

# 統合コントローラ「MICREX-SX」によるモーションコントロールシステム

富永 保隆（とみなが やすたか）

有園 義博（ありぞの よしひろ）

羽鳥 秀夫（はとり ひでお）

## 1 まえがき

モーションコントロール（MC）の分野では、複雑な連続位置決め、制御軸数の増大、扱いやすさの向上などの要求がある。このような要求に対応するため、統合コントローラ「MICREX-SX」とサーボシステム「FALDIC-」を組み合わせ、モーションコントロールシステムを構築するためのMICREX-SX用MCモジュールを開発した。

MCモジュールは8軸のFALDIC-を制御し、最大2,500ステップのユーザー作成のモーションプログラムで複雑な連続位置決め制御を実現する。モーションプログラムは、コマンド、目標位置、速度などを表形式で容易に記述できる。また、モーションコントロールとシーケンス制御を別々に開発、管理するので、モーションコントロールの設定、変更が多いシステムの開発、保守に最適である。

本稿ではMICREX-SXのMCモジュール、FALDIC-を組み合わせ、モーションコントロールシステムの特徴と、その特徴を生かした適用例について紹介する。

## 2 システム構成

MCモジュールを用いたモーションコントロールシステムは、MCモジュール、MC支援ツール、ティーチングボックス、およびFALDIC-で構成される。図1にモーションコントロールシステムの構成を示す。

### 1 MCモジュール

ユーザーが作成したモーションプログラムに従って、各軸の位置データを計算しFALDIC-に出力する。最大8本のモーションプログラムを同時に実行することができる。

### 2 MC支援ツール

MCモジュールで使用するパラメータやモーションプログラムを作成する。また、モーションプログラムの試運転や、現在位置などをモニタする。

### 3 ティーチングボックス

ハンディ型プログラマブル操作表示器（POD）に専用ソフトウェアをダウンロードすることで、現在位置のモニ

タや、モーションプログラムのティーチングを行う。

### 4 サーボシステム

MCモジュールから出力した位置データに従ってサーボモータを制御する。

図2にモーションコントロールシステムのソフトウェア

図1 モーションコントロールシステムの構成

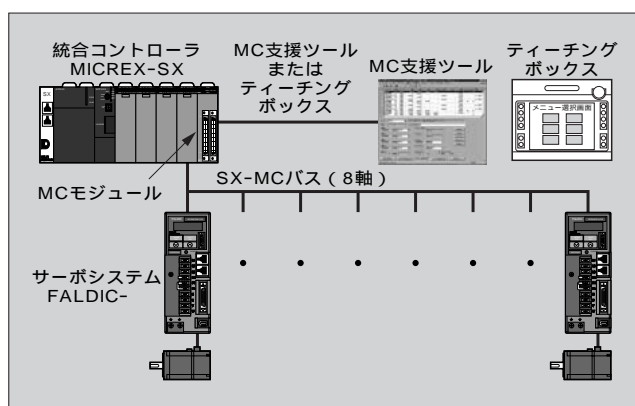
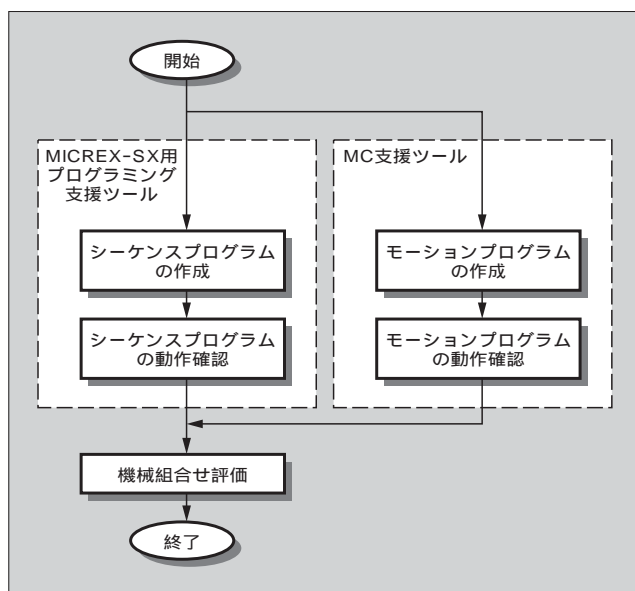


図2 ソフトウェア開発手順



富永 保隆

サーボシステム用位置決め装置の開発設計に従事。現在、機器・制御カンパニー インバータ開発生産センター 設計部担当課長。情報処理学会会員。



有園 義博

サーボシステム用位置決め装置の開発設計に従事。現在、機器・制御カンパニー インバータ開発生産センター 設計部。



羽鳥 秀夫

サーボシステム用位置決め装置の開発・エンジニアリング業務に従事。現在、機器・制御カンパニーシステム機器事業部事業企画部。

開発手順を示す。MC 支援ツールで作成するモーションプログラムは、MICREX-SX のシーケンスプログラムと独立して作成することができる。また、作成したモーションプログラムは、シーケンスプログラムがなくても MC 支援ツールから起動し、動作を確認することが可能である。したがって、モーションコントロールの変更、段取り変更が多いシステムの開発、保守を容易に行える。

### ③ MC モジュール

MC モジュールは、MICREX-SX のベースボードに実装され、FALDIC- と高速シリアルバス (SX-MC バス) で接続する。表 1 に MC モジュールの基本仕様を示す。

#### ① 制御軸数

SX-MC バスを介して 8 軸の FALDIC- を制御する。SX-MC バスは SX バスアーキテクチャを継承した MC モジュールのシステムバスであり、MC モジュールと FALDIC- 間のデータ伝送を高速に行う。

#### ② 位置決め制御

4 軸までの直線補間動作、2 軸の円弧補間動作、および PTP (Point to Point) 位置決めを行う。

#### ③ モーションプログラム

最大 500 本、合計 12,500 ステップのモーションプログラムを登録できる。1 本のモーションプログラムは最大 2,500 ステップの記述が可能であり、複雑な連続位置決め制御を容易に実現できる。

### ④ MC 支援ツール

MC 支援ツールは、パソコン上で動作し、単独、あるいは MC モジュールに接続して使用する。単独でパラメータやモーションプログラムを作成した場合、その結果をパソコン内に格納する。また、MC モジュールと接続した場

合には、MC モジュールへのダウンロード、あるいは MC モジュールからのアップロードが可能である。

#### 4.1 パラメータ編集機能

パラメータは機能ごとに分類されており、パラメータごとの編集画面で編集する。図 3 に入出力選択パラメータ編集画面の例を示す。

##### ① 入出力選択パラメータ

MC モジュールには多くの入出力データがあり、モーションコントロールの内容によって、必要な入出力データが異なる。本パラメータは、MC モジュールで使用する入出力データを設定する。

##### ② 軸制御標準パラメータ

各軸を制御するためのパラメータであり、パルス補正係数や回転方向切換、オーバートラベル範囲などを設定する。

##### ③ 補間運転パラメータ

モーションプログラムによる運転を制御するためのパラメータであり、モーションプログラムで使用する軸や補間運転の加減速時間などを設定する。

#### 4.2 モーションプログラム編集機能

図 4 にモーションプログラムの例を示す。モーションプログラムは、コマンド、位置データ、速度データなどを表形式で記述するので容易に作成することができる。

表 2 にモーションプログラム記述に使用できるコマンドを示す。コマンドは位置決め制御を行う動作命令、四則演算を行う演算命令、条件分岐などの制御命令、サブプログラムの読出しなどのプログラム制御命令で構成される。モーションプログラムはこれらのコマンドを組み合わせ、位置決め制御、位置や速度の計算、分岐制御などを行う。

図 5 にモーションプログラム編集画面の例を示す。コマンド入力欄のプルダウンメニューからコマンドを選択すると、そのコマンドで入力すべきデータだけが入力可能になる。そして、入力可能なデータ欄に値を設定することでモーションプログラムを作成する。

図 6 に示すように、作成したモーションプログラムは

表 1 MCモジュールの基本仕様

項 目	仕 様
制 御 軸 数	8軸/モジュール
最 大 位 置 デ ー タ	- 2,147,483,647 ~ 2,147,483,647
制 御 演 算 周 期	2 ms ( 4 軸制御 ) から
制 御 機 能	PTP, 補間
補 間 機 能	4 軸までの直線補間, 2 軸の円弧補間
プ ロ グ ラ ム 形 態	表形式
同時実行プログラム数	最大 8 本
格 納 プ ロ グ ラ ム 数	最大 500 本
プ ロ グ ラ ム サ イ ズ	最大 2,500 ステップ/プログラム 最大合計: 12,500 ステップ
組合せアクチュエータ	サーボシステム RYS S3-VSS形式 (富士電機製)
アクチュエータ インタフェース	SX-MCバス ( 25 MHz )
占 有 ワ ー ド 数	入力 28 ワード, 出力 28 ワード

図 3 入出力選択パラメータ編集画面の例

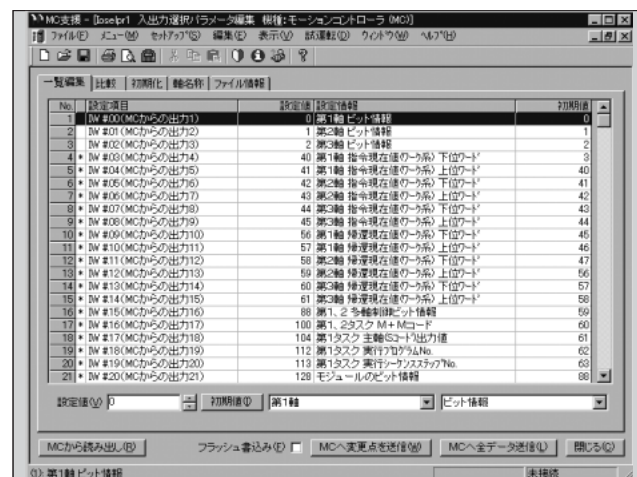


図4 モーションプログラムの例

No.	コマンド	指令	モード	X軸	Y軸	Z軸	U軸	中心1(半径)	中心2	速度	タイマ	Mコード	平面
1	原点復帰	INC	停止	0	0							5	
2	早送り	ABS	停止	0	0							11	
3	直線補間	INC	継続	100000	100000					50000		12	
4	直線補間	INC	継続	100000	-100000					50000		13	
5	直線補間	INC	継続	-100000	-100000					50000		14	
6	直線補間	INC	継続	-100000	100000					50000		15	
7	円弧CW半径	INC	継続	200000	0			100000		50000		16	X-Y 平面
8	円弧CW半径	INC	継続	-200000	0			100000		50000		17	X-Y 平面
9	早送り	ABS	停止	0	0							18	
10	プログラム終了												
*11	プログラムエンド												

表2 モーションプログラムのコマンド一覧

分類	コマンド	機能
動作命令	早送り	早送り位置決め動作
	原点復帰	原点復帰動作
	割込み	割込み位置決め動作
	直線補間	直線補間動作
	円弧CW中心点	中心点指定の円弧補間動作
	円弧CCW中心点	
	円弧CW半径	半径指定の円弧補間動作
	円弧CCW半径	
演算命令	演算式: +	値の加算
	演算式: -	値の減算
	演算式: ×	値の乗算
	演算式: ÷	値の除算
制御命令	無条件分岐	無条件分岐のジャンプ
	条件分岐: =	値が等しいときジャンプ
	条件分岐: ≠	値が等しくないときジャンプ
	条件分岐: >	値が大きいときジャンプ
	条件分岐: <	値が小さいときジャンプ
	条件分岐: ≥	値が比較値以上のときジャンプ
	条件分岐: ≤	値が比較値以下のときジャンプ
プログラム制御	ラベル	分岐先ステップを示すラベル
	CALL	サブプログラム呼出し
	RET	サブプログラム終了
	プログラム終了	プログラム終了
	プログラム先頭待機	プログラム終了後、先頭で待機
	プログラムエンド	モーションプログラムの最後

図5 モーションプログラム編集画面の例

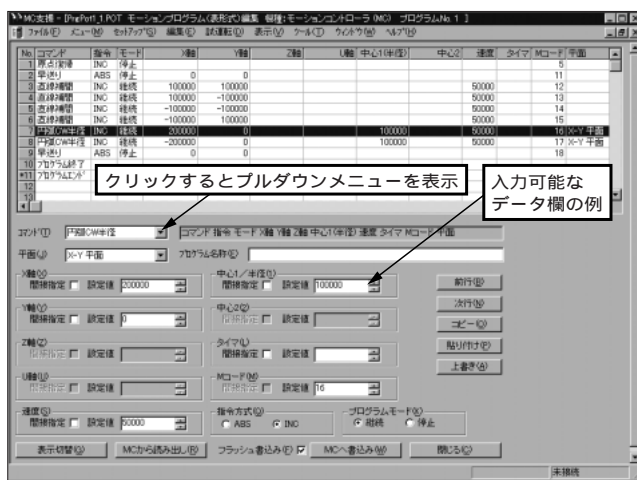
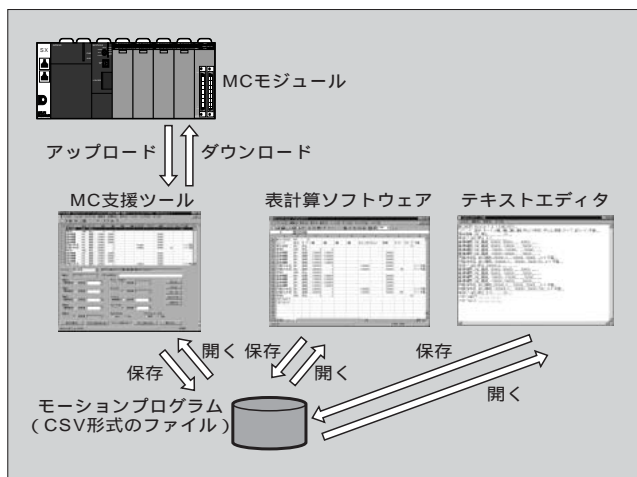


図6 モーションプログラムのファイル連携



CSV (Comma Separated Value) 形式のファイルでパソコンに保存されるので、MC 支援ツール以外に、表計算ソフトウェアやテキストエディタで編集できる。したがって、表計算ソフトウェアを使用し、CAD (Computer Aided Design) で作成した位置データをコピーすることでモーションプログラムを作成することが可能である。

#### 4.3 試運転機能

試運転機能は、手動運転やモーションプログラムによる自動運転を行う機能である。図7に自動運転時の試運転画

面の例を示す。自動運転では、現在実行中のモーションプログラムのステップを表示する。本機能を使用することで、シーケンスプログラムがなくてもモーションプログラムをMC 支援ツールから起動し、動作を確認することができる。

#### 4.4 モニタ機能

モニタ機能は、MC モジュールの入出力データの値や現在位置などをモニタする機能である。

図 7 試運転画面の例

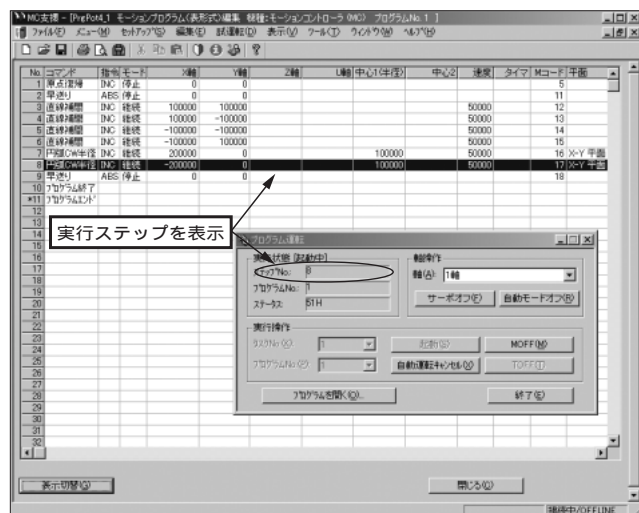
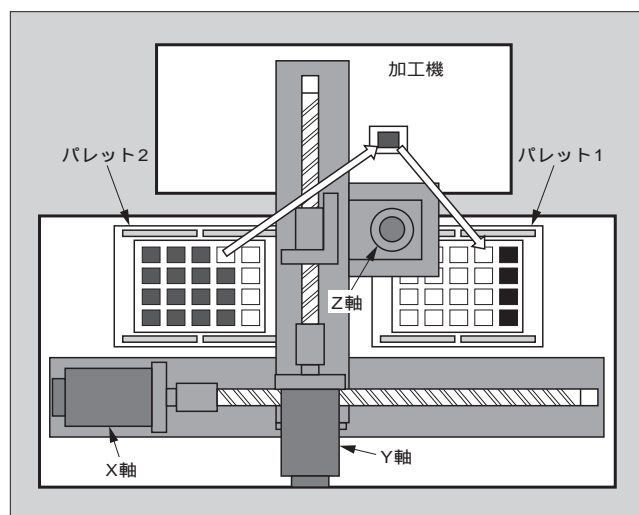


図 8 取出しロボットの概要



## ⑤ 取出しロボットへの適用例

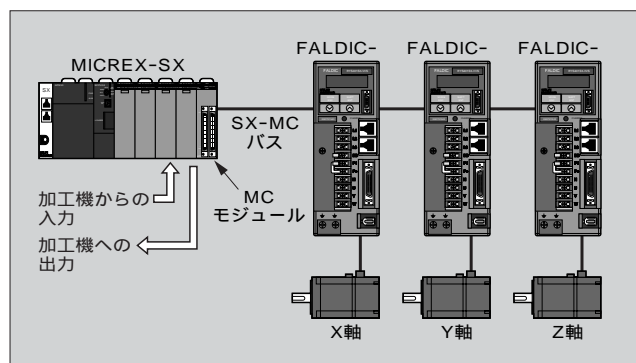
### 5.1 装置の概要

加工機から加工の終了した部品を取り出し、パレットに整列し、新たな部品をパレットから加工機に供給する取出しロボットへの適用例を述べる。

図 8 に取出しロボットの概要を示す。パレット 1 には加工が終了した部品、パレット 2 には加工前の部品が置かれている。取出しロボットは加工が終了した部品を加工機からパレット 1 に移し、加工前の部品をパレット 2 から加工機にセットする。パレットには多数の部品が置かれており、部品の加工が終了するごとに上記動作を行う。

図 9 に制御装置の構成を示す。取出しロボットは MICREX-SX の MC モジュールと、X 軸、Y 軸、Z 軸の動作を制御するための FALDIC- とで構成されている。加工機への加工開始指令や加工終了信号は MICREX-SX の

図 9 制御システムの構成



デジタル出力モジュール、デジタル入力モジュールを介して MICREX-SX が制御する。

### 5.2 取出しロボットの要求と MC モジュールの適用

#### ① エンドユーザーでのモーションプログラム作成

部品の種類によって移動軌跡が異なるため、エンドユーザーがシーケンスプログラムを修正せずに、モーションプログラムを容易に作成できることが要求される。

モーションプログラムは、シーケンスプログラムと独立して作成でき、シーケンスプログラムを修正する必要はない。また、表の中のコマンドを選択し、位置データや速度データを設定することで、補間運転や複雑な連続位置決め制御を容易に記述できる。

#### ② 複数の動作パターンの登録

複数のモーションプログラムをあらかじめ登録し、部品の種類に応じてモーションプログラムを選択し、実行することが要求される。

MC モジュールでは最大 500 本のモーションプログラムを登録することができ、シーケンスプログラムから指定したモーションプログラムを実行することができる。

#### ③ 位置決めの連続実行

加工機とパレット間の移動を直線補間と円弧補間を組み合わせたモーションプログラムで実行すると、ハンド先端は常に同じ速度となり、部品をスムーズに移動できる。

取出しロボットへの適用では、MC モジュールの特徴を生かし、エンドユーザーでのモーションプログラムの作成、複数の動作パターンの登録、連続位置決めを実現した。

## ⑥ あとがき

MC モジュールを用いたモーションコントロールは、複雑な連続位置決め制御の開発、保守を容易に実現する。本稿では、MC モジュールの特徴とその適用例について説明したが、実システムへの適用の参考になれば幸いである。

今後は、モーションコントロール機能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、高精度化の要求に応えていく所存である。



＊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。