

# 統合コントローラ「MICREX-SX シリーズ」の位置決めモジュール

相田 忠勝(あいだ ただかつ)

村本 道也(むらもと みちや)

富永 保隆(とみなが やすたか)

## ① まえがき

一般的に各種機械を動かすには、頭脳部の各種制御装置と、手足に相当するアクチュエータが必要である。アクチュエータには電動機や電磁弁などがあり、特に高速・高応答が要求される機械についてはサーボモータが広く使われている。サーボモータを使用したシステムの代表的な制御装置として、数値制御(NC)装置やロボットコントローラ(RC)などがあるが、プログラマブルコントローラ(PLC)で制御している機械も数多くある。今回製品化した統合コントローラ「MICREX-SX シリーズ」(以下、SX と略す)のスケラブルマルチコントローラ SPH(ハードウェア PLC)は、高速・高性能を特長としており、サーボシステムの制御用としても最適である。SX では従来の PLC の概念を変え、「位置決め機能のソフトウェア化」「ハードウェアモジュールの単機能化」を行っており、本稿では SX 用の位置決めモジュールと位置決め用拡張ファンクションブロック(拡張 FB:ソフトウェアライブラリ)、支援システム、および適応例について紹介する。

## ② システム構成

SX の位置決めシステム構成では、位置決めモジュール(ハードウェア)の種類を必要最小限とし、数多くの拡張 FB で多様な位置決めシステムを構築可能とした点を特徴とする。

図 1 に、従来の位置決めモジュールと SX 用の位置決めシステムの構成比較を示す。

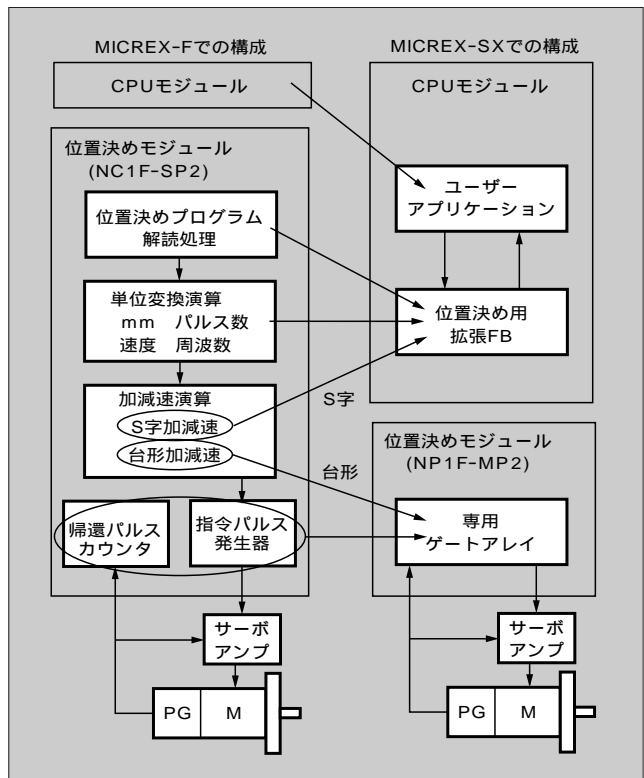
従来の PLC による位置決めシステムでの運転手順と処理は下記のように行っている。

- (1) CPU モジュールのユーザーアプリケーション処理
  - (a) 位置決めモジュールへの移動量、移動速度の書込み
  - b) 位置決め用起動指令信号をオン
  - (c) 位置決め完了待ち(完了信号のオン待ち)
 位置決め処理はすべて位置決めモジュール側で実行する。
- (2) 位置決めモジュールでの処理

- (d) 単位変換(mmの単位データをパルス数に変換)
- (e) 加減速演算(台形加減速, S字加減速など)
- (f) 指令パルス出力
- (g) 帰還パルスカウントおよび単位量への逆変換

位置決めモジュール側の各種処理は、モジュール内部に実装されている高性能のマイクロコンピュータ(マイコン)で実行している。すなわち、理論的には PLC の CPU モジュールの演算能力が高性能マイコン以上ならば CPU モジュール側で位置決め処理の実行が可能となる。位置決め処理では多くの数値演算を高速に実行しなければならず、従来の PLC の数値演算能力では実行できなかったが、SX では CPU モジュールの高速演算能力により位置決め用演算を CPU モジュール側で実行できるようになった。SX

図 1 位置決めシステムの構成



**相田 忠勝**  
サーボシステム用の汎用・専用位置決め装置の開発設計に従事。現在、機器事業本部機器制御事業部 PLC 開発部主査。



**村本 道也**  
プログラマブルコントローラの位置決め装置の開発設計に従事。現在、吹上工場電子設計部主任。



**富永 保隆**  
プログラマブルコントローラの位置決め装置の開発設計に従事。現在、機器事業本部機器制御事業部 PLC 開発部主任。

表1 位置決めモジュールの基本仕様

項目	NP1F-MA2	NP1F-MP2	NP1F-HP2
占有スロット	1スロット	1スロット	1スロット
占有ワード数	22ワード(入力14ワード/出力8ワード)	22ワード(入力14ワード/出力8ワード)	16ワード(入力8ワード/出力8ワード)
制御軸数	2軸/モジュール	2軸/モジュール	2軸/モジュール
制御方式	セミクローズドループ	オープンループ	オープンループ
指令信号	○アナログ電圧 ○0~±10.24V	○パルス列(オープンコレクタ) ○正転パルス+逆転パルス ○最大250kHz	○パルス列(オープンコレクタ) ○正転パルス+逆転パルス ○最大250kHz
帰還パルス	○差動信号/オープンコレクタ ○90°位相差信号(A,B相) ○最大500kHz(1てい倍)	○差動信号/オープンコレクタ ○90°位相差信号(A,B相) ○最大500kHz(1てい倍)	—
手動パルサ	○差動信号/オープンコレクタ ○90°位相差信号(A,B相) または正転パルス+逆転パルス ○最大500kHz(1てい倍)	○差動信号/オープンコレクタ ○90°位相差信号(A,B相) または正転パルス+逆転パルス ○最大500kHz(1てい倍)	—
外部入出力信号	○専用入力5点(EMG, ±OT 原点LS, 外部割込み) ○汎用出力2点	○専用入力5点(EMG, ±OT 原点LS, 外部割込み) ○汎用出力2点	○専用入力5点(EMG, ±OT 原点LS, 外部割込み) ○汎用出力2点
内部機能	○台形加減速 ○周波数の連続変更 ○位置決め用データの先読み ○フィードフォワード演算	○台形加減速 ○周波数の連続変更 ○位置決め用データの先読み	○台形加減速 ○周波数の連続変更
アクチュエータ	○アナログ速度指令のサーボアンプ	○パルス列指令のサーボアンプ ○ステッピングモータ用ドライバ	○パルス列指令のサーボアンプ ○ステッピングモータ用ドライバ
拡張FB	○単純1軸PTP(疑似補間) ○高機能1軸PTP ○4軸補間 ○カム, 走行切断	○単純1軸PTP(疑似補間) ○高機能1軸PTP ○4軸補間 ○カム, 走行切断	○単純1軸PTP(疑似補間)

の位置決めモジュール側では、パルス発生器や帰還パルスのカウントなどハードウェア的なインタフェース回路と基本的な機能のみとし、位置決め各種機能はCPUモジュール側の拡張FBで実行する。この方式では、下記の利点がある。

- (1) 位置決めモジュールと拡張FBの組合せが自由  
従来は、位置決めモジュールの種類で機能が決まっていた。例えば、パルス列出力のPTP(Point to Point)位置決めモジュール、パルス列出力のカム・走行切断モジュールなどの機能ごとに専用のハードウェアモジュールを使用していた。
- (2) ソフトウェア資産の移植が容易  
例えば、サーボシステムのネットワーク化に対応し、モジュールが新規に追加された場合でも、インタフェース部分のFB(パソコンで考えれば各種プリンタのドライバに相当)のみを交換するだけでアプリケーションの移植ができる。
- (3) ユーザー側ノウハウの組込みが可能  
従来のモジュールは多機能のブラックボックス形であるが、SXは機能別FBとなっていて、オープン化指向となっており、ユーザーアプリケーションで機能追加やカスタマイズが可能である。

③ モジュール仕様

表1にSX用位置決めモジュールの基本仕様を示す。この表ではSXの代表的な2軸のモジュール仕様を示してい

- る。
- NP1F-MA2 : アナログ速度指令方式のモジュール  
帰還パルスカウント, 手動パルサ1台の接続が可能
- NP1F-MP2 : パルス列指令方式のモジュール  
帰還パルスカウント, 手動パルサ1台の接続が可能
- NP1F-HP2 : パルス列指令方式のモジュール  
最も基本的な機能のみ(帰還, 手動パルサ入力なし)

3種類のモジュールとも位置決め用拡張FBとの組合せにより各種の位置決め動作を行うことができるが、NP1F-HP2では組合せできる拡張FBに制限がある。

また、ユーザーアプリケーションから位置決めモジュールに直接指令することも可能である。表2にNP1F-MA2の入出力信号一覧を示す(MP2も共通)。

位置決めモジュール内部には32個のレジスタ(REG)があり、アプリケーション側から移動量(パルス単位)と周波数に相当するデータを書き込み、起動指令をオンとすることで位置決め動作を実行する。表3は代表的なREG一覧である。図2に最も基本的な位置決め動作の例を示す。最初にアプリケーション側から、「速度倍率REG」「加減速REG」および「ベース周波数REG」にデータを書き込む(従来モジュールのパラメータに相当)。

毎回の位置決め動作では「指令パルスREG」と「トップ周波数REG」を設定して起動する。「減速点REG」には、自動演算により減速を開始するまでの残りパルス数が

表 2 PLCとのインタフェース信号

アドレス	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	データ
0	ビット情報信号1 ニアゼロ, 位置決め完了, Z相検出, 割込み信号検出, 非常停止異常, ±0T異常, 偏差オーバ異常など																チャンネル1 入力領域
1	ビット情報信号2 EMG入力, ±0T入力, 原点LS入力, RDY信号, 書き込み応答, 読出し応答など																
2~3	現在値データ1 (帰還現在値など)																
4~5	現在値データ2 (指令現在値)																
6	ビット情報信号3 (ビット情報信号1と同じ。チャンネル2用)																チャンネル2 入力領域
7	ビット情報信号4 (ビット情報信号2と同じ。チャンネル2用)																
8~9	現在値データ3 (帰還現在値など)																
10~11	現在値データ4 (指令現在値)																
12	現在値データ5 (外部入力カウンタ)																手動パルス
13	現在値データ6 (モジュール検出時間)																
14	ビット指令信号1 起動, カウンタリセット, Z相検出指令, 割込み信号検出指令, 減速停止, 急速停止, アラームリセットなど																チャンネル1 出力領域
15	ビット指令信号2 書き込みREG選択, REG書き込み指令, 読出しREG選択, REG読出し指令など																
16~17	設定値データ領域1 (REG書き込みデータ)																
18	ビット指令信号3 (ビット指令信号1と同じ。チャンネル2用)																チャンネル2 出力領域
19	ビット指令信号4 (ビット指令信号2と同じ。チャンネル2用)																
20~21	設定値データ領域2 (REG書き込みデータ)																

表 3 位置決めモジュールの内部レジスタ

No.	レジスタ名称	説明	R/W
0	トップ周波数REG	パルス出力周波数の設定REG	W
1	ベース周波数REG	自起動周波数の設定REG	W
2	現在周波数REG	現在周波数(現在速度) REG: 実測値	R
3	指令パルスREG	出力パルス数の設定REG/パルス出力により減算される	R/W
4	減速点REG	減速開始点の制御用REG/自動減速点演算有効時は自動演算される	R/W
5	加減速REG 1	通常運転での加減速時間の設定REG	W
6	加減速REG 2	急速停止, 非常停止での減速時間REG	W
7	速度倍率REG	最高周波数の設定REG	W
⋮			
⋮			
⋮			

格納されている(自動減速点演算有効選択時)。

上記の基本的動作機能は, 新規開発した2軸制御用の専用LSIに組み込まれており, 台形加減速での指令パルス出力時でも滑らかな指令となっている(パルス出力は, 最大指令周波数250kHzに対し, 0.25Hzの分解能)。

図 2 位置決めモジュールの基本機能

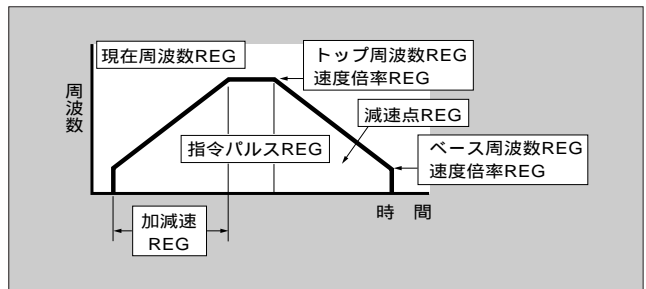
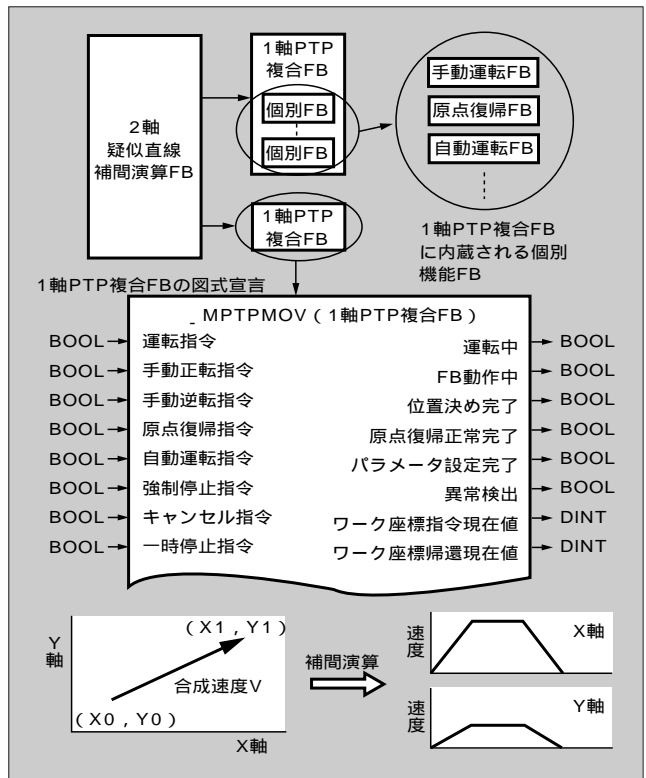


図 3 位置決め用拡張FBの接続例



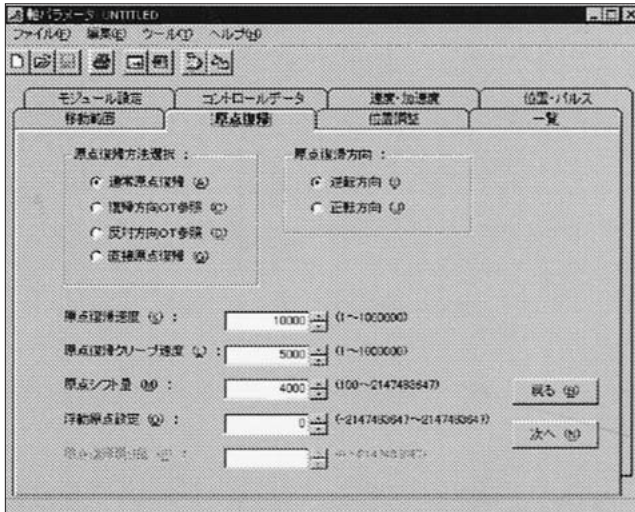
4 位置決め用拡張FB

位置決め用拡張FBでは, 各種機械での多様な運転機能を実現するため, 70種類以上のライブラリを用意している。代表的なFB群には下記の4種類がある。

- (1) 1軸 PTP 位置決め FB 群  
1軸のPTP位置決め運転用FB群
- (2) 疑似直線補間演算FB群  
2~4軸の合成速度から各軸速度を演算するFB群
- (3) カム・走行切断運転FB群  
カム運転や走行切断のための同期運転用FB群
- (4) 4軸補間運転FB群  
4軸の直線補間, 2軸の円弧補間運転FB群

位置決めFBは, あるFBの演算結果で次のFBを起動する(FBとFBとを対等レベルで接続), あるいは個別の機能FBをまとめて1個の複合FBとするなどいろいろな使い方がありますが, 図3に代表的な例を示す。図は2軸の直

図4 位置決めパラメータ編集支援システムの画面例



線補間動作を行うための処理である。2軸の疑似直線補間演算FBではX軸、Y軸の合成速度を各軸のデータに分解し、1軸PTP複合FBを起動する(両方のFBは対等のレベル)。1軸PTP複合FBでは、個々の機能FBを呼び出し、位置決め動作を行う(個別FBは、複合FBより1段下位のレベル)。1軸PTP複合FBの入出力データには、従来の位置決めモジュールインタフェース(I/F)に相当する信号が割り付けられている。例えば、位置決めモジュール側がパルス単位で指令する基本的な機能のみとなっても、ユーザーアプリケーション側から1軸PTP複合FBへは設定単位(mmなど)での指定が可能であり、複合FBで設定単位パルス数の変換を行っている。すなわち、拡張FBを組み込むことで、従来の位置決めモジュールと同等の使い方ができる。

また、個別の機能FBに対しユーザーアプリケーションで直接指令することも可能である。必要な個別機能FBのみを組み合わせ使用すれば、プログラムのコンパクト化、処理の高速化が行える。

5 位置決め用支援システム

位置決め用支援システムは、SXの統合支援システム(SES)の一機能として位置づけられている。位置決め支援システムには、パラメータ編集、位置決めプログラム編集などが用意されている。図4は位置決めパラメータ編集支援システムの画面例である。位置決め用支援システムはWindowsの作法を取り込み、市販ソフトウェアと操作方法の共通化を図っている。支援システムはパーソナルコンピュータ(パソコン)上で動作し、単独、あるいはSXのCPUモジュールに接続して使用する。単独でパラメータ編集を行った場合、編集結果はパソコン内に格納できる。また、CPUモジュールと接続した場合にはCPUモジュールへ直接ダウンロード、あるいはCPUモジュール側から

図5 走行切断装置(ロータリシヤ)

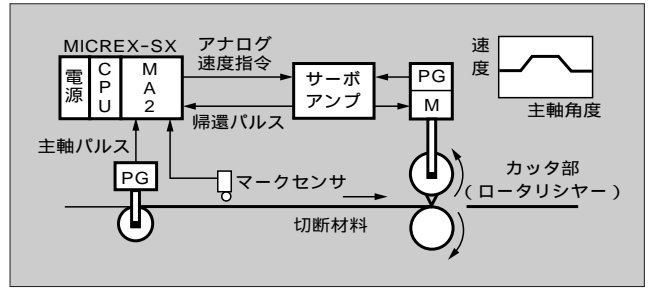
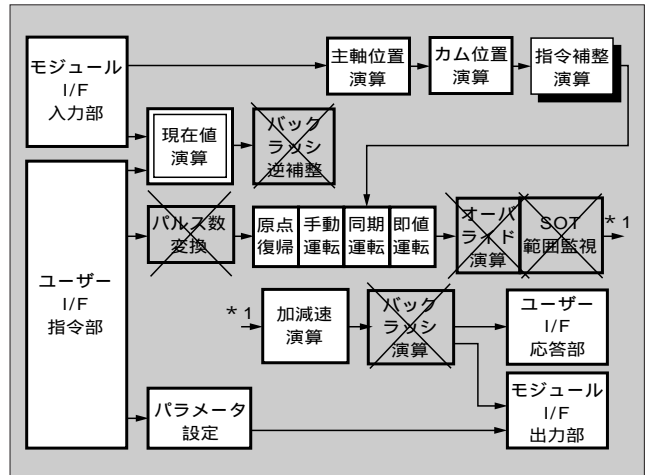


図6 位置決め用拡張FBの適応例



アップロードが可能である。SESでは、同一パソコン上でPLCローダと位置決め用支援ツールの両方に使用できる。すなわち、コネクタ差し替えを行わなくてもパソコン操作でPLCローダ、位置決め支援ツールの両方の機能を実行できる。

6 適応例

SXの適用例について図5、図6を用いて説明する。図5はロータリシヤでの走行切断システムであり、SXではカッタ部の制御を行っている。カッタ部のロール径より長い切断長の場合には、図に示したような速度パターンとなるよう制御している。

図6は本システムでの位置決め用拡張FBの構成である。四角で囲まれた各処理が位置決め用拡張FB(個別の機能FB)であり、影付きの「指令補整演算FB」と二重枠線の「現在値演算FB」を除き、富士電機で用意しているFBを使用している。本システムではカッタ軸の高速応答性を最優先としており、不要な機能FBは削除することで処理の高速化(位置決め演算周期2ms)を実現している。

- (1) バックラッシュ関連FB(機械系のバックラッシュ補整機能)  
ロータリシヤは一方方向への回転動作のため、本機能を実装しない。
- (2) パルス数変換FB(単位系mmなどからパルス数変換処理)

注 Windows : 米国 Microsoft Corp. の登録商標

操作部コントローラで変換演算を実行できるため、本機能を実装しない。

(新規機能の追加 FB)。

(3) オーバライド演算 FB (動作速度の変更機能)

同期運転システムのため、本機能は不要である。

(4) ソフトウェア OT (± SOT) 監視 FB

回転動作であり、本機能は不要である。

なお、従来の位置決めモジュールでは、図に示されている機能がすべて組み込まれており、使用しない機能の削除対応は困難である。

(5) 現在値演算 FB

設定単位 (mm やインチ) への変換演算が不要のため、標準の拡張 FB を置き換えている。

(6) 指令補整演算 FB

機械構成に合わせて特殊な補整演算を行う FB であり、「カム位置演算 FB」と「同期運転 FB」間に挿入している

㊦ あとがき

SX 用位置決めモジュールと FB の概要について説明した。従来の位置決めモジュールの機能がブラックボックスであったのに対し、SX での位置決めシステムでは各機能別に FB が用意されており、オープン化指向となっている。SX では目的とする機械制御に必要な機能 FB を選択し、組み込むことを特徴としているが、実機への適用に際し本稿が参考になれば幸いである。

今後の対応では、SX の位置決め用 FB を一層充実させていくことにより、各種機械の自動化、高速化、高精度化の要求にこたえていく所存である。

最近登録になった富士出願

〔特 許〕

登録番号	名 称	発明者	登録番号	名 称	発明者
2796561	表形式文書認識方式	片野 浩司	2802328	自動選択着信装置	曾我 清 山下 哲朗
2797358	オイルダッシュポット	橋内 正光	2803169	電子写真用感光体	黒田 昌美 天野 雅世 古庄 昇
2797663	直列共振型インバータ回路	久本 正昭			
2797685	ドライエッチング方法	後藤 友彰	2803239	燃料電池制御方法	長沢 誠
2797688	伝導度変調型 MISFET を備えた半 導体装置	土屋 和広	2803288	リン酸型燃料電池の冷却方法	後藤平四郎
2797723	蒸気タービンの端止翼	林田 幹雄	2803304	絶縁膜を備えた半導体装置の製造方 法	佐々木光夫
2798023	半導体装置及びその製造方法	大月 正人 西浦 彰	2803344	NO 分析計	田中 猛夫 浜田 敏義
2798098	玉貸機およびその制御方法	坂本 雅司	2803687	半導体装置	高橋 良和
2798099	動作状態表示装置を備えた台間玉貸 し機	坂本 雅司	2803690	オープンショーケース	山田 英司
2800286	燃料電池の生成水回収装置	小松 正	2803691	変圧器鉄心	樽見 信雄
2800374	電力変換器の過電流保護装置	高林 泰弘	2803692	ショーケースの表示カード保持装置	上田 典宏 平野 孝
2800377	定電流電源の制御装置	石田 紘一	2803697	インクジェット記録ヘッドの製造方 法	佐々木光祐 大河内 昇 松田 幹彦 松本 浩造
2800383	高周波インバータ	野村 年弘 久本 正昭			
2800399	タービンの油圧式保安装置	根岸 徹	2803838	カップ式飲料自動販売機の飲料水加 熱装置	岩本 昌三 木村 幸雄 松島 幸三 永田 和重
2800432	インバータ装置における設定値の設 定方法	中西 孝司 石井 新一 高橋 弘			



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。