

# CC-Link IE TSN対応“MELSERVO-J5” サーボシステム向けドライブエンジニアリング環境

竹内俊策\*  
Shunsaku Takeuchi  
國枝重利\*  
Shigetoshi Kunieda  
田中慎次\*  
Shinji Tanaka

Drive Engineering Environment for CC-Link IE TSN Compatible  
"MELSERVO-J5" Servo System

## 要 旨

産業用オープンネットワークCC-Link IE TSNに対応した“MELSERVO-J5”サーボシステムのシステム設計・プログラミング・立ち上げ・メンテナンスをサポートするエンジニアリングソフトウェアとして、“GX Works3モーション制御設定”“Motorizer”“MR Configurator2”を開発した。

### (1) GX Works3モーション制御設定

IEC61131-3 ST(Structured Text)言語及びPLCopen<sup>(注1)</sup> Motion Control FB(Function Block)によるプログラミング機能をサポートし、シーケンサ用エンジニアリングソフトウェアである“GX Works3”と1ツール化することでモーション制御プログラムを簡単に作成できる。

### (2) Motorizer

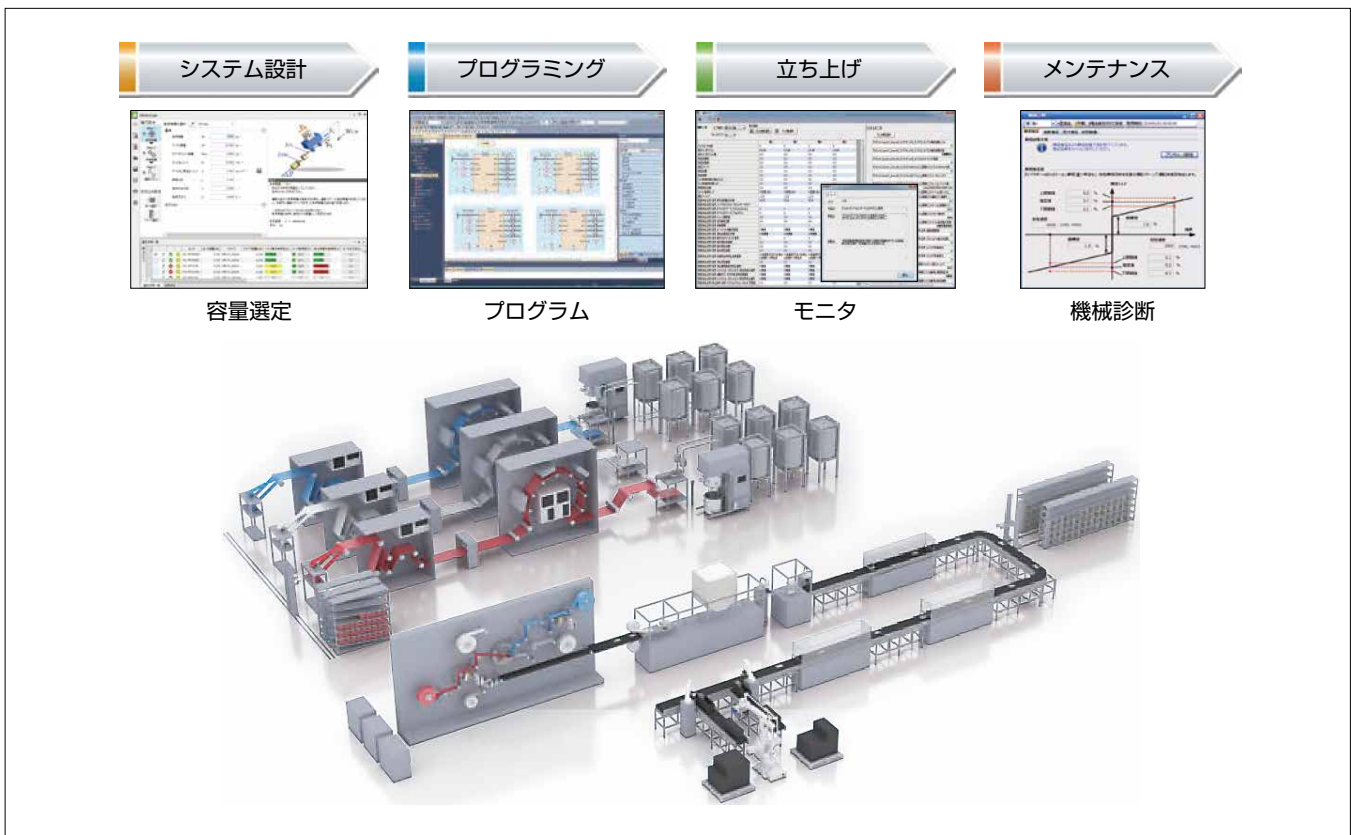
モータシリーズの横断検索に対応しており、統合された

サーボアンプ、インバータ、センサレスサーボの結果を一覧表示できる。またサーボアンプとサーボモータの組合せ自由化に対応し、異なる組合せを比較できる。さらに母線共通システムの省エネルギー効果を表示できる。

### (3) MR Configurator2

従来の摩擦故障診断・振動故障診断の機械診断機能に加え、ギヤ診断・ベルト診断・エンコーダ通信回路診断に対応した。診断に必要なサーボパラメータを簡単に設定でき、診断結果を視覚的に分かりやすく表示することでギヤの摩耗状態やベルトの経年劣化を効率的に確認でき、駆動部故障トラブルを未然に防止できる。

(注1) PLCopenは、PLCopenの登録商標である。



## “MELSERVO-J5”サーボシステムのシステム設計からメンテナンスまでをサポートするドライブエンジニアリング環境

産業用オープンネットワーク“CC-Link IE TSN”に対応したMELSERVO-J5サーボシステムのシステム設計・プログラミング・立ち上げ・メンテナンスをサポートするドライブエンジニアリングソフトウェアを開発した。

## 1. ま え が き

FA市場の動向として、オープン性・汎用性を指向する顧客が増加しており、特に海外ではIEC(International Electrotechnical Commission)規格、PLCopen規格に準拠した製品が好まれている。また、顧客は装置開発に様々な機器を扱う必要があり、エンジニアリングソフトウェアの統合化による学習コストの削減が求められている。さらに近年の市場動向として、ダウンタイムの回避、メンテナンス時間の削減、装置の稼働率向上のためにトラブルシューットの容易化が必要とされている。今回の開発ではこれらの要求に応えるドライブエンジニアリングソフトウェアを開発した。

## 2. GX Works3モーション制御設定

### 2.1 GX Works3モーション制御設定の概要

モーション制御設定は、シーケンサ用のエンジニアリングソフトウェアであるGX Works3に統合され、モーションユニットのシステム設計からメンテナンスまでの全てのフェーズを支援するソフトウェアである。従来サポートしている軸のパラメータ設定、同期制御に使用する演算プロファイルの作成を簡単に設定する機能に加え、IEC61131-3 ST言語及びPLCopen Motion Control FBによるプログラミング機能をサポートすることで三菱電機独自のプログラミング言語、モーション制御命令を学習することなくフレキシブルなモーション制御プログラムを作成可能である。また、立ち上げ、メンテナンス機能としてモニタ、イベント履歴、ロギング機能にも対応している。

### 2.2 モーション制御設定の特長

#### 2.2.1 モーションコントローラと シンプルモーションユニットの統合

モーションユニットはモーションコントローラの特長であるシーケンサと分離した高速制御、負荷分散を実現するプログラミングと、シンプルモーションユニットによる位置決め感覚の簡単プログラミングの両方の方法が可能である。プログラムの作成方法もGX Works3の特長である“書く”から“選ぶ”の方法を継承することでモーションの制御プログラムを簡単に作成する手段を提供する(図1)。

#### 2.2.2 ラベルプログラミング

ラベルとはデータを格納する入れ物につける名前であ

り、軸や演算プロファイル、リミット信号などの外部信号のデータをラベルとして扱うことでネットワークの構成や機器の変更の影響を受けないプログラミングが可能になる。また、データをラベル化することでプログラムが構造化され、プログラムの流用性が向上し、プログラミングコストの削減が可能になる。さらに、これまでのメモリアドレスによるプログラミングの場合、各アドレスを覚えてプログラムを作成することは学習コストがかかり、容易ではなかった。モーションユニットでは必要な全てのデータにラベルでアクセスできることでユーザーの学習コストを削減でき、プログラムの可読性、メンテナンス性が向上する。

#### 2.2.3 シーケンサとモーションユニットのラベル共有

これまでのモーションコントローラとシーケンサ間ではメモリアドレスによるデータ共有をしていたため、各メモリアドレスの意味を覚えて各々でプログラミングする必要があった。モーションユニットでは、そこで定義したラベルをシーケンサ側から同一ラベル名でアクセスできる機能を提供する。シーケンサとモーションユニット間で軸のラベルなどの共有が簡単になり、シーケンサ側プログラムで軸の指定や、軸の状態を監視したプログラムを簡単に作成できる(図2)。

#### 2.2.4 ロギング機能統合

シーケンサとモーションユニットのロギングデータの波形表示機能をロギング機能を持つユニットで収集し、そのデータを表示・分析するソフトウェアである“GX LogViewer”に統合することで、シーケンサとモーションユニットのデー

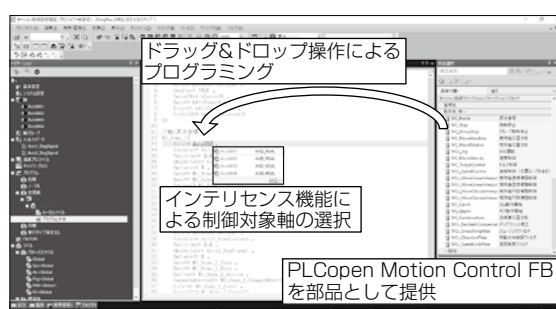


図1. 部品選択による簡単プログラミング



図2. シーケンサとモーションユニットのラベル共有

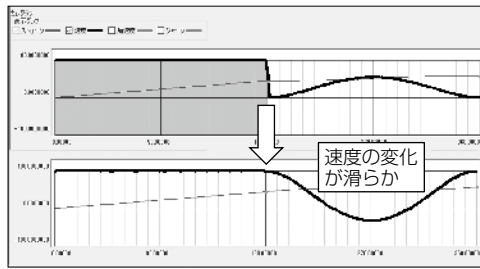


図3. 強化した5次曲線によるカム制御

タを同一ツール上で表示・分析ができるようになり、モーションシステムとしての立ち上げ・メンテナンスコスト削減が可能である。また、今後はGX LogViewerで表示可能なデータをシーケンサとモーションユニットだけにとどまらず、CC-Link IE TSNネットワーク上に接続されているサーボアンプ、インバータなどの機器にも拡張することで、CC-Link IE TSNの時刻情報をもとにした特定時刻でのデータ表示・分析が可能になり、サーボシステム全体のトラブルシューティングが容易になる。

### 2.2.5 カム機能強化

モーション制御設定では従来の5次曲線によるカム制御を強化し、カム曲線のつなぎ目で速度の変化が滑らかなように調整する機能を開発した(図3)。この機能によって、機械へのショックを低減することが可能になる。

## 3. Motorizer

### 3.1 Motorizerの概要

Motorizerは、機械の構成(質量や付加抵抗力など)や、運転パターン(動作時間や加速度など)を設定することで、最適なサーボモータ、サーボアンプ、回生オプションを選定するドライブ容量選定ソフトウェアである。20年以上前に開発されて拡張開発が困難になっている旧ドライブ容量選定ソフトウェアの課題を解決するために、今回新規に開発した。またACサーボアンプ“MELSERVO-J5シリーズ”のリリースに合わせて、サーボアンプとサーボモータの組合せ自由化と、シンプルコンバータを使った多軸構成の容量選定に対応している。

### 3.2 Motorizerの特長

#### 3.2.1 横断検索

旧ドライブ容量選定ソフトウェアでは、容量選定をする前に、モータシリーズを決めておく必要があり、ユーザーは機械に合うモータシリーズの形名をあらかじめ把握しておく必要があった。それに対してMotorizerではモータシ

リーズの横断検索が可能であり、ユーザーがモータシリーズを決める必要がなく、自動で複数のモータシリーズの選定結果が一覧表示されるようになっている。

Motorizerではサーボアンプ、インバータ、センサレスサーボの容量選定を統合しているため、これらを横断検索できる。CC-Link IE TSNでは、同一ネットワークにサーボアンプとインバータが構成可能であることから、両方を同時に容量選定するケースが増えるので、Motorizerだけでサーボアンプとインバータの容量選定に対応することで、顧客の使い勝手が向上する。

さらにサーボアンプとサーボモータの組合せ自由化に対応しており、異なる容量や電源電圧の組合せ結果を一覧表示することが可能である。図4は200Vサーボアンプと400Vクラスサーボモータの組合せ(“HK-KT434W”と“MR-J5-20G”)と、200Vサーボアンプと200Vクラスサーボモータの組合せ(“HK-KT43W”と“MR-J5-40G”)の選定結果である。ともに選定OKとなっていることから、400Vクラスサーボモータと組み合わせることで、サーボアンプの容量を下げられることが簡単に把握できる。

#### 3.2.2 多軸構成の容量選定

母線共通システムの多軸構成では、あるサーボモータの回生エネルギーを他サーボモータの力行エネルギーとして再利用することで、サーボアンプシステム全体で消費されるエネルギーを抑える省エネルギー効果がある。

Motorizerでは母線共通システムのサーボモータ間で有効利用される回生エネルギーを考慮した容量選定が可能になっており、サーボアンプシステム全体の省エネルギー効果を表示できる(図5)。

Motorizerでは、母線共通システムの多軸構成として、電源回生コンバータ、シンプルコンバータ、多軸一体サーボアンプに対応している。多軸構成の省エネルギー効果を表示することで、シンプルコンバータや多軸一体サーボアンプを使用する有効性を確認できる。

モータ	モータ容量(kW)	ドライブ	ドライブ容量(kW)
<input checked="" type="checkbox"/> HK-KT434W	0.200	MR-J5-20G/A	0.200
<input checked="" type="checkbox"/> HK-KT43W	0.400	MR-J5-40G/A	0.400

: 選定OK       SV : サーボ

図4. 組合せ自由化の横断検索結果

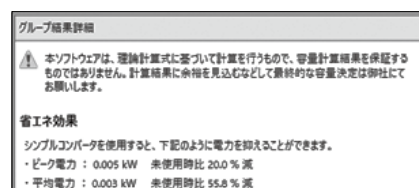


図5. シンプルコンバータ使用時の省エネルギー効果

## 4. MR Configurator2

### 4.1 MR Configurator2の概要

MR Configurator2は、サーボアンプの立ち上げからメンテナンスまでの全てのフェーズを支援するサーボセットアップソフトウェアである。サーボパラメータの設定、モニタ表示、テスト運転、サーボゲイン調整を簡単に行うことができ、サーボアンプの性能を十分に引き出すことが可能である。機械診断機能も充実しており、摩擦・振動故障診断から機械部品の経年劣化状況をモニタリングし、メンテナンスを支援する。MELSERVO-J5シリーズでは、ギヤ診断、ベルト診断、エンコーダ通信回路診断にも対応した。

### 4.2 MR Configurator2の特長

#### 4.2.1 予知保全機能

近年、装置のメンテナンスに関する要望は大きく、予知保全機能として経年劣化に伴うギヤの摩耗状態を診断するギヤ故障予測診断、ベルトの張力状態を診断するベルト診断を開発した。

MR Configurator2では、ギヤ故障診断機能からパラメータ設定機能を連携させた。パラメータ設定機能でギヤ故障診断に関連するサーボパラメータをグルーピングして表示しており、簡単にバックラッシュしきい値などのサーボパラメータを設定できる。

また、MR Configurator2から実行したバックラッシュ推定では、バックラッシュしきい値とバックラッシュ推定値を視覚的に分かりやすく表示することで、ギヤの摩耗状態を容易に確認できる(図6)。

ベルト駆動の場合、ベルト張力低下予測機能によって経年劣化によるベルトの寿命を検出できる。MR Configurator2の張力推定画面でもパラメータ設定機能と連携しており、ベルト張力低下しきい値にかかわるサーボパラメータを効率的に設定できる。

ベルト張力推定値がしきい値以下となった場合にメンテナンスタイミングを示すサーボアンプ警告によってベルトの経年劣化を検知できる。MR Configurator2の機械診断画面ではベルト張力低下しきい値と推定値を表示することで、寿命兆候を事前に確認できる。これは、駆動部故障トラブルの未然防止に有効である(図7)。

#### 4.2.2 エンコーダ通信回路診断機能

エンコーダ通信アラームの要因には、サーボアンプ故障、エンコーダ故障、エンコーダケーブル断線などが多く、原因

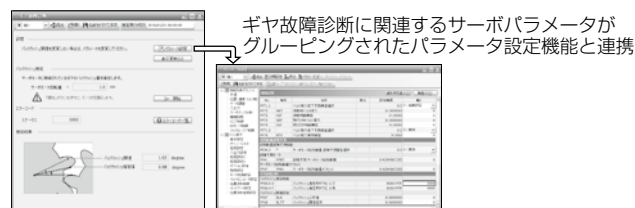


図6. ギヤ故障診断機能

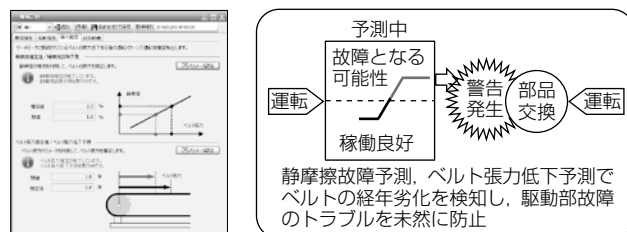


図7. 機械診断機能の張力推定



図8. エンコーダ通信回路診断

特定に時間を要している。ここで、MR Configurator2からエンコーダ通信回路診断を実行することで、サーボアンプの回路故障、又はケーブル/エンコーダの故障かを容易に判別でき、アラーム発生原因の特定までの時間を短縮できる(図8)。

#### 4.2.3 事後保全機能

サーボアンプの状態を常時監視して、アラーム発生前後の状態遷移を一定時間記録するドライブレコーダもMELSERVO-J5シリーズで進化している。

MR Configurator2では、ドライブレコーダ作動時にグラフ波形データ・トリガー検出時のモニタ情報に加え、システム構成情報、サーボパラメータのデータも確認でき、容易にアラームなどの原因究明が可能である。また、ドライブレコーダ機能と連携したパラメータ設定機能によって、アラームだけでなく任意のデータをトリガー条件として設定できる。

## 5. む す び

MELSERVO-J5サーボシステムのシステム設計からメンテナンスまでのTCO(Total Cost of Ownership)削減をサポートするエンジニアリングソフトウェアを開発した。

今後もこれらエンジニアリングソフトウェアの機能拡充・使い勝手向上を進めるとともに、エンジニアリングソフトウェア間の統合・連携を強化し、更なるTCO削減に貢献していく。