

# モータ 第4回 ゼミナール

ビートルズが世界中を熱狂させた1960年代、安川電機は独創的なDCサーボモータを次々生み出しました。マイケル・ジャクソンがスリラーを歌った1983年、安川電機はACサーボモータを製品化し、モータ業界に新たな波を引き起こしました。そして30年経った今、FA分野では100%近くACサーボモータが使われるようになりました。マイケルがKing of Popなら、サーボモータはKing of Motor?! 今回、そんな呼び名にふさわしいサーボモータについて解説します。

## サーボモータ

### サーボモータとは

一般のモータは負荷を回し続けて仕事をすることを目的としています。サーボモータは、負荷を回すこともさることながら、目標物に忠実にかつ素早く応答することを目的としています。

ところで「サーボ」の意味をご存知でしょうか？ その語源はラテン語のServus（英語のSlave：奴隷）からきています。奴隷は主人に忠実に従い、命令どおり動きます。サーボも物体の位置や速度や経路を思いどおりに制御することを目的としていますので、この言葉が使われ始めたのです。

### 油圧サーボ、DCサーボ、そしてACサーボ

1960年代、サーボと言えばもっぱら油圧サーボでした。しかし、作業油漏れ対策や保守の問題が大きく、電気サーボが切望されていました。油圧サーボにも勝る応答性や精度を実現すること、それが当時のモータメーカに課せられた使命でした。その使命を世に先駆け果たしたのが安川電機であり、DCサーボモータの「ミナーシャモータ」でした。「ミナーシャモータ」の誕生話は安川電機の技術を語る上でなくてはならないものになっています。

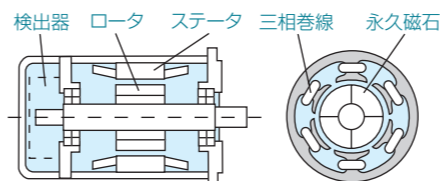
1970年代からのエレクトロニクス技術の進歩に後押しされ、1980年代にはDCサーボモータの全盛期を迎えます。一方、DCサーボモータにはブラシの定期交換や摩耗による発じんの問題が常につきまわっていました。1980年代の前半にはブラシのないACサーボモータが登場しますが、電流制御がアナログ制御でありCPUも8bitのマイコンを使用していたことから、DCサーボモータの制御性能には及びませんでした。

1980年代の後半に入り、オールデジタル制御のACサーボモータが製品化されました。そして、1990年代に入り、ASICや16bitマイコンの使用、検出器の位置データをシリアル通信で高速化することが図られ、制御性能が飛躍的に向上しました。このようなアンプや制御の高性能化と並行して、モータの永久磁石には強力なネオジム・鉄・ボロン磁石を使用することができるようになり、劇的な小形化と応答性の両立を実現しました。

1990～2000年代にかけて半導体・液晶産業が活発となり、それら製造装置に大量のACサーボモータが搭載されることになりました。ピーク時の2007年に日本国内のサーボモータ生産台数は234万台（ちなみに10年前の1997年は106万台）にも増大しています。さらに、よりクリーンで高精度なサーボモータの必要性も高まり、リニアモータやダイレクトドライブモータへと展開されていきました。

### ACサーボモータのしくみ

ACサーボモータの構造はステータに三相巻線、ロータに永久磁石があり、シャフトの反負荷側にロータの角度を読み取る検出器があります。

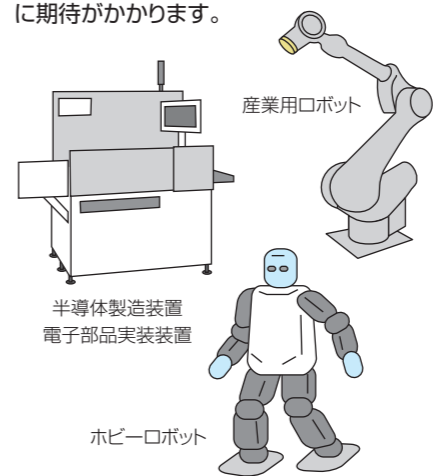


ACサーボモータの構造

ACサーボモータでは、この検出器が大きな役割を担っています。同期モータであるACサーボモータを正常に駆動するには、ロータの永久磁石が作る磁極を正確に知る必要があります。検出器がその磁極情報を読み取りアンプの制御側へ渡します。そうすることで、三相巻線に正確な電流を通電することができ、指令に応じたトルクを発生させることができます。また、検出器の角度情報はロータの回転速度や回転角度を制御するのに使われます。角度情報が正確で詳細であるほど、速度や位置を精密に制御することができます。現在の安川電機のサーボモータ（J-Vシリーズ）は検出器であるエンコーダの分解能が20bitもあります。つまり、360度の100万分の1にあたる微小な角度が分かるのです。

### FA分野からホビー分野まで

ACサーボモータが使用されている用途は多岐にわたっています。半導体・液晶製造装置、電子部品実装装置、工作機械、繊維機械、梱包装置、太陽電池パネル製造装置、産業用ロボットといったFA分野を始め、現在では医療機器、アミューズメント機器、鉄道ホームの自動ドアなどに広がりをを見せています。例えば、LEDを製造する装置は高い生産性と高精度な位置決めが求められることから、小形・高性能なACサーボモータを複数台使用しています。照明器具のLED化は加速的に増えていくと予想され、今後のACサーボモータの活躍に期待がかかります。



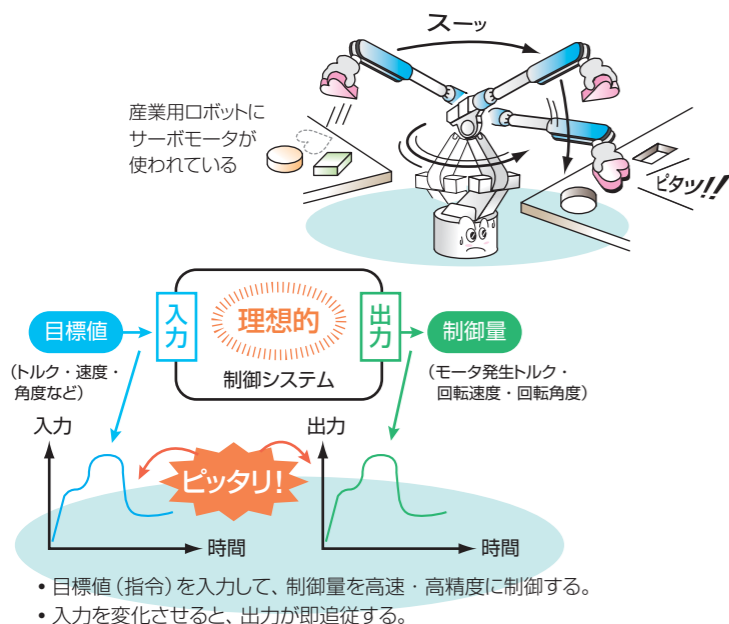
ホビー分野にもACサーボモータの波が押し寄せています。ホビーロボットの競技は年々アグレッシブさとリアルさを増し、モータの高出力化と精密な動きが求められようになってきました。最大トルク4.1Nm、エンコーダの分解能も12bitあります。ホビーだからと言って侮れません。

### 人に癒しを与えるサーボへ

マッサージチェアを利用されたことはありますか？ 実は最近の高性能なマッサージチェアにはサーボモータが複数台使われています。DCモータに低分解能エンコーダを付けたもので、精密な制御は産業用ACサーボモータとは比べものになりませんが、ギアやモータの駆動音がなく静かで、何よりも直接「人」に触れる所を動かしています。そのモータによって揉まれると、人は「気持ちいい」と感じます。

産業用を中心に利用されてきたサーボモータは、これまで小形・高性能を追求してきたものでした。今後、サーボモータはより人に近いところに利用されると予想されています。今までは異なる価値基準が誕生し、「人に癒しを与えるサーボモータ」これが将来の姿ではないでしょうか。

今回でモータゼミナールは終了となります。次回からは、インバータゼミナールを開講する予定です。



年代	1960	1970	1980	1990	2000	2010
方式	油圧サーボ	DCサーボ	DCサーボ	ACサーボ	ACサーボ	ACサーボ
モータ	油圧モータ	DCサーボモータ	DCサーボモータ	ACサーボモータ	ACサーボモータ	大容量 リニア ダイレクトドライブ
磁石	フェライト磁石	フェライト磁石	ネオジム・鉄・ボロン磁石	ネオジム・鉄・ボロン磁石	サマリウムコバルト磁石	サマリウムコバルト磁石
検出器	タコジェネレータ	タコジェネレータ	絶対値エンコーダ	絶対値エンコーダ	シリアルエンコーダ	インクリメンタルエンコーダ
アンプ制御	パワートランジスタ	MOSFET	IGBT	IPM	マイクロプロセッサ	ASIC オートチューニング アドバンス制御

サーボモータの変遷

## 戸畑チャンポン

北九州市戸畑区の名物「戸畑チャンポン」をご存知でしょうか。チャンポン麺というと、太い麺というイメージだと思いますが、戸畑のチャンポン麺はラーメンより少し太いくらいです。この細い麺を蒸しているのが



「戸畑チャンポン」の特長で、食べると麺の一本一本がもちもちとした食感をしっかり主張している感じです。一説では、細い蒸し麺はお店で素早くチャンポンを提供できるように工夫されたものとか。

製麺業者に限られるため、「戸畑チャンポン」が食べられるのは北九州市戸畑区近郊に限られます。「戸畑チャンポン」を出す店では、「戸畑チャンポン」と書かれた黄色いノボリを出しています。

ところで、戸畑といえば、国の重要文化財にも指定されている「西日本工業倶楽部」が有名です。かねて北九州財界一致の希望に

より結成されたこの「西日本工業倶楽部」は、日本産業界の重鎮であった故松本健次郎氏の旧邸です。松本健次郎氏は安川財閥の創始者安川敬一郎の次男で、安川電機、明治専門学校（現九州工業大学）などの創立に携わっており、九州の産業発展や人材育成の先駆者とも言えるでしょう。

「西日本工業倶楽部」は昨年2012年に100周年を迎え、博物館での企画展など様々な記念行事が行われています。北九州に来られる際、企画展見学の合間に、「戸畑チャンポン」にチャレンジしてみたいかご存知でしょうか。