CNC, サーボ, ロボット, ロボショット の技術開発の歩み*

Course of Research and Development of CNC, Servo, Robot and Roboshot

稲葉善治** 宮田光人** 内田裕之** 二瓶 亮**

Yoshiharu INABA, Mitsuto MIYATA, Hiroyuki UCHIDA and Ryo NIHEI

1. ファナックの技術開発

ファナックにはFAとロボットという2つの事業の柱がある。FA部門では、工作機械の主構成要素であるCNC、サーボ、レーザ発振器を商品化している。一方のロボット部門では、産業用ロボットに加え、ロボドリル、ロボショット、ロボカット、ロボナノを商品化している。

ファナックの技術開発の発祥はCNCとサーボで、この両者は今も基本技術である。この基本技術を最大限に活用して、ロボットやロボショットを強化している。狭い道に絞り技術開発を行うファナックでは、基本技術のCNCとサーボが活躍しない商品を手掛ける予定はない。

また、ファナックの工場群では、知能ロボットを中心とした自社商品を積極導入することで、自社商品の加工、組立の自動化を実現している。自社の工場に実践導入した自社商品から得られる貴重な知見を元に、自社商品をさらに開発改良するという循環プロセスを得ているわけである。

2. CNC, サーボの技術開発の歩み

ファナックは、1956年に日本で民間初のNCの開発に成功した後、1958年には真空管式のNCの商用機を完成させ、日本のNC工作機械普及のきっかけを切り拓いた。その後、NCはデジタル回路を用いたハードワイヤードNCからマイクロプロセッサを用いたCNCに、サーボは電気油圧パルスモータから電気サーボモータにと、50余年にわたる様々な開発改良を経て今日に至っている。

その50余年間のCNCの技術開発の中心テーマは、軸制御における高速化と高精度化の両立、そして高信頼性の追求にあった。経路誤差なしに最適加減速を行う高精度な輪郭制御機能は、サーボのフィードフォワード制御と相俟って、非常に高いレベルでの高精度加工を高速で実現している。また、メモリーや内部バスへのエラー訂正コードの採用をはじめ、高信頼性を目指した技術開発により、CNCシステムの故障率は平均して10年に1回という、非

常に高い信頼性を確保している。

最近のCNCの技術開発では、複雑な同時5軸加工などを実現するハイエンドモデルとともに、機能のシンプルさや使い勝手の良さなどに重点を置いたローエンドモデルにも注力している(図1)。

サーボの技術開発もCNCと同じく、高速化、高精度化、高信頼性が中心となった。軸送り用には、永久磁石を採用した同期モータを開発した。永久磁石による高い応答性と、磁気回路の最適化による『滑らかな送り』を両立し、工作機械の加工の速度と精度の向上に寄与した。用途がPTP制御でなくCP制御なので、モータ設計に際しては、この送りの滑らかさを最優先課題とした。同様に、エンコーダ、駆動アンプ、制御ソフトにおいても、モータの送りの滑らかさの実現を目指して開発改良を行った(図2)。

一方主軸用には、ベクトル制御による誘導モータを開発した。誘導モータでは2次側の磁束が可変なので、低速大トルクから高速高出力まで柔軟な対応が可能で、工作機械の主軸に適している。また、各時代のニーズに答えるべく、リニアモータ、DDモータ、大型サーボモータなど

図1 FANUC Series 0i/0i Mate-MODEL D
FANUC Series 30i/31i/32i-MODEL A

図2 FANUC AC SERVO MOTOR
ai series/βi series

*原稿受付 平成20年6月30日

**正会員 ファナック株式会社(山梨県南都留郡忍野村忍草3580)

稲葉善治

ファナック株式会社代表取締役社長、工学博士。

宮田光人

ファナック株式会社専務取締役、ソフト研究統括。

内田裕之

ファナック株式会社専務取締役、サーボ研究統括、第一サーボ研究所長。

二瓶 亮

ファナック株式会社専務取締役、ロボット研究統括、第一ロボット研究所長。

様々なモータを商品化している。また今後は、省エネルギー性の更なる向上を最重要テーマの一つと考えている。

3. ロボット, ロボショットの技術開発の歩み

ファナックのロボット開発は、工作機械制御の基本である CNC とサーボの技術の応用・展開という形で始まった。工作機械への部品供給・搬出のロボット化、工場の省人化実現を目的として、1976 年に第 1 号機のロボットを開発した。以降、現在に至るまで 20 万台を超える世界最大の出荷実績を達成している。

工作機械のワーク着脱用として、4 軸の円筒座標系構造から始まったロボットは、1982 年の自動車工場のスポット溶接向け 6 軸垂直多関節ロボットの開発へとつながり、その後アーク溶接、シーリング、マテリアルハンドリングなど 6 軸の柔軟性を活かした多くの用途へと拡大した。1984 年には、ロボットとしては世界で最初に、アブソリュートパルスコードを搭載した AC サーボモータを採用し、信頼性、使い勝手を大幅に向上させた。

自動車工場に続いて、生産現場のロボット化をさらに拡大すべく、視覚、力覚といった知能化機能のロボットへの搭載にいち早く着手した。1992 年に知能化機能を搭載した 7 軸双腕知能ロボットを開発し、社内工場に導入して知能ロボットの適用経験を積んだ。そして、市場競争の厳しい大型 6 軸垂直多関節ロボットにおいて、2000 年に開発した『万能知能ロボット R-2000iA』に蓄えた知能化機能を導入した。これにより、『知能ロボットのファナック』なる評価が市場に定着し、現在の R-2000iB へと受け継がれた (図 3)。

ファナックのロボット開発は、知能化機能の拡充に重点を置いている。知能ロボットが工作機械のワーク着脱作業を行い長時間連続運転を実現した FANUC Robot Cell は、2005 年に「第 1 回ものづくり日本大賞」内閣総理大臣賞を受賞した。知能ロボットは食品・医薬品ハンドリング分野にも進出し、デュアルドライブ・タンデム制御により動作速度を向上した M-430iA によるビジュアル・トラッキングシステムは、2007 年の「今年のロボット大賞」経済産業大臣賞を受賞した。

今後も、知能ロボットの技術を展開して、あらゆる生産現場のロボット化の促進に貢献したい。

ロボットに続く大きな柱に成長しつつある商品が、ロボショット (全電動式射出成形機) である。ファナックは、1983 年、米国シンシナティ・ミラクロン社から油圧式射出成形機のライセンスを導入し、この技術を基に全電動式射出成形機の開発に着手した。翌 1984 年、世界で初めて実用に供せる全電動式射出成形機の商品化に成功し、AUTOSHOT という商品名で市場に投入した。当初は油圧式射出成形機全盛の時代で市場では苦戦したが、油圧機に対する圧倒的な精密成形能力や、電力消費量を 3 分の 1 に減らす省エネルギー性など、電動式の特徴が徐々に注目を集め、カメラや電子部品など超精密プラスチック部品

図 3 FANUC Robot R-2000iB

図 4 FANUC ROBOSHOT S-2000i100BH

のニーズが高まってきた業界から採用が始まった。

この AUTOSHOT は、成形機の担当部門だけでなく、ファナックが全社一丸となって開発が進められた。一例を挙げると、サーボ部隊は、射出機構の駆動源として油圧に匹敵する高トルク・高応答性をもつ超大型サーボモータを開発し、CNC 部隊は、位置と速度の制御に加え圧力制御機能を付加した CNC を開発した。なお、この超大型サーボモータや CNC 制御技術は、現在、サーボプレス、ワイヤソーなど、他の産業機器にも応用され、それぞれの分野で画期的な性能を発揮している。

現在、AUTOSHOT は商品名を ROBOSHOT と変え、ビジネスとして順調に成長している (図 4)。日本の射出成形機業界も、現在ではその約 90% が電動式となり、油圧式は影を潜めた。そして、電動式射出成形機なくては実現しなかった DVD、デジタルカメラ、携帯電話などが続々と商品化され、日常生活を豊かなものになっている。

4. 技術開発の今後の展望

冒頭で述べた通り、狭い道に絞った技術開発こそがファナックの基本方針であり、今後も基本技術である CNC とサーボが活躍しない商品を手掛ける予定はない。

また今後は、事業としていまだ発展途上にあるロボナノ (超精密加工機) を新たな柱とすべく、技術開発にまい進していきたいと考えている。