

# ロボット分野における当社の技術開発について

技術開発本部 副本部長（兼）システム技術開発センター長  
執行役員 河野 行伸



## まえがき

技術開発本部では、2010年に策定された「Kawasaki 事業ビジョン2020」の達成のため、事業部門と一体となって技術開発を進めている。特に産業用ロボット（以下、ロボット）は、機構設計・解析技術、電子・制御技術、多機能化技術などの最新の技術を駆使した製品であり、顧客に価値を提供し続けていくために継続的な技術開発が必要不可欠である。当社では、図1に示すように、精密機械カンパニー・ロボットビジネスセンターと技術開発本部が常に連携し、社内適用の成果をフィードバックしながらロボットの技術開発に取り組んでいる。本稿では当社のロボット分野における技術開発の概要について紹介する。

## 1 産業用ロボットに求められる技術

ロボットの動作速度や動作精度といった基本性能は、顧客にとってラインの生産性や製品品質に直結するため、ロボットメーカーが常に向上させていかなければならないものである。基本性能の向上は、現代制御理論を応用した防振制御技術の適用など、いわゆる制御技術を追求することで達成しており、当社の最新のロボットコントローラでは、4慣性モデルによる状態推定オブザーバといった制御方式を実装するなどして、業界トップレベルの動作速度と動作軌跡精度を達成している。

また、ロボットの利用形態はいわゆる教示／再生が基本で、ロボットに作業をさせる前に、その動きを細かく正確に教示する必要がある。そのため、ロボット導入時やワーク変更時のコストダウン要求として、教示作業の省力化が強く求められている。教示／再生を基本としたロボットの

使い方を一変させる技術として、当社では大きく二つの技術に取り組んでいる。一つは、3次元CAD図面上のワーク形状情報を基に、ロボットの動作プログラムを自動生成するオフラインプログラミング技術である。これにより、教示作業そのものが不要になる。もう一つは、位置決め精度低下の原因となるロボットアームの個体ごとの機差やたわみ量をリアルタイムで補正するソフトウェア技術である。これにより、故障などによるロボット交換時にも教示修正作業が不要になる。

そして近年では、人とロボットとを共存・協調させることで、より効率的な生産ラインを構築する動きが活発になっている。ロボットを運用する際には、安全柵や機械的安全装置などにより作業者の安全を確保する必要があるが、産業用ロボットの国際安全規格（ISO10218-1）が改定された結果、いわゆる機能安全技術を安全確保に適用できるようになった。すなわち、ロボットメーカーは領域監視や速度監視といった安全機能をロボットコントローラに組み込むことができる。それにより、顧客に対しては、安全性を損なうことなく、設備コストの低減や使いやすいロボットを提案できるようになった。当社では、機能安全規格の第三者認証を取得した動作監視安全ユニットを製品化しており、安全性と利便性を両立させ、生産ラインの柔軟性向上と低コスト化を顧客に提案している。

以上のような技術は、ロボットコントローラの改良とともに演算性能を従来比で4～5倍に向上させ（図2）、より複雑な制御や機能を実装することで達成している。この傾向は今後も続き、ロボットのさらなる高機能化が可能である。

## 2 社内適用を通じた技術開発

当社は、航空機、車両、船舶、油圧機器、モーターサイクルなどさまざまな製品を製造している。生産性と品質の向上を追求するこれらのものづくりの現場において、近年急速に増えているニーズとして、研磨・バリ取りなどの仕上げ作業や機械部品の組立・検査作業の自動化が挙げられる。これらの作業は、人間の器用さや作業者の経験に依存するところが多いという点で共通しており、自動化が進んでいない。技術開発本部では、ここにロボットの新たな適用領域があると考えている。そこでロボットの適用に必要なセンサ技術や周辺機器の制御技術の開発に取り組み、事業部門の自動化ニーズに応えている。

また、従来からロボット適用が進んでいる溶接・接合分野においても先進技術を常に開発し、ロボットに組み入れ

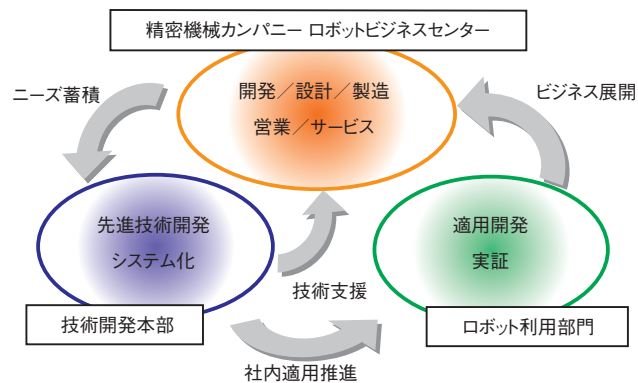







図1 当社の産業用ロボットの開発体制

年代	1980	1990	2000	2010	
	Aシリーズ	ADシリーズ	Cシリーズ	Dシリーズ	Eシリーズ
					
	デジタル制御 2 慣性オブザーバ		自動教示 フィードフォワード制御	絶対精度補正	機能安全技術 4 慣性オブザーバ
演算性能*	1	10	30	100	

\*ADシリーズを基準とした比

図2 産業用ロボットコントローラの変遷と制御技術

て社内のもので、現場に適用している。具体的な例として、摩擦攪拌点接合 (FSJ) やシーム溶接などが挙げられる。特にFSJは、従来の抵抗スポット溶接やMIG溶接に代わる溶接方法として、優れた外観品質、低熱変形という特徴を持った画期的なもので、ロボットと組み合わせた社内生産設備は当社製品の差別化に貢献している。

このように、技術開発本部では社内適用を通じてロボットに求められる技術を取捨選択しながら、ノウハウを蓄積している。

### 3 多機能化技術

ロボットは、決められた作業を正確かつ高速に繰り返すことを求められてきた。その適用領域をさらに拡大するためには、例えばワークの位置や形状に誤差があっても、それを許容して確実につかみ運ぶ柔軟さや、作業の仕上がりに具合を判定する能力が必要である。具体的には、人間の「目」と「手」に相当する視覚センサとハンド機構、およびそれらをロボットアームと連携させて、システムとして動作させる仕組みが必要である。

「目」に相当する視覚機能は、インテリジェントロボットを実現するために必要不可欠な機能であり、技術開発本部では、20年以上にわたり視覚センサの開発を継続している。最新の3次元視覚センサでは、従来の濃淡画像ではなく、距離画像を撮像/処理することで対象ワークの3次元情報が得られ、より確実に対象ワークを識別できる。「手」に相当するハンド機構には、多種多様なワークをつかむフレキシブル性が要求されるが、社内適用で蓄積したノウハウを活かして、器用さ・柔軟さ・正確さを備えた汎用ハンドを開発している。そして、このような「目」と「手」を組み合わせて複雑なハンドリング作業や機械組立作業を自動化し、システム化するためのキーハードとしてモジュールコントローラを開発している。これはロボットコントローラ本体とは独立した制御装置で、ロボットメーカーの持つ技術やノウハウをシステムインテグレーターが利用しやすい形態で提供できる。



(a) 臨床用自動培養システム



(b) 非臨床用自動培養システム

図3 新分野の開拓：細胞自動培養装置  
(プラント・環境カンパニーで事業化)

### 4 将来に向けた取り組み

労働集約型生産ラインにも、自動化、ロボット化を進める手段として、近年、人とロボットとの共存・協調・協働技術が注目されている。当社では、人とロボットが共存することを前提に、人に従属しながらも積極的に人を補助するロボット技術の開発に取り組んでいる。これまで培ってきた制御技術や安全技術、システム化技術に、力の監視・制御技術を加えることで、人のスキルとロボットのパワーを連携させた次世代のロボットの利用形態を提案していく。

また、新たな分野へのロボットの適用として、細胞自動培養システム (図3) の開発を進めている。再生医療や創薬研究において、ヒト細胞をベースにした開発、発展が期待されているが、そこで必要となる細胞培養の作業を人手に頼っており、自動化、無菌性確保、作業の信頼性向上の面でロボット化が期待されている。当社では、蓄積してきたロボット技術、画像処理技術をここに用いることで、従来の細胞に加え、熟練者でなければ培養が難しいヒトiPS細胞の自動培養に世界で初めて成功している。

### あ と が き

進歩が著しい先進技術を駆使するロボット事業では、顧客の要望に的確に答えていくために、継続的な技術開発が不可欠である。一方で当社は、総合重工メーカーとしてさまざまな製品を扱っており、ものづくりの現場ではロボットの活躍が期待されている。

今後も引き続き、ロボットメーカーでありロボットユーザーでもある当社の強みを活かして、顧客に価値を提供するとともに、ロボットの新たな分野を切り拓いていきたい。