

サーボシステムの グローバル化を支える技術

成澤 康敬

Yasutaka Narusawa

宮原 章雄

Akio Miyahara

児玉 秀明

Hideaki Kodama

1. まえがき

経済や産業のグローバル化により、当社のサーボシステムは日本市場だけでなく、北米、欧州、中国、そして東南アジアを中心に、様々な地域のお客さまにご使用いただき、機械・装置の性能・品質の向上に貢献できている。

従来、サーボシステムに対する要求としては、性能、特性、小型化などが非常に重要な要素であったが、グローバル化に伴い要求は多様化している。例えば、省エネルギー化、耐環境性、信頼性・安全性、そして利便性・運用性などが求められている。

本稿では、グローバル化にともなう、ステッピングモータ、サーボアンプ、そしてモーションコントローラに対する要求と、それに対する具体的な取組み事例について紹介する。

2. ステッピングモータの取組み

2.1 ステッピングモータへの要求

ステッピングモータへの主な要求としては、

- (1) 防水・防塵など耐環境性能の向上
- (2) モータ駆動電圧の拡張
- (3) 国際的な製品安全規格への対応
- (4) 入手性の良いコネクタの採用
- (5) 保守性の向上

などがあり、要求に適した標準製品の拡充を進めている。また、特定地域や限定された用途のみで要求される仕様については、標準製品をもとにカスタマイズ対応をおこなっている。

具体的な取組み事例として、2相ステッピングモータ「SANMOTION F2」シリーズについて紹介する。

2.2 「SANMOTION F2」シリーズの取組み

多くの地域や様々な用途でご使用いただくため、耐環境性、安全性、そして利便性を追求したIP65対応2相ステッピングモータを、「SANMOTION F2」シリーズのラインアップに加えた。

代表機種として、「フランジサイズ：56mm角、定格電流：1A」と、「フランジサイズ：86mm角、定格電流：2A」の主要諸元を表1、表2に示す。また、具体的な特徴を次に説明する。

表1 56mm角モータの主要諸元

型式	SP2563-5000	SP2566-5000	SP2566-5060
駆動電圧	AC250V以下		
相数	2		
定格電流	1A		
ステップ角度	1.8°		
ホールディングトルク	1.0 N・m以上	1.7 N・m以上	
ロータイナーシャ	0.21 × 10 ⁻⁴ kg・m ²	0.36 × 10 ⁻⁴ kg・m ²	
モータ全長	80mm	102mm	
モータ質量	0.9 kg	1.2 kg	
保護等級	IP65		
動力線仕様	M12 コネクタ	M12 コネクタ	ケーブル
耐熱クラス	F種		

表2 86mm角モータの主要諸元

型式	SP2862-5000	SP2863-5000	SP2863-5060
駆動電圧	AC250V以下		
相数	2		
定格電流	2A		
ステップ角度	1.8°		
ホールディングトルク	6.4 N・m以上	9.0 N・m以上	
ロータイナーシャ	3.0 × 10 ⁻⁴ kg・m ²	4.5 × 10 ⁻⁴ kg・m ²	
モータ全長	120mm	150mm	
モータ質量	3.1 kg	4.2 kg	
保護等級	IP65		
動力線仕様	M12 コネクタ	M12 コネクタ	ケーブル
耐熱クラス	F種		

(1) 耐環境性能の向上

近年、省エネルギー化の取組みとして、太陽光発電システムなどへの需要が増えており、その使用環境から、モータには高い防水・防塵性が要求される。

本モータは、接合面のシールに高い防水性能を有する新規接着剤を採用し、さらに、ステータコア積層部の外周面に塗装を施すことで、IP65を満足した。

これにより、屋外機器や食品加工機など水や埃がかかる用途でも、モータ保護が不要となり、装置の小型化とコストダウンを図ることができる。

(2) モータ駆動電圧の拡張と製品安全法規制への対応

本製品は、モータ内部の絶縁距離を十分に確保する設計をおこない、駆動電圧を最大AC250Vへ拡張した。

また、ULやCEなど国際的な製品安全規格にも適合しており、多くの地域でご使用いただける。

(3) 入手性の良いコネクタの採用

動力線の出口部は図1に示すように、汎用性のあるケーブル仕様を標準仕様とした。その上で、欧州で多く使用されているM12型の防水コネクタも同時にラインアップし、欧州で使用される際の利便性を向上した。



図1 56mm角タイプの外観

3. サーボアンプの取組み

3.1 サーボアンプへの要求

サーボアンプへの主な要求としては、以下のことが挙げられる。

- (1) 入力電源電圧範囲の拡張
- (2) 製品の信頼性(堅牢性)・安全性の向上
- (3) 各種コントローラとの接続性の向上
- (4) 各種オープンネットワークへの対応
- (5) サーボ調整やトラブルシューティングの容易性、および支援ツールのマルチ言語対応

これらの要求に応えるため、図2に示すようにACサーボアンプ「SANMOTION Rシリーズ」は、従来品に対し仕様・性能・機能の向上を図っている。そして、各種オープンネットワークへの対応も行っている。

ここでは、グローバル化に対する具体的な取組みとして、ACサーボアンプ「SANMOTION R 3E Model」,ならびにオープンネットワーク対応製品の事例を紹介する。

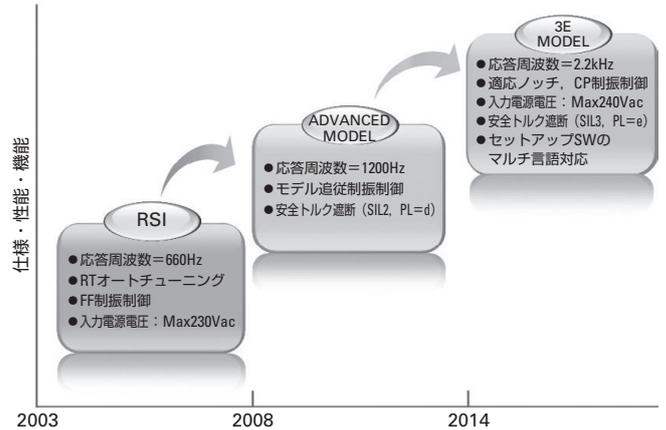


図2 ACサーボアンプSANMOTION Rシリーズのロードマップ

3.2 「SANMOTION R 3E Model」の取組み

「SANMOTION R 3E Model」は、2013年12月に製品化した新ACサーボアンプで、主要諸元は表3の通りである。

表3 「SANMOTION R 3E Model」の主要諸元

電源電圧範囲	AC200V	AC200V ~ 240V + 10%, - 15%
	AC100V	AC100V ~ 120V + 10%, - 15% (10 ~ 30Aのみ)
アンプ出力容量	10A, 20A, 30A, 50A, 600A	
制御モード	位置, 速度, トルク制御, モデル追従制御	
指令入力	位置	パルス列指令 (差動出力, シンク型・ソース型オープンコレクタ出力に対応)
	速度, トルク	アナログ指令
汎用入出力点数	入力×8点, 出力×8点	
速度周波数応答	2.2kHz (高速サンプリングモード)	
機能	機械振動共振抑制	●軌跡制御用制振制御 ●適応ノッチフィルタ
	サーボ調整	●オートチューニング応答性40段階 ●サーボ調整支援機能
	立上げ監視診断	●仮想モータ運転 ●消費電力モニタ ●ドライブレコーダ ●サーボ調整アシスト機能
適合法規制	製品安全	UL/cUL, CEマーク (LVD, EMC)
	機能安全	安全トルク遮断 : SIL3, PL=e

(1) 入力電源の仕様拡張と信頼性向上

様々な地域の電源仕様、および電源の品質を考慮し、従来の回路設計と使用部品を見直すことで、入力電源電圧の上限を当社従来品と比べてAC230V→AC240V、AC115→AC120Vへ拡張した。さらに、雷サージ耐量を従来比約2倍に向上し、製品の信頼性(堅牢性)をさらに高め、多くの地域で安心してご使用いただける。

(2) コントローラとの接続性の向上

上位コントローラとのデジタル入出力回路は、日本国内ではシンク型が多いが、欧州ではソース型が一般的である。従来品は、ソース型オープンコレクタのパルス列位置指令を直接受けることができず、途中で信号変換回路が必要であった。これに対し、本製品はパルス列位置指令入力回路に高速フォトカプラを採用し、シンク型とソース型両方の指令を直接受けることができ、様々なコントローラとの接続性を向上した。

(3) 利便性の向上

サーボシステムの需要拡大に伴い、サーボ調整の容易性は重要な要素である。本製品は、サーボ基本性能を向上し、豊富な制御機能や診断機能などを搭載している。これらの機能を簡単にご使用いただくために準備した、「SANMOTION モータセットアップツール」は、日本語、英語、中国語など複数の言語に対応し、利便性を高めた。

3.3 オープンネットワーク製品の取組み

フィールドバス、モーションバスなどネットワークのオープン化は、図3に示すように1990年代から始まり、現在は高速でリアルタイム制御が可能な「EtherCAT」や、「PROFINET」などの産業用Ethernetが主流になりつつある。表4に、ACサーボAMP「SANMOTION Rシリーズ」で対応している主なオープンネットワークを示す。

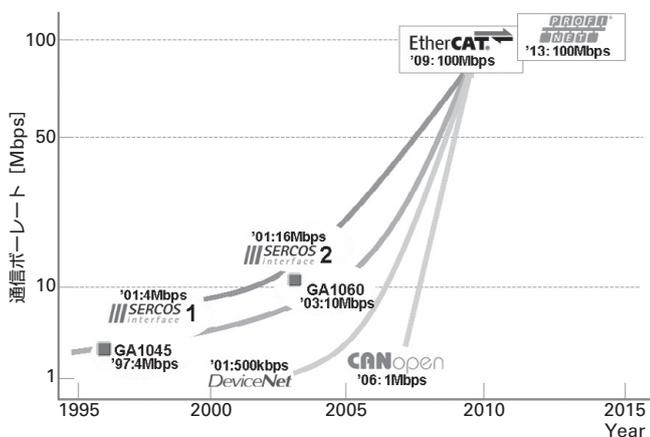


図3 当社の対応ネットワークの変遷

表4 主なオープンネットワーク対応製品

名称	MODBUS	CANopen	EtherCAT	PROFINET
物理層	RS-485	CAN	Ethernet	Ethernet
伝送速度	115kbps	1Mbps	100Mbps	100Mbps
デバイスプロファイル	—	CiA402	CiA402	PROFIdrive

当初のオープンネットワーク対応ドライブ機器には、複数のメーカー間で機能や通信仕様が異なり、サーボ制御やモーション制御の点において、メーカー間の互換性が無いという課題があった。しかしながら、最近ではデバイスプロファイルと呼ばれるドライブの機能・通信仕様の規格化が進んでいる。

当社のオープンネットワーク製品は、このデバイスプロファイルの仕様に沿って仕様・機能の標準化をおこない、グローバル市場で共通的に使用できる相互運用性 (Inter-Operability) を重視した製品である。

4. モーションコントローラの取組み

4.1 モーションコントローラへの要求

「SANMOTION C」モーションコントローラは、主にサーボシステムを制御することを目的とし、PLC (シーケンスコントローラ)、モーションコントローラ、そしてロボットコントローラの機能を融合させたコントローラ製品である。

産業のグローバル化により、自動化や効率化が加速し、コントローラには、単にモータを制御する技術だけではなく、システム全体を制御する、または機械を開発するという側面から、以下のようなことが要求されている。

- (1) 高速通信による各機器のリアルタイム制御
- (2) 画像処理装置やタッチパネルを活用できる機能
- (3) ロボットを自社開発するための支援ツール

このような要求に対して、「SANMOTION C」モーションコントローラは、モータをはじめとする制御機器間との通信に、オープンネットワークの一つであるEtherCATを採用し、システムに応じて最適な機器の選択と、高速でリアルタイム性の高い制御を実現可能としている。

また、プログラムツールやプログラミング言語は、PLC言語の国際規格であるIEC61131-3に準拠しており、世界中のPLCユーザーが、簡単に「SANMOTION C」のプログラムを開発できる。

そして、ロボット制御用の機能を多数搭載することにより、お客さまが自社で独自のロボットを開発できることを可能にした。具体的なロボットの開発事例を次項で説明する。

4.2 パレタイズロボットの開発事例

東南アジア市場の食品業界では、自動化やオリジナル化の流れが進んでおり、コンテナから積荷を搬送し、整列させるパレタイズ用のロボットを自社で開発したいという要求が多い。こ

の様な要求に応えるため、パレタイズロボット用のコンフィグレーションツール、ロボット演算ルーチン、そして専用ソフトウェアライブラリを新たに用意した。各機能の特徴を、次に説明する。

(1) コンフィグレーションツール

ロボットの形状やギヤ比を指定し、画面に従い機械条件を入力するだけで、制御するために必要なロボットの情報が簡単に設定できる。図4に、開発したパレタイズロボット用コンフィグレーションツールの設定画面を示す。

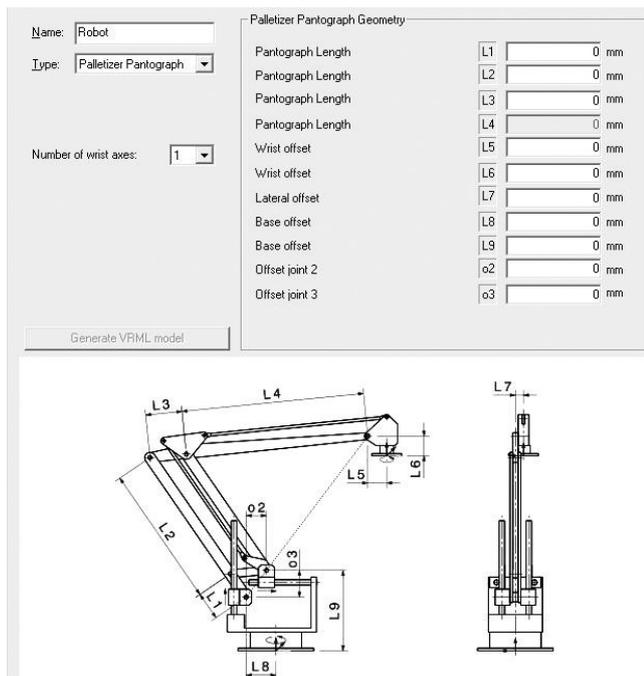


図4 パレタイズロボット用コンフィグレーションツールの設定画面

(2) キネマティクス演算機能

コントローラのファームウェア側に、パレタイズロボット用のキネマティクス演算処理を組込み、コンフィグレーションツールで設定されたデータをもとに各軸の位置を計算し、ロボットの姿勢を制御する。

(3) パレタイズ用ソフトウェアライブラリ

パレタイズ(荷物の積み下ろし)のシステムは、複数のベルトコンベアから流れてくる荷物をパレット上に積み上げたり、パレットから降ろしたりする作業をおこなう。ロボットプログラム開発時に積荷の個数や、積み方を指定するだけで自動的に積荷を置く位置を計算するソフトウェアライブラリを準備し、作業者が簡単に使えるよう利便性の向上を図った。パレタイズ方法を設定する画面を、図5に示す。

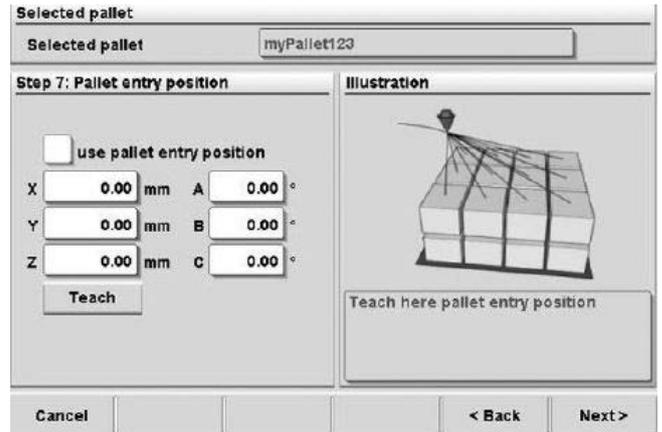


図5 パレタイズ設定画面

この拡張機能は、お客様のロボット開発に掛かる負荷を軽減し、ロボットの自社開発に貢献した事例であり、このような各地域からの要求に応えるための機能強化に取り組んでいる。

5. おまわり

本稿では、市場や産業のグローバル化に伴うサーボシステムへの要求に対する以下の取り組みについて紹介した。

- (1) 耐環境性能の向上 (IP65 対応)、モータ駆動電圧の拡張、製品安全規格への適合、そして入手性の良いコネクタを採用した2相ステップモータ「SANMOTION F2 シリーズ」のラインアップ拡充
- (2) 入力電源電圧の拡張、電源品質に対する信頼性、コントローラとの接続性、そして利便性を向上したACサーボアンプ「SANMOTION R 3E Model」
- (3) グローバル市場で共通的に使用できる相互運用性 (Inter-Operability) を重視したオープンネットワーク対応サーボアンプ
- (4) オープンネットワークの採用、国際標準の PLC プログラム言語対応、そして各地域の市場要求に合わせ機能強化を行っているモーションコントローラ「SANMOTION C」

今後も、グローバル化により、様々な地域で産業の自動化・効率化が進み、サーボ製品に対する要求もさらに多様化することが予想される。このような市場環境の変化に合わせ、従来の仕様や品質に満足せず、グローバル市場でご使用いただける製品開発に取り組む所存である。



成澤 康敬

1991年入社

サーボシステム事業部 設計第二部
サーボアンプの開発, 設計に従事。



宮原 章雄

1991年入社

サーボシステム事業部 設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。



児玉 秀明

1991年入社

サーボシステム事業部 設計第二部
モーションコントローラの開発, 設計に従事。