
日本公庫総研レポート No.2020-4
2020年11月

ものづくり現場の自動化を支える 中小生産用機械器具製造業

はしがき

これまで日本の生産用機械器具メーカーは、加工の精度や速度の向上を実現し、ユーザーの高度な要求に応じてきた。なかでも、主要顧客である日本の自動車メーカー、電機メーカーの要求水準は高く、これに対応する努力を長年続けるなかで、世界でもトップクラスの競争力を獲得してきたとされており、多くの先行研究も、この点に注目している。

しかし、近年では、新興諸国メーカーがつくる生産用機械器具も性能が向上し、かつてより高い精度や速度を実現できるようになってきた。従来と同じやり方での差別化は、徐々に困難になりつつある。

今日、生産用機械器具メーカーに求められるものは何か。『2019年版ものづくり白書』が紹介したアンケート結果では、顧客である製造業が重点的に取り組むべき課題として、AI、IoT、ビッグデータへの対応を上回って、生産現場の自動化が挙がっている。搬送、位置決め、部材供給、組み立て、排出、検査などのラインの自動化を実現できれば、作業負担の軽減をはじめ多くの利点が生まれる。自動化技術が日本のものづくりの新たな競争力につながっていく可能性がある。

本レポートでは、こうした問題意識から、ものづくりの基盤を形成する生産用機械器具と、そのメーカーに着目した。生産用機械器具を題材とするこれまでの議論では、高精度の追求の重要性が指摘されてきたが、上述の観点から、本レポートでは、自動化の動きを中心に置いて掘り下げた。

本レポートの構成は、以下のとおりである。第1部では、官公庁統計を中心に生産用機械器具メーカーのプレゼンスについて概観し、製品群ごとに出荷動向を把握したうえで、中心テーマである自動化への需要の高まりと、その背景を明らかにした。第2部は、優れた自動機メーカーの中小企業4社へのインタビュー内容を紹介した。むすびでは、インタビュー内容から各社の取り組みのポイントを整理した。

なお、本レポートをまとめるに当たり、中央大学商学部・本庄裕司教授にご指導いただいたほか、事例企業の方々には、ご多忙のなか、貴重な時間を割いて調査にご協力いただいた。ここに記して感謝したい。また、ありうべき誤りはすべて筆者個人に帰するものである。

(日本政策金融公庫総合研究所 海上 泰生)

目次

第1部 市場における自動機の位置づけ	1
1 生産用機械器具市場の動向	1
2 自動化の進展	6
3 ロボット製造業の特徴	10
第2部 優れた自動機メーカーの事業展開	13
1 インタビューの概要	13
2 事例企業の概要	13
事例1 湖北精工(株)	14
事例2 (株)豊電子工業	18
事例3 (株)ヒカリ	22
事例4 (株)鳥取メカシステム	26
むすび 需要の高まりに応える自動機メーカー	31

第1部 市場における自動機の位置づけ

1 生産用機械器具市場の動向

(1) 日本のものづくりを支える存在

日本標準産業分類では、大分類の一つである「製造業」を、製造する製品の種類により中分類に分けている。そのうち機械関連の製造業が取り扱う製品の種類としては、工作機械、ロボット、織機、建設機械や農業機械などの「生産用機械器具」¹をはじめ、ポンプや冷凍機などの「はん用機械器具」、複写機や自動販売機などの「業務用機械器具」、電動機や照明器具などの「電気機械器具」、テレビやパソコンなどの「情報通信機械器具」、自動車や航空機、船舶などの「輸送用機械器具」の六つがある。

このうち、本レポートでは、わが国のものづくりを支える生産用機械器具の自動化を取り上げる。第1部では、最初に自動機の歩みと役割について述べたうえで、生産用機械器具市場全体を概観する。その後、自動化の動きを代表するロボット製造業の動向と、自動化の需要が高まる背景について考えていく。

(2) 自動化の歩みと自動機の役割

文部科学省『1986年版科学技術白書』は、「工場における自動化（FA化）の進展」と題し、第2部に1項目を置いている。そこでは、「NC化の進展のなかでマシニングセンタ、旋盤、放電加工、

フライス盤、中ぐり盤等の各工程作業の自動化が進み、（中略）昭和50年代には第2世代ロボットといわれる各種センシング機能を備え、マイクロコンピュータを用いた簡単な適応動作が可能なものに進み、（中略）工程単体レベルで始まった自動化は、順次関連するいくつかの工程をシステム的に統合した生産ラインそのものの自動化に進み、（中略）今では、工場全体をひとつの自動システムにしてしまうFactory Automationの実現をみるに至っている」と、自動化の歩みを説明している。

また、新井（2009）²は、生産現場レベルでの自動化の進み方について、「手作業から半機械化、機械化が進み、専用自動機が作られる。やがて、専用機設計の手間を省くために、多様な仕事をこなす汎用自動機であるロボットが導入される。最終的には高効率な専用機と汎用的なロボットの組み合わせが実用的な生産システムになる」とし、生産の自動化では、専用自動機と汎用自動機（ロボット）がそれぞれ役割を果たすことを説明している。

自動機という用語は、自動化のための設備を示すものとして、経済産業省・厚生労働省・文部科学省『ものづくり白書』をはじめ、広く使用されている。ただし、法令上の明確な定義はない³。そこで、本レポートでは、新井（2009）のほか、後述のインタビュー先企業の説明を参考に、自動機を「生産工程において、従来は人手に頼っていた作業の一部または全部を自動化するための、機械または生産ライン一式」と定義する⁴。

¹ 例外的に、生産の際に使用される測定機器は「業務用機械器具」に、電気溶接機は「電気機械器具」に含まれている。

² 新井民夫(2009)「生産自動化の現状」精密工学会『精密工学会誌』75巻1号、pp.60-61

³ 電波法に基づく「無線局運用規則」では、別の意味の「自動機」（自動的に送受信する無線機）の規定はある。

⁴ 本レポートでは、汎用自動機であるロボットは、そのままロボットと呼ぶ。また、自動旋盤やマシニングセンタなどの汎用の工作機械に内蔵している自動加工装置や自動工具交換装置は、自動機には含めないこととする。

表－1 生産用機械器具製造業と他産業の規模の比較

順位	産業分類（中分類）	出荷額		従業者数		事業所数	
		金額（兆円）	構成比（％）	人数（万人）	構成比（％）	件数	構成比（％）
1	輸送用機械器具製造業	70.1	21.1	109.3	14.1	9,728	5.3
2	化学工業	29.8	9.0	37.5	4.8	4,613	2.5
3	食料品製造業	29.8	9.0	114.6	14.7	24,440	13.2
4	生産用機械器具製造業	22.0	6.6	62.2	8.0	18,446	10.0
5	電気機械器具製造業	18.8	5.7	50.3	6.5	8,356	4.5
6	鉄鋼業	18.7	5.6	22.4	2.9	4,048	2.2
7	電子部品・デバイス・電子回路製造業	16.1	4.9	41.4	5.3	3,861	2.1
8	金属製品製造業	15.8	4.8	61.2	7.9	25,213	13.6
9	石油製品・石炭製品製造業	15.0	4.5	2.6	0.3	912	0.5
10	プラスチック製品製造業	13.0	3.9	45.0	5.8	12,201	6.6

資料：経済産業省「工業統計調査」産業別統計表（従業者4人以上の事業所に関する統計表）（2019年）

（注）1 出荷額の順に、上位10業種のみ掲載した。なお、構成比は、製造業全体に占める割合である。

2 出荷額は2018年の実績、従業者数と事業所数は2019年6月現在の数値である。

なお、自動化する作業の内容は、搬送、位置決め、部材供給、組み立て、排出、工具交換、検査など多岐にわたる。使用される分野も目的も多様で、例えば、金属加工のための機械や生産ラインもあれば、プラスチック加工のための機械や生産ラインもある。そのため、後述する生産用機械器具の産業細分類のそれぞれに、一定数の自動機が含まれていると考えられる。

（3）20兆円を超える出荷額

ものづくりの歴史とともに、わが国の生産用機械器具の出荷額は、拡大を続けてきた。今日では、どれほどの規模なのか。その大きさを把握するため、経済産業省「工業統計調査」（2019年）により、中分類の生産用機械器具製造業のプレゼンスをみてみよう。

「工業統計調査」の産業別統計表により、製造業に含まれる中分類業種を製造品出荷額等⁵（以下、出荷額）の規模順に並べると、生産用機械器具製造業は、輸送用機械器具製造業、化学工業、食料品製造業に次いで、4位にカウントされる（表－1）。

2018年の出荷額は22.0兆円に上り、製造業全体の6.6%を占める。従業者数は62万人で全体の8.0%を、事業所数は1万8,446件で、全体の10.0%を占める。資本財を供給する業種であるため、一般の消費者にとって身近な存在ではないが、産業規模が食料品製造業にも比肩できる点は、注目に値する。

出荷額や従業者数の割に、事業所数の構成比が大きいのは、生産用機械器具製造業は比較的小規模な事業所が多いことを示している。

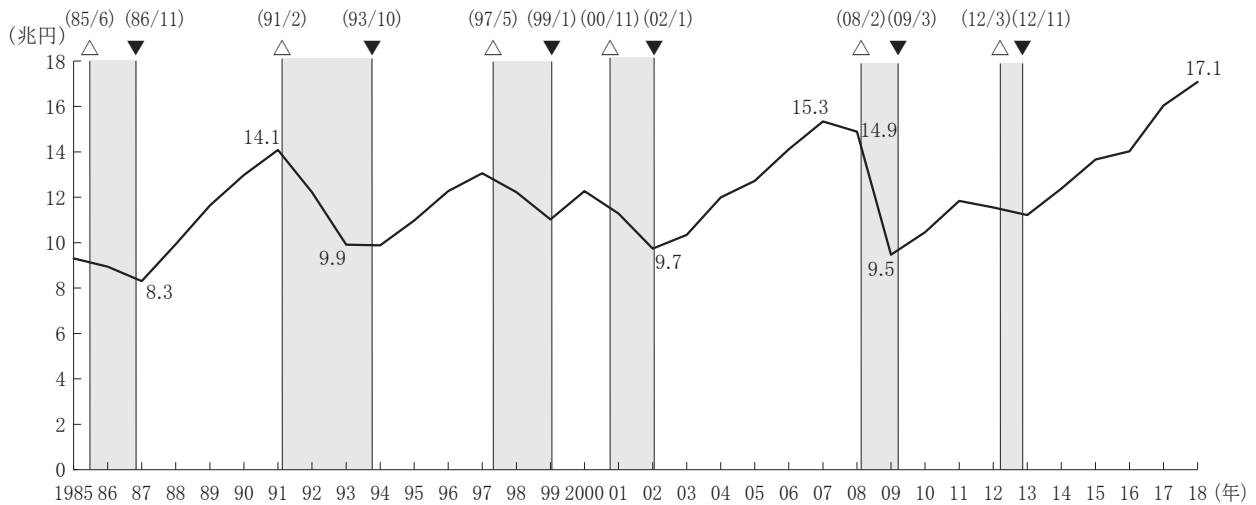
また、出荷額に比べて従業者数の構成比が大きいのは、輸送用機械器具製造業、化学工業、鉄鋼業などの資本集約型産業とは対照的に、労働集約型産業の色合いが濃いことを示している。

生産用機械器具製造業は、どのような動きを経て今日の規模に至ったのだろうか。経済産業省「工業統計調査」産業別統計表により、出荷額の推移をみてみよう。

なお、本レポートでは、ものづくりを支える設備メーカーに注目している。ここからは、生産用機械器具のなかから建設機械、鉱山機械、農業用

⁵ 「工業統計調査」の用語解説によると、「製造品出荷額等」とは、製造品出荷額、加工賃収入額、その他収入額及び製造工程から出たくず及び廃物の出荷額の合計である。

図一 生産用機械器具製造業（建設機械、鉱山機械、農業用機械を除く）の出荷額の推移



資料：経済産業省「工業統計調査」産業別統計表（従業者4人以上の事業所に関する統計表）

- (注) 1 2007年以前は「生産用機械器具製造業」という中分類がなかったため、それまでの中分類「一般機械器具製造業」のうち、現在の「生産用機械器具製造業」に引き継がれる「金属加工機械製造業」「繊維機械製造業」などの小分類業種と、「化学機械・同装置製造業」「産業用ロボット製造業」などの細分類業種の数値を合計して、出荷額を算出した。ただし、「建設機械、鉱山機械製造業」「農業用機械製造業」は除いた。
- 2 △は景気の山、▼は景気の谷、網かけは景気後退局面を示す。
- 3 経済産業省「工業統計データライブラリ」で最も古い1985年を起点とした。

機械を除く、主に製造業の生産現場で使用される機械器具（以下、この定義に厳格に従ったデータを用いる場合は「ものづくり用機械器具」という）について述べていく。

ものづくり用機械器具の出荷額は、景気拡大局面にあった1987年から1991年にかけて、出荷額が8.3兆円から14.1兆円へと5.8兆円も増加し、2002年から2007年の景気拡大局面でも9.7兆円から15.3兆円へ5.6兆円の大規模な増加をみせている（図一）。一方で、1991年から1993年までの景気後退局面では、14.1兆円から9.9兆円へと4.2兆円もの減少がみられた。

最近10年間の動きをみると、リーマン・ショックに端を発した経済悪化により影響を受け、2008年から2009年にかけて出荷額は14.9兆円から9.5兆円まで減少した。世界的な設備投資需要の低迷によって、わずか1年ほどで、4割近い5兆円以上

の出荷額が失われたのである。その後、設備投資が次第に盛り返したことを背景に、2018年には、出荷額は17.1兆円にまで拡大した。これまで最高だった2007年の水準を1.8兆円ほど上回る規模である。

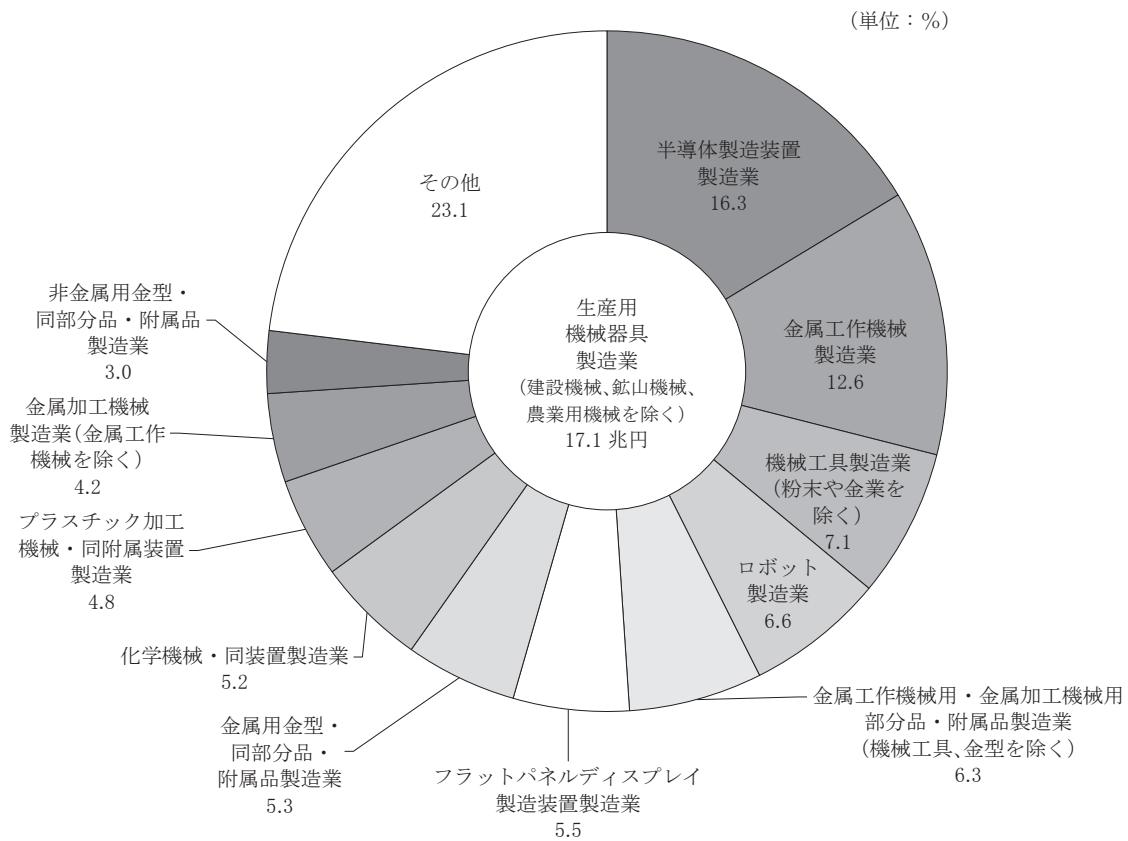
このように、ものづくり用機械器具の出荷額は、景気の動きに伴う変動幅がかなり大きい。企業経営の視点からみると、こうした激しい需給の変動にどのように耐えていくかが大きな課題となっている。

(4) 多岐にわたる生産品目

ものづくり用機械器具のメーカーは、さまざまな工業製品の生産現場で用いる機械器具を供給している。出荷額を細分類業種別にみると、最も構成比が高いのは、「半導体製造装置製造業」で、全体の16.3%を占めている（図二）⁶。これには、

⁶ 小分類業種では、例えば、「生活関連産業用機械製造業」や「基礎素材産業用機械製造業」などのように概括的な名称が用いられているため、より具体的にイメージしやすい細分類業種で集計した。

図一 2 生産用機械器具製造業（建設機械、鉱山機械、農業用機械を除く）の出荷額の細分類業種別構成比（2018年）



資料：表一に同じ

(注) 出荷額5,000億円未満の業種は、「その他」に含めた。

シリコンウエハのスライシング、研削、ラッピング、熱処理、露光、エッチング、薄膜形成を行うさまざまな装置や、半導体チップ組立装置などが含まれる。出荷額は2.8兆円と、かなり大きい。

2番目に構成比が高いのは、「金属工作機械製造業」で、多くの製造業の工場内で使用されている旋盤、ボール盤、フライス盤、研削盤、マシニングセンタなど、いわゆる工作機械と総称されるものである。出荷額は全体の12.6%、2.2兆円になる。これに、3位の「機械工具製造業（粉末冶金業を除く）」、4位の「ロボット製造業」、5位の「金属工作機械用・金属加工機械用部分品・附属品製造業（機械工具、金型を除く）」が続く。5位以上の出荷額は、いずれも1兆円を超える。

これらのほか、出荷額の大きな順に、「フラッ

トパネルディスプレイ製造装置製造業」「金属用金型・同部分品・附属品製造業」「化学機械・同装置製造業」「プラスチック加工機械・同附属装置製造業」といった多彩な機械器具が並ぶ。「その他」に含まれる5,000億円未満には、「食品機械・同装置製造業」「包装・荷造機械製造業」「印刷・製本・紙工機械製造業」などが含まれている。

(5) 成長著しいロボット製造業

図一1でみたとおり、2018年の出荷額は、リーマン・ショック前のピークであった2007年を上回るまでに回復しているが、細分類業種別にみると、それぞれの伸びには差があるのだろうか。

表一2は、2007年の出荷額を100として、直近の2018年までの伸び率を示したものである。注

目したいのが、「ロボット製造業」⁷だ。伸び率は165.3と、大きな成長をみせている。

前述のとおり、本レポートでは自動機を「生産工程において、従来は人手に頼っていた作業の一部または全部を自動化するための、機械または生産ライン一式」と定義した。自動機の出荷額は、さまざまな細分類業種の出荷額に内包されており、独立してデータを得ることはできない。ただ、新井（2009）が示すように、汎用自動機であるロボットは、それ自体が自動機であるとともに、生産ラインのなかに組み込まれることが多い。したがって、ロボット製造業の出荷額の拡大は、自動機のそれと連動していると考えて差し支えなさそうである⁸。

ロボット製造業のほかにも、「プラスチック加工機械・同附属装置製造業」が146.4、「機械工具製造業（粉末や金業を除く）」が132.7と、高い伸び率を示している。

2007年に出荷額が最も多かった「半導体製造装置製造業」は、2018年もトップを維持しているが、伸び率は88.1であり、出荷額を減らしている。出荷額が増加したのは伸び率の上位5業種だけで、リーマン・ショック以前の水準を取り戻していない業種が少なくないこともわかる。

(6) 海外でも高まる日本製ロボットの需要

製品の種類によって、生産用機械器具製造業の伸び率に差があるなか、ロボット製造業が順調に

表－2 生産用機械器具製造業（建設機械、鉱山機械、農業用機械を除く）の細分類業種別にみた出荷額（2007年、2018年）

細分類業種	出荷額（億円）		伸び率
	2007年	2018年	
ロボット製造業	6,804	11,246	165.3
プラスチック加工機械・同附属装置製造業	5,560	8,137	146.4
機械工具製造業（粉末や金業を除く）	9,086	12,058	132.7
フラットパネルディスプレイ製造装置製造業	8,261	9,403	113.8
金属工作機械製造業	20,956	21,550	102.8
金属工作機械用・金属加工機械用部分品・附属品製造業（機械工具、金型を除く）	11,182	10,837	96.9
非金属用金型・同部分品・附属品製造業	5,744	5,062	88.1
半導体製造装置製造業	31,680	27,904	88.1
金属加工機械製造業（金属工作機械を除く）	8,399	7,204	85.8
化学機械・同装置製造業	11,008	8,905	80.9
金属用金型・同部分品・附属品製造業	16,376	9,060	55.3

資料：経済産業省「工業統計調査」産業別統計表（従業者4人以上の事業所に関する統計表）（2008年、2019年）

(注) 1 2018年の出荷額が5,000億円以上の業種に限る。

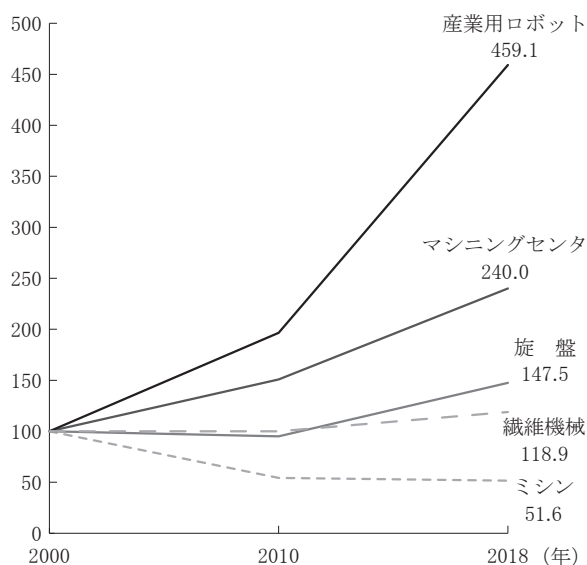
2 伸び率は、2007年の出荷額を100とした2018年の出荷額。

⁷ 工業統計調査の「ロボット製造業」は、産業用ロボットが多くを占めるが、福祉ロボット、医療ロボット、災害対応ロボットなど、サービス用ロボットの製造業も含まれることに注意を要する。

⁸ 産業用ロボットの法的な定義を探すと、労働安全衛生法に基づく労働安全衛生規則に「マニプレータ及び記憶装置を有し、記憶装置の情報に基づきマニプレータの伸縮、屈伸、上下移動、左右移動若しくは旋回の動作又はこれらの複合動作を自動的に行うことができる機械」と定められている。なお、ここでいう「マニプレータ」とは、電子的に制御された運動で対象物をつかみ、動かす機構（マニピュレータ）のことである。

ただし、ロボットの定義を巡っては、経済産業省「ロボット政策研究会報告書」（2006年）が「ロボットを形状ではなく、『センサ、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム』として、広く定義することとする」とし、一般にイメージされるロボットの典型的な外形にこだわらず、ある種の機械システムとして把握すべきだとしている。さらに、内閣の日本経済再生本部「ロボット新戦略」（2015年）が「社会の多様な場面で、多様なロボット機能が提供できるようになる可能性もある。そうなれば、3要素のすべてを兼ね備えた機械のみをロボットと定義することでは、実態を捉えきれなくなる可能性がある」と指摘するように、今日、ロボットの範囲はますます広がる傾向にある。そのため、ロボットと、自動運転可能なその他の生産用機械器具との境界もあいまいになっている。

図-3 生産用機械器具の輸出額の推移
(2000年=100)



資料：財務省「貿易統計」概況品別表、統計品別表

(注) 1 2000年、2010年、2018年の3時点と比較した。

2 財務省「輸出統計品目表」で分類されている産業用ロボットは、汎用の産業用ロボットのみを含み、特定の機能だけを果たすように設計されたものを含まない。

成長していることがわかった。この傾向は、海外市場に向けた製品供給でもみられるだろうか。

財務省「貿易統計」により、生産用機械器具のなかから、2000年までデータがさかのぼれる品目のうち代表的なものを抽出し、輸出額の伸びをみた(図-3)。このなかで「産業用ロボット」は、2000年の輸出額を100とすると、2018年は459.1と海外の市場を20年弱で5倍近くに広げており、別格ともいえる拡大をみせている。金額で見ると、2018年時点の輸出額は2,200億円に上る。

近年、低価格を武器とする新興国製品との競争により、苦戦を強いられている日本の工業製品は少なくない。そのなかで、国内外で順調に推移する生産用機械器具、なかでも産業用ロボットは、注目すべき生產品といえよう。

産業用ロボットに続いて、「マシニングセンタ」が240.0、「旋盤」が147.5と大きな増加をみせている。高精度・高品質の定評がある日本製の工作

機械は、世界各地の工場で重宝されており、今日に至るまで好調を持続していることがわかる。

また、紡糸機や紡績機を含む「繊維機械」も118.9と、2割近い伸びをみせている。新興国における繊維産業の拡大を反映しているのだろう。一方、日本製の「ミシン」は、海外の縫製工場や布製部品工場などで広く使用されてきたものの、2000年以降は輸出量を減らし、2018年にはほぼ半分になっている。外国製品の品質が向上し、競争が激しくなっているのではないだろうか。

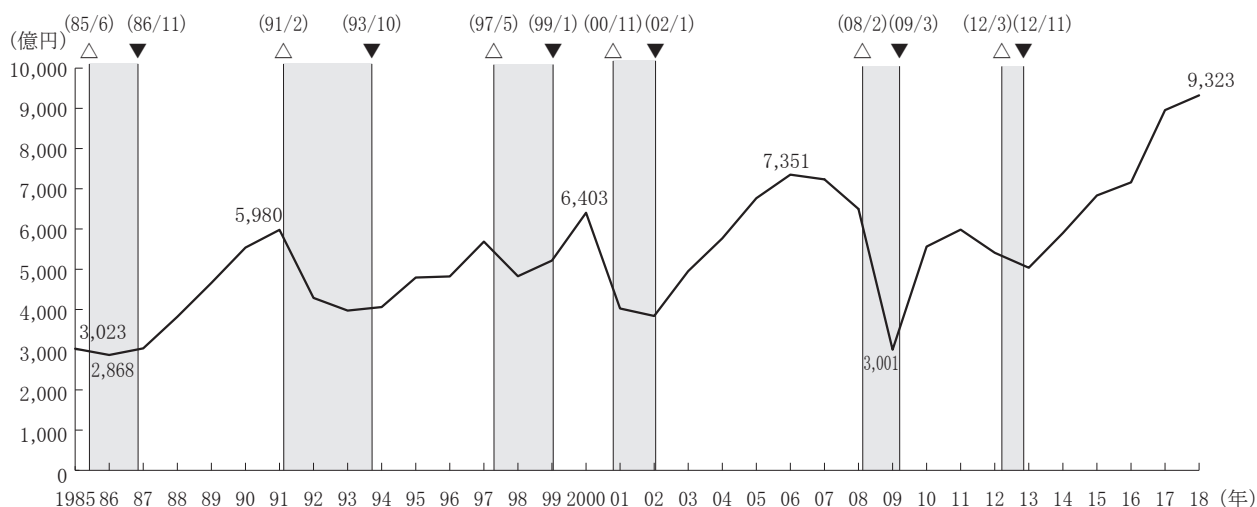
2 自動化の進展

(1) 中長期的に高まる自動化への需要

このように、生産の自動化は、数十年にわたって進んできたものだが、2000年代に入って急展開しているようにもみえる。生産ラインの自動化に対する需要は、中長期的にどのように変化してきたのだろうか。直接これを測定したデータはないが、前述のとおり、専用自動機とセットで使用されることが多いロボットの動向をみれば、ある程度の傾向がつかめるはずだ。ロボット製造業の出荷額について約30年間の推移をみてみよう(図-4)。

現在の一般社団法人日本ロボット工業会が、任意団体の産業用ロボット懇談会として創設されたのが1971年のことである。今日の産業用ロボットのトップメーカーであるファナック(株)が、富士通ファナック(株)として設立されたのが1972年である。それから十数年後の1985年時点で、すでにロボット製造業の出荷額は3,023億円になっていた。その後、1990年初頭までの5年程度で出荷額を約2倍に増やし、5,980億円になった。バブル経済の崩壊でやや減少したものの、2000年には6,400億円を超えた。ITバブルの崩壊に起因する2000年末からの景気後退で一度大きく減少し

図－4 産業用ロボットの出荷額の推移



資料：一般社団法人ロボット工業会「マニピュレータ、ロボット統計推移表」
 (注) △は景気の山、▼は景気の谷、網かけは景気後退局面を示す。

たものの、2006年には7,351億円にまで回復している。

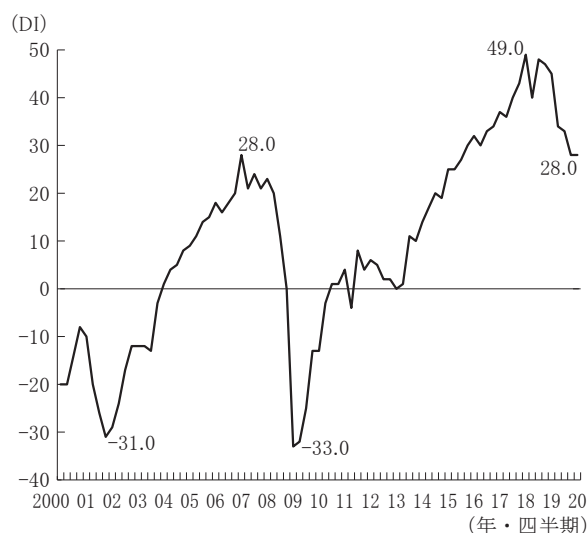
2008～2009年の2年間は、リーマン・ショックの影響で6割近い大幅な減少に見舞われたが、その後は、急速な回復をみせ、2018年には9,000億円を超える過去最大の出荷規模となっている。

このように長期の動きを俯瞰してみると、景気変動に伴って増減を繰り返しているものの、総じて右肩あがりの傾向とみることができよう。前掲図－1でみたものづくり用機械器具製造業全体は、直近の出荷額の水準がバブル景気のころやリーマン・ショック直前と比べて、それほど高くないことを考えると、ロボット製造業には、景気変動以上の押し上げ要因が加わっているものと考えられる。ロボット市場の拡大に代表される自動化への需要の高まりは、長期的・構造的な要因によるものだろう。以下では、こういった要因があるのか、みていこう。

(2) 深刻化する人手不足

製造業を巡る経営課題のなかで、近年、特に深刻なのは、人手不足の問題である。

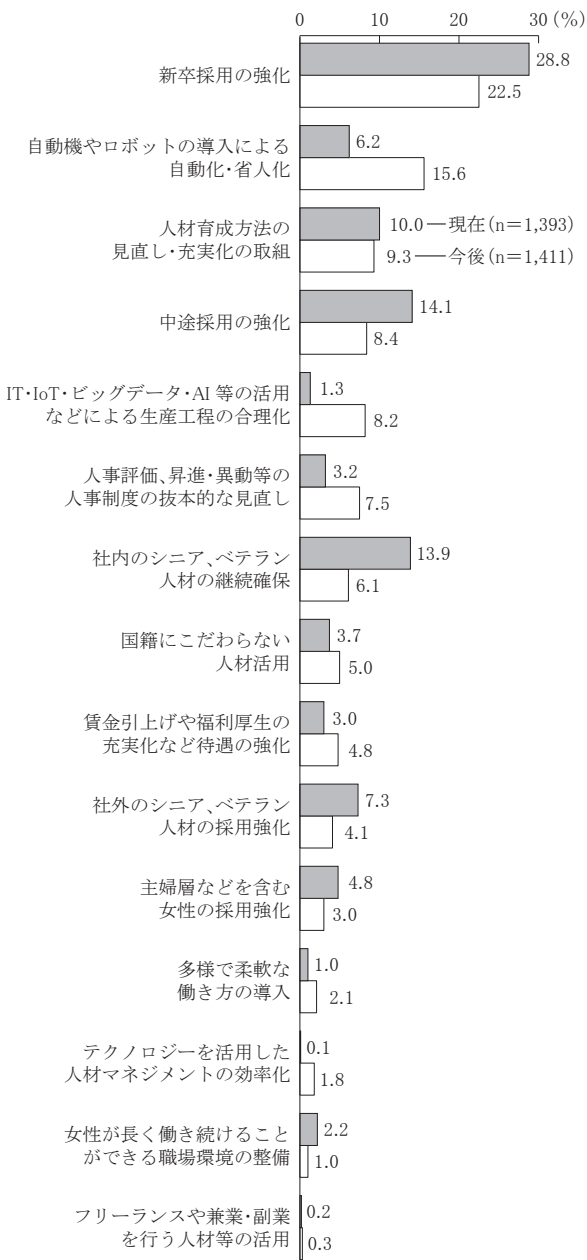
図－5 製造業の常用雇用者過不足判断DIの推移



資料：厚生労働省「労働経済動向調査」
 (注) DIとは、労働者の過不足感についての質問に「不足」と回答した企業の割合から「過剰」と回答した企業の割合を差し引いたもの。

厚生労働省「労働経済動向調査」により製造業の常用雇用者の過不足状況をみると、2018年には、過半数の企業が「不足」と回答した結果、DIが49.0の高水準となった(図－5)。景気回復局面の大幅な人手不足に、少子高齢化の進展に伴う

図-6 人材確保対策として最も重視している取り組み（製造業、現在と今後）



資料：経済産業省・厚生労働省・文部科学省『2018年版ものづくり白書』
 (注) 今後の取り組みの回答の多い順に示した。

生産年齢人口の減少が加わり、問題解決を一段と難しいものになっている。

人手不足は、生産活動に直結する支障となるため、早急な対応が求められるが、製造業の経営者は、実際にどのような方策を考えているのである

うか。経済産業省・厚生労働省・文部科学省『2018年版ものづくり白書』は、アンケート調査で人材確保対策において最も重視している取り組みについて尋ねている。その回答をみると、まず、現在のところ重視している取り組みでは、最も多いのが「新卒採用の強化」で28.8%、2番目が「中途採用の強化」で14.1%となっている(図-6)。今後の取り組みでも、「新卒採用の強化」が22.5%で最も多くなっており、人手の獲得そのものを方策に挙げている。しかし、それができないからこそ人手不足に陥っていることを考えると、より現実的なやり方が必要だ。

そこで、今後の取り組みで重視されている回答をさらにみると、「自動機やロボットの導入による自動化・省人化」が15.6%で2番目に挙げられている。関連して、「IT・IoT・ビッグデータ・AI等の活用などによる生産工程の合理化」も8.2%で、5番目に回答割合が高い。

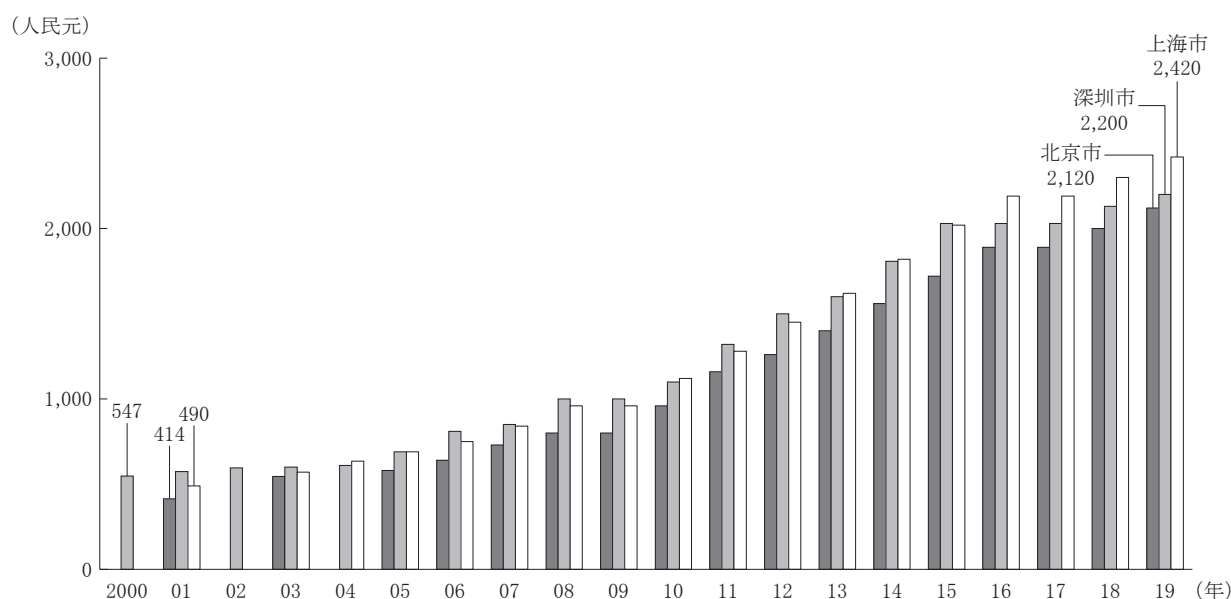
かつて一般的だったように、工場内に単体の機械が並び、それぞれ別々のペースやタイミングで稼働している場合、人手を多く必要とし、効率も良くない。今日では、自動機によって機械と機械の間をつなぎ、システムとして一体的に統合して制御する生産ラインが増えている。これにより、加工対象物を移動したり、整理したりする人手が不要になるだけでなく、オペレーターも少人数で済む。また、危険な作業や、高速で反復を要する作業などをロボット化すれば、人員をより効率的に配置できる。

近年、生産ラインの自動化への需要が大きくなっている背景には、人手不足という深刻な経営課題を克服しようとする中小企業の姿があるといえる。

(3) 海外で高騰する人件費

海外の要因も忘れてはならない。図-3でみたとおり、産業用ロボットは、海外市場でも強い需要がある。そのうち経済成長の著しいアジアの新

図一七 中国主要都市の法定最低賃金の推移



資料：労働政策研究・研修機構「データブック国際労働比較」

(注) 各都市とも1月1日時点の賃金。ただし、北京市の2000、2002、2004年、上海市の2000、2002年のデータはなし。

興国で、特に大きな構造的課題となっているのが、人件費の高騰である。典型的な例として中国の都市部の賃金上昇が挙げられる。上海市の月間の法定最低賃金の動きをみると、2001年時点で490元（約7,200円）だったものが、2019年には約5倍の2,420元（約3万8,000円）へと上昇した（図一七）。加えて、一人っ子政策の反動により、中国でも近い将来、生産年齢人口が減少に転じると予想されている⁹。中国をはじめとするアジアの新興国には、2000年代に入り、低廉で豊かな労働力に魅力を感じる多くの日系企業が生産拠点を設けたが、十数年で軌道修正を余儀なくされている¹⁰。こうした企業の多くは、進出先でも、また国内工場でも生産設備の自動化による省力化を進め、人件費の削減に努めている。

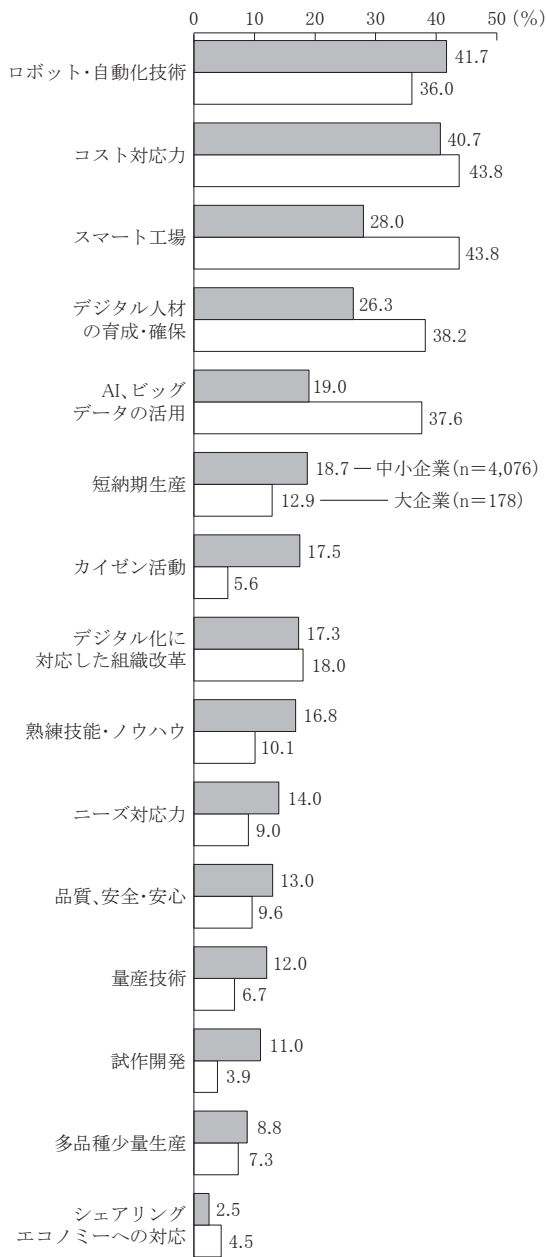
(4) 生産現場の競争力の強化を目指す動き

自動化に対する需要の拡大は、人手不足や人件費上昇など経営上の問題への対応ばかりではない。AIやIoTの技術が進化し、いわゆる第4次産業革命が進む今日、自ら前向きに生産現場の競争力を強化しようという動きもある。この点については、経済産業省・厚生労働省・文部科学省『2019年版ものづくり白書』のなかに、製造業に向けて、今後重点的に取り組むべき経営課題を尋ねたアンケートがあり、生産現場の志向を知る参考になる（図一八）。これによると、中小企業の回答では、「ロボット・自動化技術」が41.7%で最も多い。2番目に多いのは「コスト対応力」（40.7%）、3番目には「スマート工場」（28.0%）、

⁹ 労働政策研究・研修機構「データブック国際労働比較」（2019年）により、各国における生産年齢人口の5年ごとの将来推計をみると、アジアでは、生産年齢人口が増加している国が多いものの、中国では2015年をピークに、2020年以降減少に転じる予想となり、同じく、タイでは2020年をピークに、ベトナムでは2030年をピークに、それ以降の減少が予想されている。

¹⁰ 経済産業省・厚生労働省・文部科学省『2019年版ものづくり白書』でも、「新興国での人件費高騰や人手不足など海外経済の環境も大きく変わり潮目を迎えており、現在の生産体制の見直し、海外生産拠点の国内回帰の動きも見られるようになった」との指摘がある。

図ー8 現在自社の弱みであり、今後重点的に取り組むべき経営課題（企業規模別、複数回答）



資料：経済産業省・厚生労働省・文部科学省『2019年版ものづくり白書』
 (注) 中小企業の回答の多い順に示した。

4番目に「デジタル人材の育成・確保」(26.3%)、5番目に「AI、ビッグデータの活用」(19.0%)というように、先端的な生産方法の吸収を望む回答が目立っている。

一方、大企業では、「コスト対応力」と「ス

mart工場」が同じ43.8%で最も多い。3番目には「デジタル人材の育成・確保」(38.2%)、4番目には「AI、ビッグデータの活用」(37.6%)が続き、「ロボット・自動化技術」は36.0%で、5番目となっている。すでに自動化が先行している大企業より中小企業のほうが自動化の必要性を強く感じているのだと考えられる。中小企業のほうが人手不足が深刻なことも背景にあるだろう。

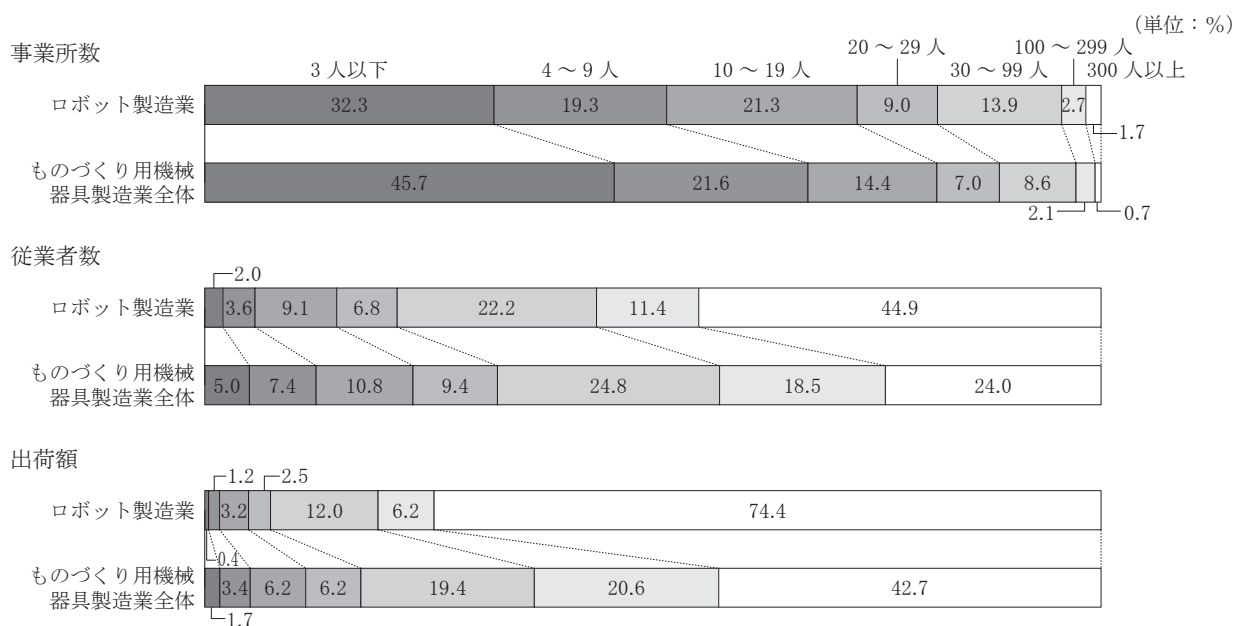
工業製品の性能や精度、安全性に対する顧客の要求がますます高まっている今日、中小製造業者が優良な工業製品を安定した品質で長期間にわたって供給するためのツールとして、自動化された生産用機械が重要性を増している。真空、高温、放射線などにより制約された空間で、新たな製品を開発・製造することもできる。働き方改革の流れのなか、長時間勤務、夜間勤務といった現場従業員の負担を軽減する効用にも期待が寄せられている。さらには、企業全体の生産効率の向上を通して、エネルギー消費量の削減など環境負荷の軽減にもつながるのである。

3 ロボット製造業の特徴

以上のように、自動化の需要は、今後もますます拡大が見込まれる。元来、競争力が高いわが国の生産用機械器具のなかでも、自動機やロボットは、特に有望な製品分野の一つとして挙げられるだろう。

第1部の最後に、こうした製品分野における中小メーカーのプレゼンスについて確認しておこう。ただ、個々の用途に合わせてつくられる専用自動機には、例えば、金属加工用の機械もあれば、繊維加工用の機械もある。統計上、それぞれ別の製品群として集計されるため、自動機という切り口でデータを把握することは難しい。一方、ロボット製造業のデータは、細分類業種の一つとして把握できる。また、ロボットは、前後の工程

図-9 従業者規模別にみた事業所数、従業者数、出荷額の構成比（2018年）



資料：経済産業省「工業統計調査」産業別統計表（2019年）

(注)「従業者4人以上の事業所に関する統計表」と「推計による従業者3人以下の事業所に関する統計表」を利用。

を担う自動機とセットにして供給されるケースが多い。ロボット製造業をみれば、自動化の設備メーカーの一面を知ることができるだろう。ものづくり用機械器具製造業全体と比較しながら、ロボット製造業の特徴をみていこう。

まず従業者規模別の事業所数をみると、ものづくり用機械器具製造業全体では、従業者数300人未満の事業所が99.3%、従業者数10人未満の事業所に限ると67.3%を占めている（図-9）¹¹。これに対し、ロボット製造業は、300人未満の事業所が98.3%と大半である点は変わらないものの、従業者数10人未満の事業所に限ると51.6%にとどまり、小規模な事業所が少ないことがわかる。

雇用や出荷額の面で見ると、ものづくり用機械器具製造業全体とロボット製造業のいずれも、事業所数に比べ大きな事業所のウエートが大きくなる。特にロボット製造業では、従業者数300人以上の事業所が雇用の44.9%（ものづくり用機械器

具製造業全体では24.0%）、出荷額の74.4%（同42.7%）を占めている。とりわけ出荷額において、規模の大きい事業所のウエートが高い。

生産用機械器具製造業は、比較的小規模な事業所が多いことは第1節でも述べたが、ロボット製造業に限定すると、様相が異なるようだ。一般に自動機やロボットには、非常にサイズが大きく、単価がかなり高いものもある。こうした製品を扱える一部の大手企業が、必然的に多くの出荷額を占めることになると思われる。しかし、それぞれに役割分担があり、大手企業が供給する製品と、中小企業が供給する製品とでは、製品の性格が異なる可能性がある。この点は、第2部以降で明らかにしていきたい。

以上、第1部では、自動機の歩みとその役割、生産用機械器具製造業のプレゼンスと各分野の動向、国内外でみられる自動機への需要の高まりと

¹¹ 本来は、企業の規模で分類するほうがよいが、「工業統計調査」の企業統計編は、最新版でも2014年調査であり、また、従業者数3人以下の企業については把握できないため、ここでは、事業所の規模による分類を行った。

自動化を代表するロボット製造業の動向について述べてきた。これにより、今日の生産の現場では、自動化の進展が大きな期待と関心を呼んでいることがわかった。

生産設備市場は、わが国製造業が国際的な競争力を発揮し続けている分野である。加えて、今日では、国内の生産年齢人口の減少、新興国での人件費高騰、生産現場でのAI化やデジタル化などが進み、自動機・ロボットの市場はさらに拡大し

ていく可能性が高い。そうした有望な分野であるにもかかわらず、自動機分野のメーカーは、自動車や電機といった最終製品のメーカーに比べて話題に上りにくく、実態は意外に知られていない面がある。

第2部では、自動化の進展とともに、この分野をリードしてきた中小企業の実例を紹介し、製品の具体的なイメージや生産の実態を明らかにしていきたい。

第2部 優れた自動機メーカーの事業展開

1 インタビューの概要

人手不足などの問題を背景に、生産設備市場において自動化への需要が拡大していることは、第1部で述べたとおりである。では、その需要に応え、自動機を供給する企業とはどのような存在なのか。第2部では、自動機メーカーの具体的な事例を紹介したい。多くの顧客に支持されて確かな実績をあげている自動機メーカー4社に対し、2019年11月から12月にかけてインタビューを行った。

インタビュー先企業を選ぶに当たっては、自動機の製造を主業とし、特定の企業系列に属さずに、幅広い分野の顧客に自動機を提供している企業を対象とした。

なお、事例企業の掲載順は、インタビューを行った日付の順である。

2 事例企業の概要

1社目は、滋賀県長浜市の湖北精工(株)である。プラスチックから家電、自動車へと多様な分野に自動機を供給してきた企業で、生産ラインを適切に電子制御しながら、最も効率的な速度で円滑に加工対象物を流すスペシャリストである。簡単に模倣できない細部にわたる仕上がりの良さ、使い心地の良さなど、設計図に表れないような点にも定評がある。特定の技術分野や業種に限定せず、幅広い層の顧客と付き合いしてきた結果、継続的に発注がある顧客を多数獲得している。

2社目は、愛知県刈谷市の(株)豊電子工業である。ロボットを用いたFA (Factory Automation) システムを構築するエンジニアリング会社の草分け的

存在で、ロボットと周辺機器をセットアップして最適な形で提供できる。生産現場のニーズを広く把握し、多くのユーザーの工場で、ロボットの長所を最大限活かす生産ラインを提供してきた実績がある。国内の全自動車メーカーと取引があるだけでなく、海外へも販路を広げており、現在はグループ全体の売上高の8割が海外からのものとなっている。大手メーカーから調達した年間700～800台ものロボットを組み込み、生産ラインを供給している。

3社目は、愛媛県東温市の(株)ヒカリである。自動車分野を中心に、医療機器分野、情報通信機器分野などに向けて自動機を供給し、各分野のトップメーカーと取引を続けている。要素技術の一つである画像処理技術の習得に成功し、自動機に搭載するカメラシステムを内製、販売している。強みの一つは、高精度の組み立てを実現する技術力である。また、ユーザーの工場内でスムーズに稼働させるための調整力も高い評価を得ている。柔軟な発想と独創的な試みを喚起するため、「社員を元気にする事業」と銘打って、2足歩行ロボットの開発も進めている。

4社目は、鳥取県鳥取市の(株)鳥取メカシステムである。極小の電子デバイス用組み立てラインを得意とするほか、電機、一般機械、自動車、医療機器など多岐にわたる顧客層に向けて、さまざまな自動機を供給している。アルミから特殊鋼、大きな板から小さな金物まで大抵の素材や部材を扱えるため、部品の8～9割は自社で加工し、配線や配電盤などの電気系統も自社で扱う。この一貫生産体制が強みである。自動機にありがちな受注の波の影響を和らげるため、社外から大小の部品加工の依頼も受けて経営の安定に役立てている。

事例1 湖北精工(株)

代表者 代表取締役社長 小川 孝史
創業 1942年(昭和17年)
資本金 9,980万円
従業者数 168人

事業内容 生産用機械器具の製造・販売
所在地 滋賀県長浜市
URL <https://www.kohokuseiko.co.jp>

部品メーカーから製造設備メーカーへ

湖北精工(株)は、顧客の幅広い要望に対して柔軟な設計力と製造力で応え、主に自動車分野や家電分野の自動機、食品容器分野の印刷装置を供給するメーカーである。

同社は、1942年、(有)湖北機械製作所として、戦時対応のため、長浜市の鉄工業者が集まって創業した。1956年に、社名を変更して湖北精工(有)となり、1961年には、湖北精工(株)に組織変更した。

創業以来、金属部品の加工が主な事業だったが、1960年代に、同じ県内の大手化学品メーカーと取引を開始してからは、事業領域が広がった。合成樹脂の成形に用いる金型と機械を製造する仕事が増えるようになり、次第に、機械を設計する業務のウエートも大きくなっていった。1967年に、現会長が専務として入社してからは、さらに設計部門を増強したことで、部品メーカーから製造設備メーカーへと企業の性格を移行していった。

1960～1970年代は、プラスチックが急速に普及した時期である。取引先の手化学品メーカーは、プラスチック製品を増産するため、自動化機能を備えた製造設備の発注を大幅に増やした。需要に応えるため、湖北精工(株)も生産力を大きく増強した。さらに、同県内にある大手ガラスメーカーとの取引も始まり、ブラウン管用のガラスの製造装置という大口の仕事を受注するようになった。

ブラウン管用製造設備のウエートが高まるのと時期を同じくして、1965年には、食品容器分野の製造設備の受注も始まった。大手食品メーカー

が使うカップ麺容器印刷用のプリンターも、今まで長年、供給を続けている設備である。かつてはOEM供給だったが、今は直接取引している。

小川社長が入社した2002年は、ブラウン管関連の受注が、液晶テレビ用のガラス製造機の受注に切り替わる時期だった。やがて液晶テレビの市況も供給過多となり、家電分野は次第に減少したが、代わって増加してきたのが、自動車分野である。特に大手自動車部品メーカーからの製造設備の受注が多くなった。

2018年の売上高は、58億円である。そのうち、自動車分野が約6割、家電分野が約1割、食品容器分野が約3割を占めている。

世の中にない専用自動機をつくる

同社が供給する自動機の一例としては、前工程でつくられた棒状の半製品を、自動的に一定の長さに切って、そろえて、まとめて、次の工程に送る搬送装置がある。簡単な作業に見えるが、こうした特殊な自動機は、特別につくらなければ世の中に存在しない。カタログで選ぶような製品ではなく、専用の一品ものの受注になる。そのなかには、発注元が用意した設計図がある仕事と設計図がない仕事がある。前者は、同社が設計責任を負わない代わりに、相見積りになって価格競争をするしかなくなる。一方、後者は、価格競争にはなりにくく、経験や能力で差別化しやすい。

自動機の発注では、設計図がないケースが多い。その場合でも、標準的な自動化のパターンといえるものがあって、それをベースにアレンジす

ることが少なくない。設計図はなくても、発注元が完成品を細かくイメージしている場合もある。それを具体化した設計案をつくり、改善提案をするときもある。その場合、発注元の工場で行われる製造プロセスをよく理解しておかないと、優れた提案はできない。時には、発注元から、まだ仕様も設計図もできていない開発中の新製品のため、それを製造する設備のテスト機をつくってほしいと言われることもある。

機械をどう動かすか、それにはどのような機構にするか、制御をどうするかが設計のポイントになる。大がかりなものでは、100メートル以上にもなる生産ラインをまるごと受注することもある。その一部分だけ受注することもある。ロボットを調達して生産ラインをつくることもある。

生産ラインのサイズと同様、受注額の規模もさまざまで、一式の価格は、3,000万から3億円くらいと幅がある。製作期間については、白紙の状態から設計・製造し納品するまで、最低で半年、長いもので2年かかるケースもある。

世界的な大手メーカーを相手にする場合、商売上、商社を経由することもあるが、設計案の提示や納期の取り決めなどの打ち合わせは、直接行っている。

制御、流れ、使い心地の良さが強み

同社には、主に三つの強みがある。その一つは、制御の技術だ。自動機の代表的な要素技術は、カム（回転運動を直線運動に変える機構）、サーボモーター（トルク¹²、回転速度、回転角度を制御できるモーター）、空気圧シリンダー（空気の力を運動に変える機構）などの駆動と制御に関わる技術である。これらを用いて、製品の搬送、ピッキング、配置、塗付、貼り付け、巻き付けといったさまざまな動作を実現する。動かすだけで



小川孝史社長

はない。加工する目的に合わせて精密かつ円滑に制御する必要がある。生産ラインを適切に電子制御する、この技術は、同社の大きな強みになっている。

二つ目の強みは、製品を流すスペシャリストであることだ。ある工程での加工後、対象物をどう処理し、どう回収するかが重要なポイントになる。下流の工程のスピードでライン全体のスピードが決まる。速ければよいというものではない。設備、工具のダメージや品質の高低は、流れるスピードとトレードオフの関係にある。それを調整したうえで、いかに高速に処理できるかが、自動機メーカーの力量のバロメーターになる。

三つ目の強みは、設計図に表れる部分はもちろん、そこに表れない部分までユーザーのニーズを具現化している。自動機メーカーにとって、限られた予算のなかで発注元の望むことを形にし、いかに図面上に表現するかが力の見せどころだ。同社には、発注元を満足させる優れた設計力がある。ところが、2台目以降の発注では、その図面が他社への発注に使われてしまうこともある。そこで発揮されるのが、同じ設計図を用いる場合、簡単に模倣できない同社の製造と組み立ての技術である。例えば、細部にわたって磨いて作り込まれた、ユーザーの目線で見た仕上がりの良さ、

¹² 回転軸を中心に働くねじりの強さ。力が作用する点から回転軸までの距離と、作用する力の積（モーメント）で表される。



本社工場

作業者の立場を考えた使い心地の良さ、ユーザーの個別のニーズに合わせた細部のアレンジなどである。設計図の段階では表現できない部分を補う製造現場の力といえよう。

同業者のなかには、例えば、プレス機械の自動化だけというように、分野や顧客を絞って受注するメーカーもあるが、同社は、特定の顧客や技術分野に特化しない。たとえ未経験な分野でも、依頼されたら応える。さまざまなケースに当たれば、技術向上のチャンスがあり、受注の変動に対するリスク分散にもなる。創業以来、広く門戸を開いてきたおかげで、広範な顧客層という資産ができた。効率が悪いとの声もあるが、悪いからこそ競合先は追随してこない。

時代の移り変わりとともに、主要な顧客も変わる。次に何が来るのか、時代時代で設備投資意欲のある顧客を広く探す努力が必要になってくる。同社は幅広い顧客の需要に応じてきた結果、系列のつながりが強い自動車業界を相手に、系列の異なる複数の部品メーカーから注文を受けるようにもなってきた。

外注を効率的に活用

自社がもつ設備能力では対応が困難な注文も断らない。自社でできないことは外注すればよく、内製にこだわりはない。設計と全体の管理、外注先の監督を十分に行えば、同社の強みが損なわれることはない。受注金額ベースで7割くらいは、外注を利用している。汎用工作機械があるので工具さえ換えれば、鉄もアルミも樹脂も加工できるが、その都度、段取りをやり直す必要があり、非効率になることがある。それなら、その加工が得意な業者に外注したほうがよい。ただし、大型5面加工機のように、保有する外注先が少ない機械を用いる工程は、外注先の都合が優先され、短納期を実現するうえでのボトルネックになることがある。そうした機械をもつと設備効率は悪いが、あえて自社で保有することにしている。

納品直前には、発注元の工場に似たレイアウトで組み上げてみて、試運転をする。組み立てて初めて円滑に動作しないことがわかることもあり、組み立て担当が最後に調整し、修正するのである。顧客に立ち会ってもらい、OKが出たら納品する。そのため、大きなスペースが必要で、組み立て工場の延床面積は、東京ドームのグラウンドの約4分の3に相当する。精密機械の組み立て用にクリーンルームもある。

設計担当の増強が課題

人員は製造部が約90人、設計と営業を担当する営業技術部が約60人である。設計は、属人的な能力や経験に依存する部分があり、マニュアルはない。書面やデータではなく、人にノウハウが蓄積されている。その意味で、設計担当が一人前に育つまでには、10年以上かかる。自動機の需要は高まっているが、設計担当者の数が事業拡張の制約になっているのが悩みだ。

設備メーカーは、不況が到来すると、極端に仕



工場内風景



製品（生産ライン）

事が減り、製造部門は人員過剰になる傾向がある。ところが、設計部門は逆に多忙になる。ユーザーは、不況時には新規投資を控える一方で、当面は既存設備を修理・改良してしのぎようとするため、既存設備の調整や修理、改造の需要が増えることになる。設備メーカーがこれに応えるには、豊富な設計の能力が必要で、常に設計担当を増強したいと考えている。

そこで、人材育成に力を入れている。経験を積ませるOJTが中心である。営業技術部では、日々、営業担当と設計担当が交流しており、発注元の依頼内容から仕様を決める際、営業担当と設計担当が客先に同行して交渉することが多い。こうした経験が柔軟な設計力を育む。また、設計経験のある営業担当を育てることにもなる。職場外の教育訓練としては、教育機関の講座や同社が使用している設備のメーカーが主催する研修などを受講させている。

加えて、これまではあまり行っていなかったが、過去の受注のパターンや基本的な設計図を、社内で共有したりデータベース化したりして、組織的に蓄積し、個人への依存を減らすことも必要だと考えている。

なお、今のところ本格的な海外展開は行っていない。海外でサポート、メンテナンスをする体制が十分でないためである。簡単なメンテナンスなら行える商社が、同社の機械を海外で売っているケースはある。

顧客が真っ先に思い付くメーカーに

「湖北精工ならなんとかしてくれる」と、発注元の厚い信頼の声を聞くそうだ。すでに、リピート発注をもらえる顧客の数は、100社以上になった。受注の対象をなるべく限定せず、幅広い顧客層と付き合いしてきた成果である。

自動機は、発注側にとっても受注側にとっても初めての機械になることが多く、前例がないため、業界の常識的な範囲で見積もりを出すのが、結果的に赤字になることもある。それでも、多少の赤字を覚悟し、チャレンジと思って引き受けた仕事は、その後の継続的な受注につながり、収益の柱になった例も多い。

小川社長は、「顧客が新たな製品の量産に挑戦することを決め、どこに設備を依頼するか考えるとしたら、真っ先に思い付く、頼れるメーカー、そんな存在になりたい」と語る。

事例2 ゆたか (株)豊電子工業

代表者 代表取締役社長 盛田 高史
創 業 1964年(昭和39年)
資本金 4,500万円
従業者数 486人

事業内容 産業用ロボットシステムの製造・販売・修理
所在地 愛知県刈谷市
U R L <https://www.ytk-e.com>

ロボット・システム・インテグレーターの草分け

(株)豊電子工業は、多様な製品の生産現場で培った技術と経験を礎に、ユーザーにとって最適な形で、ロボットを組み込んだ生産用システムの構築(ロボット・システム・インテグレート、以下RSI¹³)を行うメーカーである。

同社は、1964年、先代社長(盛田社長の父、盛田豊一氏)が豊工業所として個人で創業した。自動車用コイルの巻線加工から始め、切削、ワイヤーハーネス加工、樹脂成形、組み立て、金型製作など、さまざまな仕事を積極的に取り込んだ。自前の技術にはこだわらず、外注を活用して手広く受注することを優先した。幅広い経験を積んだが、下請けのままでは飛躍的な成長は難しいと考え、自主開発製品に取り組んだ。

1968年には、配電盤の製造を開始し、電気系の事業に参入を果たした。工場内で使う行灯(生産状況を知らせる電光表示器)やゲーム機の基盤も製造した。1972年には株式会社化、1978年には、(株)豊電子工業に名称を変更した。翌年には、社内に電子事業部をもち、ロボットを組み込んだ生産ラインの制御装置を受注することになった。この仕事がかきかけで、単数または複数のロボットを円滑に組み込むためにはエンジニアリング業務が必須なこと、そこに未開の事業分野があるこ

とに気づいた。まだ、SIという言葉すら一般的には使われていない時代だった。

そこで、産業用ロボットのトップメーカーであるA社¹⁴の製品をエンジニアリングして販売したいと申し入れたが、当時、A社はメーカー直販体制を重視し、他社による販売を一切認めていなかった。何とかしたいとA社の経営トップのところに先代社長が日参し、ユーザーの生産現場に詳しい豊電子工業なら最適なRSIの提案ができるかと訴えた。何度も断われたが、1年以上説得を重ね、1981年によりやく交渉が成立した。

A社製品を販売する初の会社となったが、当初の3年間は納入実績が伸びず、赤字が続いた。初期のロボットブームといわれた頃だが、一時的なものに終わり、参入した企業の多くは撤退した。それでも豊電子工業は、別事業で収益をあげていたこともあり粘り強かった。あるとき、大手自動車部品メーカーの鋳造ラインと、大手電機メーカーのブラウン管搬送システムの受注を獲得してから、潮目が変わった。その案件の成功が評判になって、業績が伸び始めた。1982年には、一般社団法人日本産業用ロボット工業会(現・一般社団法人日本ロボット工業会)から、一般の事業会社としては初のエンジニアリング企業¹⁵に認定され、日本のRSIの草分け的存在として知られるようになった。

ロボットの用途は、自動車の製造から、航空機

¹³ RSI事業を行う企業を、ロボット・システム・インテグレーター(ロボットSIer)と呼ぶ。

¹⁴ 特定の企業のイニシャルを示すものではない。

¹⁵ エンジニアリング業務を行う企業の申請に基づき、日本産業用ロボット工業会が、認定した企業のリストを公表していた。現在は行われていない。

の組み立て、食品や医薬品の製造、物流の用途に至るまで、広範な分野に及ぶ。そのおかげで、同社も、自動車関係の取引先が大半だったものが、現在は、より多くの分野に顧客をもつことができるようになってきている。

国外でも、新規顧客開拓を行い、2001年に米国拠点を、2004年には中国拠点を立ち上げた。2008年にタイ、2011年にインドネシア、2014年にメキシコ、2017年にポーランドに拠点を設立した。海外では、現地日系企業以外にも顧客を広げている。

2019年現在、(株)豊電子工業単体の売上高は135億円、うち113億円がFA・ロボット事業、22億円が配電盤事業である。グループ全体の売上高は180億円、うち海外市場が8割を占める。

ロボットを組み込んだ生産ラインを最適化

ロボットによる作業が適している工程の一つは、人手では危険な現場だ。その典型例が鋳造の工程である。熱したアルミニウムを扱う注湯、バリ取り、仕上げの作業などはロボットが頼りだ。こうした素形材（アルミニウム合金、鉄、炭素繊維などに熱や力を加えて成形した部品や部材）は、多くの産業で欠かせないものだが、素形材に施す精緻な加工には、ロボットが最適だとされている。また、すでに自動車分野でロボットの利用はかなり進んでおり、溶接、組み立て、物流、検査、そのほか人手のかかる作業を代替する場面がますます増える傾向にある。

ただし、ユーザーがロボットを最大限活用するためには、周辺機器も含めた全体構想や工程間の調整が非常に重要になる。また、工作機械が並ぶ一般的な生産ラインなら、別々に機械をそろえ、後で連結することもできるが、複数のロボットが並ぶ生産ラインは一つのシステムであり、全体を通したエンジニアリングが必要になる。



盛田高史社長

ロボットメーカー各社が直販する場合、単発で売り切りになることが多い。ユーザーに最大限の効用をもたらすことができず、2台目以降の受注に結びつかないという悩みがあった。対して、豊電子工業の強みは、ロボットの特性に精通し、最適なFAシステムを構築できることにある。メーカーとユーザーを取り持つロボットSlerとして、効果的な提案を行う結果、ロボットの恩恵を最大限に享受したユーザーから厚い信頼を寄せてもらえるようになる。大手ロボットメーカーの営業力を補完できるのも同社の強みといえる。

産業用ロボットで世界1、2位を争うA社とは、40年以上の取引歴をもつ。A社が新製品のロボットを出すたびに、その一号機の商談を豊電子工業がまとめてきた。顧客のニーズを広く把握し、常に最初の発注をいち早く掘り起こしてきた結果である。厳しい使用環境でも故障しにくいA社製ロボットの頑丈さをアピールし、それまで取引のなかった自動車メーカーや大手自動車部品メーカーを新規開拓した実績もある。携帯電話メーカーには、最小サイズの組み立てラインを提案し、採用されたこともある。小物部品の溶接セル¹⁶、モーターの組み付けセルなどを一つのパッケージにする工夫が評価された。

¹⁶ 作業台をU字型やL字型に置いた少人数用生産ライン。



本社工場

1件ごとにプロジェクトを管理

同社は、年間700～800台ものロボットを用いて、システム化した生産ラインを供給している。受注した1件を1プロジェクトとして担当チームを組む。工程が進むにつれて、数メートルにもなる仕掛け品が移動すると、それに人が付いていく動きになる。外注を効率的に活用するよう心がけており、愛知県内の企業のなかから数十社を選び、継続的に発注している。ただし、生産ライン全体に関わる重要な制御ユニットは内製している。

工場内では、例えば、ロボットに取り付けるハンドやアタッチメントといったユニットごとに小組みを行い、これをまとめて大組みを行う作業をする。生産用スペースの管理は、工場内をA1、A2などと名づけて区画割りし、各チームが事前に予約したスペースを使う仕組みにしている。最後は、顧客の工場を想定した類似空間を設け、本格的な試運転を済ませて納入する。

当の発注元さえ予測できない現象が発生した際には、過去の類似の経験値に新たな知見を加えて対処している。かつては多少の失敗が許されたこともあり、とりあえずつくってみてノウハウを徐々に得ていくこともあった。しかし、今日では、

成功の確証が得られない場合は、概念実証（PoC）を行って、文書に記録を残している¹⁷。これにより、ノウハウの蓄積が体系的に行われる。

海外で生産する製品は、日本で経験したパターンを利用して、現有資産の図面を適用する。そのため、現地スタッフのスキルが多少不足でもできる。ただし、スタッフの流出による機密漏洩の不安はある。これは労務管理の問題でもある。

ロボットのメンテナンスも事業化

同社は、A社のロボットを修理・アフターケアできる重要な存在でもある。保守管理や修理のエキスパートの部門があり、単なるアフターサービスにとどまらず、より能動的なメンテナンス事業を行って収益をあげている。製造元であるA社もメンテナンス事業を行う部門をもつが、あたかも同じ事業を分担しているような感覚で共存している。顧客満足には継続的なフォローを行う体制が必要だと共に考えているからだ。ユーザーの使用環境に関する情報収集でも互いに協力している。

万が一、ロボットに不具合が発生した場合には、すぐにA社にフィードバックするとともに、豊電子工業自身が、機械を開けて原因を探り、かなりのレベルまでプログラミングし直すことも可能だ。例えば、タイで大規模洪水が発生した際、被災した自動車工場に社員を2カ月間派遣し、A社のロボットを修理したこともある。

豊富な納品経験を人材育成に活かす

社員は、(株)豊電子工業単体で約490人、グループ全体で約680人、そのうち、FA事業が約500人（製造部門含む）、うち技術系担当者が約140人（機械・システムの設計担当が約70人、ソフトウェアの開発・運用担当が約70人）。FA事業以外に配電盤の技術者も約30人いる。このほか、外

¹⁷ PoCは、Proof of Conceptの略。新しい概念、理論の実証のため、試作開発の前段階で検証やデモンストレーションを行うこと。



工場内のロボットスクール



生産ラインの組み立て作業

注先の社員や、ソフトウェア子会社の担当者も常駐している。自社の技術系担当者には、高圧、ソフトウェア、制御など、多岐にわたる専門家がいる。本人が希望すれば配置転換も可能だ。

採用は例年20人前後で、工業高校、大学、大学院の新卒者が中心である。顧客のニーズに柔軟に対応する力が同社の強みであるため、採用でも、柔軟性と創造性の高い発想力を重視している。

装置をつくるエンジニアには、凝り性が多いようで、かつては昼夜を忘れて仕事に没頭し、その甲斐あって難題を克服した例もあった。しかし、今日、そうした勤務状態は許されない。特定の個人に依存せず、全体のレベルアップが必要である。

人材育成については、現場での経験が重要であり、OJTに力を入れている。同社には累計2万台以上のロボットの納品経験があり、多様な現場経験から標準化できた生産ラインもある。これをモデル教材として、技術者の育成に活かしている。

また、工場内に、独自にロボットスクールを開講し、A社の製品の操作方法を教育している。教育専用のロボットも備えており、時には、A社の社員を受け入れて研修を施すこともある。

総合エンジニアリング企業を目指して

同業者をみると、従業者数10人くらいの企業も少なくない。生産ラインのエンジニアリング

は、ほとんど1件ごとのカスタマイズになり、規模の経済が働かないことが多い。比較的小さい企業が個別対応することもできる。一方で、大手設備メーカーのなかには、例えば、エンジンの組み立てライン一式を標準品として扱い、規模の経済を働かす戦略をとる企業もある。

豊電子工業がとる戦略は、個別対応のカスタマイズを基本とし、自社ができるエンジニアリングの幅を大きく広げていくことである。すでに同社は、ロボットに走行装置やコンベヤーなどの周辺機器をセットアップして提供している。今日では、ロボットとその周辺機器だけでなく、プレス機械や工作機械、検査装置、制御用アプリケーションなども含めた総合的なパッケージにして提供し、生産ライン全体を完結できるメーカーとしてグローバルに躍進している。

同社の夢には、まだ先がある。それは、もう一つの強みである配電盤事業をも組み込んで、総合的なエンジニアリングを実現することだ。個々の生産ラインにとどまらず、工場全体にわたって生産システムを最適化し、ユーザーに提供することを目指している。製造業を巡る技術革新が進み、生産システムへのニーズが高度化するなかで、同社が力を発揮する機会は、これからますます多くなるだろう。

事例3 (株)ヒカリ

代表者 代表取締役社長 富田 耕治
創業 1961年(昭和36年)
資本金 9,900万円
従業者数 380人

事業内容 生産用機械器具の製造・販売
所在地 愛媛県東温市
URL <http://www.hikari-net.co.jp>

家電製品の量産需要が契機に

(株)ヒカリアは、本部と海外拠点の協働体制のもと、優れた開発力と製造力を発揮し、主力製品として自動車分野や情報通信分野などに自動機を供給するほか、オリジナルの要素技術を活かした画像処理装置を提供するメーカーである。

同社は、1961年、大手農機メーカーに部品を納める板金加工業として創業した。1967年には、大手繊維メーカーの工場に人員を派遣し、化学繊維製造装置のメンテナンスを行う事業を開始した。次いで、暖房機用部品の板金加工を受注したことで大手家電メーカーとの取引が始まり、その後、北米でビデオデッキの需要が爆発的に増えるなか、デッキの量産を支えることになった。

現在の主力であるFA事業は、1973年に開始した。当時、大手家電メーカーで生産の自動化のニーズが高まり、一緒に取り組むことになった。しかし、1985年のプラザ合意後の円高以降、その大手メーカーからの仕事がなくなってしまった。そこで、FA事業の営業部を立ち上げ、全国の工場を軒並み回って顧客開拓に当たることにした。初代社長が銀行から支援を受けながら受注獲得に力を注いだ。その甲斐あって、大手電機メーカー数社から、生産ラインの一部、例えば、モーター部品の組み立て装置や検査装置などの注文を受けることができ、業績は再び向上した。それで

も、プラザ合意前の水準に回復するまでには4～5年かかった。1994年には新工場を建設し、生産力を増強した。

2018年の売上高は93億円に上る。1980年時点と比較すると、当時の売上高の内訳は、自動機、農機関連、繊維機械関連でそれぞれ3分の1ずつであったが、現在はFA事業が担う自動機の売上げが全体の9割を占めるまでになった。ただし、農機関連、繊維機械関連も相対的に比重が小さくなっただけで、十分に業績を保っている。

現在、国内、タイ、中国の3拠点において、FA事業と機械部品加工事業を行っている。

さまざまな業界で活躍する製品

顧客別に自動機の需要をみると、自動車メーカー、同部品メーカー向けが約6割で、家電メーカーの車載機器類を含めれば、自動車関連製品が約8割に上る。今、自動車業界は、CASE¹⁸に対応するため、生産ラインの再編が進んでおり、自動化投資は盛り上がりを見せている。

医療機器メーカー向けの製品もあり、ダイアライザー¹⁹の自動封入装置や医療用針とチューブの溶着装置などを供給している。また、原子力発電所で放射能被曝線量を測るバッチを現地から回収し、データを記録してダイレクトメールで送り返す仕組みがあるが、その封入装置も供給している。

情報通信機器関連では、日本の電子部品メー

¹⁸ Connected (つながる)、Autonomous (自律走行)、Shared (共有)、Electric (電動) の頭文字を連ねた語。自動車を巡る次世代技術や新たな潮流を表す。

¹⁹ 人工透析機に組み込む血液用フィルターのユニット。

カーからの受注だが、米国市場で売るスマートフォン用部品の生産ラインを納入した経験もある。

また、FA事業部がつくるユニットには、画像処理用のカメラシステムがある。自動機に搭載するほか、主に研究機関に単体でも販売している。

タイや中国にも製品を輸出するが、日系メーカーの生産拠点向けがほとんどである。日系大手部品メーカー経由で外国自動車メーカー向けの設備も供給している。

1回限りのオーダーメイドが多い

自動機は、大手有力企業の発注が多い。時代を彩るような大ヒット商品が生まれると、大規模生産が必要になり、自動化の需要が生まれる。例えば、レンズ付きフィルムがヒットしたときは、リサイクル・リユース用に再組み立て装置のニーズが生まれた。

1ラインの価格が2億～3億円になる場合がある。そのうえ、受注から納入までには、おおむね半年から9カ月（組み立てに約2カ月）もかかる。

オーダーメイドがほとんどで、仕様も1回限りというものが多い。以前に作成した設計図が使えるケースはわずかである。時には、同じラインを複数同時に受注することや、日本の工場であまく稼働したラインを、海外の生産拠点にも展開するため、提供済みのものと同種のラインを受注することはある。

発注の段階で、曖昧な部分が多いものもあれば、詳細まで決定済みのものもある。厄介なのは、まだ完成してない新製品のための生産ラインや、製法が未確定の生産ラインを発注されることだ。コストや納期の見積りが難しい。短期間で新製品が次々と開発される情報通信機器（例えば、スマートフォン用カメラ）で、こうしたことが多い。

同社では、常時、30～50社の顧客から受注し



富田耕治社長

た案件（同社は「テーマ」と呼ぶ）が同時進行している。複数のテーマをまとめた一式を受注することもできる。発注元からすると多数の企業に振り分けずに済むのは魅力で、同社のアピールポイントになっている。

メンテナンスは、ユーザーの生産技術部門で一次対応してもらおう。補修パーツを供給することはあるが、当社でメンテナンス専門部隊はつくらず、保守管理の収益も見込んでいない。

要所要所で内製を堅持

部品の切削加工は、グループ会社の双葉工業㈱が担当する。表面処理や板金は外注し、市販の部品は商社から購入することが多い。生産ラインに組み込むロボットは、商社を通じ、大手電機メーカーやロボット専門メーカーなどから購入して調達する。ロボットに取り付けるチャック²⁰部分は、個々のニーズに合わせて内製している。制御ソフトは内製し、プログラミングも自社で行う。

要素技術の一つである画像処理の技術は、かつてはユニットごと外部調達して自動機に搭載していたが、使いにくくコストも高かった。そこで、ユニットのメーカーのセミナーを受講し、理論を学んで内製できるようにした。技術的に遅れてし

²⁰ 加工対象物や工具を把持する機構。



本社工場

まうと、また外部調達しなければならなくなる。キャッチアップに努め、担当者それぞれが異なる得意分野をもつようにした。

こうして、要所要所は自前の技術で押さえた結果、事業全体で内製の割合は約4割となっている。

組み立てで発揮される高い調整力

加工時の精度は、100分の1ミリメートルのレベルが要求される。加工の精度だけでなく組み立ての精度も高くなければならない。ベースプレートの上に複数の部品を組み上げるときのわずかな歪みも、蓄積すれば大きな問題になることがある。

同社の製造部門の強みの一つは、この組み立ての現場で発揮される技術力である。生産ラインを組み立てて据え付ける際には、ユーザーの工場内でスムーズに稼働するように、前後の工程を含めた細かな調整が必要になる。

この現場での調整力が顧客から高い評価を得ている。他社が据え付けるときに比べて、目に見えて短期間で済むと評判だ。ある案件がコンペになった際、発注元の製造現場の人たちが支持してくれて受注を獲得したこともある。

工場内の流通管理による生産性の向上

さらに、製造部門を強化するため、数年前から、得意先の大企業のOBに社外アドバイザーを

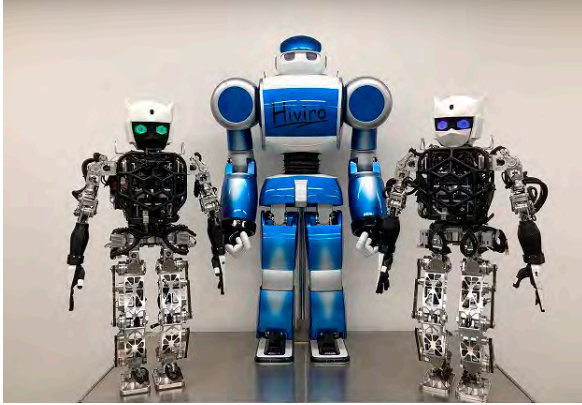
依頼し、工場内の生産現場の改善に努めてきた。その成果が2017年くらいから表れてきた。すべての部品や材料にバーコードを付けて管理し、部品が今どこに流れているのかを完全に見える化した。日本、タイ、中国の3拠点の間でも遠隔で追跡できるようにし、不良品が流れないように進捗状況をリアルタイムで把握することができるシステムを構築している。工場内の流通が整って、部品を探すような無駄な作業が減り、生産効率が高まった。その結果、従業員の年収を減らすことなく、残業時間を含めた実労働時間が減少、収益率も向上した。有給休暇の取得率も高まった。生産性向上の取り組みを、国内外3拠点で競い合う形にしており、年に数回、いずれかの拠点に集まって成果を発表し合っている。また、月に1回、富田社長が3拠点の改善の度合いを見て回る活動も行っている。

海外拠点も含めた開発能力の強化

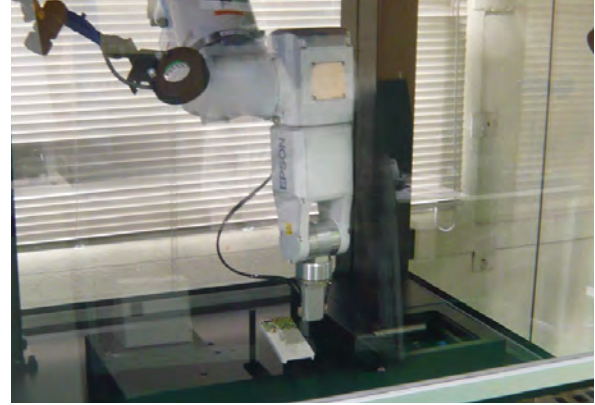
国内の設計担当者は52人、制御担当者が47人、画像処理やハードウェアの開発の担当者が13人である。これらをまとめて開発部門と呼んでいる。

海外拠点にも開発能力をもたせるようにしている。中国拠点の設計担当のリーダーは、拠点立ち上げ時からいる中国人に任せている。タイ拠点の設計担当リーダー、制御担当リーダー、組み立て担当リーダーは、日本人が3~5年の交替で行っている。両拠点とも日本と同じレベルで開発できるようになってきた。拠点間の人員交流にも努めており、1年単位でそれぞれの海外拠点から数名ずつ、日本へ実務研修のための配置転換を行う場合がある。また、組み立て担当は、生産ラインの据え付けのため、誰でも海外に行く機会がある。長期の海外出張もある。

定期採用は毎年10人前後で、2019年度は11人を採用した。大学の工学部（機械工学、材料工学）や理学部の採用が多い。ロボット工学の大学



2足歩行ロボット



スマートフォンカバーの自動デコレーション装置

院卒もいる。経理、総務、資材管理などで文系大学院卒も採用している。「工場の自動化装置をつくる企業」としてPRするとともに、サッカーJ2リーグの愛媛FCのスポンサーを始めた。その結果、認知度があがり、採用にも好影響があった。

設計や開発部門を志望する学生が多いなか、入社後3カ月間は全部門を経験させる。部門単位のドラフト制度はあるが、本人の希望がほぼ通っている。職種転換制度もあるので、本人の特性を見つつ希望を取り入れるようにしている。

技術の標準化を推進

同社の製品の部品は、市販品とオーダーメイドの機械加工品で構成される。設計図のデータは社内でも共有している。その意味では、誰が担当してもつくれるように見えるかもしれないが、実際には、組み立てや調整の作業など、設計図があっても簡単にはいかない仕事が多い。

OJTを重ねて、技術と経験を個人に蓄積することには成功しているが、万が一、彼らが流出してしまうと大きな痛手になる。また、働き方改革もあるので、特定の個人に大きな負担を負わせられない。そのため、技術の標準化が必要だと考えている。後進の教育にも役に立つ。標準化された部分の作業は誰でもできるようにして効率化を図れ

ば、そのぶん、技術者の創意工夫が必要な部分に注力できる。

同時に、社員の負担を軽減し、メンタルヘルスにも配慮しなければならない。富田社長自らスポーツを勧奨し、健康経営に取り組んでいる。

人を大切に能力を引き出す

顧客の自動化に対するニーズは高度化している。世の中にもないもの、前例のないオリジナリティーを求められることが増えてきた。

柔軟な発想と独創的な試みが期待されるなか、同社では、2足歩行ロボットの開発事業を進めている。「社員を元気にする事業」と銘打って、メンバーを選抜し、その自由な発想で選んだ事業だ。10年の開発期間と必要な予算を当て、すでに5体目の製作に入っている。今は本業とは関係が薄い、あるいは、次代の中核事業がここから生まれるかもしれない。

同社が取り組む自動機の製造は、非定型の作業が多く、個々人がもつスキルや経験が活きる事業である。大資本を投入してスケールメリットを利かせば、競争力が高まるような事業ではない。富田社長は、これからも人を大切にする経営を貫き、人のもつ高い能力を引き出していきたいと語っている。

事例4 (株)鳥取メカシステム

代表者 代表取締役社長 林 正太郎
創業 1988年(昭和63年)
資本金 3,000万円
従業者数 130人

事業内容 生産用機械器具の製造・販売、金属部品加工
所在地 鳥取県鳥取市
URL <https://torimeka.jp>

ユニット組み立てから自動機製造へ

(株)鳥取メカシステムは、多彩な部材の加工からソフトウェアの内製まで自社で行う一貫生産体制のもと、電子デバイスをはじめ、電機、自動車、医療機器など多岐にわたる分野に向けて自動機を供給するメーカーである。

同社の歴史は、1971年、現社長の祖父が、同社の前身に当たる林鉄工所を創業したことに遡る。現社長の父も加わり、切削加工を始めた。

1979年に(有)林エンジニアリングとして法人化した頃、大手繊維メーカーと取引が始まり、自動機に使う部品の加工を受注した。当初は、部品加工だけだったが、納期に余裕をもとると、部品を組み立ててユニットにする作業も受けるようになった。さらに、そのユニットにセンサーやモーターも取り付け、製品を完成させて納入するようになり、ついには、設計から納品時の据え付けまで行うようになった。直接ユーザーから自動機の注文を受けるようになって、仕事が次々と舞い込んだが、自動機のリードタイムは長いと、代金回収までの資金繰りが苦しくなった。そこで、鋼材を供給していたメーカーが資金を投入、事業体としての(有)林エンジニアリングは買収され、鋼材メーカーの一部門となった。

やがて、1988年に、再び独立した事業体となるため、現社長の父が古参社員を数人引き連れて、(有)鳥取メカシステムを設立した。鋼材メーカーとは顧客の棲み分けを行う形で、円満退社した。

当初は、(有)林エンジニアリング時代の顧客から

仕事を受けながら、徐々に事業を軌道に乗せていった。その後、大手電子部品メーカーから、水晶振動子のチップにするため水晶ウエハーをスライスカットする自動機を受注した。この電子部品メーカーは、今日まで続く主要顧客になっている。

2000年に(株)鳥取メカシステムに組織変更し、2007年までは右肩あがりの好業績で、売上高は20億円を超えた。2008年には、第4工場の稼働を開始したが、リーマン・ショックにより受注が止まった。第4工場は稼働したとたんにつくものがなくなった。直後の3期は赤字が続き、雇用調整助成金をもらって凌いでいた。やがて、台湾や中国の工場で使うスマートフォン用部品の生産ラインを受注することができ、息を吹き返した。売上高は、10億円まで落ちていたものが、12億円、20億円と徐々に回復してきた。2017年には、大きな案件が重なって40億円に達した。後から考えれば、広いスペースのある新工場があったからこそ急増した発注にも対応できたといえる。工場は2~3年ごとに新築し、第8工場までである。

多様な産業に自動機を提供

同社がつくる自動機は、さまざまな分野に及んでいる。主力の電子デバイス分野では、米粒より小さな水晶振動子を用いて携帯電話用のユニットを組み立てる生産ラインが代表的だ。同社の製品全体のなかでも大きなウエートを占めている。携帯電話の世代交代は頻繁で、その都度、新規更新需要がある。旧型機種向けラインは一斉に不要になり、5~10台のまとまった新規発注がある。

電気機器分野は、大手家電メーカー向けのスマートフォン用部品の検査ラインが多い。かつてはプラズマディスプレイの検査ラインもあった。そのほか、液晶を貼り合わせる組み立てライン、リチウムイオン電池のセル生産のための搬送ラインもある。自動車分野は、カーナビ、ドライブレコーダー、パワーウィンドーなど車載用機器の生産ラインが多い。医療分野では、注射器の部品をつくるラインを大手医療機器メーカーに納入している。

これら以外にも、例えば、ベアリングの玉を詰めてシーリング（封止）をする機械、エアコン用フィンを曲げる機械（ベンディングマシン）などが挙げられる。別に専門メーカーがある食品調理ラインは除き、多種多様な自動機を供給している。

総じていうと、前工程から加工対象物を搬送して、検査、選別、判定するパターンの自動機が多い。組み立て工程では、数点の部品を四方から寄せて中央で組み立てるパターンが多くみられる。

加工対象物は、1ミリメートル以下のものから、3メートルくらいのものまで扱っている。

主要発注元は15~20社程度でさほど多くないが、商社経由の販売先も含めるとエンドユーザーは多い。顧客の産業分野が多岐にわたるため、多少の波はあるが、リスクは分散されている。

自動機事業を補完する部品加工事業

自動機の受注は大口取引になるが、代金回収までの期間が長いうえ、景気動向を反映して波が大きいという弱みがある。そのため、さまざまな金属部品の加工の依頼も受けている。1カ月程度で代金が回収できるため、運転資金に当てられる。小口取引が多いが、積み上げると売上高全体の約1割を占めるので、経営の安定に役立っている。



林正太郎社長

例えば、顧客から、壊れたシャフト1本を見せられ、「同じものをつくれないか」と言われれば、汎用旋盤やマシニングセンタを駆使してつくってしまう。1,000円程度の部品を1個だけ受注することもある。手間はかかるが、部品加工の発注元も自動機の発注元と重なるため、顧客サービスの一環にもなっている。同社を頼りにして、壊れた部品を抱えた顧客が夜間に飛び込んでくるかもしれない。「玄関を早く閉めてはいけない」という先代社長の言葉が、同社の姿勢を表している。

部品のほとんどを自社で加工

アルミ、鉄、銅、特殊鋼など多様な素材や、大きな板から小さな金物までさまざまなサイズの部材を扱うため、部品の8~9割は自社で加工している。配線、配電盤を含む電気系統も自社で扱える。PLC²¹を用いた制御、ソフトウェアのセットアップも社員が行っている。

外注するのは、樹脂加工、板金、メッキ、熱処理などである。モーター、アクチュエーター²²、センサーなどは、電機メーカーや制御機器メーカーから購入する。自動機の要素技術であるカム、サーボモーター、空気圧の技術は、ユニット

²¹ Programmable Logic Controller。自動機には欠かせない、プログラムに従って自動的に外部の機器を制御するための電子機器。正しくはPLCだが、一般的には、三菱電機株の登録商標である「シーケンサー」という呼称が、PLCの代名詞として広く用いられている。

²² 電気や油圧などのエネルギーを機械的な運動に変換する装置。



本社工場

になっているものを社外から調達する。ロボットも外部調達する。ロボットについては、発注元から指定される場合もある。

IoT技術を組み込んだ受注例はまだない。現段階で受注があるのは、スタンドアロンのラインだけにとどまっている。それでも、将来を考えると、自動機の働きを高めるIoTの技術はぜひ習得しておきたいと、林社長は考えている。

設計担当と製造担当が現場で交流

自動機は、生産ラインの一部に組み込まれるため、ほかの機械との間合いや、運転時に予想される負荷と強度についても考える必要がある。こうしたマニュアル化しにくい非定型な作業が少なくない。設計図や組図どおりにやれば済むのなら1年程度の経験でできるようになるが、例えば、組み立て時の調整には、ヤスリなどを使う、同社がいうところの「精度出し」の技術が必要になる。1回で精度が出る人もいれば出ない人もいる。公差は100分の数ミリメートルというレベルで、例えば完全に水平にならないと、ほかの部位や装置と接触してしまうこともある。同社では、設計部門と製造部門が近いので、組み立ての段階でも何かあれば設計者が作業現場に行き、直接立ち会える。「こんな設計では組めない」と現場担当者指摘されることもある。密接な連携ができてい

ため、直ちに再設計や修正に取りかけられる。臨機応変な対応が可能なのは良い点である。

ただし、組織全体としてレベルアップしていくために定型化できることは進めていく方針で、ISOの手順書をつくるのに合わせて、マニュアル化を進めている。工場内をすべてネットワーク化、見える化した先進的な生産管理システムも外部の専門業者を利用して構築済みである。

つくるだけの工場から見せる工場に

大手生産設備メーカーでは、カタログに標準的な製品を掲載して顧客開拓を図っている例も多い。しかし、(株)嵯峨メカシステムでは、顧客に対して製品例より生産体制をアピールすることになっている。カタログ掲載の標準機ではなく、専用機を供給することが顧客にとってメリットがあると思うからだ。

また、専門の生産技術部門をもつ大手メーカーなら、同社の生産体制をみせることで、発注できる先かどうかの判断材料にしてもらえる。実際に、大手メーカーの担当者が来訪し、工場内の設備、スペース、組み立てライン、人員配置などをみて、「ここなら任せられるね」と言ってくれたこともある。その意味では、つくるだけの工場から、見せる工場にする。組織も変化していかなければならないと、林社長は考えている。

若い社員に現場を経験させる

設計担当は約20人、組み立て・配線担当が約30人（うち制御、ソフトウェア、機械調整の担当者は10人弱）、部品加工担当が約50人いる。設計担当は、経験を積んで個人でノウハウを蓄積しながら育っていく。これまでのところ、他社への引き抜きなどの問題は出ていない。

汎用技術はOJTで習得させる。教育・トレーニング用には、ロボットやアクチュエーターを備え、分解や組み立ての訓練ができる模擬ラインを

数百万円かけてつくることになっている。本会社に併設している生産システム研究所内に間もなく設置することが決まっている。

さまざまな技術分野に通じた人材を育成するため、若い社員には、まず現場を経験させている。そのうえで、設計、制御、ソフトウェアの担当をできるだけ増強するつもりである。採用に当たっては、大学で機械工学を学んだ、前職で機械設計をしたなどの経験値はあまり問わない。多少経験があっても、学生は扱う機械の種類が限られているし、設計事務所で働いた人も、製造現場を知る機会は少ないからだ。それよりも機械をみて、面白いと思えることそのもののほうが大事である。

社員の幸せの実現を第一に

社員の幸せが大事で、せつかく育った社員が離職したりしないように、やりがいのある仕事を任せ、創意工夫の機会をできるだけ多く与えている。さまざまな機会に触れれば、それだけ挑戦の意欲が湧き、満足度も高まるからだ。その甲斐あってか、今のところメンタルケアを要する社員はいない。自動機の製造は、非定型な仕事が多いので、面白みがあるためではないかと、林社長は考えている。

半面、夢中になってすぐに時間が経ってしまう傾向があって、長時間労働になってしまう例もかつてはあった。時間外労働の多さとメンタルケアを要する社員数との間に相関関係はなかったが、働き方改革が求められている今日、そうした長時間労働はさせられない。社員の労働時間管理、健康管理をきちんと行いつつ、仕事への熱意をそがないようにすることは、なかなか調整が難しい問題だ。

業務時間以外でも、楽しい職場をつくるよう心



加工中の製品（自動機のベース部分）

がけている。地味ではあるが、例えば、地引網のレクリエーション、焼肉の食事会、親睦会を行い、席決めなども設計や加工などの部門をまたいで交流するよう促している。他部署とのコミュニケーションをとることが、社員にとっても会社にとっても大切だからである。

日本人だけでなく、外国人社員にも配慮している。同社には、正社員のベトナム人エンジニアが複数いる。社員になった以上、彼らにも幸せになってもらいたいと林社長は言う。帰国後も、ベトナムに同社の生産拠点を設けて受け皿にすれば、母国での就職を助けられる。彼らには、未来のベトナム工場の一員として活躍したり、代理店として現地市場を開拓したり、末永く同社との縁を大事にしてもらえたらよいと考えている。

近年、自動機の需要は伸びている。安定的に売上高30億円台を堅持していくことが目標だ。林社長は、仕事のチャンスに対しては、それに誠実に応えていきたいという。ただし、いたずらに拡大路線をとるつもりはない。社員を大切にす経営を貫くなら、社員数150人くらいで、経営者の目が無理なく届く規模が良いそうだ。

むすび 需要の高まりに応える自動機メーカー

第1部で述べたとおり、生産用機械器具製造業の出荷額は、近年、順調に拡大している。なかでもロボット製造業は、特に大きな成長をみせており、自動化の進展は今日の生産設備市場を牽引するトレンドの一つといえよう。その背景にあるのは、人手不足で伸び悩む生産力の補完、上昇する人件費への対応、生産現場の競争力の強化を目指す動きなどであり、これらの傾向は今後も続いていくと見込まれる。

自動化への需要がますます高まるなかで、それに応える自動機メーカーの姿とはどのようなものなのか、これまで、著名な大手メーカーを除き、あまり明らかになっていなかった。

そこで、今回は、自動機の供給で確かな実績をあげているメーカー4社を訪ね、インタビューを行った。少ない事例数ではあるが、自動機メーカーの姿の一部を知ることができた。ここではむすびとして、インタビューから読み取れたいくつかのポイントを示したい。

標準品が多いロボットと個別仕様が深い自動機

まず興味深いのは、自動化の設備メーカーは、標準品を量産して規模の経済を働かせる事業モデルと、そうでないものに分かれる点である。事例企業のインタビューからわかるように、ロボットメーカーでは、標準品としてカタログに掲載したロボットを量産して、単体のまま販売しているケースが多い。

ロボット以外のメーカーにも、大企業のなかには、汎用性の高い生産ライン一式や特定のユニットを、標準品の一種として量産するところがあるという。彼らは、同じ仕様の製品をできるだけ大量につくり、スケールメリットを活かす戦略を

とっている。

一方、中小の自動機メーカーに多い事業モデルでは、時には設計図すらない、オーダーメイドの製品がほとんどで、同じ仕様で再度受注することはあまりない。つまり、標準品を生産したり、共通の部材を大量に調達したりしてスケールメリットを発揮する場面は少ない。

その代わり、発注元のニーズをつぶさに把握して、最適の専用機や専用の生産ラインを供給し、安定的かつ継続的に顧客を確保している。時には、ロボットメーカーから調達した標準品のロボットを組み込んで、個々のユーザーに最適なシステムを構築する役割も果たす。例えば、(株)豊電子工業は、大手A社のロボットを使用しつつ、生産ライン全体のエンジニアリングを行う。単体のロボットを売るだけではなく、複数のロボットにコンベヤーなどの周辺機器もセットアップする提案を行うことで、ユーザーの生産能力を大きく高められる。これが次の発注につながるという。

このように、自動機メーカーがロボットメーカーとタイアップする例は多い。自動化を望むユーザーに対して、両者は役割分担をして、そのニーズに応えるのである。

用途も大きさも機構も千差万別

量産されるロボットの姿は比較的イメージしやすいが、オーダーメイドの自動機とは、どのようなものなのか。湖北精工(株)の商品の一つ挙げると、前工程でつくられた棒状の半製品を、自動的に一定の長さに切って、そろえて、まとめて、次の工程に送る搬送装置がある。

(株)鳥取メカシステムの例をみると、前工程から加工対象物を搬送して、検査、選別、判定するパ

ターンの自動機が多い。組み立て工程用の機械では、数点の部品を四方から寄せて中央で組み立てるパターンがみられる。加工対象物は、1ミリメートル以下のものから、3メートルくらいのもので扱える。具体的な用途でいうと、水晶振動子の組み立て機、スマートフォン用部品の検査機、ベアリングの玉を詰める機械、エアコン用フィンを曲げる機械、液晶を貼り合わせる機械、リチウムイオン電池のセル生産のための搬送機などが挙げられる。

これらのように、専用の自動機は千差万別で、一般的に売られていない、特別につくらなければ世の中に存在しない設備だと考えられる。そうした自動機の需要はどこで生まれるのだろうか。

発注元の多くは、各業界でトップクラスの大手企業だという。(株)ヒカリへのインタビューによれば、画期的な新製品や大ヒット商品が生まれると、大規模生産が必要になり、自動化の需要が生まれる。例えば、同社が自動機に参入したきっかけも、北米でビデオデッキの需要が爆発的に増えるなか、家電メーカーが効率的な量産体制を必要としたからである。また、レンズ付きフィルムが大ヒットしたときは、リサイクル・リユースに用いる再組み立て装置のニーズが生まれた。こうした大型需要に応じて大規模生産を行うのは、総じて大手有力企業であり、自動機の発注元もそうしたクラスの企業が多くなる。

こうした大手を相手にする自動機メーカーにかかる負担は重い。自動機を含む1ラインの価格は、数億円になる場合もあり、そのうえ、受注から納入までには、最低で半年、長いと1年を超すケースもある。代金回収までに長期間を要し、それに耐える財務基盤が必要になる。

また、製品のサイズをみても、大きなものでは、1ラインが数十メートルにも及び、組み立てのためには相応のスペースが必要だ。製造期間が長いと、それを何機も並べて置くことになり、

広い工場が欠かせない。景気変動による受注の振れ幅も大きい。こうした厳しい条件に対応できるだけの体力が求められる。もともと、大きな企業が元請けになって仕事を配分するケースや、発注元自身が生産ラインを分割して発注するケースも少なくない。そうした場面では、小規模な自動機メーカーが活躍する。

人に蓄積される能力や経験が強みの源泉

標準品を量産するロボットメーカーが他社と差別化を図るためには、性能、品質、耐久性が高い製品をできるだけ低価格で供給することが常道だ。一方、自動機メーカーは、どのように強みを発揮しているのだろうか。

例えば、湖北精工(株)の強みは、製品を流すスペシャリストであることだ。生産ラインは、下流の工程のスピードで全体のスピードが決まる。設備、工具のダメージや品質の高低は、流れるスピードとトレードオフの関係にあるため、速ければよいというものではない。加工する対象物をどう処理し、どう回収するかが鍵であり、それを調整したうえで、いかに高速に処理できるかが、同社の力量を示すポイントになる。このとき、ライン全体の動きを見通す設計力、適切に電子制御する技術力が裏付けとなっている。

(株)ヒカリの強みは、高い精度と調整力だ。製品の加工時には、100分の1ミリメートルレベルの高い精度が要求される。加工の精度だけでなく組み立ての精度も高くなければならない。ベースプレートから部品を積み上げるときのわずかな歪みも、蓄積すれば大きな問題になりかねない。この組み立ての現場で技術力が試される。ユーザーの工場内でスムーズに動かすため、同社は繊細な調整力を発揮している。

(株)鳥取メカシステムでは、アルミ、鉄、銅、特殊鋼などの多様な素材、大きな板から小さな金物までさまざまな部材を扱う加工から、電子制御、

ソフトウェアのセットアップも自社で行う一貫生産体制が強みである。この強みを活かすことで、電子デバイスをはじめ、電機、自動車、医療機器など多岐にわたる分野の顧客を相手に、多様な自動機を供給できる。

こうした事例をみても、自動機の製造は、非定型な作業が多く、スタッフ個々人のスキルが活かせる事業であることがわかる。競争力の源泉である能力や経験は人に蓄積されている。ほかの業種にも増して、人を大切にする経営が求められていると、事例企業の経営者たちは口をそろえて語ってくれた。

多くの産業分野で新興諸国との競争が激しくなるなか、生産用機械器具は、依然として、わが国メーカーが強い分野だ。なかでも、自動機・ロボットの需要は伸びている。製造業における生産人口の減少や人件費の高騰、最終消費者で強まる低価格志向や安定的品質への要求の高まりなどを考えると、今後も市場が拡大していく可能性は高い。

本レポートでは、この有望分野の担い手になっている優れた中小企業の取り組みを紹介することができた。このことが、多少なりとも、自動機メーカーの将来を考えるうえでの一助になれば、誠に幸いである。

日本公庫総研レポート No.2020-4

発行日 2020年11月10日
発行者 日本政策金融公庫 総合研究所
〒100-0004
東京都千代田区大手町1-9-4
電話 03(3270)1269

(禁無断転載)

