随 想

製造業用ロボット 30 年の発展と今後の課題

30-Years History and Future of Robot for Manufacturing

小 平 紀 生* *三菱電機株式会社

Norio Kodaira* *Mitsubishi Electric Corporation

1. はじめに

手元に、1979 年 12 月 8 日付、手書きの研究報告書原紙がある。「関節型ロボットの制御方式」、ロボット普及元年当時の開発記録である。様々な機能の実現可能性を検討したものであるが、8 ビットハードウェアによる制御の限界に四苦八苦している。30 年余りの時を経て、ハードウェアは高速 64 ビットに達して機能・性能が格段に進歩し、産業用ロボット市場は数千億円の規模に成長した。

この間、製造業を取り巻く環境は変化し続け、自動化の考え方や産業用ロボットへの期待も変化してきた。

2. 日本の製造業と製造業用ロボットの足跡 (図 1)

2.1 日本の製造業 60 年

1950 年代から 1973 年のオイルショックまでのおよそ 20 年間は、戦後の高度経済成長期である。日本が豊かな国に向かって経済成長を遂げた時期で、出荷額と従業員数の拡大に当時の邁進ぶりをうかがうことができる。1968 年には GDP 世界第二位となり以後 2010 年に中国に抜かれるまでの半世紀近く、そのポジションを維持することになる。

次いでバブル経済絶頂期までの 20 年は安定成長期といわれる時期である。オイルショック直後に一時期な停滞はあったものの、1980 年代には高度成長期よりも大きな成長を果たしている。高度成長期とは異なり、従業員数の拡大を伴わない成長がこの時期の特徴で、これを可能としたのは日本における FA 技術の開花発展である。

バブル経済崩壊後、現在に至るまでの期間は失われた 20 年と言われている。製造業の出荷額は伸びず、150 万人が製造業を離れている。機電技術・情報処理技術を両輪とした FA 技術で一人当たりの生産性を改善しながら何とか規模を維持してきたというのが現実である。

2.2 製造業用ロボット 30 年

安定成長期の FA 開花発展は、大量生産から多品種少量

図 1 日本の製造業 60 年とロボット産業 30 年 [1] [2]

生産へのニーズ変化と、マイクロプロセッサの恩恵を受けたプログラマブルな自動化機器の登場がその背景にある。

製造業用ロボットはこれを象徴する FA 生産財で 1980 年以後に急成長した。時宜を得た 1983 年のロボット学会発足で、ロボットの研究開発も盛り上がりを見せ、機構、駆動、制御、各種センサ、ロボット言語など、現在のロボット技術の基本型は 1980 年代におおむね揃った。1980 年代の技術進歩と製造現場の適用意欲高揚により、日本は供給・需要ともに突出したロボット先進国となった。

バブル経済崩壊後の 10 年間は国内の設備投資は停滞し、ロボット産業にとっても大変厳しい時期であったが、ロボットという生産財の価値論を深めることができた時期でもあった。

2000 年代に入りアジア経済圏の活性化が加速され、かつては安い人件費を優位としてきたアジア製造業にも自動化のきざしが見え始める。これまで自動化技術で優位を保ってきた日本の製造業には安易なコスト競争の選択肢はなく、変種変量生産などの、さらに難しいモノづくりに挑戦することとなる。ロボットのフレキシビリティと器用さに期待がかかるのは自然の流れで、ロボットによるセル生産へのチャレンジなどが注目される [3]。

製造業用ロボットは、1980 年代：優秀な自動機械としてのロボット、1990 年代：価値あるアプリケーション、2000 年代：高度なシステムソリューション、というように事業的技術的着目点が時代の要請とともに変化してきた。

原稿受付 2012 年 8 月 31 日

キーワード: Industrial Robot, Factory Automation, Robot Business, Global Market, Key-Technologies

〒100-8310 千代田区丸の内 2-7-3

*Chiyoda-ku, Tokyo

表 1 産業用ロボットの直接輸出口先の推移

	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
出荷総台数	81022	79993	33843	74082	98374
直接輸出台数	44931	46855	21076	52184	70502
直接輸出比率	56%	59%	62%	70%	72%
アジア向け	19%	23%	29%	35%	33%
北米向け	21%	18%	18%	19%	21%
欧州向け	14%	17%	14%	15%	16%
他地区向け	2%	1%	1%	1%	2%

3. 製造業用途ロボットの現状の課題と今後

3.1 急激にグローバル化する製造業用ロボット市場

表 1 にリーマンショックの前後にわたる過去 5 年の日本製マニピュレーティングロボットの向け先推移を示す [2]。直接輸出比率が急増し、産業用ロボットが一気に輸出産業に変貌した様が見てとれる。国内の自動化投資停滞傾向とアジアの自動化気運高揚も数値に表れており、日本国内向けからアジア地区向けに 5 年間で 15% がシフトしている。

製造業用ロボットのアジア市場規模拡大は、大歓迎である。中国の今後の国内産業振興にも大きく期待できる。

しかし、市場のグローバル化に関して、日本の産業構造上非常に深刻な問題もある。日本がロボット先進国であり続けたのは、国内のロボットエンジニアリング能力を有する優秀な企業が存在が大きい。ロボットは彼らの手で生産システムにセットアップされ、最終需要者の手に渡る。ロボットはその単価の数倍から数十倍のシステムにインテグレーションされるので、数千億円のロボット市場の回りには、実は数兆円の生産システムの市場がある。問題は、国内向け出荷の減少は国内のエンジニアリング企業のビジネスチャンスの縮小に直結することである。これは日本国内のあらゆる生産財産業に共通することで根は深い。理想的には、日本のロボットエンジニアリングも海外需要対応にシフトすることであるが、機器の輸出とは異なり容易ではない。グローバルエンジニアリングを意識した技術開発、中小企業のグローバル化支援策など課題山積である。

3.2 競争激化する製造業用ロボット市場

中国の企業の新興など、ロボット産業勢力図の変化が始まっており、さらなる競争激化は必至である。しかしアジアの新興ロボット産業と、単なる機器の価格競争だけで日本のロボット産業が勝ち残れる可能性は皆無である。これまで以上に付加価値を高める技術による産業競争力の強化が必要である。

日本の産業用ロボット技術は、この 30 年の歴史の中で、培われた、ある程度完成度の高いものである。制御技術も含め、情報処理的な側面での技術進化はまだ進んでいるが、特に機構要素や材料、適用デバイス面ではどちらかと

いうと完成された技術を大事に使っている傾向が強い。技術的なイノベーションによるロボット産業の競争力強化の一つの切り口は、常識化している要素技術・要素機構の大胆な革新に取り組むことである。

もう一つの切り口は、システムインテグレーション技術である。生産設備として評価されるのは、ロボットの適用の最終型であるロボットシステムのコストパフォーマンスである。システムのコストパフォーマンス向上効果が明確な技術は強い競争力になる。システムのコストとは、システムのイニシャルコストだけではなく生産財としての維持や信頼性、安全性確保などの総合的なコストである。

例えばロボットの知能化技術はよく語られるが、実はシステムコストを下げるができる知能化こそ追求する価値の高い知能化である。ハンド交換不要のインテリジェントハンドや位置決め治具を不要にするビジョンセンサなどオプション的な知能化、エラーリカバーや作業学習などの自律機能的知能化、ティーチングの知能化、オフラインプログラミング、リモートメンテナンスなどシステム構築や維持のための知能化などである。

要素技術の革新もシステムのコストパフォーマンス追求も、実は同じ取り組みである。超軽量新素材を使用したロボットはシステムを簡易化できる。ケーブルを一切使用しないロボットは配線にかかわるコストやトラブルから開放される。消費エネルギー削減や高額部品を不要にする技術がトータルコストに及ぼす効果は、はかり知れない。

4. お わ り に

製造業用ロボットにとって、巨大なポテンシャルを持つアジア市場は大変楽しみである。一方、ロボット産業が厳しいグローバルコンペティションの時代に入ったことも事実であり、初心に返った本質課題の再抽出と基本技術への再アプローチが必要な時期に来ている。

参 考 文 献

- [1] 経済産業省：工業統計確報 産業編，1952 年版-2012 年確報。
- [2] 日本ロボット工業会：ロボット産業需給動向 2011，および過去分。
- [3] 鷲見和彦：“柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステムの開発”，日本ロボット学会誌，vol.27, no.10, pp.1082-1085, 2009。
- [4] 小平紀生：“試練を迎える日本の産業用ロボット”，季刊中国総研，vol.15-3, no.56, pp.9-16, 2011。

小平紀生 (Norio Kodaira)

1975 年東京工業大学工学部機械物理工学科卒業。三菱電機株式会社入社。同社研究所にて産業用ロボットの研究開発に従事。1992 年より同社名古屋地区事業所にて、産業用ロボットの技術部門を統括。2005 年同社主管技師長就任。現在同社本社にてロボット事業に関する技術戦略の企画推進に従事。日本ロボット学会副会長、日本ロボット工業会システムエンジニアリング部会長、安全保障貿易情報センタロボット分科会主査。（日本ロボット学会正会員）