

## 先端産業創造プロジェクト - 第3回 -

# ロボット産業 (全体編)

ぶぎん地域経済研究所

調査事業部 次長兼主任研究員 藤坂 浩司

### 1. はじめに

先端産業創造プロジェクト・レポートの第3回は「ロボット産業」を取り上げる。ロボット産業は、機械、電気・電子、情報通信、ソフトウェアなどの幅広い産業分野に跨って、開発、設計、生産を行う技術が求められる極めて高度な産業である。

本稿では、わが国のロボット産業の概況を示し、次に本県のロボット産業の動向についてまとめる。最後に、今後の産業としての発展の課題について述べる。

### 2. 我が国のロボット産業の概況

わが国のロボット産業は、生産現場で使われる産業用ロボットを中心に発展してきた。1970年代の二度のオイルショックを経て製造業では、合理化を目的に産業用ロボットを導入する動きが活発化し、現在に至るまで市場拡大が続いている。

図1はわが国の産業用ロボットの市場推移を生産台数と輸出台数で表したものだ。1980年以降、市場は着実に拡大していることが分かる。直近の2016年の生産台数は過去最高の17万4,606台（前年比13.5%）に達し、

輸出台数も過去最高の13万3,012台となった。わが国のロボット産業は1990年代後半までは国内市場が牽引してきたが、2003年に初めて輸出台数が生産台数全体の5割（2003年は53.2%）を超えた。金額ベースも2003年を境に輸出額が総生産額全体の5割（2003年は51.9%）を上回っている。2016年の数字では、総生産台数に占める輸出台数比率は76.1%、総生産額に占める輸出額比率は70.4%となっている。

このことから、2000年代以降のわが国のロボット産業は、海外の力強い需要を取り込む産業に成長していることが読み取れる。とりわけ中国に対する輸出が顕著で、2016年には海外への地域別出荷額の35.2%（日本ロボット工業会調べ）を中国が占めトップとなっている。

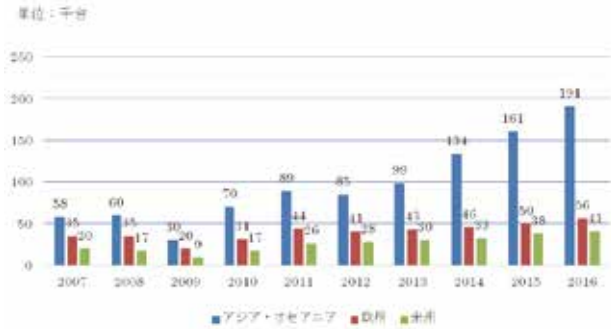
図2は世界の産業用ロボットの出荷台数の推移を表したもののだが、リーマンショック以降、欧州、米州地域がほぼ横ばいで推移しているのに対して、アジアは2010年対比で2016年は2.7倍にまで伸びている。これを、産業用ロボット主要国の稼働台数別データ（図3）と比較すると、2010年以降、中国市場で稼働台数が急激に伸びていることが分かる。中国国内では産業用ロボットの用途として自動車生産ラインの溶接工程での利用が最も多く、このことから日本製の産業用ロボットが中国の自動車産業を下支えしていることが理解できる。一方、日本ロボット工業会が公表する産業用ロボットの国内生産額（会員・非会員の合計）の2016年実績は7,033億円（前年比3.3%増）と9年ぶりに7,000億円を超えた。同工業会では、2017年も引き続き、輸出の好調を背景に、出荷額は過去最高の7,500億円（前年比7%増）を見込んでいる。

図1 わが国の産業用ロボット市場の推移



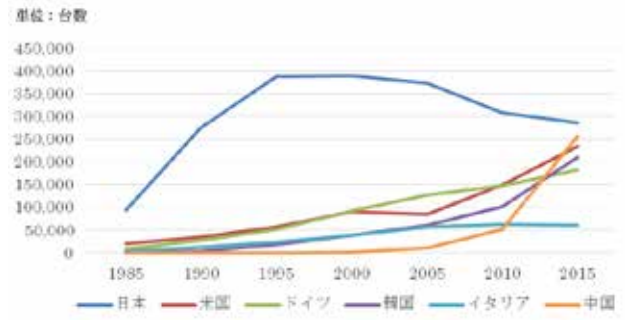
出所：一般社団法人・日本ロボット工業会のデータをもとに当研究所で作成

図2 世界の産業ロボットの出荷台数推移



出所：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2017」

図3 主要国の産業用ロボットの稼働台数



日本ロボット工業会のデータをもとに当研究所で作成

### 3. ロボットの種類

日本工業規格（JIS 規格）では、産業用ロボットの定義について「自動制御によるマニピュレーション機能または移動機能を持ち、各種の作業をプログラムによって実行でき、産業に使用される機械」と定めている。マニピュレータとは、人間の手や腕の動作を模倣して様々な動作機能を持つ“ロボットの手や腕”の部分を指すもので、“アーム”と称されることもある。ロボットはこのマニピュレータを動かすことで、指定されたプログラムを実行するが、マニピュレータはアクチュエータ（駆動機構）により動かされる。さらにはロボットが作業をする上で対象物の確認や対象物と自身の位置を把握するための各種センサーが搭載されており、一連の動作はコントローラと呼ばれる装置で制御されている。

このようにロボットを動かすためには、「駆動・機構」「センシング」「制御」「情報処理」など様々な要素技術と、それら技術を組み合わせ最適な製品として組み上げる生産技術が求められる極めて高度な産業であると言える。

わが国では産業用ロボットの用途として、歴史的には自動車工場における車体の溶接や塗装の需要が牽引してきたが、現在ではマウンティングと言われる電子部品実装が用途別出荷額（図4）ではトップで、次いで自動車産業を中心に利用されるアーク溶接、スポット溶接の順となっている。ロボットは、産業用ロボットとサービス用ロボットに大別される。以下ではそれぞれの概要を説明する。

#### ■産業用ロボット

##### ①多関節ロボット

塗装、溶接、組み立て、搬送など生産工程の幅広い分野の作業に使用

され、最も普及しているタイプのロボット。多関節ロボットを産業用ロボットと指す場合が多い。

マニピュレータを使って作業をする垂直多関節ロボット（写真1）や、水平方向にアームが動き、上下方向の動作を行う水平多関節ロボット（スカラロボット）で、多関節ロボットには、マニピュレータを動かすためのモーターを制御する減速機が基幹部品として使われている。多関節ロボットはメカトロニクス製品の代表で、日本が長年、世界のロボット市場でリードしている分野の1つ。

##### ②直交ロボット

直線的な移動で作業をする。主に工場の生産ライン上に配置され、比較的、小規模な製品の移動や組立に使われるケースが多い。

構造がシンプルなこと

が特徴。アクチュエータ（駆動機構）を使うことから「アクチュエーター系ロボット」とも言われる。



写真1  
株式会社安川電機の7軸垂直多関節ロボット  
（同社HPより引用）

図4 産業用ロボットの用途別出荷額の推移



出所：一般社団法人・日本ロボット工業会のデータをもとに当研究所で作成

## ③電子部品実装機（チップマウンター）

電子部品をプリント配線基板（プリント基板）にマウンティング（実装）するためのロボット。その形状から外観上はロボットには見えず、自動機の色彩が強い。

日本工業規格のロボットの定義に当てはまらないため、統計によっては電子部品実装機をロボットとしないケースも見られる。マウンティング分野が伸びている理由は、95年のWindows95の登場以降、市場が拡大し続けているパソコンを筆頭に、携帯電話、スマートフォンなどの情報通信機器、またIT機器と接続されるプリンターやデジタルカメラなどデジタル機器、さらには電子部品を搭載するAV機器、生活家電の普及によるところが大きい。

これら機器には製品を駆動させるプラットフォームとしてプリント配線基板が使われている。近年では自動車のエレクトロニクス化が急速に進んでおり、マウンティング市場はさらに拡大することが見込まれている。

## ④飛行ロボット

近年、急速に市場を広げている。機体に3枚以上の回転翼を備えていることから「マルチコプター」と呼ばれるが、一般的には“ドローン”の名称で認知されている。

構造上はラジコン（ラジオコントロール）と同じ原理で、“プロポ”と呼ばれる送信機を使って飛行する。ラジコンは人間が無線操縦するのに対して、ドローンはあらかじめセットしたプログラムに従って自律飛行も可能である。機体には位置確認に必要なGPSをはじめ、機体の姿勢制御をするジャイロセンサー、飛行指令を出す計画プログラム（ソフトウェア）、上空の映像を撮影するカメラが搭載されている。その特徴から飛行ロボットと言われる。

ドローンは人間が容易に近づけない災害現場の情報収集や、橋桁やトンネルなどのインフラ点検、また農地での農薬散布などで利用されている。政府はそれまで規制対象外であったドローンに対して、2015年12月の改正航空法で承認申請による飛行の許可制を決めた。ドローンの許

可件数自体は堅調に伸びている一方、現状ではその用途は限定され、本格的な産業利用に向けては課題がある。

最大の問題と指摘されるのが“安全性の担保”である。有人、無人を問わず、ドローンが飛行を誤って住宅密集地や人込みに墜落した際に人災事故を招く危険性があるほか、農薬散布にドローンを利用する際、誤って他人の農地に農薬を散布してしまう危険性なども考えられる。そのため、国土交通省は2017年から、ドローンの操縦技能を学ぶための“ライセンス”制度を新たに導入した。各地でライセンススクールが立ち上げる動きを見せている。

## ■サービスロボット

主にサービス業に従事するロボットの総称。産業用ロボットが比較的、汎用性が高い機能を有するのに対し、サービスロボットは用途ごとに専用機能を有しているのが特徴である。日本ロボット工業会では、経済産業省が行った「2012年ロボット産業の市場動向調査結果」を基に、2013年から同分野のロボットの出荷統計（表1）を開始している。同調査によれば、出荷数量ベースでは家庭内の掃除分野が2015年はトップとなっている。この分野のロボットは生活支援ロボットの一種で、一般的に「掃除ロボット」と呼ばれ、家電メーカー各社から新製品が発売され市場が拡大している。

今後、サービスロボットにおいて市場の成長が期待されている分野として医療・介護分野が挙げられる。少子高齢化の進行で介護や医療の利用者が増える一方で、現場従事者の人手不足が顕著になっている。こうした状況を補足するためにロボットの利用が進んでいる。介護では主に介護者の負担軽減を目的にしたロボットや非介護者の自立促進ロボットの開発が進む。また、医療分野では手術支援ロボットの普及が進んでいるが、現状では海外からの輸入品が先行している。また、人とロボットが会話をするコミュニケーションロボットでは一般家庭向けや高齢者施設向け、またオフィスや商業施設の接客向けなど多様なロボットが開発されている。

表1 サービスロボットの出荷推移

	2014		2015	
	数量(台)	金額(百万円)	数量(台)	金額(百万円)
農業・林業・水産業	291	2,392	323	2,838
清掃・検査・メンテナンス	254	983	355	2,276
建設・鉱業	50	100	5	26
物流・輸送	219	2,068	67	269
医療	145	28,157	133	15,111
災害対応・特殊作業・水中システム	36	455	25	577
研究・試験	13	64	512	100
教育	5,000	30	20,979	39
自立支援・介護・介助支援	4,326	1,267	3,630	1,207
見守り支援・コミュニケーション	85,072	281	26,860	1,228
清掃(家庭)	331,935	18,390	480,596	18,485
その他のサービスロボット	456,778	6,842	356,456	21,699
合計	884,119	61,029	889,941	63,855

出典：(一社)日本ロボット工業会「ロボット産業需要動向 2016年版」

## 4. ロボット産業に対する政府の政策

日本政府は、新たな成長産業の柱の1つとしてロボット産業の育成に取り組んでいる。2015年2月、政府が立ち上げた日本経済再生本部では「ロボット新戦略」を決定した。ロボットの市場規模を2015年の6,600億円から2020年には2兆4,000億円へと成長を目指すもので、その内訳は製造分野で2倍（2014年対比）、サービス業などで20倍（同）とし

表2 埼玉県のロボット関連機器に関する生産推移

製造業出荷額の推移		単位：百万円				
	2010	2011	2012	2013	2014	
数値制御ロボット	1,266	3,013	2,737	557	1,001	
その他のロボット	311	71	772	473	236	
ロボット、同装置の部分品・取付具・附属品	2,766	2,393	2,459	1,982	2,300	
合計	4,343	5,477	5,968	3,012	3,537	

経済産業省「工業統計調査（品目編）」をもとに本研究所で作成

ている。

新戦略の柱として、政府は同年5月に産学官のロボット普及推進組織「ロボット革命イニシアティブ協議会」を立ち上げ、同協議会を通じて、ロボットの開発や導入の促進、各種の規制緩和を進めている。その目玉の1つで現在、準備が進められているのが「ワールド・ロボット・サミット」だ。経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が主導して国内外の優れたロボットに関する技術を集め競技大会や展示会を開催するもので、2018年10月に東京でプレ大会を開催し、2020年10月に本大会を愛知県で開催する。

## 5. 本県のロボット産業の現状

表2は経済産業省の工業統計（品目編）から本県のロボット関連機器に関する生産推移を抜き出しまとめたものである。直近の2014年の製造品出荷額の総額は35億3,700万円（前年比17.4%増）となり、これを県内の製造品出荷額の総計で見ると約0.02%に相当する。

個別品目では「ロボット、同装置の部分品・取付具・附属品」が最も高くなっている。さらに「ロボット、同装置の部分品・取付具・附属品」のデータを全国規模で

集計した図5と照らし合わせると、本県は他自治体と比較して、製造品出荷額の割合が小さいのに対して事業所数では全国上位にある。1事業所あたりの生産規模が少ないことが分かり、このことから県内に多い中堅・中小の機械加工や金属加工、電気・電子関連事業者がロボット関連製品の生産の一部に携わっていることが窺える。

製造品出荷額で愛知県、福岡県が突出しているが、これは同地域に大手のロボットメーカーの生産拠点があることがデータに反映されている。

## 6. 本県のロボット産業への取り組み

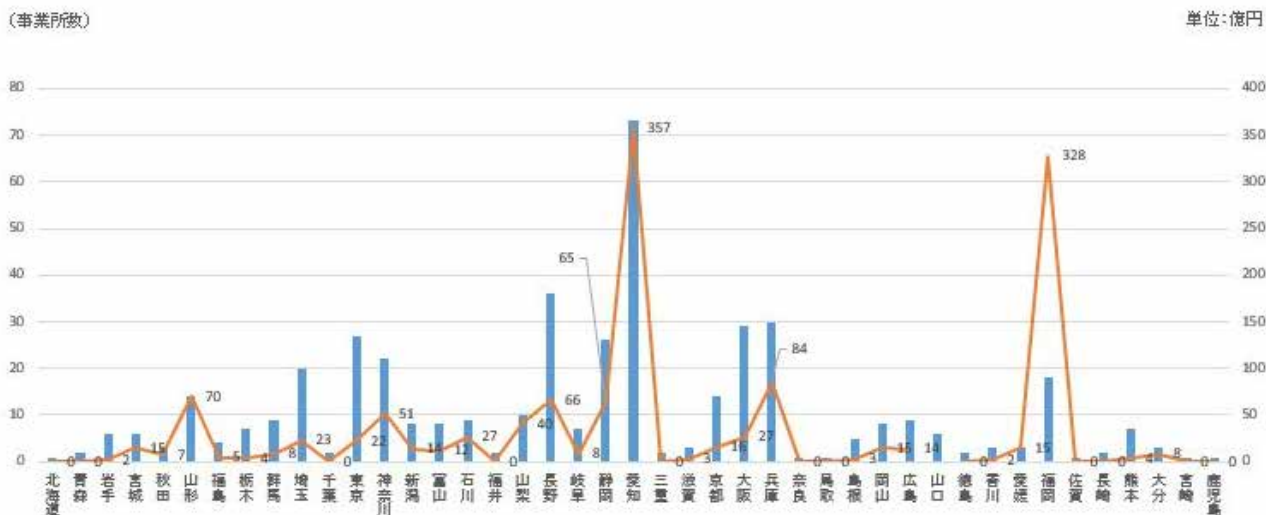
### ■行政の取組み

県は先端産業の育成を目指して重点5分野を定めたが、ロボット産業については、ロボットメーカーをはじめ、関連の開発事業者、ロボットユーザー、大学・研究機関、金融機関など、異業種が参加するプラットフォーム組織として「埼玉ロボットビジネスコンソーシアム」を2016年6月に立ち上げた。コンソーシアムのメンバーは17年8月現在、619社（機関）となっている。

同コンソーシアムでは目的別に交流会、研究会を設けている。このうち、交流会は2015年7月24日に「第1回ロボットビジネス交流会」を開催したのを皮切りに、これまでに計9回にのぼる交流会を開催したほか、新たな取組として大学の研究シーズと県内企業のマッチングを図る「ロボティクスシーズマッチング」を17年度から開始する予定である。

研究会は現在「リハビリ・介護ロボット研究会」と「農

図4 ロボット、同装置の部分品・取付具・附属品に関する全国の製造品出荷額と事業所数



経済産業省「工業統計（品目編）」をもとに当研究所で作成

表3 埼玉県先端産業創造プロジェクト関連補助金の支援を受けている企業・団体

年度	企業・団体名	所在地	補助事業テーマ
27	(株)サンワ	狭山市	車いす用エスカレーター昇降機の開発
	パシフィックシステム(株)	さいたま市	産業廃棄物処理施設向け廃プラスチック段ボール箱開梱、分別作業自動化の開発
	ワールド技研(株)	鴻巣市	次世代生産現場を実現する自動塗装スマートロボットセルの開発
	(株)フコー	上尾市	力とモーメントの感度比を改善した小型静電容量6軸力覚センサの研究開発
28	(株)アル・ティール・シー	栃木県	つながる見守り支援機器 IoT技術を活用した新たな見守りの提案
	サイバーレーザー(株)	和光市	超短パルスレーザー装置を搭載したスマートプロセッシングロボットの開発
	(株)生活革命	さいたま市	サービスロボット制御技術の開発及び商用化拡大
	東洋精機(株)	鴻巣市	ひた折りろ紙成形ロボットの開発
	(株)Dooog	茨城県	移動支援ロボットの自動運行管理・決済システムの開発
	(株)ヒカリ	東京都	パワーアシスト機能付理容師・美容師用ハサミの開発
29	三州製菓(株)	春日部市	ロボットを活用した小型せんべい等アソート工程内の菓子包装ラインの開発
	(株)新光ステンレス研磨	川口市	建築内外装用金属パネルの自動研磨加工ロボットの開発
	東洋精機(株)	鴻巣市	耐薬品移動式人型ロボットを利用した化学分析前処理システムの開発
	(株)ヒコー	毛呂山町	AIを活用した清掃ロボット遠隔監視・自動制御システムの開発
	柳下技研(株)	和光市	自動化ラインに必要な6軸ロボットアームと3次元ロボットアイの開発

出典：埼玉県産業労働部先端産業課

業ロボット研究会」の2つが進行中である。このうち「リハビリ・介護」は、ユーザーとなる介護施設とロボットメーカーの双方が参加し議論を深めることで、介護現場へのロボット普及と現場ニーズのメーカーへのフィードバックを目指す。「農業」は、農業現場におけるニーズを探索し、現場で役立つロボットを県内企業が開発することを目指していく。

また県では、15年度から先端産業創造プロジェクトで定めた重点5分野に関わる新製品、新技術開発に取り組む企業に補助金を交付する事業（表3）を開始し、ロボット分野ではこれまでに15件を採択している。

## 7. ロボット機器に関する県内事業者の動向

### ■株式会社エンルート（埼玉県朝霞市）

株式会社エンルートは産業用小型無人機“ドローン”の国内最大手メーカーで、創業の2006年10月から累計販売台数は1000台を超えている。当初は一般消費者向けに海外からラジコン（ラジオコントロール）を輸入・販売していた。その後、新規にドローンの輸入・販売を始めたことを機に、次第にドローンのビジネスに注力し、現在では製造まで手掛けるメーカーへと発展してきた。

転機となったのは2016年7月、スカパーJSAT株式会社（東京都港区）の子会社で衛星通信サービスを手掛ける衛星ネットワーク（東京都港区）の傘下に入ったことだ。防災や映像伝送サービスに強い衛星ネットワークは、エンルートの経営資源を組み合わせ、官公庁や民

間企業に対してドローンを販売していく戦略を持つ。将来的には、目視で操縦するドローンを衛星経由で自動制御する計画を持つ。ドローンに通信衛星を搭載することで災害時に山間部や離島に向けた緊急物資の輸送や情報収集に活用できる。現在のドローンは自分の位置を把握する用途でGPS衛星を利用しているが、本体の制御には衛星通信は利用していない。ドローンは目視で飛ばすことが基本であるためだが、「衛星経由の制御が実現すれば圏外がなくなる」と瀧川正靖社長は説明する。

同社の売上高は2017年度8億円、売上全体の9割をドローンの機体販売が占めている。これを2018年度には2倍近い15億円に引き上げる計画を見込んでいる。

販売の追い風となるドローンの用途でビジネス性が高いモノは「農業散布」と「測量調査」で、中でも「農業散布」に使われているAC-940D（写真2）は販売価格が200万円前後で、農業分野で使われている無人ヘリの約6分の1と割安なことから台数ベースでは販売全体の8割を占めるベストセラー機種となっている。

同社は今後もドローンの機体販売を核にしてソリューションを売る企業への展開を目指している。具体的には、製品の販売後に必要な機体の保守・整備、事故や故障に備えるための損害保険の販売、そしてドローンを操縦する人を教育するための講習ビジネスなど。先行して講習ビジネスに力を入れている。2017年5月、千葉県東金市内にERTS（エンルート・ロボット・トレーニング・スクール）を開校した。2015年12月施行の改正航空法から飛行禁止地区等をドローンが飛行するには国土交通省の許可が必要になったが、同省に登録された団体で講習を修了した場合、申請の審査を簡略化できる仕組みがス



写真2 農業散布専用モデル

スタートした。エンルートは新制度のメリットをいち早くビジネスに取り込んでいる。

ドローンが注目を集める中で、様々な市場ニーズが同社には寄せられている。例えば、農産物を鳥害から守るドローンの開発。畑で農作物を荒らすカラスを発見し追い払う機能を備えた機種で、すでにドローンがカラスを見つける（認識する）技術は確立しており、現在、追い払う機能の開発を急ピッチで進めている。同じ農業分野では、ドローンを飛ばして空から畑に植えられている農作物を数える機能を備えた機種開発も進めている。こちらは、野菜の形を認識して計算する機能を持たせるものだ。一方、災害用機種の開発ニーズも高い。例えば化学工場で起きた火災など、人間が容易に近づけない災害現場で使用するための機種が求められており、同社では耐火性、耐熱性に優れた製品の素材開発を進める。これに伴い2018年度からは機体を使用する部品の国産化比率を9割まで高める。

エンルートは中期的にドローンの市場でインフラの点検用ビジネスが最も大きくなると予想しているほか、国主導による運行管理システムが整備されれば、資材の運搬など、より危険な作業もドローンで任せられる新市場が生まれると考えている。

## ■株式会社ワコー（埼玉県上尾市）

株式会社ワコーは1988年に設立された力を検出するセンサの開発に特化したベンチャー企業である。社長の岡田和廣氏が大学で半導体の研究を行い、卒業後に民間企業でMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）の研究に携わった経験を基に同社を立ち上げた。設立以来、半導体やMEMS分野での応用を念頭に技術開発を進め、これまでに岡田社長が開発した技術は全世界で250件を超える特許として登録され、ライセンスを認める企業は現在12社で年間5,000億円にのぼる市場を形成している。

岡田社長はワコーでの技術開発を進める傍ら、2007年に富山県高岡市内に力覚センサのメーカー、株式会社ワコーテックを設立した。富山県がMEMSの設備投資を行っ



写真3 力覚センサー「DynPick」

た事が縁で進出を決めたもので、設立と同時に産業用ロボット向けに開発した6軸力覚センサ「DynPick（ダイナピック）」を開発した。力覚センサは、力を検出するセンサの一種で、同社の製品は3軸方向の力・モーメントの6軸成分を平面で同時に検出することができる。

DynPick（写真3）は、ロボットアームとグリッパーの接合部に挟み込み、ロボットアームの力を制御する仕組みのものだ。産業用ロボットはアームの力加減を制御する事が難しいが、DynPickを接続することで、アームが受ける荷重を精密に制御し、適切な作業を可能にする。用途は微妙な力加減が求められる工場における組立と研磨に使われるロボットを中心に採用されている。

発売当時、市場では6軸タイプの産業用ロボットに対応する力覚センサは販売されていたが、1台60万円以上、高い製品では200万円もした。既存品の力覚センサはひずみゲージ式が主流であったが、同社が開発した力覚センサは、自社所有特許で、構造がシンプルな静電容量を検出素子として利用することで、価格を1台20万円にまで下げることに成功した。しかし、当初は適用できる市場がまだ日本に育っておらず、「しばらくは全く売れなかった」（岡田社長）。その後、ロボットメーカーが採用をし始め、販売量は年間数千台を超え、現在では、力覚センサの市場で同社製品はシェア8割以上を占有している。近年では2016年、埼玉大学工学部の辻俊明准教授と産業用ロボット向けに故障診断機能を持つセーフティー力覚センサを共同開発した。6軸方向の力・モーメント成分を検出する検出素子の一部に異常が発生した場合、他の素子が故障した検出部を補完する形で測定して故障信号を出力、ロボットの制御不能を未然に防ぐというものだ。今後、市場での販売を進めていく予定だ。

同社はこれまで産業用ロボットの市場を念頭に技術、製品開発を進めてきたが、今後は市場の形成が期待されている生活支援ロボットの分野でのビジネスを覗む。少子高齢化が進む日本では、医療・介護市場向けに利用するロボットの開発が各地で進められている。これらロボットは産業用ロボットと異なり工場の安全柵の中で作動するものではなく、生活の中で人と接して作業することから、高い安全性が求められる。高い安全性を担保する技術の1つに力覚センサが求められており、市場の拡大とともに同社の活躍する場が広がることが見込まれる。

## ■鈴茂器工株式会社（東京都練馬区）

鈴茂器工株式会社は“寿司ロボット”と呼ばれる職人の手を介さずに江戸前寿司を握る機械を1981年に日本で初めて独自開発した。以来、押し寿司、海苔巻き、軍

艦巻きの自動製造ロボットを次々に開発し市場投入してきた。

同社は1961年、アイスクャンディーの凝固剤の開発を目的に設立した鈴木商事が前身で、その後、菓子業界向けに、もなかの皮の中に餡を充填する機械を開発するなど食品に特化した機械を開発してきた。1970年代の半ば、先代で創業者の鈴木喜作社長（故人）がコメの減反政策が社会的問題になっているニュースを見て、米の消費拡大に貢献できるビジネスを始めようと考案したのが寿司ロボであった。

日本人は寿司が好きだが、単価が高い。鈴木氏は機械化してコストを下げることで、寿司の消費量を増やし、結果的に米の消費を伸ばそうと考えた。同社は開発のターゲットを「にぎり機」に絞り、約5年間の開発期間を経て、1981年に第1号機「江戸前自動にぎり器」を発売した。当時、誰も見た事のない機械にマスコミは“寿司ロボット”と名付け、翌1982年からは「寿司ロボット」の名称で販売を継続してきた。



写真4 小型シャリ玉ロボット SSN-JLA

寿司ロボの構造は炊き上がった白米に酢を混ぜて作るシャリをホッパーと呼ばれる容器に投入し、シャリを練らずに「ほぐし」、量目を一定にする「計量」、シャリ玉をつくる「成型」から構成される。最新機種（写真4）では毎時間4,800貫（業界最速）のシャリ玉を握ることができる。寿司職人を必要とせずパートやアルバイトでも簡単に寿司が作れることから、コストの削減に加えて、深刻化する流通や外食現場の人手不足に対応できる。1972年12月、埼玉県比企郡に生産拠点を構えて以来、増産に次ぐ増産を続けてきた。2014年にはショールームを備えた物流センターを工場の敷地内に新設した。2017年3月期の売上高は94億1,200万円（前期比12.4%増）、営業利益14億1,000万円（同10.9%増）と好調だ。店頭などで使われる小型の寿司ロボの市場（市場規模は推定70億円）では同社製が約7割を握る。

同社は寿司ロボの開発当時、寿司職人から激しい批判を受けたが、寿司ロボの登場で寿司の大衆化を実現した。当時、回転寿司が新ビジネスとして登場したが、当初は職人が寿司を握っていた。しかしチェーン展開が進むと、寿司職人の育成が追いつかず、そこに寿司ロボを導入する省力化ニーズが生まれた。現在は、回転寿司の大手

チェーン全社に同社の寿司ロボが導入されている。販売する製品数は寿司関連だけでも20種類以上になる。

現在、同社が最も販売に力を入れているのが「シャリ弁」と呼ばれる機械である。丼にご飯を盛るだけの機械だが、人手不足の問題と毎回、正確な分量を短時間に提供できる機械ならではの特性から、牛丼チェーンをはじめカレーチェーン、ファミリーレストラン向けに「爆発的に売れている」と鈴木美奈子社長は話す。本機の特徴は「空気で包み込むようにして粉雪のように器に落とすことで、決まった分量をふっくらと盛ることができる」（鈴木社長）こと。長年、寿司ロボの開発で培ってきた米飯をほぐす際、米がダメにならず、一粒、一粒がキッチンと切れている状態を作り出すノウハウが役立っている。海外でも寿司人気は高まる一方で、現在、同社の寿司ロボは世界78カ国で販売している。海外では巻物寿司が定番で手を汚さずに食べられるタイプの包装寿司が人気を集めている。

今後はセントラルキッチンと呼ばれるコンビニのおにぎりや弁当を製造する工場向けに大型製品の販売を強化していくが、鈴木社長は「世の中になく製品を作るのが弊社の使命。もっと米飯食文化を醸成していきたい」と話す。

## ■日本工業大学（南埼玉郡宮代町）

日本工業大学（以下、日工大）は2018年4月、それまでの工学部（3学群、7学科）の体制を見直し、基幹工学部、先進工学部、建築学部の3学部（6学科）に再編成する。その1つ、先進工学部に同大として初めてとなる「ロボティクス学科」を新設する。

ロボットの開発は稼働する際に位置や状態を“情報”として認識するためのセンサや回路に関する電気・電子工学、集まった情報を基にロボットを駆動させるための機械工学、そして駆動を制御させるための情報工学の3分野の関係する技術や知識の習得が必要になるが、新学部では3分野について在学中に体系的に学ばせるカリキュラムを準備している。



写真5 ロボットに関する講義風景

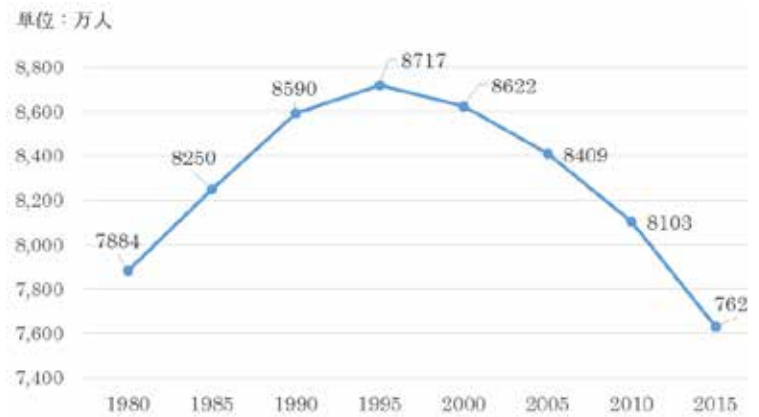
日工大がロボティクス学科の設立を決めた背景について、中里裕一創造システム工学科教授は「ロボットは今後わが国の産業として伸びていくと判断したから。ロボット産業の市場規模は現在1兆円から1兆2,000億円と言われるが、今後20年で少なくとも市場は5倍以上に拡大するだろう。そうなればロボット技術者が大幅に不足することが予測され、ロボット技術者を人材育成することが本学の使命と考えている」と説明する。

日工大ではロボティクス学科として正式に専門学科を導入するのは初めてだが、すでに10年以上前から二足歩行ロボットの開発に取り組んでいる。その成果の1つが、2009年にロボットベンチャーの株式会社ZMP（東京都文京区）と共同開発した二足歩行のヒューマノイドロボット「ニコット」だ。ニコットは、身長120cmで、ホンダの人型ロボット「アシモ」と同サイズ。学生がロボットを研究するための教育用教材として開発したもので、本体外装部にカウリングを付けているためロボットのイメージを持つが、特徴はカウリングを外せば分解が容易に出来るよう、基板が剥き出しにされている。

新学部スタート以降も、このニコットを使って実践教育を行う。ロボティクス学科では指導教員12人態勢で臨み、教師1名に対して学生10人を指導する。学生は2-3人でグループを組み、1人1テーマを決めてロボットの研究に携わっていく。ロボット工学の場合、プログラミングを中心とする研究も見られるが、同大では、学生1人に対して1台ロボットを作らせることを義務化する。2年次には、半年かけて実際にロボットを学生自らが組み立て、その後半年間かけて制御機能を持たせるプログラミングをさせて動かす。最終的には学内でロボットコンテストを実施する。

日工大は現在、同型の中型ヒューマノイドロボットを20体保有しているが、「使われている技術を学生自らが体験しながら、技術を教えていく。それが本校の強みとなっている」（中里教授）と話す。座学、実学による教育を受けた後、卒業時点の学生が備える学習イメージについては、「与えられた課題に対して、リーダーシップを発揮して、全体をマネジメントできる人材」と規定している。具体的には卒業時に電気・電子工学、機械工学、情報工学の3分野について一定レベルの知識と技能を学び、そのうち1分野だけは自分が精通した分野を持てるよう考えている。産業界に対して即戦力の技術者を養成する構えを見せるが、産業界からはロボット技術者については、

図6 日本の生産年齢人口の推移



厚生労働省のデータをもとに当研究所で作成

さらに高度な技能や技術を習得した大学院修了生が欲しいというニーズも強く、研究室によっては学部卒業生の2-3割近くがこれまでも大学院に進学している。

## 8. 今後の展望

今後のロボット産業の発展を考える上でポイントとなるのが労働者の人手不足の顕在化である。わが国の生産年齢人口は1995年の8,726万人をピークに減少（図6）に転じている。このため、製造業やサービス業の現場では人不足感が強まっている。こうした問題の解決策として、人間が行っていた作業を機械化、自動化する考え方が広がっている。

わが国のロボット産業は工場で活躍する産業用ロボットが牽引してきたことは前述の通りである。ロボットは人間に代わり、早く、正確に、そして長時間稼働する特徴から量産製品の生産に適し、国の基幹産業である自動車や電機産業で数多くロボット（図7）は使われている。今後も人材不足を背景に、より広い業種でロボットを導入する動きが強まると考えられる。一方、サービスロボットの分野は新しい市場が次々に誕生し、その結果、市場は細分化され、用途別に様々な作業を行うロボットが登場している。

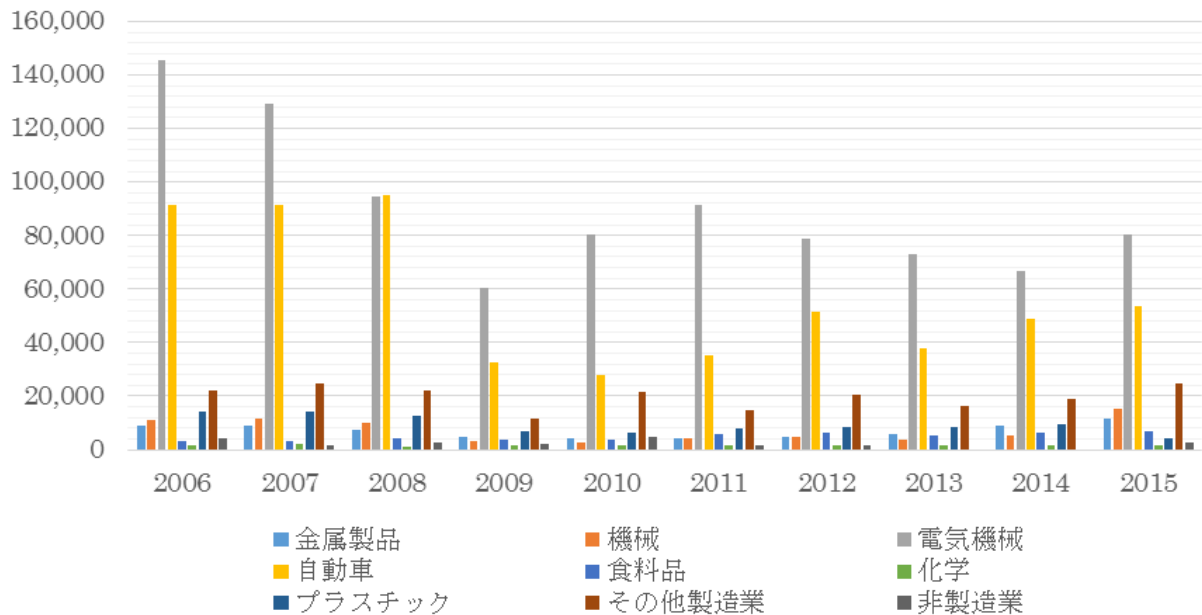
また、コンピューターの性能向上からAI（人工知能）やAIを使ったディープラーニング（深層学習）を機能に備えたロボットも登場し、今後はロボット関連技術とAI技術の組み合わせでロボットの開発が進んでいくと見られる。

今後、本県がロボット産業を育成、発展させていくためには、参入分野の絞り込みが必要と考えられる。すでに産業用ロボットについては、大手メーカーを中心とした供給体制が構築されており、新規参入や企業誘致は容易ではない。これに対して、今後、市場が発展途上のサービスロボットの分野では“地の利”を生かすことで優位



図7 産業用ロボットの産業別出荷動向

単位：百万円



日本ロボット工業会のデータをもとに当研究所で作成

性を発揮できる可能性がある。例えば、ロボットには人間などの対象物を検知するために、画像センサが使われている。センサの開発では、機能本体の電子回路をはじめ、通信機能や電力機能など複数の技術を数ミリサイズの面積内にパッケージングする。そのため、高度な開発技術が求められ、専門事業者との協力が開発の推進力になる。本県には光学機器・レンズ製造業を含む精密機械関連の高度な技術を持つ製造業が多数、集積している。光学機器ではレンズを通して映し出された画像をデジタルデータとして処理するが、この際に画像センサが使われるのが現在では一般的である。光学機器で培ったセンサ技術を応用して、介護ロボットやドローンの製品開発なども考えられる。

本県は全国でも有数の医療機器産業が盛んな地域で、県が推進する先端産業創造プロジェクトの5分野でも、補助金申請件数では医療関連の技術開発が最も多い。サービスロボットを手掛ける国内のロボットベンチャーには事業対象を医療や介護・福祉とする企業も多い。こうしたことから、医療機関や大学と連携する形で医療や介護に焦点を当てたサービスロボットの開発、「医療」や「介護」と「ロボット」を組み合わせた複合型の補助金の新設など新たな取り組みによりロボット産業の活性化が期待できよう。

