

## 2023国際ロボット展印象記

小平紀生\*

### 1. まえがき

前回の国際ロボット展は世界的な感染症禍のまん延防止対策下の変則開催であったが、今回は海外からの出展も来訪者も多く迎え、本格的な国際展としては4年ぶりとも言える開催となった。東京ビッグサイトの東館1から8ホールまでの全館に西館3・4ホールも加え、650あまりの企業や団体が出展する広大な展示会場となった。かつてリーマンショック直後の2009年には出展規模およそ250で東館1から3ホールに、こじんまりと収まった時期があったことを思い起こせば、近年のロボット市場の世界規模での隆盛がうかがえる。

今回の最大の特徴は海外企業の出展社数比率の高さである。全出展企業650社規模のうち18%を超える120社あまりが海外企業であり、そのうち50社ほどが中国企業という状況で、ロボット産業の国際競争とグローバルサプライチェーンの広がりを実感させる展示会となった。

かつては、国際ロボット展がロボットメーカー各社の新製品展示会の場となるような時期もあったが、近年は新製品も多く出展されているのだが、ことさら新しい製品を出したことを強調するのではなく、各企業の目指す方向を示すメッセージ発信の場として成熟してきた感もある。また、出展企業の多様性が進んだのも近年の傾向である。国際ロボット展は当初より産業用ロボットの展示会であったが、2000年代からサービスロボット系や各地方の産業振興団体などの展示も多くなっていった。産業用ロボットについても、かつてはロボットメーカーとロボット部品メーカーを中心とした展示会であったが、近年はシステムインテグレータや情報処理企業など、生産財

としてのロボットをとりまく様々な業態の企業が参加する展示会となっている。

なお、これだけ多様な企業が参加した大規模な展示会であるため、個々の特定の展示品を取り上げて紹介するとなると、選択は大変に難しい。そのため本稿で取り上げる具体的な展示品は、今日の時代のトレンドを感じられる例として紹介しやすいものを取り上げており、他の数多くの優れた展示品に触れられなかったことはご容赦願いたい。

### 2. ロボット産業の進化

#### 2.1 知能化と、そのご利益としてのティーチングレス

展示会全体を通じて技術的に目立ったのは、サイバー系の技術の進化である。ロボットの知能化、ロボット活用のためのエンジニアリングシステム、FAシステムのDX化については、ほとんどの展示で強調されていた。これらサイバー系の技術進化は、多様な作業にロボットの適用範囲を拡大し、産業用ロボットの普及促進の原動力となっている。

ロボットの知能化については、視覚と力覚を活用した知覚制御はロボットの応用技術としてもはや常識となった感がある。各ロボットメーカーのアプリケーション展示では当然のように実用レベルでビジョンセンサや力覚センサが活用されており、ロボットコントローラにはこれらのセンサの応用機能が標準的に組み込まれるようになりつつある。あまり厳しい位置決め精度が要求されないピックアッププレス作業などでは、ティーチングを行わず、ビジョンセンサでワーク位置を認識し、状況に応じた適切なピックアップ作業とプレス作業を行えるような機能も実現されている。例えば安川電機のMOTOMAN NEXTでは、残菜のある使用済み食器

\*一般社団法人日本ロボットシステムインテグレータ協会 参与

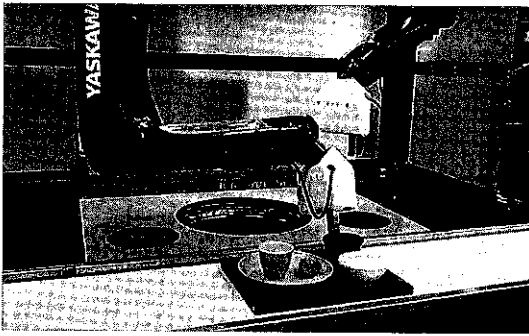


図1 安川電機の残菜処理システム

をピックして残菜を処理し、食器を所定の位置にブレースするという一連のティーチングレス作業の実演を行っていた（図1）。

センサを活用した知能化によるティーチングレスは、用途を特化することにより、さらに効果的なシステムにすることができる。そもそも近年のビジョンセンサは、様々な機能モジュールを組み合わせることにより目的とする対象物の認識とロボットコントローラとの適切な情報連携を行うことができる。すなわち同じビジョンセンサのハードウェアを使用しているとしても、目的に応じたカスタマイズの巧拙により実現されるロボットシステムの能力に大きな差が出る。したがって、目的作業を明確にすることにより、目的に応じて適切にカスタマイズされたビジョンセンサとそれに応じたロボットシステムを構成することで、目的特化型の優れたシステムが構成できる。

今回の展示会ではこの例として、トラックから荷下ろしをするデバンニング作業用のロボットシステムで、ロボットメーカーからのアプローチとシステムインテグレータからのアプローチ双方を見ることができた。デバンニングはトラックごとに荷姿が異なるため、ティーチングレスの格好のターゲット作業である。ロボットメーカーのアプローチとしては川崎重工のVamboである（図2）。Vamboは2022年の国際ロボット展でも展示されて、既に販売実績も積み重ねられているようであるが、自社の汎用ロボットをAGVに搭載し3Dビジョンによりワークの位置を認識する方式である。コンパクトにまとめることで、導入しやすさを狙っている。システムインテグレータのアプローチはMujinのTruckBotである（図3）。Mujinは、様々なロボットメーカーの製品を自社コントローラにより情報処理部を外付けにしてシステムを構築した、物流系のシステムを得意としている。TruckBotはデバンニング専用ロボットと



図2 川崎重工のVambo



図3 MujinのTruckBot

3Dビジョンセンサの構成で、米国市場向けに先行発売を開始している。こちらは、多少大掛かりな専用マシンであるが、元々物流系のパレタイズ、デパレタイズを得意としている同社としては、デバンニングを実現することにより物流ステーションまるごとの事業展開ができるので、あえて専用機械を投入したものと思われる。

産業用ロボットシステムでは目的用途を実現できることが大前提であるが、安定して安全に使えることとコストパフォーマンスが最大化されることが優れたシステムの条件であり、これを手にする製造業が競争力を得ることができるのである。したがって、エンドユーザは自分のニーズに適合する特化システムを求めることになる。センサによる知能化技術が進み使いやすくなると、エンドユーザのニーズに応えるために、ロボットメーカーが知能を組み込んだロボットを提供するのか、システムインテグレータが個々の顧客ニーズに応じた知能を組み込むのか、いずれの流れもあり得る。センサによるロボットの知能化の進歩は、ティーチングレスなどの技術課題が解決されると同時に、ロボット産業構造におけるロボットメーカーとシステムインテグレータの役割分担にも変化をもたらすことが感じられた。

## 2.2 プログラミング環境と標準化

サイバー系の技術進歩は、各社のプログラミングツールの機能性能の向上からも認められる。ロボット普及元年の頃にテキストエディタでキーボードをたたいてプログラムを作成する経験を持つ筆者にしてみれば、夢のようなツールである。かつてのプログラミングツールは、もはやプログラミング作業のみに留まらず、ロボットシステムエンジニアリング環境に発展している。シミュレーションや現場モニタ、様々なレベルのプログラムの自動生成や、センサやAIを活用した知能化機能の組み込み、VR (Virtual Reality) の導入など、様々な機能が実装されてきた (図4)。

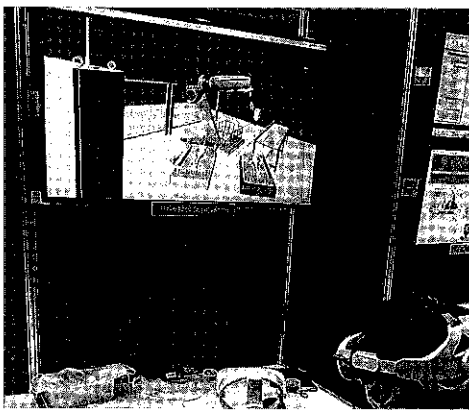


図4 ファナックのロボガイドVR機能

各社のエンジニアリング環境は各社独自のプラットフォームを形成しているが、今回の展示会では、エンジニアリング環境の共通プラットフォーム化への動きも見られた。川崎重工とユニティ・テクノロジーズ・ジャパンとのコラボレーションによるROBO CROSSの展開である。三菱電機、デンソーウェーブ等の他のロボットメーカーも参加して、業界標準のプラットフォームに展開することを指向している。

日本の産業用ロボット業界では、業界共通の標準化という動きはこれまであまり成功してこなかった。1980年代には、ロボット言語を標準化しようとして言語体系としてのSLIMや中間コードのSTROLICなどがJIS化までされているが、業界内では普及していない。初期の激しい開発競争の最中であり、開発現場サイドからはなかなか受け入れられなかったという時代背景もある。その後、1980年代後半から1990年代にかけて、通信プロトコルの標準化としてGMが提唱したMAP (Manufacturing Automation Protocol) が多くの

企業を巻き込んだ開発、普及活動を展開したが、あまりに広範なものになり過ぎ、当時の技術レベルとのギャップが大きく計画倒れとなった。さらに通信プロトコルの標準化では、1990年頃に、デンソー発案で他のロボットメーカーの参画も得て通信のミドルウェアとしてのORiNが立ち上がった。多くのロボットメーカーを会員としたORiN協議会は現在も活動は続けているが、広く普及する業界標準とはなり得ていない。技術と競争構図の変化が激しいFA用途では、どうも標準化が先にありきではなく、仲間を増やしてデファクトスタンダードになり、その後深化していくようではなくては定着しないのではないかと思う。国際競争が激しくなる現在のロボット産業において、日本陣営の競争力向上には、バランスの良い競争と協調の仕組み体制が不可欠となる。これまで日本のロボット産業では不得意であった協調領域として、このような業界標準の展開には注目しておくべきであろう。

今回の展示でデファクトの標準化としてもう一つ気になったのは、協働ロボットのPLUG & PLAYである。日本のロボット産業の2トップであるファナックと安川電機の双方ともに展示コーナーを設けていた (図5)。元々は、ユニバーサルロボットがUR+として、エンドエフェクタや安全機器など外部接続機器の取付け仕様や通信仕様を公開し、各周辺機器メーカーとの緩やかなパートナーシップを固めてきた流れに、日本のロボットメーカー側が合わせてきた結果である。欧州は一般的に、この手のパートナーシップによる裾野の拡大という仕組みづくり、標準化手法には長けている。協働ロボットに限定すれば、世界的に先行突出した強さのユニバーサルロボットに、あえて合わせることによるメリットが大きいことを見越したメーカー判断であるが、ユーザやシステムインテグレータにとっては非常に有益な展

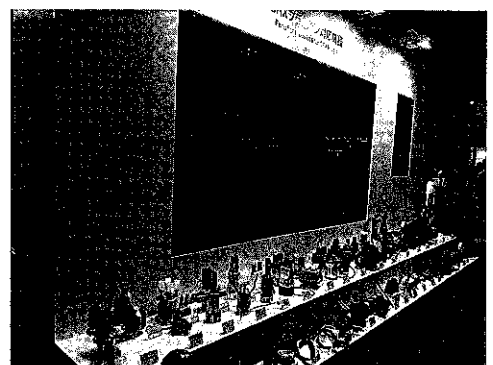


図5 ファナックブースのPLUG & PLAY展示

開である。ただし、協働ロボットという歴史の浅いカテゴリならではの動きではある。

### 2.3 協働ロボットの本質的価値

ここで協働ロボットについても触れてみよう。

協働ロボットは展示しやすいため展示会では多用されるが、今回も会場で多く見られた。ただし、協働ロボットは、そもそも人とロボットが協働作業を行えるシステムを構成するための一つのロボットの形態として提案されたもので、一時期見られたように、防護柵がいらぬ新しいロボット、という安直な展示は減ってきた。生産能力を多少犠牲にしても協働作業を優先するような用途も確かに存在し、そのような作業への適用として定着してきたようである。

協働ロボットに対しては、やはりパワーが欲しいという要望は当然のように大きくなり、今回ユニバーサルロボットでは30kg可搬のロボットが新製品として出展されていた(図6)。そこでユニバーサルロボットのセールス担当者に、パワーの強い協働ロボットという製品には安全性に矛盾がないかとあえて聞いてみたところ、かなり真っ当な答えが返ってきた。「協働ロボットは、ロボット本体の安全性に関するリスクについて一般の産業用ロボットに比べてかなり少ないという違いだけなので、協働ロボットはパワーの大小にかかわらず最終使用形態でリスクアセスメントされてシステムとして安全確保することが必要である。パワーが大きくなると当然リスクは高くなるので、システムでのリスクアセスメントはさらに慎重に行い、システムインテグレーション技術により責任を持って安全確保願いたい。手間はかかるが、それでも協働作業が実現でき

るメリットは大きい」という主旨であった。

人とロボットの協働作業には、その目的と適用される技術によって多様な実現方法がある。ロボットメーカーが提供する協働ロボットを活用するのは一つの有力な選択肢である。一方、一般的な産業用ロボットでも、各種センサ類や安全性を確保するためのソフトウェアを備えたロボットコントローラにより協働作業を構成する方法もある。協働ロボットの価値は協働作業システムの選択肢を広げることにあるという本質は銘記すべきである。

### 2.4 システムインテグレータのアクティビティ

さて、システムインテグレーションの話題が出たところで、システムインテグレータの展示に目を向けよう。

2023年6月に晴れて独立して一般社団法人となった日本ロボットシステムインテグレータ協会(SIer協会)が会員に配布した会員旗(図7)を今回は70あまりのブースで見ることができた。今や主要なロボットメーカーや部品メーカーは協会の協力会員となって会員旗も掲揚していたため、70社のうち40~50社がシステムインテグレータの展示ということになる。過去の国際ロボット展でも、元気のよいシステムインテグレータは展示ブースを出していたが、業界の構造をよく知らない参加者にとっては、どのような位置付けの会社がよく分からなかったかもしれない。SIer協会設立時から関与してきた筆者の我田引水が過ぎるかもしれないが、協会設立によって、システムインテグレータというロボット産業の重要な構成メンバーとしてのアイデンティティが明らかになってきたと感じている。

各システムインテグレータはそれぞれ得意とする生産分野や、得意とする技術を思い思いの展示に結び付けていたが、システムインテグレータ側の独自の活動も展開されていた。現在SIer協会で重視している活動の一つが、将来のロボットシステムエ

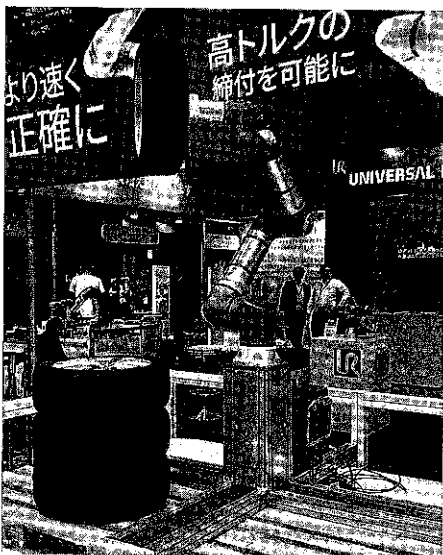


図6 ユニバーサルロボットの30kg可搬型



図7 日本ロボットシステムインテグレータ協会の会員旗

エンジニアリングを担う若年層の育成活動である。Sier協会が主催する高校生の自由な着想を競う「ロボットアイデア甲子園」は、国際ロボット展の併催とすることが定着して、今回も最終日に開催された。また、システムインテグレータは特定のロボットメーカーの製品に制約されない教育も可能である、という立場を活かした教育環境づくりも展開しており、Sier協会会長企業の三明機工における様々なロボットメーカーの操作を学べるデジタルトレーナーなどがその実例となる。この辺りは先のROBO CROSSの展開とも融合させることにより、一気にパフォーマンスが上がる可能性もある（図8）。



図8 三明機工のデジタルトレーナー

### 2.5 非製造業用途の産業用ロボットの行方

製造業の自動化以外の社会価値を産み出すロボットとして、物流、医療、土木建築、農業など、社会インフラの強化に結び付く用途への展開も望まれている。

物流は、ある程度製造業の現場と地続きの関係にあり、先のデバンニングロボットの例のように、以前から国際ロボット展でも取組みが紹介されている。医療については、既に国産の手術支援ロボットとして定着し、利用が拡大しつつあるメディカロイ

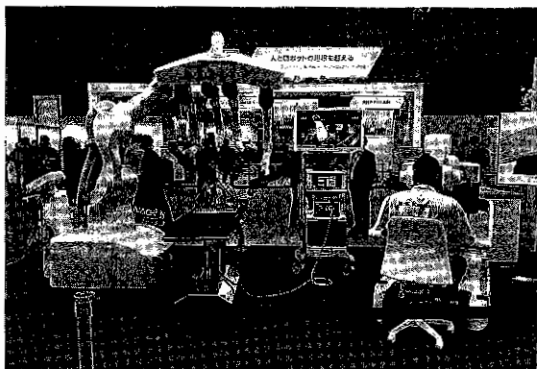


図9 メディカロイドのhinotori™

ドのhinotori™が今回も姿を見せていた（図9）。土木建築、農業用途では、工場内のように環境側を整備することにより合理的な自動化が実現できる用途とは異なり、あるがままの環境に適合して作業することができるフィールドロボットが必要である。

土木建築に関連する出展としては、国際ロボット展でもおなじみとなってきた人機一体のブースに、所狭しと操縦型ロボットが並んでおり、JR西日本、日本信号との共同開発となった鉄道架線工事等の高所作業用ロボットが、いよいよ実現場に投入される運びになっていることが紹介されていた。同社の製品は金岡社長の優れた力制御技術をベースとしており、立命館大学発ベンチャーのガンダム型ロボットが具体的な社会的価値を発揮する事業に発展していく流れを、ここ数回の国際ロボット展で見ることとなった。次回は社会的価値と事業的価値が両立したフィールドロボットの成立した成果を見たいものである（図10）。

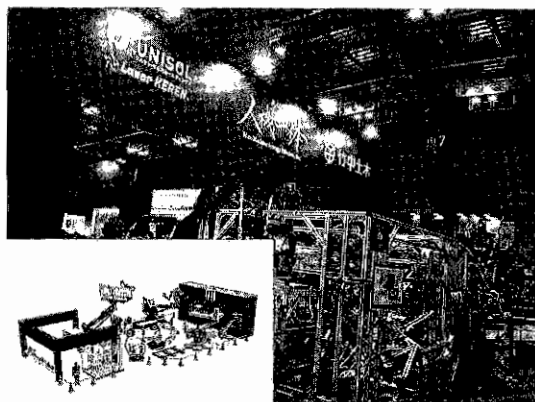


図10 人機一体の展示会場と説明図

農業用途としては、今回、農林水産省によるスマート農業の紹介ブースも開設されていた。自動農機や農作業補助器具、ドローン活用など産業用ロボットとは技術的にも事業的にも異なる展開ではあるものの、自動化とインテリジェント化がもたらす産業力の向上という大命題は同一である。フィールドロボットは、技術的な難しさもさることながら、事業としてのサステナビリティが満たされないと社会には定着しない。そのため、いわゆる産業機械としてのロボットの概念にこだわることなく、進化していくことを望みたい。

### 3. 中国企業の出展

中国企業の出展は、今回50社に及ぶ過去最大数の参加となった。本展のセミナーで中国の調査会社

エム・アイ・アールによる中国産業用ロボット市場最新動向の紹介があり、中国の産業用ロボット市場における中国ローカルメーカのシェアが、2023年上期には43.7%になったと報告された。今や中国市場の半数近くは中国のロボットメーカが占めるようになっている。だが、50社の出展は、その勢いのある中国のロボットメーカの日本市場進出を象徴したものかという点、若干様相は異なる。出展50社には、部品メーカなどの関連製品の企業も多く、いわゆるロボットメーカはおよそ20社ほどであったが、先のエム・アイ・アールのセミナーでも紹介された産業用ロボットの上位を占める主力メーカのESTUN, INOVANCE, EFORTなどの出展はなかった。彼らにとっては世界市場のおよそ半数を占める中国市場での事業展開に注力しており、今のところ、わざわざ競争の激しい日本市場に出てくる必要性を感じていないものと思われる。

中国企業出展のキーワードは、協働ロボット、自動搬送車、ビジョンセンサシステムの3点であった。どれも市場としては発展途上にあるカテゴリの製品と言える（図11）。今回の中国ロボットの展示の範囲では、価格メリットや小型軽量を誇示するのがほとんどで、技術的な訴求点に乏しく、かえって信頼性や安全性などの面で工業製品としては未成熟なものに感じられた。ただし、今回の展示レベルだけで中国ロボットメーカの実力を推し量るべきではなく、中国市場で上位を占め現場で鍛えられている産業用ロボットは日々進歩しているものと思う。



図11 AUBOの協働ロボット

#### 4. おわりに

国際ロボット展も1974年の第1回から数えて今回で25回、およそ50年の歴史を重ねてきた。筆者は1979年の第3回から欠かさず参加してきたが、初期の頃のロボットメーカ各社がロボットの機能性能を誇示する場は、近年の様々な立場の企業や団体がロボットの活用を世に問う場へと変化してきた。これは、ロボット産業が、ロボットという機械製品の上に成り立つ産業から、広い意味での自動化が社会にもたらす価値を求める産業に昇華されてきたことを物語っている。産業としての進化の過程としてはもちろん望ましいことである。一方で、機械技術としての進化に乏しく思えることには一抹の不安感もある。

工業技術の開発は社会の具体的な課題を解決し、産業を促進するものとならなくては意味がない。しかし、将来的な技術革新のための研究の積み重ねの上で、時宜を得た課題に直面し開発に展開されるものが持続可能で成長する工業技術となり、産業の底流となる。現にロボット産業の勃興期は、制御技術やパワーエレクトロニクス、半導体技術など、社会にインパクトを与えるフィジカルな基礎基盤技術が1970年代までに発展し、1980年代に開花したことを背景としている。1980年代の産業用ロボットは、今にして思えばかなり未熟な生産財製品であったように思う。しかし、基礎基盤技術の進歩と需要者側からの強い期待に鍛えられ、今では当時とは比べものにならない完成度の高い機械製品となった。ただし、冷静に見ると基礎基盤技術的には高度化はしているが、基本的な技術構成は1980年代からさして変わっていない。

国際ロボット展はトレードフェアではあるが、今回のようにロボット産業における国際競争が身近に感じられるようになると、将来の日本のロボット産業に革新をもたらすような基礎基盤技術の飛躍的な変化も見たくなる。

#### 参考文献

- 1) 楠田喜宏. 2009国際ロボット展印象記. ロボット. 2010, No.192, p. 79-85.
- 2) 嶋村公一. 2022国際ロボット展印象記. ロボット. 2022, No.266, p. 5-9.
- 3) 小平紀生. 産業用ロボット全史. 日刊工業新聞社, 2023.