

# 安川電機

HISTORY OF YASKAWA TECHNOLOGY

## 技術物語

第五回

この物語は、主流であったDCドライブの潮流をACドライブに大きく変えたベクトル制御の開発に携わった者達の栄光への軌跡である...



## ベクトル制御 ドライブの開発

### 誕生前夜

安川電機のインバータ開発は1960年代にさかのぼる。当時は、まだ高速・大電力のパワートランジスタが世の中に出ておらず、インバータには応答の遅いサイリスタが使用されていた。制御技術も誘導電動機(V/f制御)誘導電動機に加える電圧と周波数を比例して変化させるが主体であり、速度制御範囲も1:10程度以下で、応答もあまり速くなく、単純可変速用など比較的小さい負荷に適用されていた。この為、ダイナミックな性能が望まれる用途には制御性の良い直流電動機が使用されていた。しかし、直流電動機には、整流子やブラシの磨耗部があるため、定期点検とブラシの交換が必要なこと、粉塵が多い場所など悪環境での適用ができないなどの課題があった。

### ベクトル制御の発明と当社の取り組み

1970年代はじめに、ドイツ社が磁界オリエンテーション制御を発表。誘導電動機が直流電動機と同じように制御できることを理論付けた。安川電機の若いエンジニアは、磁界オリエンテーション制御を技術雑誌の紹介記事で知り、震撼した。すぐに論文を取り寄せ、理論を実現する一歩を踏み出した。当時、高速・大電力のパワートランジスタが開始しており、先行開発していたPWMによる瞬時電流制御の適用により理論の実現が可能になった。しかし、ベクトル制御演算に必要なベクトルアナライザやベクトル回転器などを構成する高性能の乗除算デバイスが無く、何千という個別部品を使用して回路を設計した。この結果理論どおりの性能が発揮されることを確認した。更に、磁束センサを必要としないより実用的なすべり周波数形ベクトル制御を独自に発明することでオーム技術賞を受賞した。この発明により、誘導電動機は直流電動機のように指令どおりに俊敏に動いた。安川電機のベクトル制御の誕生である。



### 産業用ドライブへの適用

ベクトル制御ドライブの最初の適用は1978年製鉄所の連続鋳造設備であった。有害ガスや粉塵が多く、周囲温度も100と高く、直流電動機が使える環境ではなかった。しかし、1:40という広い速度制御範囲が必要で、誘導電動機(V/f制御)では実現不可能だった。それを、ベクトル制御が救った。誘導電動機に似た構造のレゾルバ形の検出器を備え、正に誘導電動機の特長とベクトル制御の性能が発揮された第1号機であった。このベクトル制御ドライブVarispeed-626TVは更に適用が広がり、世界で初



ベクトル制御ドライブ VS-626TV

めでの全AC化を実現したメンテナンス不要の連続鋳造設備を実現し、今もなお好調に100台近いロールを駆動している。すべり周波数形ベクトル制御の課題は、2次抵抗値の温度変化によるトルク特性の低下である。この課題も、2次抵抗値の温度変化を推定し、制御上の補償を加えることにより解決した。この機能を搭載したパラメータ適応形ベクトル制御ドライブVarispeed-686/680も、オーム技術賞を受賞している。このベクトル制御の技術は、速度検出器を用いないセンサレスベクトル制御技術や、モータ定数のオートチューニング技術と共に、システム用インバータ専用



汎用インバータ VS-F7/G7

から汎用用途に展開された。現在では、当社インバータ事業を強力に支えるVarispeed-F7,G7,V7などの主力商品に適用されている。

### 工作機械用主軸ドライブへの展開

1970年後半、工作機械の主軸には直流電動機が使用されていた。工具交換のためにサーボ的な定位置停止機能が必要だったからである。しかし、生産性向上のため、工作機械主軸に、より高速化が求められるようになった。直流電動機ではブラシ、整流子の磨耗部があるため不可能であった。こうして、ベクトル制御を適用した誘導電動機を6000min-1の高速回転速度で駆動する主軸用ドライブVS-626MTが誕生した。1982年の



Varispeed-MX/MRX

工作機械見本市には、アルミ加工を狙った出力15kW、回転速度20000min-1の高速主軸を出展、1989年には、ベクトル制御を全デジタル化した40000min-1の主軸ドライブを発表している。最近の主軸ドライブは、サーボとのコンセプト統一、主電源共通化、コントローラとの高速通信、高サーボ性能化などを実現、Varispeed-MX/MRXとして市場に送り出した。

### 最後に...

ベクトル制御は、誘導電動機や同期電動機の高性能制御方式として当たり前の技術になっているが、今後センサレス制御の高性能化、モータ定数の簡単チューニングなどを実現していくことになる。

(文責: モーションコントロール事業部 インバータ事業統括部 技術部 宮野 利雄)

このコーナでは、安川電機が生み出した様々な製品や技術についての秘話・エピソードなどをご紹介しています。次回の「安川電機技術物語」もご期待ください。

## 安川カレンダー物語

### 第五話

## 棟方志功画伯と「柳仰板画作」

1936年、棟方志功画伯は第11回国画展(現在の日展)で「大和し美し」を出品します。ヤマトタケルノミコトを主人公にした佐藤一英作の長い物語詩を20枚の板画絵巻物にしあげたもので、絵の部分よりも文字の部分が多く、横に並べると約7mという超大作です。しかし、あまりにも常識はずれな作品であったため、いったん展示を拒否されてしまいます。この時、棟方作品に新しい板画芸術の可能性を見出し、展示を強く推したのが、国画会工芸部の有力な会員であった濱田庄司(陶芸家)と柳宗悦(美術評論家・宗教哲学者)でした。民芸運動の推進者であった二人は、絵画の専門家でないだけに、画伯の板画の不思議な美しさを虚心に認めることができたのです。この出会いが、棟方画伯のその後の作品テーマや作風に大きな影響を与えて行くことになります。

柳宗悦は「大和し美し」を買い取るなど

経済的に画伯を支えるとともに、仏教世界を説き、精神的な意味でも棟方画伯の教師となり、支えとなりました。まだ「大和し美し」から5枚を選び表から彩色した際、板画の縁が彩色により隠れてしまうのを惜しんだ柳は、画伯に板画の裏側からの彩色を勧めました。これが、後の画伯の独特の表現手法である「裏彩色」へとつながるのです。

2005年版の安川カレンダー「讃仰の欄」秀作選は、棟方画伯が師として仰ぎ尊敬した人々を賛えて制作した作品の中から、特に優れた代表作を選定したものです。そのうちの一つ、「柳仰板画作」は、「柳宗悦を「仰ぐ」という意味がこめられています。この板画には他にも恩を受けた人々、濱田(庄司)水谷(良一)、川勝(賢一)、安田(與重郎)、真(丈夫)、大原(孫三郎・総一郎親子)、西垣(光温)などの名前が彫りこんであります。



「柳仰板画作」

安川カレンダーご紹介サイトは...  
<http://www.yaskawa.co.jp/company/munakata>