様は、油圧駆動・極座標型・5軸・12kg可搬。当時は電動モーターの性能が不十分であり、油圧こそが最良の動力源とされていた。

この「川崎ユニメート」発売のニュースは、現場の絶対的な働き手不足に悩む産業界、とくに自動車メーカーから大きな注目を浴びた。それまでものづくりの現場では、特定の目的のため

高度経済成長期さなかの日本において、大量生産・消費、人手不足の時代背景から注目を浴びた「川崎ユニメート2000型」。当時の価格は1台1,200万円。初任給3万円の時代には非常に高価であった。

この年
1968
-1969

- 1968●日本の国民総生産(GNP)が西ドイツを抜いて世界第2位に躍り出る。高度経済成長によって自動車の需要は急増し、工場は深刻な人手不足に陥った。
- 1969●東名高速道路の全線開通により東名-名神間がつながり、本格的なモータリゼーションの時代が幕を開けようとしていた。



に設計・製作された専用機械により機械化・自動化が行われていたが、「ユニメート」は1台で何種類もの作業に対応できるため、その汎用性が各業界の関心を呼んだのである。

初版の販促用カタログでは、「川崎ユニメート」は「労働者不足を解決する“新しいタイプの作業員”」として、以下のように紹介されている。

「川崎ユニメート」は

- ① 灼熱の重いピレットを扱う鍛造作業をも十分にやりこなす程に「頑強」であり、
- ② また一方、非常にデリケートなガラスチューブを軽くあらい乍ら梱包する程に「器用」でもあります。
- ③ 非常に複雑なスポット溶接の工程パターンを暗記して一連の作業を確実に繰返す程に「賢く」もあり、
- ④ また一方、退屈すぎる単調な仕事を甘んじて引きうけてもなお疲れも見せず、不平も云わない程に「忍耐力」をもっています。
- ⑤ 更にまた工場の生産体系の変化にすぐに、容易に適應出来る程に「汎用性」をもっています。」

ロボットが社会に浸透していない中で、このようなコンセプトを打ち出し、活用方法を提案することで、市場への浸透を図っていった。



「川崎ユニメート2000型」のカタログ初版の一部。

モータリゼーションを追い風に 自動車製造ラインにロボット導入がはじまる

GNP世界2位へと躍進する日本で1970年代、モータリゼーションが本格化する。それまで自動車は高級品とされ、法人利用や一部富裕層の自家用車としての用途が一般的であった。1960年代後半から、高度経済成長の波に乗り、1人あたりの実質国民所得が増加するにつれ、自動車の大衆化が徐々に始まり、モータリゼーションが加速していった。この流れを受けて成長を加速させる自動車メーカーから1972年以降、「川崎ユニメート」は相次ぎ採用される。この背景とは何であったか。

1971年当時、日本の自動車輸出は年間200万台以下と少なく、その増産を図っていたメーカー各社は、高度経済成長のもと、急激な賃金上昇にともなうコストアップに苦慮していた。なかでも自動車組立におけるスポット溶接工程は、膨大な数の作業者が集中しているにもかかわらず、従来の「マルチ・スポット・ウェルダ」と呼ばれる専用自動機械では、3,000~4,000点にも及ぶスポット溶接箇所のうち4割を占める複雑なスポット溶接作業の自動化ができず、モデルチェンジや多品種化にも対応できないことから行き詰まっていた。より汎用性のあるスポット溶接の自動化機械が求められていたのだ。



当時の自動車工場で稼働する「川崎ユニメート2000型」。

これに対して「川崎ユニメート」は、専用機による自動化の限界を打ち破った。「ティーチングプレイバック」と呼ばれる制御方式を採用しており、最初に一度だけ遠隔からの手動操作によって作業動作を行い、その要所ごとにレコードボタンを押し、経路の順序や待機時間などの情報を記憶装置に記録する。すると2回目以降は、記憶された通りの作業を何度でも再生した。

この制御方式のロボットであれば、モデルチェンジをしても新しい溶接作業のパターンを教え直すだけで済む。その作業も1日とかがからない。1分間に320点のスポット溶接を行った無人化ラインでは、熟練溶接工10人分の作業を引き受けた。昼・夜の交代を合わせて20人の省力化となり、こうした汎用性のあるロボットの導入が、結果として労働者を「3K(きつい・汚い・危険)労働」とされる溶接作業から解放することにもつながった。

このような効果を見出した日本の自動車メーカーにより、「川崎ユニメート」の導入が進んだ。1972年には、日産自動車の工場に対して初めて納入され、以降、富士重工業(現:SUBARU)、トヨタ自動車、東洋工業(現:マツダ)と導入が続いた。

ただし、革新的な制御手法を採用した「川崎ユニメート」にも、本格導入となると、まだいくつかの疑問符がつけられていた。国産化にあたっては、ユニメーションの設計概念をそのまま踏

襲していたが、その性能、信頼性は厳しい条件を要求する日本の自動車メーカーを満足させるものではなかった。例えば平均故障間隔時間(MTBF)は自動車メーカー基準の10分の1にも満たなかった。しかし、このような状況にありながらも、大手自動車メーカー技術者たちの「川崎ユニメート」への熱い期待が絶えることはなかった。そして当社ロボット部門も改善に対して熱意を注いだ。「ユニメート」を米国でいち早く導入したゼネラルモーターズ(GM)をはじめとする海外自動車メーカーのロボット化の実情が明らかになるにつれ、日本の大手自動車メーカーも本腰を入れて導入を検討する必要があったのだ。日本の自動車をはじめとした各業界のロボット導入先駆者企業と当社によるロボットの適用可能性追求への熱意と努力こそ、1972年以降「川崎ユニメート」が自動車メーカーに相次いで採用された要因であった。

Column 産業用ロボットの業界団体「日本ロボット工業会(JARA)」発足までを振り返る。まず1971年、ロボット産業育成を目的とした任意団体「産業用ロボット懇談会」が関係企業35社によって設立され、1972年には任意団体「日本産業用ロボット工業会(JIRA)」へ、そして1973年には社団法人化され、1994年6月「日本ロボット工業会(JARA)」へと発展していく。

Column 米国でもロボット導入が増加。1970年には、「デトロイトが静かに産業用ロボットに浸食されている(Robots invade Detroit)」という内容の記事が同国メディア「American Machinist」に掲載されるなど、反発が高まる。

石油危機を乗り越えて 合理化機運を追い風に迎えた 「産業用ロボット普及元年」

1973年と1979年の二度にわたって起きたオイルショック。1973年の第一次オイルショックでは原油価格が急騰し、「スタグフレーション」と呼ばれるインフレ下の不況に陥った。インフレによる消費者の買い控えと、ガソリン価格の高騰によって自動車販売が大きく落ち込む。労働集約型産業に対する賃金高騰の打撃も大きく、「川崎ユニメート」の主要な納入先である自動車メーカー各社も設備投資を手控えるようになり、ロボット導入が大幅に減速した。

この苦境の中で、日本の自動車メーカーは“省エネ対策”を着々と進めていた。消費者の需要は、燃費効率の良い小型車に向いて



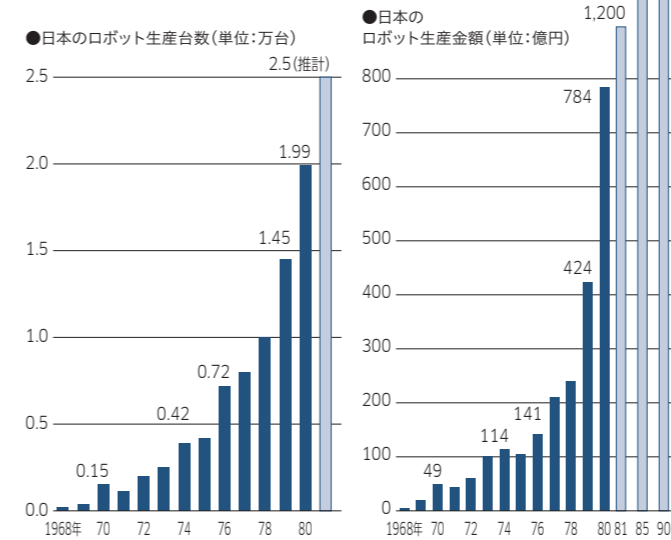
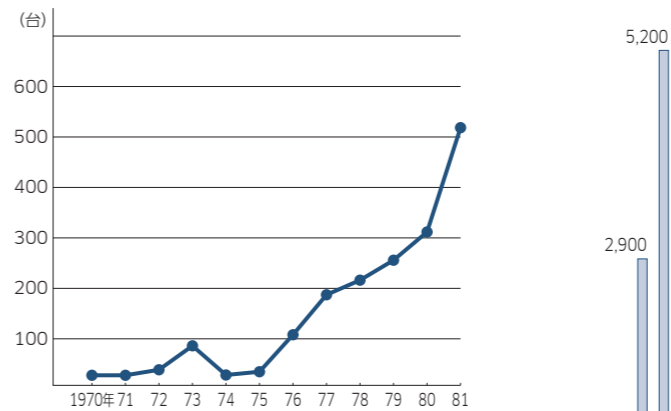
1973年・1979年の二度にわたるオイルショック。原油の供給が逼迫し、石油価格の高騰が引き金になって「狂乱物価」が出現した。第一次オイルショック直後の1974年には、消費者物価指数が前年比23%上昇。経済成長率は戦後初めてマイナスとなった。生活必需品の品薄・価格高騰の中、人々はトイレペーパーや洗剤など買い占めに走った。

いた。この変化は日本だけに留まらず、海を越えた米国でも同様であった。その変化を捉えた自動車メーカーは小型車の開発・製造を着実に進めた。ここで先行する日本の自動車メーカーは、かたや大型車中心路線から脱皮できずにいた米国ビッグスリー(GM、フォード・モーター、クライスラー)の間隙を突いて、1976年より急速に欧米市場への輸出を伸ばしていく。ガソリン高騰の折、低燃費車へのシフトは時代の必然であったが、米国メーカーはその流れに乗り遅れ、小型車の用意がなかったのだ。

1979年に第二次オイルショックが発生した時には、日本の自動車メーカーをはじめとする製造業はすでに合理化・自動化を進展させており、事業への影響は第一次オイルショック発生時よりは軽微であった。消費者の需要構造の変化が、企業の合理化を後押しし、製造現場の自動化・省人化による生産性向上が図られた。消費者需要の移り変わりが激しい環境で生産性向上を追求する自動車メーカーにとってロボットは、「いかにコスト高を回避しつつ多品種生産を行うか」という時代の要請に応える支えとなり、導入が促進された。これまでの専用機械では、新車種の製造ラインの立ち上げに相当な期間を要していた。それがロボットの場合、大幅な期間短縮が可能となる。加えて、複数車種を製造する混流ラインへも対応できる。このような点が消費者需要を反映し、多品種化を進める自動車メーカーから評価されたのだ。

そして迎えた1980年、日本の自動車生産台数が1,100万台となり、世界第1位に躍り出る。同時に、産業用ロボットも1980年をもって「普及元年」とされ、翌1981年には1,000億円産業の仲間入りを果たす。「川崎ユニメート」は、溶接をはじめ、ハンドリングや塗装など、各種作業に適用され、1980年5月に当社からの出荷1,000台を突破した。はじめての500台は9年間を要したのに比べ、次の500台は2年間で到達し、急速な成長を遂げた。

●「川崎ユニメート」生産台数の推移



1982年当時、日本産業用ロボット工業会(JIRA)が発表した日本のロボット生産台数と生産金額の推移、および当社生産台数の推移。生産台数は1978年から1980年までの2年間で約3倍と急成長している。産業用ロボットは生産金額のうち55%、生産台数の15%程度を占める。産業用ロボットは当時、「高級ロボット」と分類され、①「ユニメート」のような「ティーチングレイトバック式マニピュレーター」以外に、②「NCロボット」(順序、位置などの情報を紙テープなどを使って数値で指示された作業を行えるマニピュレーター)、③「知能ロボット」(センサーなどを備えた感覚機能や認識機能によって行動決定できるロボット)の3種類が含まれた。

油圧から電動へ 電動式ロボット「PUMA」誕生

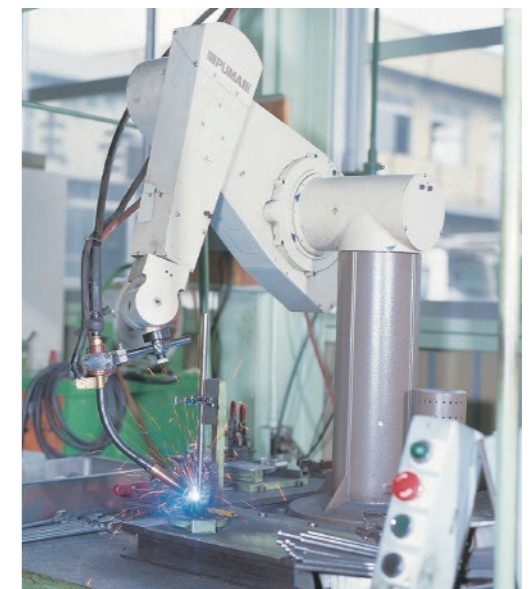
ロボットの動力源が変わろうとしていた。サーボモーターの大型化・高性能化に伴う「油圧から電動へ」という潮流だ。

1979年、当社は世界初の電動式・小型垂直多関節型ロボット「PUMA(ピューマ:Programmable Universal Manipulator for Assembly)」をユニメーションから輸入、1981年に国内発売する。「PUMA」を開発したのは、シリコンバレーに近いカリフォルニア州サニーヴェール(Sunnyvale)にあるユニメーションウエスト。同社はもともとスタンフォード大学でロボットを研究していた学生が設立した会社で、これをエンゲルバーガーが買って西部の拠点としたもの。

この「PUMA」は、自動車部品等の搬送・移載・組立を高速・高精度で行うことを念頭にデザインされ、専有面積は人間一人と同程度。55kgと軽量、人腕相当の動作空間を特長とした。

また、「ロボット言語によるプログラム制御」を世界初搭載した点でも革新的であった。「VAL(Variable Assembly Language)」と名付けられたロボット言語は、これまでロボット導入時に大きな労力を割かれていたティーチング(教示)を省力化・高度化し、プログラムによりロボットの動作パターンを教示を容易にした(なおユニメーションと当社との技術提携解消後は、当社は「VAL」を「AS」という名称で継承し、改良・発展を続けていった)。

それにより、センサーの活用なども可能となったことで、顧客の業界や用途も広がっていく。業界では、自動車部品・家電・化学・窯業・半導体など。また、用途は組立・検査・パレタイズ・樹脂成型・アーク溶接・塗装・シーリング・研究用などへ拡大した。



電動式・小型垂直多関節型ロボット「PUMA」による溶接作業の様子。

1970年代後半から1980年代にかけて、高性能サーボモーターの登場によるロボット電動化の波に乗り、ロボット産業への新規参入が相次いだ時代であった。この時期日本の製造業では、年間50万人の現場技能者が不足しているとされ、ロボット導入への注目が高まった。そのため、電気機器メーカーや精密機器メーカー、ベンチャー企業などによる、“急成長の花形市場”であるロボット産業への進出ラッシュが続く。1980年代前半は大小150~200社が入り乱れるロボット戦国時代とされた。当社はこのような市場環境において、小型・電動式の「PUMA」を製品として加えることで、大型・油圧式の「川崎ユニメート」では参入が難しかった分野への拡大を目指した。

高まる電動式ロボットへの需要 大型電動式ロボットの自社独自開発

ロボット電動化への波は、小型ロボットだけに留まらず、これまで「川崎ユニメート」が対応していた大型ロボットの範囲にまで及んだ。電動式ロボットは当時の油圧式に比べて3分の1の電力消費、振動の少ない動作性、容易なメンテナンスといった特長を備えており、顧客の需要を捉えるものであった。そしてその頃、大型電動サーボ技術の進歩と共に、他社の電動ロボット開発、市場投入も進んでいた。

その頃当社の電動式ロボットは、小型で可搬質量5~10kgの「PUMA」のみであった。その頃ロボットの適用が進んでいたスポット溶接用のガンは大型化しており、自動車メーカーからのロボット電動化および大型化の需要に耐え得るものではなかった。提携先のユニメーションにはもはや依存する技術がなく、市場の需要に応え得る大型の電動式ロボットの開発を、1982年から、全面的な当社独自技術によって進めることとなった。

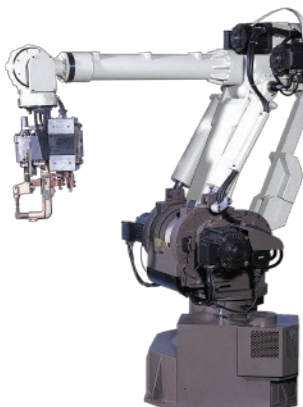
「ユニメート」と根本的に異なる制御・駆動方式に苦労しつつも、翌1983年には、当社初の国産、電動式大型ロボット「Eシリーズ」を開発する。当社独自の技術を用い、油圧ではなく電動技術を用いたロボットに転換した点で革新的であった。

この「Eシリーズ」は、自動車メーカーとの二人三脚により開発したといっても過言ではない。メーカーの需要に基づき、スポット溶接、スタッド溶接（一方向ガンによる加圧スポット溶接）、シーリング等の幅広い適用に対応し、ラインアップを拡充していった。

初の国産・大型電動ロボットとなった「Eシリーズ」の最初の機種「EA65」。



海外でもベストセラーとなった「EX100」。自動車メーカーのスポット溶接工程を中心に活躍した。



なかでも「EX100」は、自動車メーカーへのベストセラー機種となった。この機種は、かねてより当社ロボットの導入が進んでいたスポット溶接に用途を絞り、全面的な新設計に基づき開発された。動作範囲の拡大、短距離高速性、純光学式ハイブリッ

ドエンコーダー採用による高精度位置決め、溶接条件自動設定などのソフトウェア装備など、性能・機能面を高度化すると共に、品質・コスト面でも徹底的な改善を実施した。この評価は国内外において着実に高まり、日本の大手自動車メーカーからの採用が続く、のちに米国への導入にもつながる。

用途拡大へ向け製品拡充 世界初ダイレクトドライブ方式の スカラロボットを発売

1980年代は半導体需要が急増した時期でもあった。1984年には米国アップルコンピュータが「Macintosh」を発表。翌1985年には任天堂「ファミリーコンピュータ」が大ブームを呼び、そのCPUに使われる半導体の需要を牽引していったのだ。

この状況の中、当社は1985年、米国アデプトテクノロジー（Adept Technology, Inc.）と技術提携契約を結び、翌1986年より同社のダイレクトドライブ（直駆動）方式スカラロボット「AdeptOne（アデプトワン）」を国産化し発売。その得意分野は、半導体製品の実装や小物製品の組み立てなどであり、半導体装置メーカーや自動車部品メーカーなどへの納入を開始した。



1985年の国際ロボット展で展示された「AdeptOne」。

世界で初めてダイレクトドライブ方式を取り入れた水平多関節型ロボット「AdeptOne」。高速動作・高精度により大きな注目を浴びるが、当時の一般的な水平多関節型ロボットよりも倍近い価格差が導入を阻む。

「AdeptOne」とは熟練者の意で、世界で初めてダイレクトモーターを採用した水平多関節型ロボットであった。ギアを使わないため、摩擦や振動が少なく、秒速9mの超高速性能、高精度の動作が実現可能。高度知覚ビジョンシステムを備えており、部品の位置を瞬時に判断しながら作業を行うことが可能であった。

しかしながら、ロボット戦国時代で新規参入が相次ぐ中、半導体や電子機器メーカーは自社独自でロボットを内製していたことに加え、市場に出回る安価なスカラロボットに対し「AdeptOne」の価格優位性が低かったことや、「インサーター・マウンター」と呼ばれる半導体実装専用機での製造が一般的だったことも重なり、普及の壁は厚かった。

第2章

カワサキロボットの半世紀
海外市場に礎を築く

“ロボット大国”への成長を支えたカワサキロボット 舞台は北米、そして欧州へ

ユニメーションとの技術提携以降、着実にノウハウと経験を積み重ねていた当社が、更なる事業拡大に向けて見据えたのは、世界初の産業用ロボットが生まれ、巨大な自動車産業が発展している米国であった。1980年代半ば、日本のロボット稼働台数は93,000台に達し、世界の約7割を占める“ロボット大国”へと成長。^① また日米貿易摩擦を背景に、日本の自動車メーカーによる北米進出も相次いでいた。市場性は充分に見込まれ、かつ経験も十分に積んだ。北米進出への機は熟していたのだ。

欧米市場への本格展開を見据え 18年に及ぶユニメーションとの 技術提携を解消

1980年代に入る頃には、当社は独自の技術力を確立していた。ユニメーションとの提携初期は、同社の設計に基づく製造を行っていたが、「川崎ユニメート」の国内導入が進むにつれ、顧客の多様なニーズに対応するため、自社独自での開発を行うことで技術力と経験を重ねていったのだ。機械や制御技術だけでなく、適用技術も当社の強みであった。ロボット導入先顧客である自動車メーカーの生産技術担当者と共に、ロボットシステムのエンジニアリングを実施することが多かった。そのため、自動車ボディ図面の解読、溶接工法や工場設備を把握したうえで、スポット溶接打点配分や打点姿勢、サイクルタイム検討を机上で実施するといった、自動車の生産技術に関する特有の技術力を着実に習得し、蓄積していった。この時点で、次なる事業フィールドとして、「労働人口の6分の1が自動車産業に携る」といわれる巨大市場、米国や欧州を見据えていたのである。

その頃のユニメーションは、1983（昭和58）年に米国大手電機メーカー、ウェスチングハウス・エレクトリック（Westinghouse Electric Corporation）に買収され、大企業の一部門となり、ロボットに対する開発力を喪失していった。また、買収以降も「ユニメート」の駆動方式である油圧にこだわる同社は、電動式ロボットの主流化に向けた潮流にも後れを取っていた。加えて欧米市場への展開を見据えた当社には、ユニメーションと

の販売テリトリーの問題や、高いロイヤリティが障壁となり、提携の継続を難しくさせていた。

そのような背景により、事業開始から18年間続いたユニメーションとの技術提携を、1986年をもって解消。本格的な海外市場の開拓に向けた体制を整備した。提携解消以後、当社のロボットは、名実ともにカワサキオリジナル、独自技術を集積させた自社製品として、世の評価を問うフェーズへと移行する。

1980年代のユニメーション

1983年、ユニメーションは大手電機メーカーのウェスチングハウスに買収された。1980年代に財政難へ直面していた同社の買収に名乗りを挙げたのは、アセア（現：ABB）、ウェスチングハウス・エレクトリック、リットン（Litton）、ゼネラル・エレクトリック（GE）の4社で、ウェスチングハウスが最高値の1億800万米ドル（当時の価格）をつけた。同社は、ユニメーション買収後も油圧式ロボットの開発を続けた。電動式ロボット開発の継続を望んだユニメーションウエストは、油圧式ロボットの開発継続を定めたウェスチングハウスから独立し、アデプトテクノロジーを立ち上げた。同社はその後、ダイレクトドライブ方式ロボットの専門メーカーとして、独自の先端技術を駆使した高速・高機能のスカラロボットを軸に事業を展開した。油圧式にこだわるウェスチングハウスの方針に反し、時代の潮流は電動式ロボットに向かっていた。同社は1986年に大型電動式ロボット「PUMA760」を開発するも、電動化への後れは取り戻せなかった。その結果、もともとユニメーションであった事業部門は1989年、500万米ドルでスイスの電子機器メーカー、ストーブリ（Stäubli）に買収された。^②

この年
1985

日米貿易摩擦の拡大とともに、貿易と財政「双子の赤字」に苦しむ米国主導で成された、ドル安誘導政策「プラザ合意」。日本のメーカーは対米輸出（自主）規制を余儀なくされ、プラザ合意による円高基調もあいまって、米国進出・現地生産化が進む。

初の海外拠点設立 北米市場展開への布石

ユニメーションとの発展的な提携解消に至る1986年、“自動車街”デトロイトに、当社初の海外拠点となる北米事務所を設置。当社の米国現地法人Kawasaki Heavy Industries (USA), Inc.の支店として開設され、米国自動車メーカー向けビジネス開拓に向けた北米市場のロボット関連情報の調査および日本との連絡拠点としての役割を担った。そして日本で培った自動車製造現場での適用技術力や生産ライン構築の実績をもとに、同年には、米国自動車メーカービッグスリーに対するプレゼンテーションや工場の視察を開始し、米国メーカー開拓の糸口をつかむ。

1980年代前半以降、日米貿易摩擦を背景に、日本の自動車メーカーは相次いで米国の現地自動車メーカーとの資本提携および共同生産、または単独での現地生産を開始していた。当社ロボットは1980年代前半から、日・米メーカーが共同生産を行う北米やメキシコの工場に導入され、性能・機能面の高度化と同時に品質・コスト面でも徹底的な改善を行った「EX100」を中心に、国内外での評価が高まっていた。そして米国大手自動車メーカーは、自社への導入を具体的に検討し始める。

世界一厳格な評価基準の突破から 北米市場展開に向けて見えた道筋

米国自動車メーカーへの導入には、“世界一厳しい”とされた独自基準の性能評価テストにおいて、詳細に設定された項目を全て突破する必要があった。それは後に設定される国際基準にも参考にされるほどの水準。そのテストをクリアするため、1986年初めから専任のエンジニアを日本から派遣した。厳しい要件への対応を続け、そのテストを通過。その性能が認められた。これは、北米市場本格展開への道筋が見えた第一歩であった。その頃、1987年10月には、1986年に設立したデトロイト事務所の機能を拡大し、「デトロイトロボットセンター」を開設した。

性能評価テスト合格後、米国メーカーの実生産ラインに試験導入され、工場の従業員へのロボット操作やトレーニングも重ねていった。そして、機種を代えて行った複数の評価テストにすべて合格し、当社が採用に至るまでにはほぼ1年にわたる期間を要した。試験導入の経過を踏まえ、性能を綿密に評価した末の採用であった。米国自動車メーカーへの最初の導入は1988

年3月。「EX100」8台の納入であった。当時、米国製ロボットは設置後の初期トラブルが多く、稼働開始までに時間を要していた。しかし当社ロボットの実稼働実績は事前のテスト結果と変わりなく、米国自動車メーカーからの評価を上げるきっかけとなり、翌1989年には数百台規模でのスポット溶接用ロボット導入へと至った。

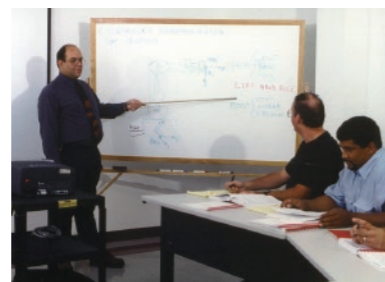
この大規模な納入を契機に1990年、デトロイトロボットセンターは「Kawasaki Robotics (USA), Inc. (KRI)」へと発展する。同現地法人は、新たな大口顧客となった米国自動車メーカーが重視するトレーニングとアフターサービスの体制を整備すると共に、販売活動強化の役割を担っていた。

なかでもKRIのトレーニング施設(ロボットオペレーションのスクール、教習所のような位置づけ)には、米国進出した日本および米国の自動車メーカーから多くの従業員が送り込まれ、米国内での産業用ロボットに関するノウハウ向上にも寄与した。その受講者数は1997年に1,000名を超える。

さらに1994年6月、当社グループの「Kawasaki Motors Manufacturing Corp., USA (KMM)」モーターサイクル工場にて、「Eシリーズ」の後継機種となる大型ロボット「Uシリーズ」の米国生産を開始した。



米国現地法人KRIでの
トレーニング風景。



1990年から小型ロボット「Jシリーズ」の開発が始まった。写真は溶接作業を行う「JS-10」。組立ハンドリングやアーク溶接などの新たな分野への拡大を見据えたロボットで、人の作業をそのまま置き換えることを設計コンセプトとした。1980年代後半から、ロボット導入を検討する企業が増え始め、小規模な工場への導入や、より細やかな作業への適用の検討が進んだため、小型ロボットへの需要が高まった。



海外への技術供与 “学ぶ”から“伝える”フェーズへ

ロボット事業黎明期の当社は、米国ユニメーションの技術提供を受けてロボット開発を進めてきた。

この間に蓄積した設計・製造ノウハウはやがて成熟し、自社開発機運を高めていく。やがてユニメーションとの提携解消を機に、自社単独での製品開発へとシフトしていった。

そして1980年代後半、そのノウハウを海外展開する機会が訪れる。この時期の韓国では、自動車・電子電機産業の急成長、人件費の大幅上昇に伴って、製造工程の自動化、ロボット化の需要が高まっていた。当社も韓国向けにロボットを輸出していたが、韓国国内では内製化の必要性が叫ばれていたのだ。

さらに、1988年のソウル五輪を契機としたモータリゼーションが拍車をかける。韓国の重工メーカーから1988年、「川崎重工のロボットを国内製造したい」とのオファーが届いたのだ。海外への「技術供与」という、ロボット事業創業20年目にして初の試み。“学ぶ”から“伝える”フェーズへの転換点であった。

こうして韓国への足がかりを得た当社は1994年、さらに同国2社目となる大手重工メーカーへの技術ライセンスを供与。アジア圏への地歩を固めていく。

欧州市場へ本格参入 東西冷戦後のヨーロッパへ

ソ連が崩壊し、東西ヨーロッパの往来が自由化され、今日のEU(欧州連合)経済圏が生まれようとする1990年代初頭。当社は新たなマーケットとして欧州へ乗り出す。1989年には当社のオランダ、アムステルダム事務所内に駐在員を派遣。1991年には、英国ロンドンの「Kawasaki Motors UK (KMUK)」内に現地事務所を開設した。欧州自動車業界参入の糸口を掴むと共に、その他業界でもロボット導入が見込まれていたため、欧州市場での事業基盤構築を見据えていた。また、すでに欧州で現地生産を進めていた日本の自動車メーカーへのサービスの提供も拠点開設の目的のひとつであった。

当初は4名体制で日本の自動車メーカー現地拠点へのサービスを提供すると共に、現地での営業活動を開始したが、競合ロボットメーカーの地盤は固く、欧州自動車メーカーの開拓は苦戦続きであった。

やがて1993年にEUが発足し、域内での経済活動が自由化

されたタイミングで、当社は本格参入を開始する。まず1995年11月、ドイツ現地法人「Kawasaki Robotics GmbH (KRG)」を設立。ロボット技術の最先端を走るドイツを拠点に、欧州全域の市場開拓に乗り出す。

さらに1996年、英国ロンドン事務所からロボット部門が独立し、「Kawasaki Robotics (UK) Ltd. (KRUK)」を開設。欧州サービス・販売網を増強させていく。



1998年10月、小型ロボット「Fシリーズ」16機種を発売。「Jシリーズ」の後継機種で、アーム部分にモジュール構造を業界初採用した。写真は「FS10」。

1999年10月、クラス最大級の動作範囲を有する大型ロボット「Zシリーズ」7機種を発売。写真は2013国際ロボット展に出展されたパレタイズ作業を行う「ZD250」。

欧州でのロボット産業発展の歴史

世界初の産業用ロボット「ユニメート」が欧州で製品化されたのは、当社に先立つこと2年前の1967年。スウェーデンの鋳物業界大手企業で、同国自動車メーカーVolvo Carsを重要顧客とするSvenska Metallverkenのダイキャスト工程への導入が始まりである。その後、GMの欧州進出に伴い、1972年頃から産業用ロボットの認知度が欧州でも向上していく。欧州市場では、普及当初はユニメーションをはじめとした米国メーカーのロボットが中心であったが、1980年代後半を境に変化し、欧州のロボットメーカーが躍進していく。

その背景には、米国メーカーのロボットは、構造が複雑で壊れやすかったことが挙げられる。例えばGEは自社でのロボット開発を進めており、組立作業を行う4本アーム構造のロボットを開発した。しかし、複雑な制御を要したため、耐久性に乏しかった。このようなロボットは日本や欧州で設計、製造されたものより3割も多い部品で構成されていた。構成をシンプルにすることに決めたのは欧州、そして日本企業が得意であった。

また、現場の製造工程に適したロボットの開発に長けていたのも欧州と日本の共通点だった。米国では、ロボットメーカーの開発者は製造委託企業の管理を行うビジネスマンが務めている場合が多かったため、現場に適したロボットと技術的に優れたロボットの間にかい離があったのだ。

米国メーカーを凌ぐ欧州ロボットメーカーが台頭し始め、市場の拡大とともに1973年、KUKAが独自の6軸ロボット「FAMULUS」を世界初開発。ABBも追随してロボット事業に参入する。両社はいずれも、欧州自動車メーカー(なかでもドイツ、さらにはイタリア、フランス、英国、スペイン)からの支持を得、実績を積み上げていった。2012年の統計では、ドイツにおけるロボットの出荷先として自動車産業が約6割(8,849台)を占め、用途別ではマテハン用5,456台、樹脂成形用1,476台、アーク溶接用1,361台、入出荷用1,298台、スポット溶接用1,161台である。

第3章

カワサキロボットの半世紀
ITブームを背景に

半導体・液晶需要の高まりと共にクリーンロボット市場に本格参入

1991(平成3)年のWorld Wide Web(WWW)、1995年の「Windows95」登場もあり、1990年代には、パソコンおよびその周辺機器、OA機器等の普及によるデジタル化が急速に加速する。それに伴い、半導体の需要も拡大の一途をたどる。半導体の高性能化、生産量の大規模化と共に、製造工程の高度化も必至であった。この状況に対して焦点があたったのが「クリーンロボット」である。

半導体ニーズを背景に

高度な製造工程にクリーンロボット需要が高まる

1991年のバブル崩壊により経済が低迷する一方、1990年代は「ITブーム」と呼ばれるパソコンなど情報機器の急速普及期であった。こうした環境の中、世界の半導体市場は1970年代から2000年にかけて年平均14%の成長を続けた。● 加えて、半導体の技術も進化を続けている。20世紀前半、テレビやラジオなどに用いられていた電子制御装置である「真空管」は、やがて「トランジスタ」へと改良を重ね進化し、さらにここからIC(集積回路)・LSI(大規模集積回路)へと、その進化は止まらない。半導体の基板材料であるシリコンウェハはLSIの高集積化、高密度化が進み、150mm、200mm、300mmと大口径化する。●

こうした変化に伴い、ロボットの新市場として「半導体・液晶などのクリーンルーム用途」が急伸していく。塵埃の混入しやすい人手作業を極力排し、かつ急速に大型化するウェハや液晶ガラスに対応するため、クリーンロボットが脚光を集めたのだ。

クリーンロボットとは、広義には、半導体ウェハや液晶基板のみならず、清浄な環境(主にクリーンルーム)で稼働するロボットとされる。すでに1986年、当社は初のクリーンロボット「PH260CR」(CRIはクリーンルームの略)を発売していた。しか

Column

主としてクリーンルームで稼働する「6軸・クリーン仕様のロボット」に対して、当社が1995年に開発を始めたクリーンロボット事業は用途・適用に専用特化したアーム形態を持ち、各メーカーに対してOEM供給するという事業を中心としている。

し当初は、半導体製造装置メーカーが独自で開発したロボットや、他社の安価なスカラロボットが主流であったため、当社のクリーンロボットが活躍する現場は限られた。それが再度、クリーンロボット市場に参入する機会が巡ってきた。

クリーンロボット事業へ

半導体ウェハ・液晶基板搬送用ロボット

1990年代、半導体・液晶産業が著しい成長を見せ始める中で、半導体製造装置メーカー各社はプロセス開発に資源を集中し、大型化するウェハや液晶ガラスを搬送できる性能と信頼性に優れたクリーンロボットを外部に求めていった。従来型の安価なスカラロボットや自社で内製したロボットでは到達できない運動性能と大動作範囲を持つロボットを各社は必要としていたのである。



液晶ガラス基板搬送ロボット「TL420」。

この時代の要請を受け、当社は1995年、半導体ウェハ・液晶基板搬送に特化したクリーンロボットの開発に着手した。クリーンロボットには、これまで当社が得意としてきた自動車製造工程で使われるようなロボットとは全く異なる技術が必要であった。自動車製造工場は塵埃が存在しても問題ないが、半導体や液晶の製造工程では一切の汚染は許されないため、常識や前提も全く異なっていた。

このような状況の中、当社がこれまで培ってきた基本的なもののづくりの要素技術を活かし、開発を進めた。例えば、ウェハ搬送を高速化するにあたり、当時のウェハ搬送ロボットでは一般的だったタイミングベルトとステッピングモーターでアームを駆動する方式と一線を画し、6軸ロボットで使われるギアとサーボモーター、フルアブソリュートエンコーダでアームを駆動する方式によって、高速で機敏なウェハ搬送動作を実現した。このように、これまでの半導体製造で使われていた技術とは全く異なる技術を用いて開発を続け、製品化の成功に至った。

- この年 1991-1995
- 1991 ●World Wide Web(WWW)が登場。インターネットの世界的普及への第一歩となった。
 - 1995 ●マイクロソフトがパソコンOS「Windows95」を発売。世界各国で好セールスを記録し、パソコンの普及および半導体需要に拍車をかける。以後、WindowsはパソコンOSにおける事実上のスタンダードとなっていく。

1997年には、独自の直動アーム構造を搭載したテレスコピック昇降式水平多関節型のウェハ搬送ロボット「TSシリーズ」を発売する。半導体製造には、非常にクリーンな環境での高速搬送が求められるため、最先端の半導体処理設備で用いることを想定して設計された。基台、ロボットアーム、半導体ウェハを把持するロボットハンドなどから構成されており、装置内のプロセスモジュールやFOUP(Front Opening Unified Pod:ウェハの搬送・保管用装置)の間を極めて高速かつ広範囲に移動し、水平多関節型のアームが伸縮してウェハを搬送する。同年には、ウェハ搬送ロボット「TSシリーズ」に加え、液晶ガラス基板搬送ロボット「TLシリーズ」をも発売し、クリーンロボットのラインアップを拡充した。

ソリューションの強化 クリーンロボットの本格生産を支える

「TS・TLシリーズ」によってクリーンロボット市場への本格参入をはたした当社は、その後、高速搬送や高位置決め精度、教示

の自動化など、多くの顧客ニーズに応えながら、やがて、業界シェアトップへと躍進していく。

2000年には、自社工場内にクリーンルームを竣工。より清浄な空間でクリーンロボットを製造できる体制を整えた。

さらに2001年、米国西海岸シリコンバレーの中心都市であるサンノゼ(San Jose)にKRIの事務所を新たに開設。世界の半導体需要を牽引する当地にて、クリーンロボットの営業活動を強化する。

当時、半導体分野において当社の知名度はないに等しく、米国の半導体装置メーカーの信頼獲得に至るまでの道のりは平坦なものではなかった。しかし、顧客の元へ足しげく通い、要望を汲み取り、提案を重ねる——その積み重ねにより、ロボット単体のみならず、周辺機能を含め、それらをハイレベルで集約したトータルソリューションの提供を開始するに至った。

半導体産業の聖地・シリコンバレー

「シリコンバレー」とは、米国カリフォルニア州パロアルト市・サンノゼ市などIT関連企業が集中するエリアのこと。1970年代に「シリコンバレー」の呼称が付されて以来、この地域からはIntel、National Semiconductor(現Texas Instruments)、Google、Facebookなどに代表される半導体やインターネット関連企業が多数生まれ、IT産業の一大拠点となった。ちなみにシリコン(Silicon)は半導体の主原料であり、バレー(Valley:谷)は渓谷の多い地形に由来している。



高速動作と使いやすさを両立した水平多関節型・先進半導体搬送用ロボット「NTシリーズ」を2007年に発売。写真は「NTS20」。

- この年 1999-2000
- 1999 ●産業用ロボットの需要産業別出荷額が自動車産業を上回り、電子・電気機械器具製造業がトップに●
 - 2000 ●世界の半導体市場が、1970年代から2000年まで年平均14%の成長率を記録●

出典: ●一般社団法人半導体産業協会「日本半導体歴史館」“グラフでみる半導体産業 統計資料室”(2016)
●経済産業省「シリコン産業の現状と課題」 ●国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「NEDOロボット白書2014」

第4章

カワサキロボットの半世紀
アジアの時代来たる

半導体・自動車市場の新拠点 アジアへの進出加速

割安な労働コストを売りに躍進してきたアジアが変わろうとしていた。

国際経済の中では未だ微力ながら、少子高齢化が深刻化する先進国に対し、右肩上がりの成長を遂げるアジア各国。

自動車の売れ行きが象徴するように、いずれ“消費の一大拠点”へと育っていくことも明白であった。

また、激しい国際競争の下、電子・電気機器メーカーは、生産の拠点をアジアに見出すことで国際競争力の確保を目指していた。

製造と消費の新拠点・アジア 初のアジア拠点開設

21世紀に入り、新興市場として成長を加速させるアジア諸国には、日系製造企業の現地法人の約6割が集中した。自動車産業はアジアを生産拠点としてだけでなく消費拠点としても重視し、現地の需要に合わせた自動車を現地で生産する体制に移行しつつあった。そのため、現地での販売拡大の影響もあり、1990年代前半から2000年代にかけて、アジアでの生産台数は3倍に増加。●また、電子・電気機器産業は、生産拠点を日本国内からアジア諸国に移すことにより、人件費を抑え、国際競争力の確保に取り組んでいた。このように日本の製造業によるアジア展開が進む中、当社の主要顧客である自動車メーカー、半導体・液晶装置メーカーのアジア進出が相次ぎ、当社も販売サービス拠点の拡大を進めていった。

1999(平成11)年には、韓国・仁川市に「Kawasaki Machine Systems Korea, Ltd. (KMSK)」を設立し、自動車や精密機械産業での著しい成長を見せる同国での営業体制を強化した。2001年10月には、当社の主要顧客である半導体製造装置メーカーによるアジア進出の動きに伴い、台湾にサービス拠点を新設。この潮流は、当社のクリーンロボットを内蔵し

Column

2000年4月1日より、神戸製鋼所の塗装ロボット事業を全面的に継承し、傘下に入れた。あわせて同事業が有する顧客(自動車メーカー各社)および従業員も継承する。

ものづくりの「分業・水平展開」とアジア

1986年から半導体生産でトップシェアを誇った日本が、1987年をピークにシェアを低下させ、1998年には米国に逆転される。DRAMも同様に、1987年をピークに低下し続け、1998年にはサムスンなど韓国企業にトップを奪われた。技術開発で逃げ切ろうとする日本を、各国の技術力・市場開拓力が猛追することで、世界一の座を奪ったのだ。こうした競争力の低下から、日本の電子・電気機器メーカーは国内生産から海外生産、とくにアジアへのシフトを余儀なくされる。と同時に、ものづくりの構造が「垂直統合型」から「分業・水平展開」へと急速・広範に移行した。例えばパソコン産業は、従来はDRAMなどの部品からアプリケーションソフトまで、フルセットで提供する日本電気(NEC)やIBMなどの企業が主流を占めていたが、近年OSはMicrosoft、CPUはIntel、本体の組立はDellというように、それぞれの分野に特化した企業が好業績を上げるようになっている。米国で設計し、台湾で生産・検査、これを米国企業が世界販売するといった形式で、工程に応じて競争力がある地域への展開を図った結果、アジアは世界中から企業を引き寄せ、生産拠点へと躍進していく。

た半導体製造装置が、“世界の半導体工場”へと成長していくアジア圏、なかでも韓国、台湾や周辺国のシンガポールや中国で数多く稼働しはじめた証拠でもある。

続く2002年には、ASEAN諸国への初進出となったタイ、「Kawasaki Motorcycle Enterprise (Thailand), Inc. (KMT)」のモーターサイクル工場内に新拠点を設けた。2003年の「ASEAN共同体」創設合意以降、東南アジア地域におけるハブとして、タイは魅力的だった。南北に長い海岸線を擁し、天然の良港に恵まれているうえ、同条件のベトナム社会主義共和国に比して参入障壁が低いなど、条件が整っている。タイは地理的・経済的に、近い将来ASEANの中核を担っていく国と目されていたこともあり、ASEAN展開の第一歩を同国から踏み出したのだ。

成長著しい中国にて 現地法人の設立相次ぐ



この年
2001

WTO(世界貿易機関)は143番目の加盟国として中国を承認。中国の自由貿易・市場経済が大きく前進した。

21世紀、中国は目覚ましい成長を遂げていく。1978年に政府主導で改革開放政策が実行され、外資の積極的な導入で輸出志向型の工業化政策を推進したことや、2001年のWTO(世界貿易機関)への加盟により工業製品の輸出が急増したことが背景にある。こうした流れを受けて“世界の工場”として機械産業が急速に拡大し、中国国内において製造業が成長した。また経済成長による内需の拡大によって、一大消費地としての中国向け輸出、現地生産が急増した。

このような流れの中、当社は2006年、中国・天津に「川崎機器人(天津)有限公司(KRCT)」を設立する。日本の大手自動車メーカーへ納入したロボットのサービス会社として、初の中国進出であった。

続く2009年には、日本向けのロボット部品を中国国内ベンダーから調達する分公司(支店)をKRCTの昆山(クワンシャン)事務所内に発足。いわば“貿易型企業”であった。2013年には別法人「川崎機器人(昆山)有限公司(KRCK)」として独立する。このKRCKは中国国内での内需増を視野に入れ、現地生産・現地消費を推進。“生産型企業”への移行を目指していた。

ラインビルディング事業へ 中国でのシェア拡大に向け

2010年代に入り、中国を舞台とした各国ロボットメーカーの競争も、一層激化する。

なかでも欧州のロボットメーカーは、ラインビルダーと呼ばれる“総合力”で高いシェアを獲得していた。これはロボットのみ

ならず、工場内の車体組立治具・搬送装置・制御装置などを組み込んだ組立ラインの設計・製作・設置・立ち上げまで一貫対応するというビジネスモデル。これまでロボット単体では販売が難しかった現地自動車メーカーをはじめとする顧客に対しても、ラインビルダーとしてならば商談が可能となる。未だ当社にとっては不足していたノウハウであり、また中国国内での拡販にも不可欠であるとの判断から、ラインビルディング事業への参入を決意した。

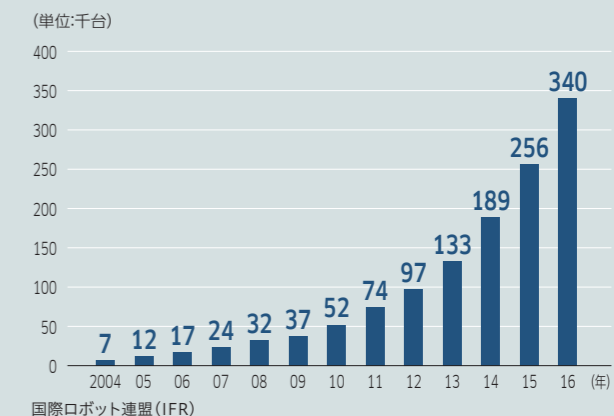
2015年5月、当社は新たに「川崎機器人(重慶)有限公司(KCRE)」を設立。重慶には世界のEMSメーカー(電子機器の受託生産会社)が集約しているため、ロボットへの需要が見込め、この地が欧州ロボットメーカーに伍するための新拠点であった。

伸びゆく中国のロボット市場

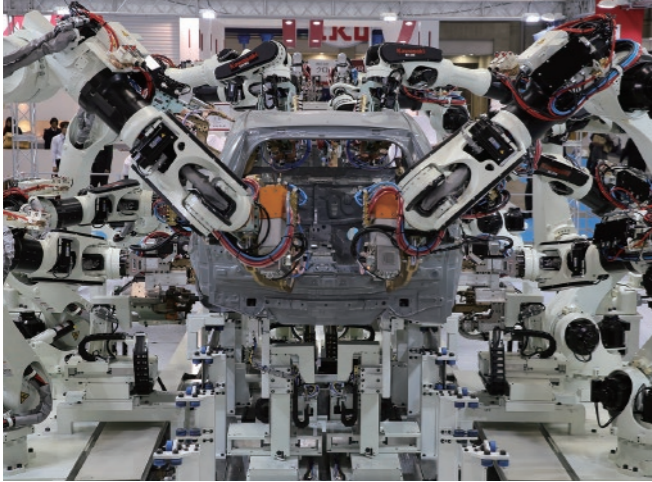
2013年に中国のロボット導入台数が36,000台に達し、これまで1位であった日本を初めて上回り、中国が世界最大の市場となった。既存の先進国市場が更新需要中心で推移していくのに対し、中国市場は今後もさらに拡大していくことが確実となっている。●

また、中国政府は今後10年の行動計画「中国製造2025」を発表、情報技術、ロボット、バイオ医療など10分野を重点産業に指定し、金融や税財政の仕組みを使い集中的に支援する方針を表明。中国中央政府がロボット製造強国化方針を打ち出し、4都市(重慶市、上海市、広州市、瀋陽市)をその中心都市として指定した。

●中国国内の産業用ロボット稼働台数推計の推移



自動車産業で発展した中国最大の都市・重慶。

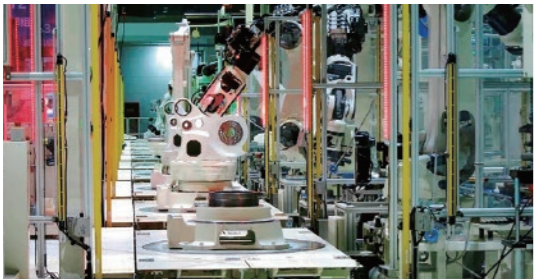


2011年9月、大型ロボット「Bシリーズ」を発売。写真は2013年の国際ロボット展で展示された、車体組み立てラインでのスポット溶接工程デモンストレーションの様子。

ロボットでロボットをつくる 蘇州に高度自動化工場

2015年、中国・蘇州の「川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)」にて「ロボットでロボットをつくる」をコンセプトとした工場を開設、6月より生産を開始した。

近年、中国では急速な経済成長に伴い、ものづくりを担う製造業において労働力不足や人件費の高騰が深刻化している。労働者の離職率が高く、長期間に渡って教育しても定着しないことも多く、管理者は対策に悩まされていた。また、経済成長に伴う人件費の高騰により、これまで人件費の優位性をもって生産量を伸ばしてきた事業構造にひずみが生じている。



KPM蘇州工場の内部。ボルトの仮締め作業など、人が得意とする作業と、精度良く搬送して組み付けを行うなどロボットが得意とする作業とを分担している。

こうした課題への最も有効な対応策がロボットの導入であり、KPM蘇州の工場はロボットの優位性を広く周知する狙いがある。同工場では、これまで人の手に頼っていた、部品のピッキングから組立、塗装、検査に至るまでの工程を高度に自動化させることで、安定して高品質を確保すると共に、生産を効率化している。また、センサーを用いて人がロボットと同じエリア内で作業を行いながら、ロボットが次の作業準備の動作を行うような協働作業を可能とし

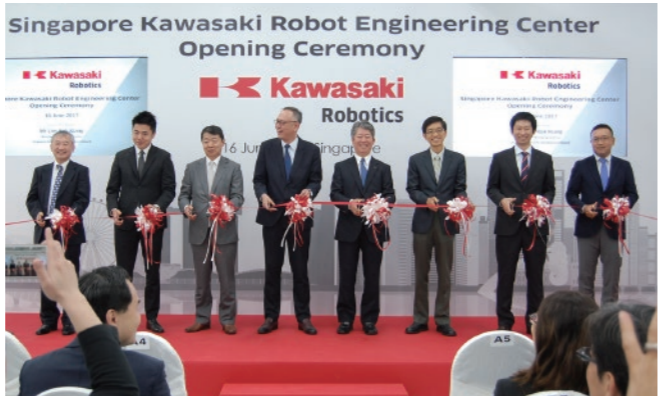
た。このような製造工程を事例として紹介すべく、同工場はショールームとしての役割も担っており、来場者からは好評を得ている。

さらに広がるアジア拠点 シンガポール、そしてインドへ…

アジアでのハブ拠点化を目指す国家戦略を打ち出し、企業誘致を進めるシンガポール。

電気・電子産業が製造業生産高の約3割を占め^①、高性能半導体の製造拠点として頭角を現す同国に2014年、「Singapore Kawasaki Robot Center」を開設し、アフターサービス体制を整備。さらに2017年6月には、産業用ロボット適用開発サポートおよびエンジニア育成拠点として「Singapore Kawasaki Robot Engineering Center (SKRE)」を開設した。

すでに当社は、シンガポールに生産拠点のある大手半導体装置メーカーを中心に、累計13,000台のグリーンロボットを納入している。こうした実績からシンガポール経済開発庁の支援を受け、同国内のシステムインテグレーターや中小企業をはじめとしたエンドユーザーを対象に産業用ロボットの適用開発サポートや教育を行っている。



Singapore Kawasaki Robot Engineering Center (SKRE) 開所式の様子。

2015年には、当社のインド現地法人「Kawasaki Heavy Industries (India) Pvt. Ltd.」内のロボット部門(KIRD)としてインド拠点を立ち上げた。21世紀の成長著しい国々BRICS (Brazil, Russia, India, China)として注目され、いまや中国を凌ぐGDP成長率を遂げているインド。今は中国の10分の1という市場規模だが、いずれはそれに比肩すると期待されている。このKIRDは、インドに進出した日米の自動車メーカーへの販売活動とサービス提供を主目的としている。

出典：①日本貿易振興機構(ジェトロ)「産業立地はどう変わるか 電気電子産業編」(2016)

第5章 より身近に、より幅広く ロボット活躍の場は広がる

カワサキロボットの半世紀
“協働”する未来へ

2010年代、日本や欧州諸国などで少子高齢化は深刻化していく。労働力不足や、熟練者の引退に伴う技能の消滅、高齢化による医療負担の増加など、様々な社会課題が顕著になっている。こうした課題解決の担い手として、いまロボットが、製造現場を超え、より身近な環境で活躍すべく期待を集めている。日々進化を続ける人工知能(AI)、IoT、通信ネットワークなどの技術と融合することで、ロボットの可能性は無限に広がっているのだ。カワサキロボットは、製造現場で培った経験をもとに、業界の枠を超えた連携を進めながら、“人を支える”ロボットの提供を社会的使命として捉え、取り組みを続ける。

医療分野へ 共同出資会社メディカロイド設立

少子高齢化の波を受け、医療分野の社会課題に対してロボットの活躍が期待されるようになってきた。65歳以上の高齢者人口は、2010年から2025年までの間に709万人増加すると想定されている。^①それに伴い、医師や介護職員の増員が喫緊の課題となっている。しかし深刻な労働力不足に加え、医療・介護従事者の身体的負担も大きいことから、人員の確保はままならない。

こうした背景を踏まえ、当社は2013(平成25)年、検査・診断技術や、医療分野での幅広いネットワークを持ち、血液・尿検体検査で世界トップの医療検査機器・試薬メーカー、シスメックス株式会社との共同出資により、株式会社メディカロイドを設立した。両社の強みを活かし、検査・診断・治療の領域で医療用ロボットの開発、提供を行う。開発にあたっては、オープンプラットフォームの方式を採用し、行政、病院、医療関係メーカーと連携をとり、製品化を進めている。

2017年には、同社初の製品で、広範囲の患者移動機能を有する「SOT-100 Vercia ヴェルシア手術台」を発売した。カテーテル技術と外科手術を併用し、開胸・開腹部をできる限り小さくし、手術時間を短縮するハイブリッド手術が成果を挙げる中、同手術台にはロボット技術が応用され、執刀医が手術しやすい最適な位置へと患者を移動させる役割を担っており、効率的な手術の実施を補助する。2019年度には日本にて手術支援ロボットの上市を予定しており、その後世界展開を計画している。

世界的にも医療・福祉分野へのロボット活用は拡大が見込まれ、2030年には2兆円規模に発展するとも予測されている。^②医療用ロボットは、1999年に米国のインテュイティブサージカル(Intuitive Surgical)が発売した「da Vinci サージカルシステム」が先駆けである。同システムは2000年に米国食品医薬品局(FDA)に承認され、日本では2009年に薬事承認された。世界では約3,000台のシステムが設置されている。^③

2017年3月にメディカロイドが発売したロボット手術台「SOT-100 Vercia ヴェルシア手術台」



人と協働するロボット 双腕スカラロボット「duAro」

日本の労働人口は、年間64万人ものペースで減少していくと予測されている。2015年に日本政府が発表した「ロボット新戦略」では労働人口減少の解決策に「協働ロボット」を位置づけた。

協働ロボットとは「規定された協働作業空間で、人間と直接的な相互作用をできるように設計されたロボット」(JIS B 8433-2:2015:ロボットの安全に関する規格)。人と同じ作業スペースで稼働し、人に危害を加えるリスクを低減したロボットである。2013年の規制緩和により、一定条件を充たしたロボットは“人の隣で作業”できるようになったことで、「協働ロボット」の市場が誕生した。これまでは安全確保のためにロボットを柵で囲う必要があっ

出典：①経済産業省「ロボット新戦略」(2015) ②株式会社メディカロイドHP ③日本ロボット外科学会「da Vinciについて」

だが、人とロボットを隔離する必要がなくなったのだ。

「協働ロボット」の普及に向け環境は整いつつあったが、ロボットの導入促進には、いまだ課題が存在していた。数か月単位で製品サイクルが変わる生産現場では、ロボット導入への設備検討から稼働までに数か月を要しては、時間とコストが見合わない。そのためロボットを導入したくても実現できない、との声があった。この問題を解決するため「人との共存、安全柵不要、可搬式、簡単な設置・教示、双腕」を開発方針としてまとめ、開発に着手した。こうして、2つのアームをもつ水平多関節(スカラ)ロボット「duAro(デュアロ)」が完成し、2015年に発表された。ロボットの導入を望む現場の声を形にし、「Easy to Use」をコンセプトとしている。ロボットに馴染みがないユーザーにとっての使い勝手の良さも考慮し、タブレット端末からの直感的な操作やティーチングを可能とした。「duAro」の誕生により、ロボットの適用範囲が広がると共に、導入のハードルが引き下げられ、小規模の工場や、店舗、オフィスなど、これまでロボットを遠い存在として認識していた人々との“協働”が始まっている。



多品種少量生産に適合し、安心・安全に人との協働が可能な双腕スカラロボット「duAro」。



2015年12月、当社最大・可搬質量1トンの超重可搬ロボット「MG10HL」を発売。同年の国際ロボット展で車体を持ち上げる様子が披露された。



熟練技能を学習・再現 遠隔協調システム「Successor」

社会課題の解決にロボットの役割が期待される反面、世界的に見てもロボット導入はまだ進んでいない。製造業においても、従業員1万人あたりに導入されているロボットは、日本では300台程度、一番ロボット化が進んでいる韓国でも600台程度である。⑤ その背景には、人の感覚や熟練技術者の技能を必要とする作業分野や、ロボット導入がコストや時間に見合わない分野が多く、ロボット化が困難な現状がある。このような分野に対する当社の提案、挑戦として、2017年11月に新たなロボットシステム「Successor(サクセサー)」を発表した。同システムは、当社が長年培ってきた遠隔協調技術や、近年発展を続けるAIを活用することで、ロボットが作業者の動作を覚え、プログラムに自動変換する。自動運転によって動作を再現したり、毎回変動し、従来人の感覚を頼りに微調整を要していた作業も、ロボットが学習することで器用にこなすことができる。

この「Successor」と作業者は、「コミュニケーター」という遠隔操作装置を介して協働する。予め「Successor」に学習させた熟練者の動作を、その力覚(衝撃の再現)・触覚(振動の再現)・聴覚・視覚にわたってコミュニケーターが再現し、作業者を誘導する。そのため、作業者は直感的に熟練者の動きをトレースすることができる。換言すれば「Successor」は、作業者の技能・技術習得を手助けする教育係という見方もできる。人手不足や労働生産性の向上といった社会課題への対応はロボットメーカーとしての使命であり、「Successor」はロボット化が困難とされる分野へのソリューションである。



「Successor」の組立用コミュニケーター。作業に合わせて開発されたコミュニケーターを使って人とロボットが協働する。



ヒューマノイドロボットの開発 産学連携が育む無限の可能性

2011年3月に起こった東日本大震災と原発事故。さらには2014年の御嶽山噴火。異常気象による豪雨被害の多発…こうした相次ぐ自然災害も、日本が抱える重要課題のひとつである。

たとえば火山噴火現場の探査は、人が行えば生命のリスクを伴うが、ロボットに代行させることでリスクを回避できる。あるいは災害救助も、ロボットならば昼夜にわたって不眠不休の作業ができる。人が入り込めない極限環境へ立ち入り、人に代わって作業するロボット。いざという時に、人と同じ道具や乗り物を使って動かすことを考えると、人型である必要があった。これまで人型ロボット(ヒューマノイドロボット)の研究開発は行われてきたが、研究の妨げになっていたのがロボットの壊れやすさだ。

ヒューマノイドロボットの研究を進める東京大学情報システム工学研究室でも、ロボットの堅牢性に関する課題に直面していた。ロボットが大きくなるにつれ、転倒すると壊れてしまう。実験のたびに壊れるのを避けるため、ワイヤーで天井から吊るすなどで対処し研究を進めてきたが、制約が大きかった。

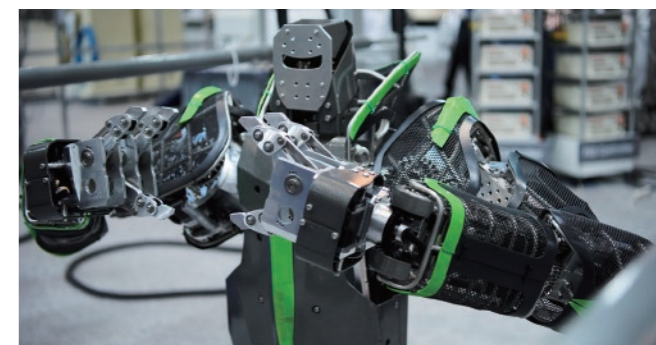
この問題に対し、当社が産業用ロボットメーカーとして培ってきたノウハウを活かすべく、東京大学との産学連携での共同開発に至った。すでに1990年代からヒューマノイドロボット開発の官民プロジェクトに関わってきた当社は、“壊れなくて当たり前”の産業用ロボットを作ってきたからこそできる、実用性や耐久性、人と同じ動作ができる可動域を持った堅牢なボディの開発を行っている。この成果の一端を「2017国際ロボット展」にて発表し、カワサキヒューマノイドロボットを初披露した。研究者に対し、開発のプラットフォームとなるロボットを提供することが目的である。



2016年8月、東京ロボットセンターショールーム「Kawasaki Robostage」オープン。実際のカワサキロボットを見て、触れて、体験することで、ロボットをより身近な存在として感じられる場所を提供している。



2016年12月、業界最小・最軽量の「Fコントローラ」を発売。2017年に発売した小型ロボット「RS007N」「RS007L」と合わせ、2017国際ロボット展にて高速動作のデモンストレーションを行った。



2017国際ロボット展で発表したヒューマノイドロボットは内骨格型で身長175cm、体重80kg。自分の体重と同じ重さのダンベルを持ち上げたり、転んでから起き上がるパフォーマンスを披露した。

今後は、多くの研究者がこのロボットをベースに様々な開発に取り組むことで、まずは市場を創り、ヒューマノイドロボットの研究開発をこれまで以上に加速させることを目指している。

オープンプラットフォームの明日 多種多様なプレイヤーとのアライアンスが加速

2018年に当社は、ロボット事業創業50周年を迎えた。これまでの“インハウス”“自前主義”の方針から、新たに“共に歩む”をテーマとし、さまざまなプレイヤーとのアライアンスを推し進めている。ものづくり分野から、医療、人共存・協調、ヒューマノイドロボット…アライアンスは業界の枠内に留まらない。

すでに2017年より、スイスの大手ロボットメーカーABBと「協働ロボット分野」における協業に合意し、新たなグローバルスタンダードづくりに乗り出している。その目的は、ロボットの安全に関する業界基準を作成し、ロボットの操作方法を統一させること。これによってロボットユーザーの利便性と安全性の一層の向上に取り組む、よりロボット化を推進するための環境整備を目指す。



2017年11月に行われた、ABBと当社による、協働ロボット分野における協業に関する記者会見の様子。

2018年——1968年のロボット事業創業から50年の節目を迎えた今日、当社は新しいフェーズを迎えている。

産業用ロボットメーカーから総合ロボットメーカーへ——ロボット・ソリューション・プロバイダーの使命として、これまでの学び、経験を社会に返してゆくため、これからも挑戦を続ける。

- この年 2010 年代
- 2011●ドイツが情報技術による国家成長戦略「インダストリー4.0」を発表。
 - 2011●2018年現在まで、日本の総人口が継続して減少していく。④
 - 2015●日本政府が「ロボット新戦略」を発表。⑤

次代が求めるロボット・ソリューション・プロバイダーとして――

人の夢を叶え、 社会課題を解決するロボットをつくるため、 私たちはこれからも挑戦し続けます。

わが国初の産業用ロボットの国産化に始まる当社のロボット事業にとって、2018年は創業50周年の記念の年に当たります。半世紀もの長きにわたって事業を展開し、今日を迎えることができましたのは、これまで共に歩んでくださったお客様をはじめ、ビジネスパートナーの方々、また今日に至る礎を築かれた諸先輩方や従業員など、実に多くの皆様のご尽力とご協力の賜物と、心より感謝申し上げます。

当社のロボット事業は、1968(昭和43)年に「IR(Industrial Robot)国産化推進室」の新設によって開始されました。翌1969年には国産初の産業用ロボットを開発し、以来、産業用ロボットの有用性にいち早く着目していただいた企業の皆様と一緒に、ロボットの新たな活用方法を探求し続けて参りました。

産業用ロボットの実用化は、70年代初頭、自動車産業の製造工程への導入を端緒とします。90年代後半には、半導体の製造工程で活躍するクリーンロボットの開発にも取り組むなど、社会的ニーズへの対応を主軸とした思想のもとで、ロボットの活用分野を一つひとつ広げて参りました。

お客様と二人三脚で進めてきたこうしたロボットの開発導入の活動は、日本の高度経済成長と軌を一にし、生産工程の自動化を促進する大きな原動力のひとつになるとともに、モータリゼーションの進展や半導体産業の発展など、ものづくりの歴史に寄与できたことを大変光栄に思っています。

少子高齢化社会が急速に進み、労働

力人口の減少が深刻な社会的な問題として懸念される今日、ロボットが担うべき役割は以前にも増して大きくなっています。そうした社会の要請に応えるために、私たちは今、人間と協働するロボットの開発を積極的に進めています。

たとえば、人のすぐそばでも安心して一緒に働くことができる共存ロボットを開発し、導入コスト・時間を短縮することで、ロボット導入の幅を拡大しました。また、遠隔協調機能とAI技術を融合させて熟練技術者の動きを学習・再現する協調ロボットは、熟練技術者の技能を新人に伝承することができる革新的なシステムで、従来ロボット化が困難とされた、人の感覚や技能を要する作業もロボットを通じて受け継ぐことができます。

AIとIoTが有機的に融合した来るべき未来社会の訪れが叫ばれる今、ロボットはまったく新たなフェーズを迎えようとしています。ロボットが活躍する領域は工場内の生産工程にとどまらず、かつてマンガやSF映画で見たような、ロボットが私たちの生活の身近な場面で活躍する日が、すぐそこまで来ています。

それを実現するために私たちは、たとえば医療ロボットの開発を積極的に進めています。先進技術を駆使し、安全性を高めたロボットを医療分野に適用することで、人とロボットの協働によって、医師、患者やその家族の負担を軽減できる社会の実現に取り組んでいます。

また、産学共同開発プロジェクトとして、あらゆる場面で自立的に活動できるロボットの開発に向け、堅牢な体と柔

軟な環境対応能力を兼ね備えたヒューマノイドロボットの開発を進めています。オープンプラットフォーム/オープンアーキテクチャを採用し、私たちの考えに共感いただいた多様な分野の方々とのコラボレーションによって開発を加速し、ロボットがより身近な場面で世界に広く普及し活躍することを目指しています。

ロボット事業の創業50周年という大きなターニングポイントを迎え、これまでお客様や社会から学び、培ってきた豊富な技術と経験を糧に、次代に向けて新たな目標を見据えています。

いつの時代にも、どこかでロボットを待っている人が必ずいるはずで、私たちはそんな人びとの声に耳を傾け、これからも人と社会の役に立つロボットの開発に全力で取り組みたいと考えています。

産業用ロボットメーカーから総合ロボットメーカーへ――。人の夢を叶え、社会の課題を解決するロボットをつくりたい。そんなロボット・ソリューション・プロバイダーとして、私たちは、人と社会が求めることを、人と共に実現していくロボットづくりに挑戦し続けます。

今後とも引き続き、ご支援を賜りますよう、何とぞよろしくお願い申し上げます。

2018年6月

川崎重工業株式会社 取締役常務執行役員
精密機械・ロボットカンパニープレジデント

橋本 康彦

Yasuhiko Hashimoto

