

# モーションコントロールシステムの適用事例

羽鳥 秀夫 (はとり ひでお)

丸林 雅美 (まるばやし まさみ)

特集(1)

## ① まえがき

モーションコントロールシステムは、機械を制御するシステムであり、コントローラとアクチュエータにより構成される。

コントローラは機械の操作、動作タイミング、動作パターンを制御する。また、アクチュエータはコントローラからの指令に従って機械を駆動する。

モーションコントロールシステムには、モーション専用コントローラのほかにプログラマブルコントローラ(PLC)ベース、パソコンベースのコントローラが市場へ提供されており、それぞれの特徴を生かしたしのぎ合いが続いている。最近では制御軸数の拡大や高速・高精度処理化の競争が加速するとともに、省配線をうたった機器間のネットワーク接続が徐々に普及し始めている。

富士電機では、コントローラ「MICREX-SX シリーズ」とサーボシステム「FALDIC- $\alpha$  シリーズ」の発売に合わせて、いち早くネットワーク接続方式を採用し、これらのコンポーネントと多種多様なモーション制御技術を組み合わせ、さまざまな機械制御システムを提供している。図1に富士電機のモーションコントロールシステムの基本構成を示す。

本稿では、富士電機のモーションコントロールシステムの特徴と適用事例を紹介する。

## ② 特徴

### 2.1 モーション制御の完全ソフトウェア化

#### (1) コストダウン

高速処理能力を持つCPU モジュールにモーション制御のソフトウェアを組み込むことで、高価なモーション専用ハードウェアモジュールを不要とした。図2に構成の違いを示す。

#### (2) モーション制御プログラムの充実

モーション制御プログラムを構成するモーションファンクションブロック(モーションFB)は、基本的なPTP(Point to Point)位置決め、直線補間、円弧補間から、パターン同期運転、電子カムのような同期運転系まで多種多様に用意している。これらのモーションFBを使用することで、ユーザーは自社機械専用のアプリケーションソフトウェアの作成に集中できる。

モーションFBは技術ライブラリとして登録・管理し、水平展開と再利用を図っている。

#### (3) ユーザープログラムとの親和性向上

モーションFBは、ラダーシーケンスとの直結記述が可能であり、ユーザーは機械を直接操作する感覚で操作プログラムを作成することができる。プログラム例を図3に示す。

#### (4) ブロックコピーによる制御軸追加

多軸制御において、同一機能の軸が複数ある場合、2軸

図1 富士電機のモーションコントロールシステムの基本構成

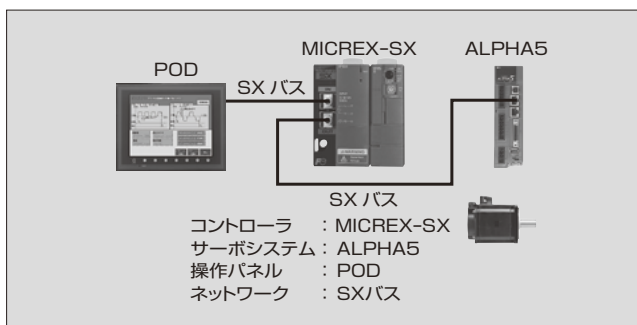
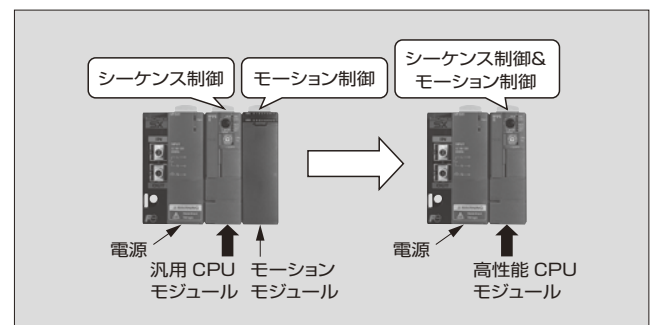


図2 モーション専用モジュールの不要化



羽鳥 秀夫

モーション制御の開発・エンジニアリング業務に従事。現在、富士電機機器制御株式会社生産本部システム機器事業部駆動企画部。



丸林 雅美

サーボシステムのアプリケーション開発・エンジニアリング業務に従事。現在、富士電機機器制御株式会社営業本部システム技術統括部システム技術第一部主任。

目以降は1軸目のプログラムをブロックコピーすることで作成でき、省力化が図れる。ブロックコピーによる制御軸追加のイメージを図4に示す。

(5) 各軸の制御機能割付け

1軸ごとにユーザーが自由にモーションFBを割り付けることができ、自軸以外の機能から制約を受けることはない。位置決め系FBと同期制御系FBの組合せも自由に選んでできる。

2.2 サーボシステムのローダレス調整

MICREX-SXシリーズにサーボパラメータ編集FBを、プログラマブル操作表示器(POD)にサーボパラメータ調整画面を搭載することで、POD画面でサーボパラメータを編集することが可能である。図5にサーボパラメータ編集に必要なシステム構成と編集画面イメージを示す。エ

図3 ラダーシーケンスとモーションFBを直結

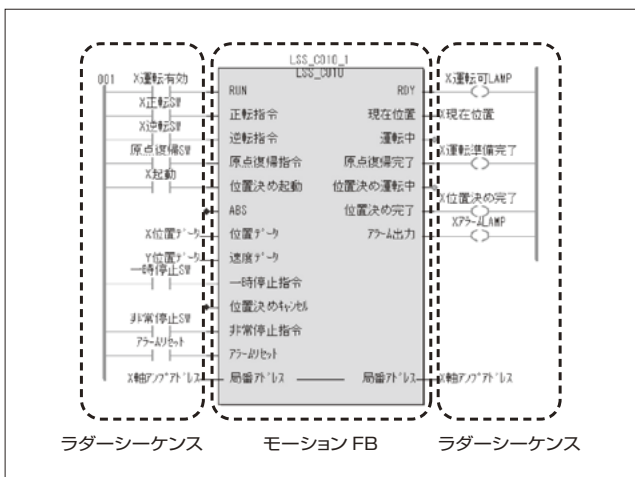


図4 ブロックコピーによる制御軸追加

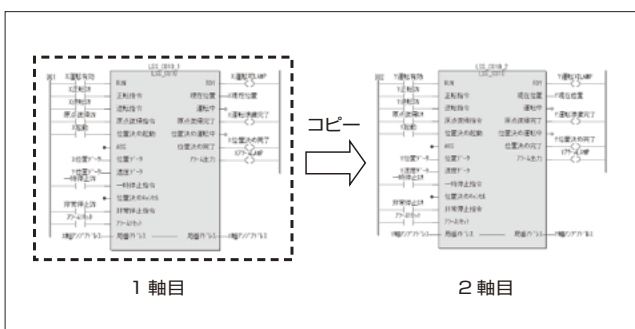
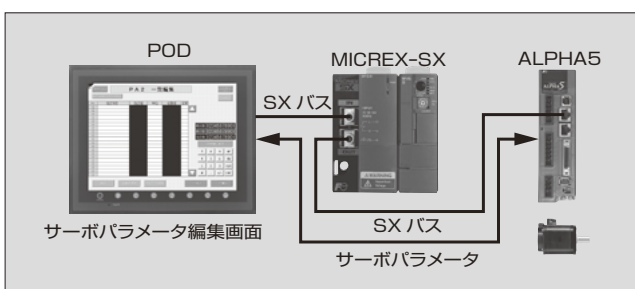


図5 PODによるサーボパラメータ編集



ンドユーザーが現地作業をする場合、調整用機材を追加接続することなく、現場の構成のまま作業を行うことができる。また、PODへの動作波形表示機能も準備しており、モータの動作波形チェックも可能である。

③ 適用事例

3.1 X-Yテーブルへの適用事例

X-Yテーブルの2軸に新型ACサーボシステム「ALPHA5シリーズ」を用いたテーブルの手書きティーチングによる運転事例を説明する。システム構成を図6に、制御ブロックの概略を図7に示す。概要は、操作表示器のアナログタッチパネル機能を利用し、操作表示器に触れている位置を1ドット単位の座標データとして取り込み、操作表示器に指で描いた軌跡をティーチングデータとしてサーボモータを補間運転する。また、今回の適用事例では直線位置決め、直線補間だけではなく、円弧補間動作も可能としている。制御の詳細を以下に示す。

- (1) データのサンプリング周期は50msごとに最大2,000ポイント(100秒間)まで可能である。
  - (2) 操作表示器で取り込まれる座標データを、画面サイズから実際のX-Yテーブルのサイズへスケール変換する。
  - (3) 円弧補間動作部分については、半径と周速を設定する。
  - (4) サンプリングにより保存された2点間の位置データを円弧で結ぶ動作を繰り返すことにより、操作表示器に描かれた軌跡を、X-Yテーブルで動作させる。
- この事例では、動作パターン作成時のパソコンが不要と

図6 手書きティーチングによるパターン運転システム

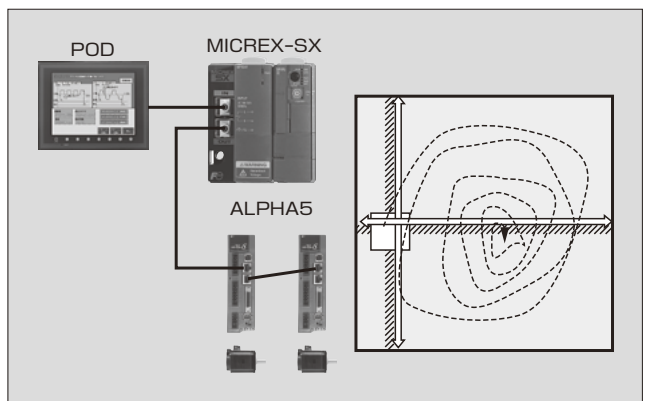
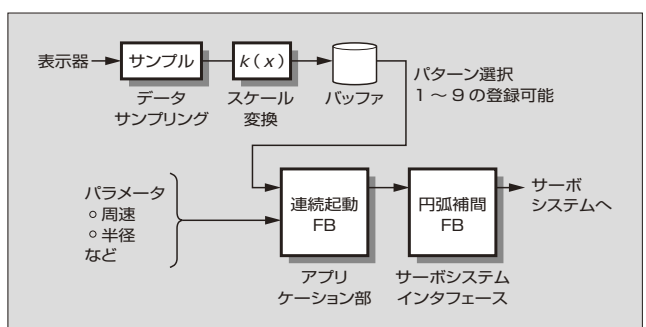


図7 手書きティーチングの制御ブロックの概要



なり、エンドユーザーが現場で非常に簡単に軌跡データを設定できる。また、モーション制御部にファンクションブロック (FB) 方式を採用しているため、専用のモジュールも不要でありコスト的にも優れている。

3.2 充てん機への適用事例

MICREX-SX シリーズと ALPHA5 シリーズを使用した充てん機への適用に関する特徴を述べる。

本装置は、瓶に液体を充てんするもので、機械を構成する各機構部を同調させる複雑なカムパターン運転を行っている。システム構成の概略を図8に示す。サーボシステム5軸中の3軸が電子カム制御によるパターン運転で、残り2軸は速度同期運転をしている。従来、この制御は四つの機械式カムの組合せによる固定パターンで運転を行っていたが、多品種生産への対応や生産能力の向上のため、サーボ化の要求が高まっていた。この課題を解決するため、高速・高精度制御を実現する MICREX-SX シリーズと ALPHA5 シリーズを組み合わせたシステムによる電子カム制御を採用した。本システムは次のような特徴を有している。

(1) 高精度同期制御

MICREX-SX の内部処理として基準位置となる主軸を作成し、内部処理である主軸 (以下、仮想主軸という) に機械の各機構を駆動するサーボシステムを同期運転させる。

図8 充てん機用電子カム制御システムの構成

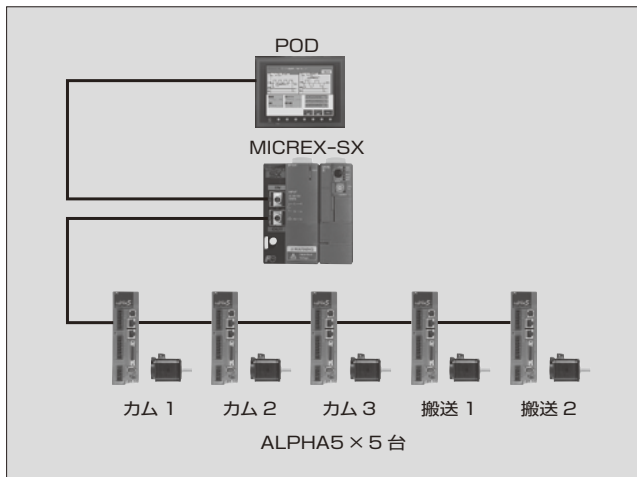
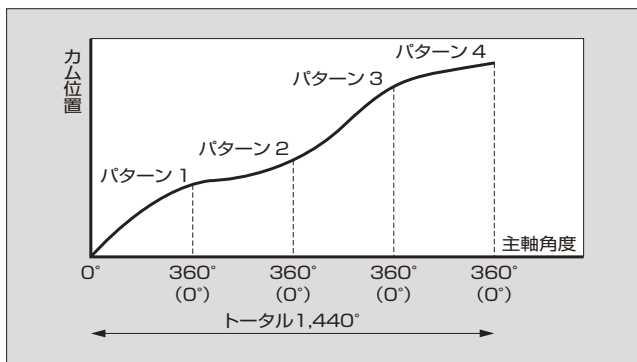


図9 連続カムパターン波形



この方式では、仮想主軸の位置を基に全サーボシステムの目標位置を同一周期ごとに演算し、SX バスから演算周期ごとに全サーボシステムへ伝送されるので、軸間の同期性を正確に保証できる。

(2) 電子カム制御の高分解能化

カムパターンを4パターン接続し、1サイクルを  $360^\circ \times 4 = 1,440^\circ$  として動作させることができる。これにより、機械の軌跡パターンを4倍細かく設定でき、精度の向上を図っている。カムパターンの全体波形を図9に示す。

(3) オートチューニング精度の向上

従来、サーボシステムと機械系とのマッチングをとるチューニング作業に時間を要するという課題があった。今回採用した ALPHA5 ではオートチューニング機能の向上を図っており、セットアップ時間の大幅な短縮を実現した。従来機種では、平均して、30分/台かかっていたサーボシステムの調整が、10分/台にまで短縮でき、コントローラと機械の試運転も合わせ、半日ですべてのセットアップを完了できた。

(4) モータ回転速度の高速化

モータの最高回転速度が 6,000 r/min (従来機種: 5,000 r/min) に上がることによって高速運転が可能となり、機械の生産能力の向上に貢献した。

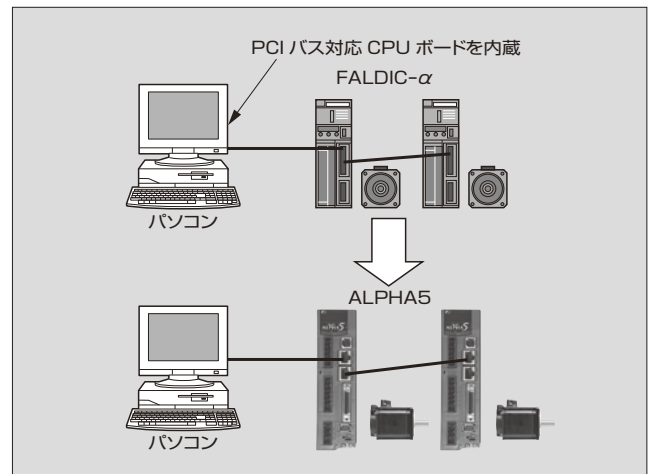
これらの特徴により、従来の機械式カムに比べ電子カム制御は、機械の簡素化、生産能力の向上、多様な生産製品サイズへの対応を図ることができた。

3.3 検査装置への適用事例

富士電機のモーションコントロールシステムの性能向上例について説明する。

本装置は、パソコンと MICREX-SX のボードタイプ CPU を組み合わせた制御装置システムで、基板の画像検査を行うとともに、検査終了後に X-Y 軸のサーボシステムで次の位置へ高速で基板を搬送する制御を行っている。システム構成の概略を図10に示す。約4年前からサーボシステムに FALDIC- $\alpha$  を採用していたが、近年の検査時間の短縮化や基板検査能力の向上などの要求があり、位置

図10 画像検査装置のシステム構成



決め時間の短縮が課題であった。

この課題を解決するために、高速・高精度なサーボシステム ALPHA5 シリーズへの置換えを行った。以下に、ALPHA5 シリーズの特徴を示す。

#### (1) FALDIC- $\alpha$ シリーズとの互換性

MICREX-SX シリーズと ALPHA5 シリーズを接続するデータ領域は FALDIC- $\alpha$  シリーズに合わせており、MICREX-SX シリーズのアプリケーションプログラムを変更することなく置換えができる。ALPHA5 シリーズの性能向上に伴う追加機能については、ALPHA5 用 FB で対応しており、ユーザーインターフェースは完全な互換性を持っている。

#### (2) 応答性能向上による位置決め時間の短縮

周波数応答を 1,500 Hz (FALDIC- $\alpha$  の 2.5 倍) にしたことで、指令に対する追従性が飛躍的に向上し、位置決め時間の短縮を可能にした。

#### (3) エンコーダの分解能向上による高精度位置決め

位置検出に使用しているエンコーダが 20 ビット約 100 万パルス/回転 (従来は 16 ビット = 約 6 万パルス/回転) となったことにより、位置決め精度が向上した。

以上のような特徴を有する ALPHA5 を検査装置へ応

用することで、従来に比べ位置決め時間で約 30% 短縮し、位置決め精度を 2 $\mu$ m から 1 $\mu$ m 以下に向上することができた。

## 4 あとがき

現在使用しているサーボシステムは「FALDIC- $\alpha$  シリーズ」が主流であるが、容量の充実に伴い「ALPHA5 シリーズ」へ移行させていく。また、「FRENIC5000VG7S」(ベクトルインバータ)は、すでに SX バスが使用可能であり、「FRENIC-MEGA シリーズ」についても SX バスとの接続を予定している。このように、SX バスに接続できるアクチュエータの拡充により、MICREX-SX シリーズによるモーションコントロールシステムの拡張を進めていく。

今後は、高度化する顧客要求と競争力向上への対応のため、コントローラとモーションネットワークの次世代化を推進していく所存である。

## 参考文献

- (1) 相田忠勝, 丸林雅美. サーボの多軸同期システムへの適用. 富士時報. vol.78, no.5, 2005, p.393-396.

