

# 次世代サーボネットワーク対応 モーションコントローラ

西原 昇\*  
松田辰啓\*  
所 賢一郎\*

## Motion Controller for Next Generation Servo Network

Noboru Nishihara, Tatsuhiko Matsuda, Kenichiro Tokoro

### 要 旨

三菱電機FA (Factory Automation) 統合コンセプトである“iQ Platform”に対応した高速モーションコントローラ“Q17nDCPU”ではCPU (Central Processing Unit) 単体の性能向上はもとより、ユーザーの根強い要望であったシーケンサCPUとの連携制御の高速レスポンス化を実現した。今回、統合コントローラとしての更なる性能向上、高機能化を実現したiQ Platform対応モーションコントローラ“Q17nDSCPUシリーズ”を開発した。主な機能は次のとおりである。

#### (1) “SSCNET III/H”対応, I/F拡充

Q17nDSCPUは従来のサーボネットワーク“SSCNET (Servo System Controller NETwork) III”の後継となる次世代サーボネットワークSSCNET III/Hに対応し、より高速、高精度な軸制御を実現した。

また、インクリメンタル同期エンコーダインタフェースやマーク検出信号インタフェース、Ethernet<sup>(注1)</sup>インタフ

ェースを標準装備し、オプションユニットのコスト削減を図った。

#### (2) 高性能化, 高機能化

演算処理速度の向上とサーボネットワークの通信速度向上によって、演算周期0.22ms (1~4軸制御時)を可能とした。

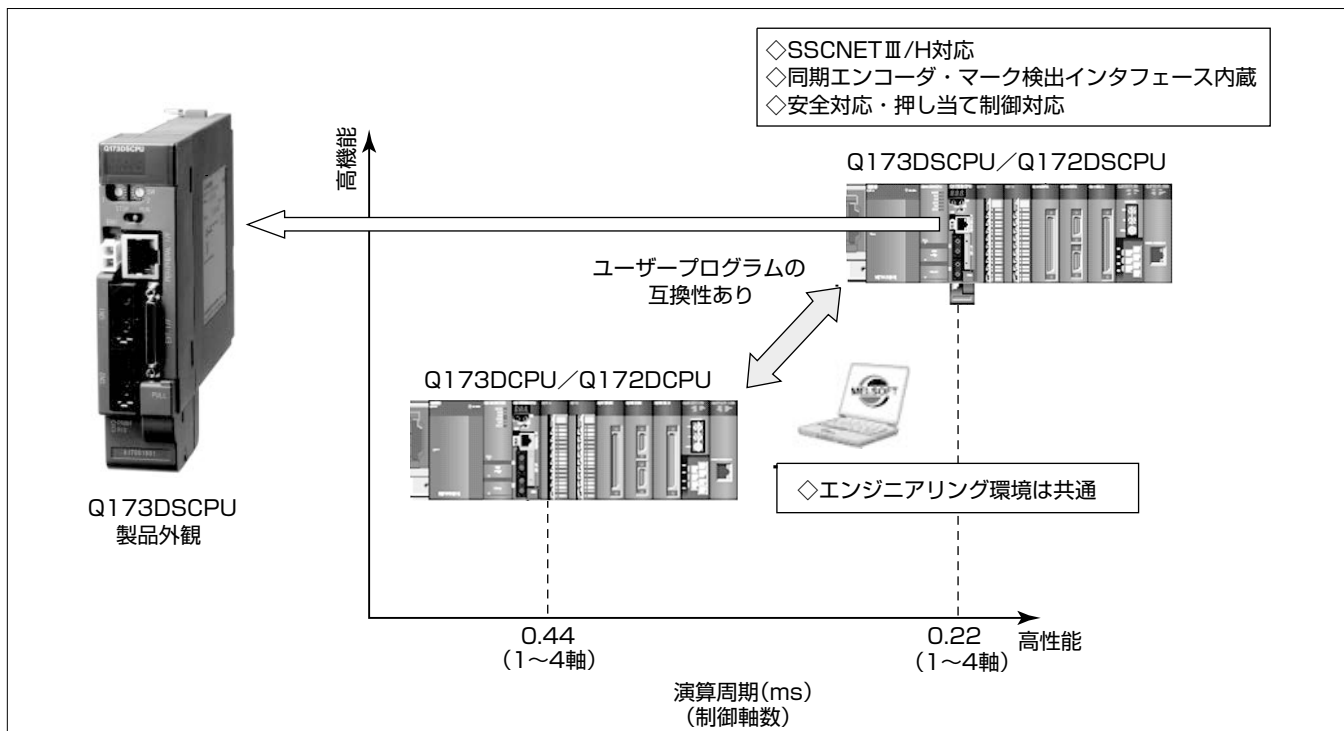
また、安全対応、押当て制御機能などの新機能に対応し、多様化したユーザーのニーズに応えるアプリケーションの提供を可能とした。

#### (3) エンジニアリング環境の充実

Q17nDSCPUシリーズ対応に合わせて、操作方法の改善や機能追加を実施し、より直感的な操作を可能にするとともに、プログラミングの効率化、可読性の向上を図った。

また、従来機種種のプログラムや保存したプログラムからの流用を簡単に行なえるようにすることで、ユーザーのプログラム作成コストの削減を図った。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。



### モーションコントローラ“Q17nDSCPUシリーズ”の位置付け

モーションコントローラQ17nDSCPUシリーズは、Q173DSCPU (32軸制御)とQ172DSCPU (16軸制御)をラインアップしている。エンジニアリング環境は従来機種と共通とし、プログラム流用を簡単に行なえるようにした。演算処理速度の向上とサーボネットワークの通信速度向上によって、演算周期0.22ms (1~4軸制御時)を可能とした。

1. ま え が き

マルチCPU間高速通信対応によって高性能化を図ったiQ Platform対応モーションコントローラQ17nDCPUシリーズを2007年に発売した。FA市場で高いシェアと圧倒的な支持を得ている“Qシリーズ”シーケンサと高速にデータ授受ができ、システム全体のスループットを向上させたフレキシブルなシステム構成が可能となった。

一方、当社サーボネットワークであるSSCNETⅢは2004年のリリース以降、サーボアンプ“MR-J3シリーズ”とともに市場の高速・高精度ニーズに応えてきたが、市場のサーボネットワークは更なる高速化に向かいつつあり、また、ユーザーのニーズからも高速応答・タクトタイム短縮・高精度を望む傾向が見られる。今回、このような市場要求に応えつつ、また、SSCNETの更なる普及を図るため、新たなネットワークSSCNETⅢ/H(通信速度150Mbps)に対応したiQ PlatformモーションコントローラQ17nDSCPUシリーズ(以下“Q17nDSCPU”という。)を開発した。

本稿では、Q17nDSCPUの概要及び特長とエンジニアリング環境について述べる。

2. Q17nDSCPUの製品仕様と主な特長

2.1 製品仕様

図1にQ17nDSCPUのシステム全体構成を、表1に製品仕様を示す。機能とその特長を次に述べる。

今回開発したQ17nDSCPUは、従来機種であるQ17nDCPUの上位互換とするため、既存のアーキテクチャに次世代ネットワーク用インタフェースASIC(Application Specific Integrated Circuit)を組み込んだ。これによってユーザーの既存資産を活用可能にするとともに、次世代ネットワークSSCNETⅢ/Hに対応可能とした。SSCNETⅢ/H対応サーボアンプとして“MR-J4シリーズ”が接続可能である。Q17nDSCPUは従来機種のサーボアンプであるMR-J3シリーズとも接続が可能であるため、従来システム

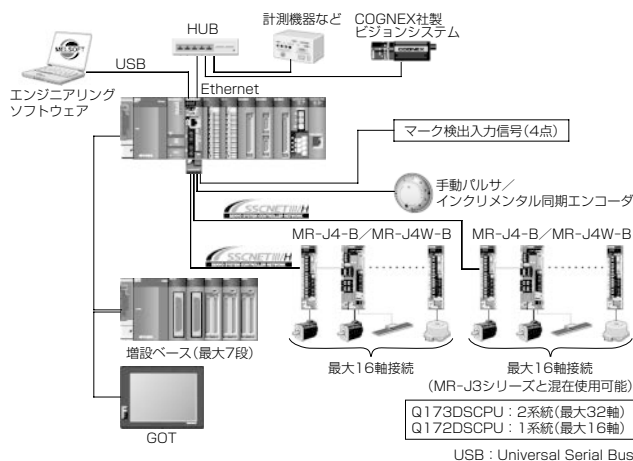


図1. Q17nDSCPUシステムの全体構成

のコントローラにQ17nDSCPUを置き換えることができる。Q172DSCPUは制御軸数を8軸から16軸に拡張しており、中規模システム(9~16軸)に対応可能とした。

外部信号入力としてインクリメンタル同期エンコーダインタフェース1ch、マーク検出信号インタフェース4点を標準装備した。これによって、先に述べたインタフェースを使用する場合、別途オプションユニットを準備する必要がないため、コストを削減することができる。

また、Ethernetインタフェースを標準装備しているため、Ethernet通信を使用してCOGNEX社製ビジョンシステムやGOT(Graphic Operation Terminal)等を直接接続できる。

マイコンのクロックアップによる演算速度向上と、SSCNETⅢ/Hによる高速化との組合せによって演算周期0.22ms(1~4軸)を可能とした。これによって包装機、印刷機等の高速処理が必要な装置にも対応可能になる。

2.2 SSCNETⅢ/H対応

新しい通信方式のSSCNETⅢ/Hは、従来の通信方式であるSSCNETⅢの通信速度50Mbpsから更なる高速化を図り、150Mbps(全二重方式のため、片方向300Mbpsに相当)に通信速度を向上させた。これによって、指令通信周期を短縮することができ(1~4軸使用時で最短0.22ms)、より高精度・高速応答の制御が可能となる。また、モータの起動時間が短縮され、タクトタイムの短縮にも貢献する。

SSCNETⅢ/H対応サーボアンプのMR-J4シリーズでは、通信速度の向上によって、より大量のデータを通信できるようになったことを活用して、消費電力をSSCNETⅢ/H経由で上位系(パソコン、GOT等)に送信してモニタする省エネルギーモニタや、摩擦や振動等から機械の寿命を診断する機械診断を可能としており、Q17nDSCPUではこれらの機能を利用できる。

SSCNETⅢ/HはSSCNETⅢの上位互換であり、SSCNETⅢ用の標準光ファイバがそのまま利用でき、長距離用ケーブルを使用することによって、従来の2倍の局間最大100mの通信を可能にした。

また、Q17nDSCPUはSSCNETⅢ対応機器(Q17nDCPU、MR-J3シリーズ)と混在した使用が可能である(ただし、

表1. Q17nDSCPUの製品仕様

項目	仕様
演算周期	最短0.22ms(1~4軸制御時)
プログラム言語	モーションSFC, 専用命令, メカ機構プログラム(SV22)
本体OS	SV22プリインストール
サーボプログラム容量	16kステップ
同期エンコーダインタフェース	内蔵(インクリメンタルタイプ, 1ch)
マーク検出信号インタフェース	内蔵(4点)
モーションインタフェース	SSCNETⅢ/H(150Mbps) Q173DSCPU: 2系統 Q172DSCPU: 1系統

混在使用時は通信速度が50MbpsのSSCNETⅢとして動作する)。

### 2.3 安全対応

欧州機械指令の整合規格“EN ISO13849-1カテゴリ3 PLd”に対応した安全監視機能・速度監視機能を標準装備する。

安全監視機能は安全信号を二重に入出力してモーションCPUとシーケンサCPUで独立して信号照合を行う機能であり、監視中に2つのCPU間で安全信号の不一致状態を検知した場合、駆動用主電源を遮断する。

速度監視機能は、指令速度、アンプからのエンコーダフィードバック速度、外部補助パルス入力から算出される速度の違いを、シーケンサCPUとモーションCPUで独立して監視し、監視中に設定値以上の速度差が発生した場合やフィードバック速度が指令速度を超えた場合に駆動用主電源を遮断する。

安全機能は、標準製品のシーケンサCPU及びモーションCPUで実現可能であり、これら2種類のCPUと安全信号ユニット、各種センサを用いた図2のようなシステム構成で利用することができる。

### 2.4 押当て制御

位置制御、速度制御、トルク制御の各制御モードの切り換え機能を標準装備した。モーション専用デバイスを切り換えることで容易に各制御モードの切り換え制御を可能とする。

押当て、ペットボトルのキャップ締め、ねじ締め等のアプリケーションでは、位置制御だけではなく、トルク制御との混在使用が必要である。このようなアプリケーションでは、指定されたポイントまでは位置制御で動作し、その後トルク制御にスムーズに切り換えたいというニーズがあり、これに応えるためショックレス切り換え制御(押当て制御)を開発した。位置制御からトルク制御へ切り換える際の、速度変動やトルク変動を抑える(図3)ことで機械の負荷を低減し(高寿命化)、製品品質を向上できる。

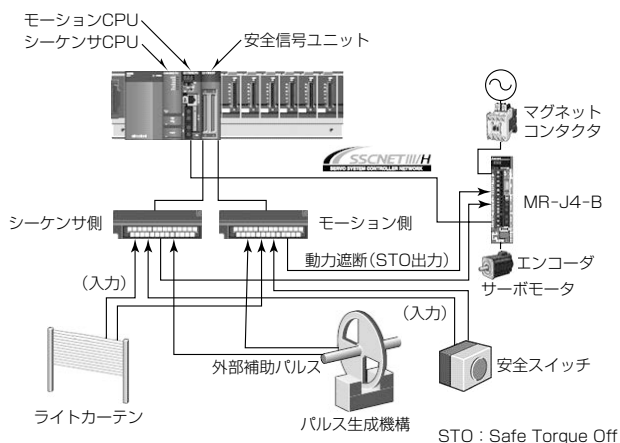


図2. 安全監視・速度監視機能のシステム構成

## 3. エンジニアリング環境

“MELSOFT MT Works2”(以下“MT Works2”という。)は、グラフィカルな画面での直感的な設定・プログラミングや、デジタルオシロ・モーションシミュレータなどの便利な機能による、エンジニアリングコスト削減を目指したモーションコントローラエンジニアリングソフトウェアである。Q17nDSCPUに対応するのに合わせて、MT Works2の大幅な機能アップ及び機能改善を実施した。その実施した機能の一部について述べる。

### 3.1 モーションプログラミングの工数削減

プログラム編集機能を強化し、モーションシステムの設計工数を削減する。

#### 3.1.1 プロジェクトツリー機能の刷新

プロジェクトツリー上で、どのようなプログラムかの確認が可能となるプログラムコメントの機能や、プロジェクト間でのデータ流用が簡単になるドラッグ&ドロップでのデータコピー機能などを追加し、プログラミングの効率化を図れるようにした。

#### 3.1.2 軸ラベルを使用したプログラミング

従来のモーションコントローラでプログラミングをする際、軸No.で指定しなければならないため、どの軸No.が何の軸なのかを分かるようにする対比表を作成しておく必要があった。そこでQ17nDSCPUでは、軸ラベルを使用してプログラミングができるようにすることによって、多軸を使用したシステムのプログラミングの効率化及び可読性が向上した(図4)。

### 3.2 立ち上げ・デバッグの効率化

デジタルオシロ機能、モニタ機能やプロジェクト照合機能の強化によって立ち上げ・デバッグの効率化を図れるようにした。

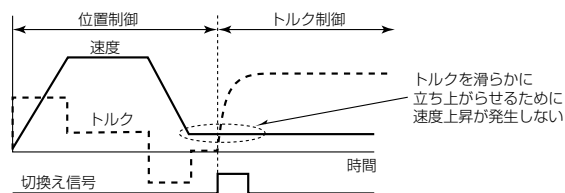


図3. 押当て制御

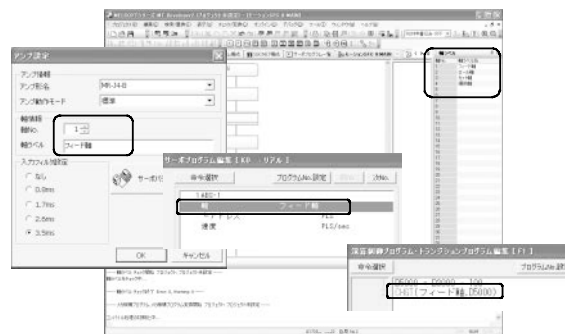


図4. 軸ラベルを使用したプログラミング

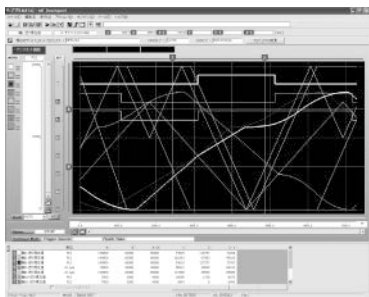


図5. デジタルオシロ

3.2.1 デジタルオシロでのチャンネル数拡張

今回、開発したQ17nDSCPUでは、デジタルオシロのサンプリングチャンネル数を、従来のワード4チャンネル/ビット8チャンネルから、ワード16チャンネル/ビット16チャンネルに拡張した。これによって複数軸のデータを同時にサンプリングすることが可能になり、多軸を使用したシステムの調整が容易に行える(図5)。

3.2.2 プロジェクトデータの照合

プロジェクトデータ間の照合機能を大幅に強化し、不一致箇所が明確に分かるようにした。パラメータが不一致の場合には、その内容を表示できるようにし、プログラムが不一致の場合は、照合元と照合先のプログラムを並べて、不一致箇所を表示できるようにした。これによって装置の改造のため、パラメータの変更又は、プログラムの修正をした際、比較結果を用いて変更内容を明確に表示することによって、メンテナンスの効率化を図ることができる(図6)。

3.3 プログラム資産の保護

セキュリティ機能を強化することによってユーザーの資産であるプログラムの不正使用防止を図る。

3.3.1 プログラム表示制御

モーションSFC(Sequential Function Chart)プログラム、演算制御プログラム、トランジション、サーボプログラムを第三者に見せたくない場合、プログラム単位で保護できるようにした。保護したプログラムを見るのにはパスワードを必要とする。

3.3.2 ソフトウェアセキュリティキー

プロジェクトデータに対するセキュリティ機能については、装置・設備の模倣品防止の観点からの要望が強まっている。特に近年、海外での生産拠点が増加するにつれて、装置メーカーはもとよりエンドユーザーにとっても、装置・生産設備のノウハウであるコントローラのプログラムの流出防止は、重要な課題となってきている。

従来のモーションコントローラにもパスワードを使用してプロジェクトデータを保護する機能があるが、パスワードを使用したセキュリティの場合、パスワードが分かれば誰もがプロジェクトデータにアクセスすることが可能なため、パスワードを使用せず、限定したパソコンでなければアクセスできないようにするセキュリティを望むユーザー



図6. プロジェクトデータの照合

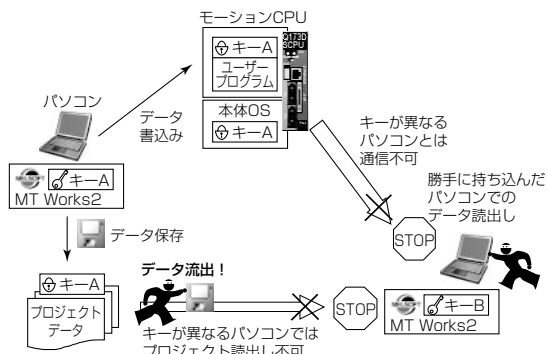


図7. ソフトウェアセキュリティキー

が出てきた。そこでQ17nDSCPUでは、ソフトウェアセキュリティキーを使用してプロジェクトデータの保護ができる機能を開発した。

ソフトウェアセキュリティキーを使用したセキュリティの場合、作業に使用するパソコンにソフトウェアセキュリティキーを埋め込み、同じソフトウェアセキュリティキーをプロジェクトデータファイル及びQ17nDSCPUにも埋め込むことによって、同じソフトウェアセキュリティキーを持たないパソコンでは、プロジェクトデータファイル及びQ17nDSCPUに書き込まれているプロジェクトデータにはアクセスできないようにした。これによって、プロジェクトデータにアクセスすることが可能なパソコンを限定でき、プロジェクトデータの流出・不正使用防止を図ることができる(図7)。

4. む す び

サーボネットワークの高速化・高精度化、及び高機能化に対応したモーションコントローラQ17nDSCPUシリーズを開発した。今後も市場ニーズに最適にマッチするモーションコントローラ製品群をタイムリーに投入し、適用分野の更なる拡大を目指していく所存である。

参 考 文 献

(1) 三原 弘, ほか: スタンドアロンタイプモーションコントローラ, 三菱電機技報, 83, No.4, 251~254 (2009)