

# ロボット導入における サポート企業の事例分析

——東洋理機工業, グローリー, F U J I, Mujin の事例——

林 隆 一

神戸学院経済学論集

第55巻 第4号 抜刷

令和6年3月発行

# ロボット導入における サポート企業の事例分析<sup>(1)</sup>

——東洋理機工業，グローリー，FUJ I，Mujin の事例——

林 隆 一

キーワード：ロボット，プラットフォーム，システムインテグレータ  
Keyword: Robot, Platform, SIer (System Integrator)

## 1. はじめに

林 (2023c) では、日本の産業用ロボット導入におけるシステムインテグレータ<sup>(2)</sup>（以下、SIer）の現状を明確化するために、先端 SIer のダイドー、高丸工業、HCI の 3 社の事例を分析した。SIer は、ロボットの導入を検討する企業の現場課題を分析し、最適なロボットシステムを構築するために、ロボット単体コストの数倍の周辺装置や部品などから必要なものを選別し、システムとして統合し設計を行い、ロボット導入に重要な役割を待つ。

NEDO (2014) によると、初期のロボット導入時の SIer の役割は大企業の受託開発が中心であり、顧客の自前主義から構築されたロボットシステムも他に展開されることが少なかった。知的財産権が顧客企業に帰属する場合も多く、

---

(1) 本論文は JSPS 科研費 22K01646（基盤研究(C)）の助成を受けたものである。また、本論文の調査には、岡三証券の諸田利春氏、東京東海証券の大平光行氏にご協力頂いた。ここに感謝の意を表します。

(2) ロボットのシステムインテグレータ (System Integrator) は、SIer と呼ばれ、生産ラインの詳細な設計、ロボットの設置、ソフトウェア設計、制御ソフト組込み等を行う。

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

顧客が固定しやすく、SIer 間の交流も閉鎖的であり、幅広い業種へのロボット普及が遅れる要因の一つとなっていた。一方で、ロボット導入の知見の少ない中小企業などは、独力で自社に適合するロボットシステムを構築する事は難しかった。

本論文では、日本の産業用ロボット導入の現状と課題を探るために、2023年のヒアリング・施設見学・文献調査を踏まえて、特定業種でノウハウを蓄積している有力SIerの東洋理機工業とグローリーに加え、SIerをサポートするF U J IとMujinの事例分析を行う。本論文の構成としては、まず第2章で先行研究を踏まえロボット産業におけるSIerの位置づけとロボット導入動向を概観し、第3章で海外市場との比較における日本の傾向を共有する。その上でSIerの事例分析として、第4章で東洋理機工業、第5章でグローリーの事業展開を取り上げる。さらに、SIerをサポートするプラットフォーム構築を進める事例分析として、第6章でF U J I、第7章でMujinの事業展開を取り上げる。第8章で4社の共通点や相違点を分析し、今後の課題をまとめる。

## 2. 先行研究

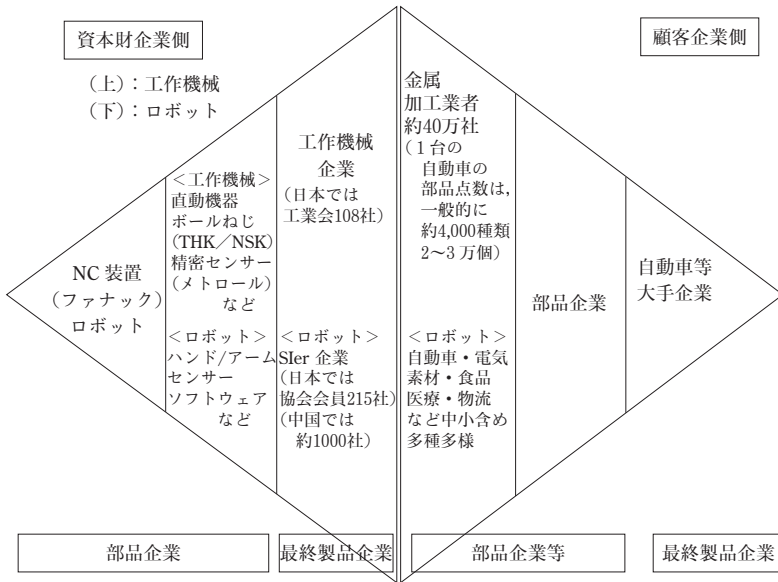
林(2021)は、工作機械産業とロボット産業のビジネス・エコシステムを、ファナックのプラットフォーム・リーダーシップ戦略の視点で分析を行っている。工作機械産業では、ファナックが高いシェアを持つNC<sup>(3)</sup>をプラットフォームとして、産業のモジュール化が進展し、主要部品を購入し組み合わせれば一定レベルの機械ができるようになってきている。工作機械の中小・新興企業は多種多様な金属加工の先端ニーズ対応に専念・差別化することで、世界中の金属加工法の多様性が維持されている。中小企業が新しいイノベーションを生み出し、大手企業の機械がその加工範囲を順次取り込み、アジアに広がる業界全体のエコシステムが維持されてきたと解釈している。

---

(3) Numerical Controllerの略。数値による信号指令を用いるプログラムで工作物に対する工具の位置や送り速度などを制御する工作機械等の中核部品。

ロボット産業を工作機械の産業構造に大枠で当てはめると、ロボット単体はNCに相当するため、SIerが工作機械企業の役割を担っていけば、顧客企業の多様な自動化ニーズに対応できると考えられる（図表1）。直近ではロボット単体の性能上昇に加え、多様なセンサやハンドなどの周辺機器の開発も進んできた。しかし、日本のロボット導入では、SIerは顧客ニーズに個別に対応する傾向が強く、モジュール化が工作機械ほど進んでおらず、導入コスト高や手戻りによる時間ロスが発生していると考えられる。

（図表1）工作機械／産業用ロボットと顧客産業の産業構造イメージ



（出所）林（2021）より修正・作成

林（2021）では、工作機械に加え、産業用ロボットの実態調査を行っている。2018～2019年における工作機械展示会（JIMTOF（日本）・EMO（ドイツ）・CIMT（中国））に加え、2019年の国際ロボット展（日本）で展示された産業用ロボット1,401台の目視調査を行い、採用ロボットのシェア・機種などを集計した。また国際ロボット展では、展示された172社806台のロボットのうち、

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

SIer 企業の30社93台の集計も行い、主要 SIer の実態調査を行っている。

さらに、林（2022）・林（2023a）では、日本経済再生本部の「ロボット新戦略」に基づく「ロボット導入実証事業」（2016～2018年度、経済産業省）からデータベースを作成し、分析を試みている。「ロボット導入実証事業」では、実証事業ごとに、採用企業と SIer 企業の社名、事業規模、業種、採用ロボット（企業名・機種詳細）、導入目的に加え、投資額、実現された省人化人数・労働時間・生産量などの具体的内容が公開されている。これら定量結果が明示されているロボット実証・FS 事業295件（2016年度116件、2017年度120件、2018年度59件）を分析対象としている。

「ロボット導入実証事業」の用途（複数回答）373件の集計内訳は、ハンドリング93件（構成比25%）、組立・成形（加工を含む）57件（同15%）、搬送・投入49件（同13%）、検査34件（同9%）、溶接・塗装31件（同8%）、食品加工23件（同6%）等となっている（図表2）。導入目的として、コスト低減を目的とするケースが半分強を占める一方で、人手不足を背景に過酷作業や熟練作業の代替を目的とするケースも多く、それらのケースでは、ロボット導入前後で生産性が上昇しない場合も多くみられた。

（図表2）2016～2018年度の「ロボット導入実証事業」の用途内訳と構成比

（年度）	件数	ハンドリング	組立・成形	搬送・投入	検査	溶接・塗装	食品加工	その他
2016	137	24	32	13	14	12	11	31
2017	156	46	20	15	11	13	11	40
2018	80	23	5	21	9	6	1	15
合計	373	93	57	49	34	31	23	86
2016	137	18%	23%	9%	10%	9%	8%	23%
2017	156	29%	13%	10%	7%	8%	7%	26%
2018	80	29%	6%	26%	11%	8%	1%	19%
合計	373	25%	15%	13%	9%	8%	6%	23%

（注）「組立・成形」には「加工」分類の用途を含む。

（出所）林（2023a）

これらの定量データを基に、林（2023c）では、実証事業に採択されている SIer のダイドー、高丸工業、HCI の個別企業分析を行った。3社の共通点と

して、数多くのロボット企業の実機を自社で保有し、顧客の新規のロボット導入を事前に実機シミュレートすることで新しい顧客・用途を開拓している点が挙げられる。大手機械商社であるダイドーは、啓蒙的なロボット館の運営などで、各種の機器などの新しい組み合わせ提案・協調により、潜在的な幅広い顧客層の開拓を図っていた。高丸工業は溶接技術と大型工場活用を中核に、中小企業向けに注力し、顧客と一緒にロボット活用に最適なシステムの再構築を行っていた。HCIはケーブル製造装置のノウハウをベースに、AIやセンサ技術を習得しつつ、既存の人手作業では存続が難しい事業をAI・ロボット化で採算事業として再生している事例を複数手がけていた。これら3社のSIerは自社の個性を活かして、それぞれ新しいロボットシステムを生み出していた。

### 3. 日本の産業用ロボット導入の特徴

日本ロボット工業会（2023b）によると、2022年の産業用ロボット国内生産金額10,210億円<sup>(4)</sup>、生産台数28.0万台、単純平均単価365万円で、出荷金額の約78%、および出荷台数の約81%が輸出されている。供給面で見ると、日本企業のロボット世界シェアは5割弱で世界一を維持しているものの、自動車向けが中心だった1990年代の9割前後のシェアから長期低下傾向がみられる。1995年には日本のロボット企業数は250社を超えていたが、直近では50社まで集約が進んでいる。一方で、IFR（2023）によると、2022年の世界の産業用ロボットの新規導入台数は過去最高の約55.3万台となっている（図表3）。

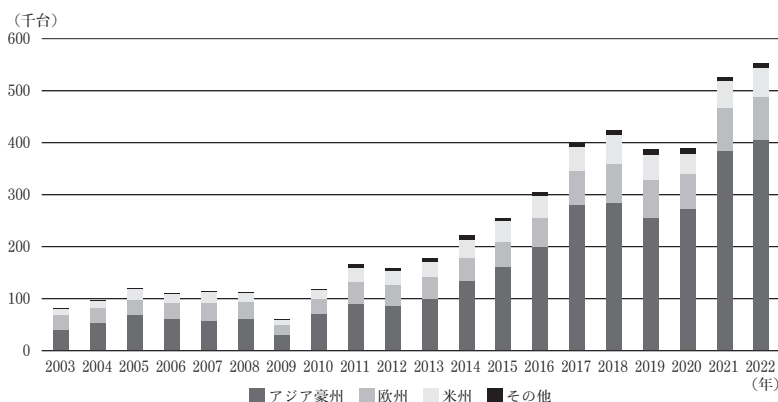
2022年の世界市場の国別内訳は、中国が約29.0万台（構成比52%）、日本が約5.0万台（同9%）、米国が約4.0万台（同7%）、韓国が約3.2万台（同6%）、ドイツが約2.6万台（同5%）である。この上位5ヶ国で全世界の約79%を占める。同用途別構成比率は、ハンドリングが約48%（約26.6万台）、溶接が約16%（約8.7万台）、組立が約11%（約6.1万台）、クリーンルームが約6%（約3.5

---

(4) 電子部品実装含む。

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

(図表3) 世界の産業ロボット市場動向



(出所) IFR (2023) より作成

万台), 医薬が約5% (約2.8万台) となっている。

同業種別構成比率は, 電気・電子が約28% (約15.7万台), 自動車 that 約25% (約13.6万台), 金属・機械が約12% (約6.6万台), プラスチック・化学が約4% (約2.4万台) となっている。林 (2023a) によると, 自動車向け構成比は2018年の約30% (約12.6万台) から下落している。電気・電子向け構成比は, 2018年の約25% (約10.5万台), 2019年の約23% (約8.9万台) から急回復し, 業種構成で最大となっている。

国別で用途先をみると, 中国は全用途で高いシェアを持つが, 特に電気・電子向けの構成比が高い。中国市場の約29.0万台の用途別構成比率も, 電気・電子が約34% (約10.0万台), 自動車 that 約25% (約7.3万台), 金属・機械が約11% (約3.1万台) となっている。2018年の自動車は約25% (約3.9万台) から2年で台数が1.2万台減少したが, EV市場の立ち上がりもあり, 急拡大に転じている。

他の4ヶ国の電気・電子向けでは, 日本・韓国の構成比が相対的に高く, 米国・ドイツは極端に低く, 二極化している (図表4)。一方で, 米国は自動車向けの構成比が高く, 自動車向け全体のシェアでも, 日本の水準を上回っている。また, 日本では金属・機械向け, 米国ではプラスチック・化学や食品向け

の構成が高いなどの特徴がみられる。日本は、自動車や電機・半導体でのロボット採用が早期から進み、金属・機械向け比率も高いものの、それ以外の用途への採用がやや遅れている可能性がある。

（図表4）国別の産業用ロボットの採用業種

主な想定業界	主な役割	SIer 役割	中国	日本	米国	韓国	ドイツ
自動車	溶接	小	○	○	◎	○	◎
電機・半導体	クリーン仕様	小	◎	◎		◎	
金属・機械	搬送	大	◎	◎			◎
プラスチック・化学	検査	多様	○		◎		○
各種	包装・梱包	多様	○		◎		○
導入世界シェア（2022年）			52%	9%	7%	6%	5%

（注）業種の（使用）シェアは推定値。各国の◎は各国内で相対的にロボット使用が進んでいる分野を示す。

（出所）林（2023a）、IFR（2023）より作成

これらの日本の産業用ロボット導入の現状を踏まえ、特定業種でノウハウを蓄積している有力SIerの東洋理機工業とグローリーに加え、SIerをサポートする企業のFUJIIとMujinの事例分析を行う。FUJIIとMujinは、それぞれSIerが付加価値の提供に集中できるようなプラットフォームを提供することで、SIerを収益性のある業界とすることを目指している。

#### 4. ケーススタディ①（東洋理機工業、大阪府大阪市）

東洋理機工業（以下、東洋理機）は、1948年に創業され、1962年に株式会社として本格的に産業機械の設計製作を開始し、1982年にSIer事業に展開している。代表取締役の細見成人氏は、大阪大学大学院基礎工学研究科物理系機械修了後に、1974年に神戸製鋼所に入社し、機械開発部、機械研究所、回転機工場設計部を経て、1981年に父親が創業した東洋理機に入社し、1994年に社長就任している。現在は「3K（Kitsui, Kitanai, Kiken）職場の過酷な作業はロボットに！人はより創造的な仕事に」をテーマに、各種の部品などを製造するため

（5） 2022年にSIer業界としては初の叙勲として旭日単光章を授与されている。



ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

のハンドリングロボット、化学分析ロボット、画像処理技術応用検査装置などの500システム以上で、過酷な労働環境や非人間的な単純繰り返し作業のロボット化を進めてきた。2019年5月29日付けの日刊工業新聞によると、用途開発をすることで、売上高は2009年3月期の約5億円を2018年8月期も同水準で維持している。

### (1) ロボット SIer への展開

東洋理機は、コマツの油圧配管用パルスTIG溶接装置<sup>(6)</sup>やTHKのレーザーマーキング装置などの自動機・専用機の開発を進めてきた。1983年のコマツのロボット開発・参入に協力して、東洋理機はロボットマニピュレータやハンドなどの試作・開発を行い、それをきっかけに、1985年に建機部品のトリミングプレス（熱間鍛造）への供給ロボットシステムを納入した。当時、代表的なロボット企業4社に熱間鍛造での利用を打診したが、ロボット使用は不可との回答があった。当時の技術レベルでは厳しい使用環境であり、東洋理機の取り組みはパイオニア的存在となり、現在まで100件以上の実績につながってきた。

### (2) 東洋理機のターゲット・強み

熱間鍛造とは、素材を1,200度程度に加熱し、プレスの金型内で塑性変形し、所定の形状に仕上げる加工法である。ロボットシステムは、鍛造プレスを中心に、加熱炉、熱処理炉への出し入れのハンドリングシステムから構成される。高温に加え、振動・騒音レベルも高く、粉塵や剥離剤も舞い上がるため、作業環境も悪く、自動化ニーズが高い。しかし、把持部位・要領、材質、防熱冷却などの熱対策は、試運転やティーチング時の常温時とは大きく異なることが多く、高温材の挙動推定は困難であった。そのため、業界内でも東洋理機の実績は認知され、複数のロボット企業を通じて業界に広がり、ワーク（加工対象物）

---

(6) コマツの開発グループは社長賞を受賞し、本溶接法は建機業界で展開・標準化した。

も小物から350kgの大型まで実績を積み上げきた。高温環境でのノウハウを活かし、溶解、鋳造、熱処理、溶融亜鉛メッキなどのロボットシステムにも展開してきた。

また東洋理機は、化学分析検査ロボットシステムも数多く手掛けている。既に化学薬品工業の製造プロセスでは自動化が進んでいるが、分析作業の多くは人手に頼っている。分析機器にかかる前処理や後処理は人力による熟練作業だが、手順は規定通りの単純な繰り返し作業である場合も多い。また無菌環境下、或いは汚染された環境下での作業の場合も多い。当初のきっかけは、化学品企業から大阪府立産業技術総合研究所に問い合わせがあり、東洋理機が紹介されたことである。もともと研究所向けの米国製の化学分析用ロボットが検討されていたが、安定的な連続運転のために汎用ロボット（ファナックの6軸垂直多関節）2台に、5つのロボットハンドで、攪拌、吸引、乾燥、洗浄、分析の各装置の約40分のハンドリングシステムを構築した。その結果、24時間365日稼働で、作業と分析データの均一化が実現している。一方で、ライフサイエンスアプリケーションとして、世界初の完全耐VHP（Vapor Hydrogen Peroxide）のストーブリ<sup>(7)</sup>のステリクリーンロボットによる自動化システムも提案している。ストーブリのロボットは、振動なしに1/100mm単位の精度で動作するため、1990年代前半から手術支援で使用されるなど、医療や製薬業界で早くから採用されており、東洋理機はストラジックパートナーとなっている。

### （3）事業戦略・展開

東洋理機は「用途最適化カスタムロボット」というコンセプトに基づき、特定用途に最適化したロボットシステムを開発することで、適応範囲を広げ、ロボットのすそ野を広げてきた。汎用的なロボットは、市場のボリュームゾーン

---

(7) 1892年にスイスのホルゲンに「Schelling & Staubli社」として設立され、繊維機械、コネクタ、産業用ロボットの3事業を展開し、従業員は5,000人以上、年間売上高は約13億スイスフラン（約1,500億円）、世界に12ヵ所の生産拠点を持つ。

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

に適合する精度、サイズ、速度となっており、そのままでは個別顧客ニーズに対応できない場合も多かった。東洋理機は、ロボット企業とSIerは車の両輪として、良いロボットシステム構築のために協力関係が必須であると考え、用途を拡大してきた。

2017年12月には、大阪商業会議所や大阪工業大学などとともに東洋理機を含むSIer 5社で、溶融亜鉛メッキ企業7社を加えた開発チームを立ち上げ、ロボットパターンシステムを構築している。溶融亜鉛メッキ企業の約3割が大阪に集中していることから、各社の工場見学を通して、汎用性の高い溶融亜鉛メッキのロボットシステムをパターンオーダー化し、導入費用を台数により15~25%程度安くすることを見込んでいる。

また東洋理機は、2015年に鋳造、鍛造、重筋作業など高温、粉塵、重量物で活用するために、TMSR (Toyoriki Master Slave Robot, 離れた場所からロボットを簡易に操作する仕組み)も開発している。既に医療用では手術支援ロボットのダヴィンチ<sup>(8)</sup>が有名であるが、東洋理機が得意とする鋳造・鍛造や生物・化学的な環境でも遠隔操作を試みている。スモールモデルのマスターロボットを人が操作し、その同じ動作を離れた場所に置かれたスレーブロボットが実行する。汎用ロボットをスレーブとして制御可能で、相似形のスケールモデルを使用することで、操作に習熟が不要で、モニターを確認しながら直感的に操作できるメリットがある。熟練技術者からの「技能伝承」の実現にも利用ができる。2017年11月に発表された川崎重工業の遠隔操縦ロボットシステム「Successor (サクセサー)」で、スレーブのアプリケーションを共同開発している。2019国際ロボット展では、マスターロボットとしてデンソーウェーブ (COBOTA) を、スレーブロボットとしてファナック (R-1000iA) を使用したシステム例を展示している。また実績として、核燃料サイクル施設の訓練センター (六ヶ所村) の事例がある。

---

(8) Intuitive Surgical 社製 da Vinci Surgical System。

#### （4）事例

東洋理機が得意とする熱間鍛造・鋳造や化学薬品分析工程のハンドリングなどの納入実績例をまとめた（図表5）。また「ロボット導入実証事業」では「グライнда研削ロボットシステムモデル」が採択されている。グライнда研削は、安全衛生規則の「危険または有害作業」であり、人手不足も深刻な課題となっている。川崎重工業の200kg可搬の汎用6軸垂直多関節ロボット（ZX200）に、ACサーボモータ駆動の特殊グライндаを開発し、システム事業総額16.6百万円で導入されている。

これまでに取り上げた産業用ロボットシステムに加え、東洋理機は非製造業分野で、コミュニケーションを主体としたサービスロボットへの展開も模索してきた。2007国際ロボット展では、「たこ焼き」を焼く小型6軸垂直多関節ロボットを出展している。人と同じ道具を使って人と同じ動作を行って調理をするものであり、大阪の企業としてのインパクトを狙ったものであった。2008年には展示会向けに、安川電機の双腕ロボットを使って「お好み焼き」を焼くシステムを構築した。人の作業を再現するだけでなく、音声認識・合成機能を搭載し、顧客からのメニュー選択や味付け方法の指示を受けたり、コテ捌きのパフォーマンスともに歌ったりできるものである。この他にも「綿菓子ロボット」や「ネイルアートロボット」なども開発してきたが、これらは展示会用の一時的なパフォーマンス要素が強かった。2016年にはハウステンボス（長崎）の変なレストランに実機として納入している。「お好み焼きロボット」として「料理長アンドリュー」を設置し、営業時間11～15時、17～23時の1日10時間を約1,000日稼働している。

#### 5. ケーススタディ②（グローリー、兵庫県姫路市）

グローリーは1918年創業の通貨処理機等を扱う上場企業で、国内では金融機関向けオープン出納システム、窓口用紙幣硬貨入出金機、百貨店・スーパー向けレジつり銭機、売上金入金機でトップシェアである。連結子会社数87社、連

(図表5) 東洋理機工業の納入実績 (納入企業・用途)

熱間鍛造ハンドリング 日本鍛工 大同特殊鋼 スズキイノンド ・イノドネシア 三一重工 (中国) 愛知製鋼	トリミングプレス ハンドリングシステム 熱間鍛造ロボットシステム/ハンド 熱間鍛造ロボットシステム (給材ロボット) 熱間鍛造カスタムロボット (給材ロボット) 熱間鍛造プレス材料供給ロボット	ハンドリング (自動車部品・建設機械部品ハンドリング) 日本版硝子 ダイハツ工業 三菱自動車工業 小松製作所 ヤンマー 日野自動車	自動車部品・建設機械部品ハンドリング 自動車ガラス ハンドリングロボット用ハンド リリダーヘッド テパレタイズシステム シリンドラーブロック テパレタイズ用ハンド 組立作業用各種ハンド他多数 シリンドラーブロック ハンドリングロボット 大型エンジン シリンドラーブロック プラッグ圧入システム
鋳造・溶解炉・熱処理炉 三菱マテリアル 東洋産業 宇部興産 富士電子工業 光洋サーモテック	溶解炉 珪端ハンドリングロボットシステム ベベルギヤ熱処理炉出口計測パレットロボット アルミホイール溶解炉ハンドリングロボット クラッキング焼入用カスタムロボット 真鍮加熱炉挿入取出・冷却プレスハンドリングロボット	ハンドリング (食品・印刷・化学工業・他) 東洋ゴム工業 HOYA レンズ 積水化学工業 アサヒビジュアルパックス 長州産業	ハンドリング (食品・印刷・化学工業・他) グリータンタイヤ ハンドリングロボットシステム レンズエジェクター M/C ハンドリングロボットシステム 樹脂瓦パレタイズロボット用ハンド 硝子製品パレタイズロボットシステム ソーラーパネル パスパー半田付ロボットシステム
溶接・アラズマ・レーザー 新キャタピラー三菱 富士電機 三菱重工 イトーキクレビオ 神戸製鋼所	溶接・アラズマ・レーザー・ガス溶断システム 取付溶接用組立ロボット ファイアングラズマロボット形鋼加工システム ボイラー管端シール溶接ロボット用ハンド 金庫溶接ロボットシステム 溶断ロボット用溶断システム	ハンドリング (家電部品) シャープ JFE 建材 大和ハウス 天辻鋼球製作所 日本精線	ハンドリング (家電部品) ウレタン注人ロボット用ハンド QL デッキ 2次切断材積込ロボットシステム 建材ハンドリングロボット用ハンド 鋼球加工ライン用ハンドリングロボット 線材ハンドリングロボット用ハンド
プレスハンドリング (事務機・家電・自動車部品・他) 大原金属工業 長岡金属工業 滝野金属製作所 須河車体 小松製作所	事務用家具部品プレスハンドリング 自転車部品プレスハンドリング 電気部品プレスハンドリング 双腕ロボットプレスハンドリング ペンディングプレスハンドリングロボットシステム	自動機・専用装置 (非ロボット) 神戸製鋼所 THK JFE 建材 日本硝子	自動機・専用装置 (非ロボット) バルス TiTG 溶接装置 (油圧継手溶接用) HIP 用真空シーム溶接装置 (金属箔カプセル封入装置) LM ガイド製品レーザーザマーキ装置 各種デッキブレードエンドクロース設備 マルチフレックスクロスコンベンアライン

(出所) 会社資料等より作成

結従業員数10,792名（2023年3月末時点）で、世界100ヵ国以上で事業を展開し、海外売上高が過半のグローバル企業である。2023年3月期売上高の約2,559億<sup>(9)</sup>円の内訳は、海外市場1,559億円（構成比61%）、銀行等の金融市場362億円（同14%）、流通・交通市場456億円（同18%）、パチンコなど遊技市場151億円（同6%）、ロボット関連を含むその他30億円（同1%）である。海外市場1,559億円の内訳は、米州693億円（構成比45%）、欧州708億円（同15%）、アジア158億円（同10%）他であり、機器の識別通貨は130ヵ国、3,000種類以上に及んでいる。

長期ビジョン2028（2018～2027年度）では、会社全体の売上高5,000億円規模を目標に「自動化社会の推進（ロボットと人が調和した社会の信頼）」等を掲げ、ロボットSIerで新規の事業領域・ビジネスモデルの構築を目指している。

#### （1）ロボットSIerへの展開

グローリーのコア技術として、通貨処理の画像パターンを高速演算処理する「認識・識別技術」と機械工学と電気工学を高度に融合し紙幣や硬貨を数え、仕分け、束ねる「メカトロ技術」を持つ。生産拠点として、本社工場（姫路）と埼玉工場と製造子会社（国内5工場、海外2工場）を保有している。

小型紙幣計算機などを担当する埼玉工場（1990年操業）は、顧客ニーズの多様化に対応するため、2001年にコンベア生産ラインを廃止し、セル生産を導入している。さらなる多品種変量生産に対応するため、2010年にカワダロボティクスのヒト型双腕ロボットNEXTAGE（ネクステージ）を購入している。NEXTAGEはモータ出力80W以下のため安全柵なしで人との協調作業が可能である。2011年に本格稼働し、2012年には17台に増設し、NEXTAGE 4台1チームでつり銭機の投入口などを、ロボットカメラで組み立てる多能工化を実現し

---

（9） 四捨五入。以下同。

ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

た。ロボット企業の開発現場にも社員を送り込み、制御システムやプログラミング技術を共同開発し、2016年9月には埼玉工場<sup>(10)</sup>で23台まで増設してきた。

さらに当時の社長の直轄プロジェクトとして、事業化を目指し、2017年には「ロボットSI事業推進プロジェクトチーム」が発足し、ロボットSIer<sup>(11)</sup>に参入している。「グローリープレミアムエディション」として、ヒト型ロボットとハンドやタブレットの周辺機器とともに、サポート体制のセット販売（税別1,180万円）を打ち出している。

## （2）グローリーのターゲット・強み

グローリーの強みとして、通貨処理で培った「識別技術開発」に加え、「エンドエフェクタ開発」と「周辺機器開発」が挙げられる。エンドエフェクタ（専用ハンド）として、「掴む」や「吸着する」など用途に合わせた130種類以上を自社で設計開発している。さらに周辺機器として、からくり・パーツフィーダーを使用した部品供給紙幣搬送で培った独自の治具などの設計開発も行っている。さらに、システム構築前に、3Dモデルのシミュレーションで顧客と自動化イメージを共有できることを強みとしている。

グローリーは、今までロボット導入が遅れていた「3品業界（化粧品、医薬品、食品）」を主なターゲットに定めている。人手作業の多いこれらの業界ではロボット化の余地は大きい、カスタマイズしたハンドが必要であるため、グローリーの強みが活かせる。また複雑な作業では、人協働型ロボット導入による人とロボットの役割分担で導入のハードルを下げることができる。異業種向けであれば、本業のノウハウ流失などの懸念も少ない。医療・医薬分野を中心に、認識・識別技術を活用するサービス分野にリソースを集中し、一品一様

---

(10) 2013年には「経済産業大臣賞」を受賞、2014年には安倍晋三首相（当時）も見学し、2015年のTBSテレビのドラマ日曜劇場「下町ロケット」では、最先端の機械を揃えている「サヤマ製作所」という設定で撮影が行われている。

(11) 参入時には2020年3月期までの事業規模目標10数億円を掲げていた。

のカスタマイズシステムだけでなく、一つのソリューションを複数の顧客に提案できるような汎用ロボットシステムの開発・提供に注力し、収益化を目指している。

### （3）事業戦略・展開

2016年6月にカワダロボティクスからの依頼で、資生堂のロボットシステム構築をグローリーの生産技術部門が受託している。資生堂の掛川工場で、ファンデーションの20種類以上のリフィル（詰め替え品）やスポンジなどの細かな内容物を箱に挿入する作業をNEXTAGEで自動化し、2017年に本格稼働している。人にしかできない検査とロボットで行う作業を切り分け、引き続き検品作業は人が請け負い、人とロボットが協調する工程を設計・構築した。掛川工場では年間1億個以上の製品を生産するものの、生産ロットはほとんどが1,000個以下であり、製品の切り替えも早く、専用機による自動化には向かない。グローリーが開発したハンドを使用し、画像認識技術で人による検品作業も簡素化できている。このシステムは「ロボット導入実証事業」にも採択され、詳細データが公開されている。事業規模は54百万円で、それまで作業員1人が1日6.9時間で924個生産していたが、NEXTAGE2台の導入で、1人当たり生産は1.1倍に留まるものの、品質の向上と生産の柔軟性の向上を実現した。

2019年に、富士レビオ・相模原工場でも、臨床検査薬の付文書挿入から外箱の蓋閉め、製函、段ボールへ梱包までの一連のプロセスを、NEXTAGEを使用した全長15mの自動化ラインで作成している。作業員は8人から1～2人となり、紙箱の3面の淵の折り面も素早く折り込み、ウイルスの抗原検査キットを紙箱に詰め込んでいる。

直近では、オムロンなどのAMR（Autonomous Mobile Robot、自律走行搬送ロボット）との組み合わせシステム構築も行っている。材料・製品・パレットの自動搬送に加え、協働型ロボットを搭載したモバイルマニピュレータによる自動化ソリューションの提案も積極的に行っている。



## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

### (4) 事例

2016年度の「ロボット導入実証事業」では、グローリープロダクツ向けの「通貨機器等の組立検査工程にロボット導入」（事業規模43.7百万円）が採択されている。NEXTAGEの導入で、同じ作業員2人（労働時間8時間）で1日18.4個から26.4個に生産量を約4割上昇させている。

2017年度の「ロボット導入実証事業」では、自社の「ウレタン注型金型の清掃工程へのロボット導入」（事業規模11.4百万円）が採択されている。川崎重工業のスカラ型双腕協働ロボット（duAro）2台と9個のハンドツールで手作業の自動化を進めている。もともと8人の作業員が1日150個以上の金型を清掃していたが、ロボットによる人手作業の代替が可能になり、周辺治具の簡素化を実現した。可搬重量2kg（片腕）のロボットの協働作業で12kgの金型移動を可能にしたことで、96個の清掃を従来0.6人（労働時間4.8時間）から約6分の1とした。

2018年度の「ロボット導入実証事業」では、ビーテック向けの「少量多品種化粧品のパウチビニール袋詰め工程のロボット化」（事業規模36百万円）が採択されている。ビーテックは化粧品・医薬部外品の受託製造を行っており、受託先の形状・規格に合わせた工程が必要であり、それまでは人手作業で行わざるを得なかった。その中で、ビニール袋詰工程は、テーブル作業で形状や規格がある程度パターン化されていることからロボット化を試みている。NEXTAGE導入で、4万個の生産を作業員3人（労働時間4.68時間）から2人（労働時間7時間）に省人化し、年間85百万円のコスト削減効果を実現している。

2018年度の「ロボット導入実証事業」では、カンダコーポレーション向けの「小売店向け現金（釣銭）出荷作業の効率的なSIプロセスの実現」（事業規模98百万円）が採択されている。カンダコーポレーションは、物流業とともに、銀行の現金センター業務アウトソーシングを請け負っている。2005年頃にロボットを導入したが、1日約2,500回稼働するため、従来の多関節ロボットではエラーや故障が多かった。今回は、直交・単軸ロボットで動く方向を2方向に限

定し、間接の負担を大幅に減少させ、剛性を高めた。ヤマハ発動機ロボット（SXYBX-C-F3/B10-R）導入で、3,000個の生産量を維持したまま、作業員7人から5人（労働時間8時間）に生産性は約4割上昇し、年間15百万円のコスト削減効果を実現している。

## 6. ケーススタディ③（F U J I，愛知県知立市）

F U J I は、1959年創業でプリント基板に電子部品を装着する電子部品実装機（マウンター）の世界トップクラス（シェア約3割）の上場企業である。2023年3月期売上高の約1,533億円の内訳は、<sup>(12)</sup> ロボットソリューション（電子部品実装機）事業1,399億円（構成比91%）、マシンツール（工作機械）事業103億円（同7%）、その他32億円（同2%）である。ロボットソリューション事業の地域別内訳推定は、日本82億円（構成比6%）、中国447億円（同32%）、その他アジア389億円（同28%）、米国186億円（同13%）、その他北米95億円（同7%）、欧州169億円（同12%）他のグローバル企業である。連結従業員数2,848名で、世界60ヵ国以上に納入実績がある。

ロボットソリューション事業の業種向け構成比は、車載20%、半導体18%、通信14%、コンピューター8%、産業機器7%、家電7%、サーバー6%、その他20%となっている。

### （1）ロボット関連事業への展開

F U J I は電子部品実装機以外のロボット展開として、2016年に移乗サポートロボット「Hug T1」（介護施設向け）<sup>(13)</sup>を市場投入し、海外販売体制の強化も進めている。さらに2017年に、電子部品実装ライン前後工程の自動化ニーズに

---

(12) 会社IR資料からの独自推定であり、会社公表や公式見解ではない。以下の記述も同様。

(13) 2018年の在宅向け「Hug L1」の完成を経て、累計納入台数は3,000台を超えている。

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

対応するため、ティーチングやプログラム言語の専門知識がなくても動作設定が可能な小型多関節ロボット「SmartWing（スマートウィング）」を完成させ、産業用ロボット市場に参入している。簡単な座標の指示だけでロボットを動かせる独自の操作方法「スマートオペレーション」を開発した。ビジョンセンサをアーム先端に標準装備し、出荷前の位置合わせで、現場でのシステム立ち上げの時間を約40%短縮できるメリットを持つ。

### (2) FUJII (e-Sys) のターゲット・強み

自社が産業用ロボットメーカーになって改めて、ロボットの普及にはSIerの存在が欠かせないことを痛感し、SIerのサポート事業を展開している。SIerは過去に似たようなシステムを手掛けていても、案件ごとに図面を描き直すことが多く、また手戻りによる手間と時間がかかることが、ロボット導入のボトルネックとなっていると考えた。IT業界もかつては同様の状態だったが、現在は手間がかかる設定作業などを自動化できるようになっている。

2021年4月からSIer業務支援のツールとして、SIer向けのデジタルプラットフォーム（基盤）「e-Sys（イーシス）」を、ラティス・テクノロジー（東京都）と共同開発し、運用を始めている。3Dシミュレーションで、実機がなくてもシステムの構成や動作を動画でエンドユーザーと共有でき、仕様などの認識違いを防ぎ、手戻りを減らすことができる機能をもっている。

e-Sysは、それぞれ連動する「e-Sysマーケット」(ECサイト/デジタルライブラリー)と「e-Sys デジタルツイン」(シミュレーションソフト)<sup>(14)</sup>の2つのサービスからなる。

e-Sysマーケットは、40社以上の出展者（商社、代理店、メーカーなど）が、ロボットやハンド、コンベア、シリンダなど各種周辺機器をウェブ上に10万種類以上登録している。国内外のロボット企業の協働ロボット、6軸多関節ロ

---

(14) 現実空間の情報を仮想空間上に再現する技術を一般的にデジタルツインと総称する。

ボット、スカラロボット、パラレルリンクロボット、直交ロボットなどに対応している。さらに、<sup>(15)</sup>ダイドーや立花エレテック、因幡電機産業などの出展者が登録する製品に対し、SIerは見積もり依頼もできる。逆に、SIerが標準的な周辺機器を開発すれば、それをe-Sysマーケットに出展して販路を拡大できるメリットもある。

e-Sys デジタルツインでは、e-Sysマーケットの製品や自社設計した製品の3D-CADデータを取り込んで仮想空間上にロボットシステムを構築し、設備全体の動作シミュレーションができる。機構や基本動作が設定された製品データが登録されているため、SIerはそのデータを取り込むだけで、システムの構築や動作設定、シミュレーションが仮想空間上で簡単にでき、営業提案や構想検討時に活用できる。ロボットだけではなく、PLCのラダーソフトウェアとも連携した上で、直動機器や回転機器、各種センサなども組み合わせることで周辺機器も含めたシステム全体のシミュレーションができ、作成したプログラムは再利用も可能である。

### （3）事業戦略・展開

e-Sysは、SIerの利用料と出展者からの販売手数料を主な収入源とするが、プラットフォーム構築キャンペーンのため、2021年4月から2023年3月末までの2年間は無料で提供した。その後SIerの利用料は月額制で、インシャルコストはかからない。またクラウドフローティングライセンスで、1ライセンス契約で社内の複数人での利用が可能となりコストパフォーマンスが高い。一方、出展者はe-Sysマーケットに無料で登録でき、製品の販売に応じた販売手数料<sup>(16)</sup>を払う仕組みとなっている。

あわせてFUJIは、協働ロボット採用を促す周辺機器の開発も進めている。2023年10月、国内で初めて安全認証を取得した3D安全センサ「AcroSensor<sup>(17)</sup>

---

(15) ダイドーの企業戦略や詳細は林（2023c）参照。

(16) 利用料は1ライセンス年間120万円である。

ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

（アクロセンサ）」をグループ会社のエデックリンセイシステムと開発している。人の胴体ではなく手先を3Dで検知することで、レーザースキャナー使用時よりもロボット停止領域を狭く設定することができる。これにより、協働ロボットの使用時に、不必要な一時停止（チョコ停）を減らすことができる。

#### （4）SIer 活用の事例

2023年開催「FOOMA JAPAN 2023」で、大喜産業（大阪市西区）は、AMRロボット「MiR」が事前にマップを作成し、自己位置推定を行い、指定された場所へ自律的に移動する展示を行っている。その際に、シンテック（新潟市）の「協働型パレタイズ」との連携動作の事前検討にe-System デジタルツインが使用されている。なおSIerの大喜産業は、1939年に発足し、2023年6月期売上高160億円、同従業員数217名の機械専門商社である。

## 7. ケーススタディ④（Mujin, 東京都江東区）

Mujin（2021年にMUJINから社名変更）は、2011年に現CTO（最高技術責任者）のデアンコウ・ロセン氏（出杏光魯仙, Rosen Diankov, 1983年-）と現CEO（最高経営責任者）の滝野一征氏（1984年-）が創業し、「産業用ロボットを誰もが利用できる世界を実現する」というビジョンを持つ。ブルガリア出身のデアンコウ・ロセン氏は8歳で家族と米国に移住し、カーネギーメロン大学ロボティクス研究所で「自律マニピュレーションシステムの自動構築」の研究テーマで博士号を取得している。博士課程時に、東京大学大学院情報システム工学研究科（JSK）を訪問し、必ずしも論文や学会発表につながらなくても、ロボット開発に協力する学生らの姿勢に共感し、2010年から特別研究員として1年間在籍した。また2009年に在籍していたWillow Garage社の「国際ロボット展」の出展で、工具企業のイスカルの技術営業担当を有給休暇で手伝い

---

(17) 国際電気標準会議（IEC）が定める安全センサの規格認証「IEC 61496」「IEC 62061」を取得した。

ていた滝野一征氏との出会いがあり、2011年に好きな諺「鶏口牛後」を実践するべく日本で共同創業している。2012年に株式の3割を放出し、東京大学エッジキャピタルパートナーズ（UTECH）から7,500万円を資金調達（シリーズA）し、2014年にJAFCOとUTECHから総額6億円の資金調達（シリーズB）し、2019年に三井住友銀行と総額75億円の融資枠を確保し、UTECHからの全株MBO（Management Buyout）を実現している。2023年には第三者割当増資で、SBIグループなど5者から総額123億円の資金調達（シリーズC）に加え、宅配便仕分けロボット構築を進める日本郵政グループなどから約27億円を調達している。これらの資金は、「世界で勝てる会社」となるため、多機能化への技術投資や新製品投入に加え、トータルソリューションを提供できる企業体制構築や欧米事業展開に投入される見込みである。2023年12月7日付け日本経済新聞の未上場の「2023年度企業価値ランキング」では、Mujinは国内8位の1,186億円と推定されている。

#### （1）ロボット関連事業への展開

2015年に、Mujinは世界初のばら積みピッキング用ティーチレスコントローラ「Mujin コントローラ・ピックワーカー」<sup>(18)</sup>を発売している。ロボットアームの動きを生成する逆運動学計算は一般的なものであるが、デアンコウ・ロセン氏の開発した動作フレームワーク（OpenRAVE, Open Robotics Automation Virtual Environment）<sup>(19)</sup>を現場用にパッケージ化し、ハードウェアに組み込んでいる。一般的にロボットでは、企業毎にアーム挙動のティーチング（事前設定）が必要であるが、機械知能 MujinMI（Machine Intelligence）により、最適なアーム軌道を算出し、ロボット企業に関わりなく動作プログラムを自動生成し、

(18) 使用面積を70%削減した移動式セルのため半日立ち上げが可能であり、ロボットシステム全体で最低1,300万円のため、約2年で投資回収可能としている。キッツ、アドヴィックス、アイシングループ、豊国工業等で導入実績がある。

(19) 現在の Mujin ソフトウェアの内部の OpenRAVE 使用率は1割強程度とみられる。

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

ティーチングを大幅に簡素化した。一般的な「AI」の機械学習・深層学習ではなく、実際の現場の空間・時間・作業環境などの多くのパラメーターを解析した優先順位に基づき、計算量を減らし、瞬時に最適解を得ることを目指したものである。必要最小限で高速動作するために、汎用的なライブラリとして実装するのではなく、採用されているロボットの仕様やタスクの内容に基づき、コンパイラで生成したコードで動作させる方式としている。

主要ロボット企業<sup>(20)</sup>10社に対応し、操作方法はロボット企業によらず Mujin で統一でき、一つのプラットフォームで全ての機器を統合制御することを進めている。現在、Sler のパートナーとして、岡谷鋼機、三明、三明機工、しのはらプレスサービス、明和 e テック、豊電子工業、FA プロダクツが公開されている。

### (2) Mujin のターゲット・強み

Mujin は、もともと製造業向けロボットシステムを志向していたが、最初のアプリケーションとして物流倉庫のピッキング作業に集中している。2016年3月にアスクルの物流センター（埼玉）のピッキング工程の自動化・ロボット化を試験導入<sup>(21)</sup>したことがきっかけである。アスクルとは2015年12月に開発業務、2016年6月に導入業務提携締結を締結している。アスクルは、製造業向けのロボット導入事例の視察を通して、一定の動作を繰り返すティーチング方式では EC 物流倉庫では使用できないと考えていた。工場の生産ラインでは一定のワークが流れるが、物流では大きさや形、梱包形態がそれぞれ異なるため、事前のティーチングには限界があった。そのため、Mujin コントローラで、デンソーウェーブ 6 軸垂直多関節ロボット（VS-087）と独 IDS のステレオカメラを組み合わせて、ラインシステムを開発した。

アスクルの物流センターでは約 7 万種類の商品を扱っているが、その中で作

---

(20) 2018年にファナックも使用可能となり、事実上の主要企業に対応した。

(21) 2017年2月の物流センター（埼玉）火災で当時のロボットは焼失した。

業量の約半数を占める上位5,000種類の自動ピッキングを目指した。そのために約1年半をかけ、圧縮空気方式のハンドでつかむことができる箱型の商品（約100種類）のピッキングを可能にした。その後も、カップ麺やボトル入り商品を含む約2,000種のピッキングなどの実験と検証を繰り返した。アカデミックな研究室だけで構築したソフトウェアではそのまま適応できず、24時間連続稼働ができるように顧客の例外事象に1つ1つ対応し、拡充・改良を繰り返した。

アスクル（物流センター（横浜））の「EC物流センターにおける商品ピッキング作業のロボット化」は、2017年の「ロボット導入実証事業」として採択され改善効果は公開されている。事業規模は97.8百万円で、三菱電機の垂直多関節ロボット（RV-7FL）を導入し、従来6人（労働時間8時間）で200個だった生産量は2人（同）で207個を維持し生産性は約3.1倍となっている。

2019年にはアスクルの物流センター（大阪）で安川電機のピッキングロボット2台を導入している。それ以外にも大阪拠点では、中国Geek+のロボット120台超を導入しており、自動倉庫から出庫された商品の入ったコンテナを3Dカメラで計測し、ロボットがピッキングしている。拠点ごとにロボットや3Dカメラの企業は異なるものの、Mujinコントローラで制御が可能となっている。

ただし、ロボットの自動化ラインは2本に留まり、ピッキングライン62本のうち60本が、依然として人がピッキングを行っている。柔軟物やシュリンク包装などは「つかんでよい場所」や「最適なつかみ方」などの動作が難しく、さらなる自動化の余地も大きい。

累計販売台数（2019年8月時点）でコントローラが560台<sup>(22)</sup>、3Dビジョンが350台と実績を積み、2019年にはアクセンチュアと協業を発表している。需要予測に基づく在庫の最適化などの計画・情報活用に強いアクセンチュアと組むことで、物流のSCM全般の包括的な支援サービスの提供を目指している。また、

---

(22) 現在は1,000台を大きく超えている。



ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

2019年11月にファーストリテイリングは、ダイフク<sup>(23)</sup>とのサプライチェーンのグローバルパートナーシップに Mujin を加え、形状が柔らかく、商品種類が多いアパレル商品の倉庫の自動化とグローバル展開の加速を目指している。またイオンも2026年までに Mujin と自動倉庫を新設することを発表している。

2022国際ロボット展では、Mujin コントローラを使った知能ロボットと数十台のAGVを組み合わせた次世代生産ラインをFA向けに提供し始めている。ロボットは安川電機とファナック製を使用しているが、キーコンポーネントの3Dビジョンシステムやハンドは内製化している。壊れやすい箱を安定的に搬送できる二面の Mujin ハンドをカスタム開発し、上部からの吸引を通じて対象物を持ち上げつつ、対象物の側面も接着することができる。キーコンポーネントの内製化で、コスト面のメリットに加え、トラブル時の問題の切り分け対応力向上を期待している。

### (3) 事業戦略・展開

Mujin のグループ従業員は306人(2023年6月時点)となっている。創業時より、事業拡大のために採用基準を落とすことなく、採用を抑え、基準を高く設定してきた。その結果、カーネギーメロン、スタンフォード、MIT、パリ大学、東京大学、北京大学、清華大学などの20ヵ国以上のトップ大学出身者から集まった多国籍チームとなり、社内共通語も英語となっている。もともと多様性を目指したのではなく、会社が欲しいスキルを持ち、「社会インフラの担い手を目指す」というビジョンに共鳴する者を採用した結果である。

Mujin は、既に中米欧地域に拠点を設立し、グローバル展開を視野に入れている。中国オフィスは、2019年4月に広州に設立している。2018年春には、中

---

(23) ユニクロやGUの運営会社。背景の詳細は林(2023b)参照。

(24) 2021年にはダイフク経由で、ファンケルの関西物流センターのピッキング・デパレタイズロボット導入に参画している。ダイフク以外の物流業界のパートナーとして、オークラ輸送機、オカムラ、オフィスエフエイ・コム、西部電機、不二輸送機工業、トーヨーカネツ、村田機械、IHIがある。

国Eコマース大手のJD.com（京東商城）が開設した上海の大型物流倉庫の数十台のピースピッキングロボット導入のサポートをしている。自動倉庫にピース品を保管するために、検品しながら専用の容器に積み付けを行う容器変換ロボットや、仕分け用コンベヤに商品を投入するソーター投入ロボット、包装機投入ロボットが導入されている。

米国オフィスは、2021年5月にアトランタに設立されている。2021年9月開催のPACK EXPO 2021（ラスベガス）や2022年3月開催のMODEX 2022（アトランタ）で、現地市場向けにカスタマイズしたトータルソリューションを展示している。ヨーロッパオフィスは、2023年10月に欧州の物流拠点であるオランダに設立している。「現在高成長中の欧米事業の拡大」の第一歩として、各オフィスは営業・顧客サポート・開発の拠点として現地ニーズに対応することを目指している。欧米においても人件費高騰や人手不足が深刻化しており、自動化の需要が高まっている上に、欧米は合理性からロボット導入が日本より早い可能性があるともみている。

Mujinの物流を始めとするキーアプリケーションをベースとして、将来的にプラットフォームにつなげる戦略を持っている。そのためにも現地ニーズに適合する特定のアプリケーションを強化することが必要で、それにより初めて顧客をプラットフォームに誘導できると考えている。最終的には、ひとつのプラットフォームで、AGV・コンベア・リモート機器などすべてのロボット機器を統合制御し、稼働データ分析や遠隔サポートすることを意図している。

#### （4）事例

日用品卸最大手PALTACに「Robotパレタイザー」<sup>(25)</sup>が導入されている。2018年には物流拠点（RDC新潟）で、ファナックのロボットとともにMujinのロボットシステムが採用されている。パレット・カゴ台車・カートラックへの最

---

(25) ロジスティードの医療系物流センター、アズワンでのSmat DC等でも採用実績がある。

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

適経路で、独自の干渉回避機能で狭いスペースでもぶつかることなく、積み付けるパレタイズロボットを実現している。2019年には新設された RDC 埼玉で、村田機械と Mujin のパレタイズロボット 8 台が導入されている。1 台でパレット・カゴ車・カートラックへ積み付け可能な知能ロボットによる世界初のシステムで、出荷エリアでのケースの積み付けを完全自動化した。従来は重量のあるケースの積み付け人員10名以上の常時配置が不要となっている。

2018年にトラスコ中山の物流センター（プラネット埼玉）でも「Robot パレタイザー」が導入されている。これまで人に頼らざるを得ない作業として最後まで取り残されていた混載ケース積み付けを自動化し、梱包、積み付け、搬送という出荷工程全体の自動化が実現している。安川電機の垂直多関節ロボット（モートマン GP35L）に、一定の高さのケースを 2 個同時にハンドリングするマルチピック対応のビジョンセンサ付きロボットハンドを備えている。出荷時のケース積み付け工程では、上流の自動梱包機より高さがランダムなケースが排出され、パレットへの積み付けは、人手に頼っていた。3 ラインから供給される荷物を異なる 3 ヶ所（3 パターン）に同時積み付けができ、ケースの高さ情報を管理して積み付け効率を向上させた。取扱物量が 2 倍になっても人員増員することなく作業が継続されている。

さらに、Mujin は「AGV<sup>(26)</sup>ソリューション」で、トヨタ自動車（運用台数70台以上）、トヨタ自動車九州（同15台以上）、花王（同28台）、ロジスティード（同28台）などで、パレット搬送の国内自動化実績トップとなっている。2018年のアイシン・エイ・ダブリュ（当時）の物流センターで、4kg 超の金属部品を海外出荷用の箱に移す単純作業を、容器などの設備は既存のまま使用できた Mujin コントローラが採用されていた。2022年には、アイシンの工場にコンテナデパレタイズロボット 2 台と AGV 31 台を導入し、部品の供給や保管、空箱回収などの工程まで自動化している。3D ビジョンで50種類以上の通い箱

---

(26) Automatic Guided Vehicle（無人搬送車）。

を認識し、大型可変ハンドが箱の大きさに合わせ最適軌道で、箱をつかみデパレタイズする。混載通い箱の段バラシの自動化も技術的難易度が高かったが、必要作業人員を3分の1まで削減している。

さらに、Mujin コントローラを顧客製品にも提供し始めている。2019年に工作機械大手のオークマが、自社のNC旋盤の加工室内に取り付けられるロボットアーム「ARMROID」に、Mujin コントローラを採用している。オークマはNCを内製化しているものの、一般的に、ロボットの干渉しない動作計画アルゴリズムを開発するには数年かかる。また、世界的な人手不足でロボット化が急がれているとともに、非熟練作業者がディープレスで使用できるメリットが大きい。モータを直接制御するのではなく、モータのコントローラにデータを引き渡している。Mujin が外販用の独自ロボットにコントローラを供給するのは初めてであり、基本的には1業種1社に限定し、今後も拡大していく可能性がある。

## 8. まとめと今後の課題

本論文では、産業用ロボット導入で重要な役割を担う、有力SIerの東海理機工業とグローリー、SIerサポート企業のFUJIとMujinのそれぞれの事例分析を行った（図表6）。著者の見解は以下の通りである。

東海理機工業は、過酷環境における熱間鍛造システムや化学などの分析工程で独自のノウハウを積み上げ、一部海外も含めて業界内の横展開を実現している。ただし、それぞれの市場規模は限定的であるため、TMSRやサービスロボットなどの新しいアプリケーションの開拓を続けている。

グローリーは、大手グローバル企業としての高度な生産技術を応用し、SIerに新規参入している。自社で使用してきた人協働ロボットの強みを活かし、本業と競合しない国内の化粧品や医療品業界向けの特定顧客に対して、3Dシミュレーションによる顧客との事前すり合わせやAMRとの組み合わせシステムなどの高度なエンジニアリング力を強みとしている。

ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

(図表6) 4社の比較

企業名	SIer		SIer・最終顧客サポート	
	東洋理機工業（大阪）	グローリー（兵庫）	F U J I（愛知）	Mujin（東京）
上場	非上場	上場（海外売上比率61%）	上場（海外売上比率94%）	非上場
国内・海外	国内（一部海外）	国内優先	国内優先	グローバル
顧客・対象	熱間鍛造・化学分析検査	化粧品、医薬品など	SIer、機器企業（商社）、ロボット採用企業	物流、製造業、SIer
強み対象	高温環境・過酷環境 周辺機器も含めた開発力	3D シミュレーション 人協働環境ノウハウ	多関節ロボット事業参入 多様な業種への販売実績	物流現場での実験と検証 資金力・多様な人材
事業	用途最適化 カスタムロボット	ヒト型双腕ロボット展開 AMR（自律走行搬送ロボット）	e-Sys デジタルツイン e-Sys マーケット	Mujin コントローラなど 機器の統合制御
周辺開発例	<b>Toyoriki Master Slave Robot</b>	専用ハンド ・周辺機器開発	アクロセンサ （AcroSensor）	ハンド、ビジョン、AMR 等
目標展望	「お好み焼きロボット」 サービスロボット展開	汎用ロボットシステムの 開発・提供	SIerや機器企業が集う プラットフォーム構築	全機器の統合制御による 遠隔プラットフォーム

F U J I は、ロボット事業参入を経て、e-Sys による SIer 企業へのサポート事業を展開している。日本の SIer の多くには、独自ノウハウを持つものの、事前シミュレーションを行うだけの経営規模やエンジニア力を持たない企業も多い。e-Sys が普及することで、それらの SIer の生き残りを容易にする可能性がある。

Mujin は、物流の代表的企業の現場実績データをコントローラに取り込み、キラーアプリケーション化した上で、戦略的にグローバルでのプラットフォーム構築に臨んでいる。周辺機器を含めた統合制御で、迅速なシステム構築を超えて、データ分析や遠隔サポートなどの付加価値を生み出そうとしている。

これら個別業界や業種に強みを持つ4社に共通している点として、対象に最適化した周辺機器を自社開発するエンジニアリング力を持っていることが挙げられる。F U J I の e-Sys は、個別の SIer の開発した周辺機器を取引することで、業界内のプラットフォーム構築の困難さを示していると考えられる。

逆に4社の相違点として、上場・非上場の区別がある。グローリーやF U J I は上場企業の中でもグローバル化の進んだ企業であるが、上場に伴う資本規律の制約もあり、ロボット事業は国内中心で堅実な事業運営がなされている。規模の差はあるものの、非上場の東海理機工業やMujinはトップダウンによる

事業の深耕によるグローバルも含めた素早い展開がみられた。なお、林（2023c）で取り上げたガイドー、高丸工業、HCIの各SIerも未上場であり、独自の強みを有し、顧客の教育・啓蒙も含めて、国内中心ではあるが、強いトップダウンで新しいロボットシステム構築を行っている。

一方で、特定のノウハウ・実績を持ちながら、3Dシミュレーションなどの最新技術を十分に取り込むことができない中小SIerにとっては、F U J IやMujinのような事業は、生き残りのカギとなる可能性がある。過去の日本では、「顧客企業の自前主義に対応した受託開発中心」や「SIer間の交流も閉鎖的」といわれていたが、林（2021）でみた工作機械産業の多様性と同様に、ロボット産業でも多様性を生み出す胎動とみることもできる。

今後の課題として、さらに幅広い業界からSIerに関わる企業のヒアリングや文献調査を踏まえて、典型的なパターンの戦略や方向性を抽出し、国内SIerの差別化パターンをまとめていく必要がある。具体的には商社や周辺機器企業からのSIer事業展開のあり方などを追加する必要がある。その上で、中国などのロボット主要国でのSIerでの調査・分析を進め、用途別のロボット採用の進捗との関連性を明らかにしていく必要もあると考えられる。

## 参 考 文 献

- IFR（2023）“Executive Summary World Robotics 2022 Industrial Robots, The International Federation of Robotics” IFR
- NEDO（2014）「NEDO ロボット白書2014」新エネルギー・産業技術総合開発機構
- 小平紀生（2023）『産業用ロボット全史 自動化の発展から見る要素技術と生産システムの変遷』日刊工業新聞社
- 経済産業省（2016）「ロボット導入実証事業 事例紹介ハンドブック2016」
- 経済産業省（2017a）「ロボット活用の基礎知識2017」
- 経済産業省（2017b）「ロボット導入実証事業 事例紹介ハンドブック2017」
- 経済産業省（2018）「ロボット導入実証事業 事例紹介ハンドブック2018」
- 産業タイムズ社（2022）『ロボット産業 最前線2022-2023』産業タイムズ社
- 日本鍛造協会（2017）「鍛造技術講座 製造技術編」2017年6月P132～145

## ロボット導入におけるサポート企業の事例分析

- 日本ロボット工業会（2018）「システムインテグレーション」2018年7月号（243）  
日本ロボット工業会（2023a）「ロボット産業ビジョン2050」  
日本ロボット工業会（2023b）「ロボット産業需給動向 2023年版（産業ロボット編）」  
林隆一（2021）『工作機械・ロボット産業のエコシステム』見洋書房  
林隆一（2022）「ロボット産業エコシステムの現状と考察」神戸学院経済学論集54巻  
1・2号 P1-33  
林隆一（2023a）「日本のロボット産業の実態調査」神戸学院経済学論集54巻4号 P  
27-45  
林隆一（2023b）『世界を創る日本企業のみかた』大学教育出版  
林隆一（2023c）「ロボット導入におけるシステムインテグレータの役割－ガイドー、  
高丸工業、HCIの事例分析－」神戸学院経済学論集55巻1・2号 P1-29  
富士経済（2022a）『2022年版 ワールドワイドロボット関連市場の現状と将来展望  
No.1 FAロボット』富士経済  
富士経済（2022b）『2022年版 三位一体型FAシステムを実現するシステムインテグ  
レータの事業実態調査』富士経済  
諸田利春（2021）「ロボットへの期待と展望2021-22」岡三証券 産業動向調査レポ  
ート  
魯仙出杏光（2010）「海外の動向：ROS・OpenRAVEの新オープンソース開発環境が  
活かす知的マニピュレーション」日本ロボット学会誌28巻5号 p.585-588  
矢野経済研究所（2022）『2022年版 協働ロボット市場の現状と将来展望』矢野経済研  
究所
- 「robot digest（ロボットダイジェスト）」ニュースダイジェスト社  
「月刊生産財マーケティング」ニュースダイジェスト社  
「機械設計」2013年11月（Vol. 57 No. 11）  
「日刊工業新聞」2019年5月22日，2019年5月29日，2019年8月1日，2022年1月17  
日，2023年1月19日  
「日経ビジネス」2017年1月30月号，2022年2月7月号，2022年2月28月号，2023年  
7月17月号，日経BP  
日本経済新聞，日経BP データベース  
各社ホームページ