

MITSUBISHI

三菱電機技報

Vol.84 No.3

2010 3

特集「最新のFAシステム
ー後編:FAコントローラとエンジニアリング環境ー」



目次

特集「最新のFAシステム—後編：FAコントローラとエンジニアリング環境—」

FA機器及びFAエンジニアリング環境の技術展望	1
瀬尾和男	
三菱iQ Platform対応FA統合エンジニアリングソフトウェア “MELSOFT iQ Works”	6
岡田知浩	
三菱iQ Platform対応シーケンサエンジニアリングソフトウェア “MELSOFT GX Works2”	10
山岡孝行・岩田秀章	
三菱iQ Platform対応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“MELSOFT MT Works2”	15
本並鉄二・末松圭司	
三菱iQ Platform対応表示器画面作成ソフトウェア “MELSOFT GT Works3”	19
大塚 敦	
CC-Link IEフィールドネットワーク	23
河本久文	
“MELSEC-Lシリーズ”シーケンサ	27
柿本康一・山本順司・矢木孝浩・谷出 新	
シーケンサ“QnUモデル”のフルラインアップ化	31
中南和宏・青木康一	
GOT1000シリーズ“GT16モデル”の拡充	35
橋本伸哉	
ワンタッチサーボ“MR-JNシリーズ”	39
神保茂雄・佐土根俊和・加藤滋久	
モーションコントローラのビジョン連携機能	43
溝上悟史・安藤友典	
電気・電子製品組立て用小型ロボット “MELFA RV-2SQ”	47
石川高文	

Latest Technologies of Factory Automation(FA)—FA Controllers and Engineering Environment—

R&D Activities Related to Factory-Automation Controllers and Engineering Environment	Kazuo Seo
Mitsubishi iQ Platform-compatible FA integrated Engineering Software "MELSOFT iQ Works"	Tomohiro Okada
Mitsubishi iQ Platform-compatible Programmable Controller Engineering Software "MELSOFT GX Works2"	Takayuki Yamaoka, Hideaki Iwata
Mitsubishi iQ Platform-compatible Motion Controller Engineering Software "MELSOFT MT Works2"	Tetsuji Honnami, Keiji Suematsu
Mitsubishi iQ Platform-compatible Screen Design Software "MELSOFT GT Works3"	Atsushi Otsuka
CC-Link IE Field Network	Hisafumi Koumoto
"MELSEC-L Series" Sequencer	Koichi Kakimoto, Junji Yamamoto, Takahiro Yagi, Hajime Tanide
Complete Product Lineup of Programmable Controllers "QnU Models"	Kazuhiro Nakaminami, Koichi Aoki
Graphic Operation Terminal GOT1000 Series "GT16 Model"	Shinya Hashimoto
One Touch Servo "MR-JN Series"	Shigeo Jimbo, Toshikazu Satone, Shigehisa Kato
Vision Sensor Cooperation Function of Motion Controller	Satoshi Mizogami, Tomonori Ando
New Small Type Robot "MELFA RV-2SQ"	Takafumi Ishikawa

特許と新案

「マイクロアクチュエータ」「駆動機械の機械定数推定装置」	51
「アナログユニットシステム」	52

スポットライト

MELSECシーケンサのファンクションブロック部品集 “FBライブラリ”

表紙：最新のFAシステム—FAコントローラとエンジニアリング環境—

FA機器は、市場ニーズの変化にタイムリーに対応する新製品の開発に取り組んでいる。2月号に続き、3月号もコントローラとエンジニアリング環境製品の特集を掲載する。

表紙写真はその一例として、ベースレス構造の採用及びCPUユニットへの機能集約化によるコストダウンを実現したMELSEC-Lシリーズシーケンサ(①)、GT15の上位機種としてパソコンリモート操作機能、ラダー編集機能等の機能充実を図ったGOT1000シリーズGT16モデル(②)、当社が展開している連携ソリューション“iQ Platform”に対応したエンジニアリング環境レベルでのデータ連携を実現するiQ Platform対応統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”(③)、サーボは高性能・高性能を謳(うた)う反面、ステッピングモータやインバータと比較して立上げや調整が“難しい”というユーザーイメージを払拭(ふっしょく)するワンタッチサーボMR-JNシリーズ(④)、マシンビジョン専用メーカーのビジョンセンサとモーションコントローラのダイレクト接続によって、シームレスな通信の連携を行い、最適なアライメント調整(ビジョン認識位置による位置決め処理)を実現したモーションコントローラのビジョン連携機能紹介(⑤)を示す。



巻頭論文

FA機器及びFAエンジニアリング環境の技術展望



瀬尾和男*

R & D Activities Related to Factory-Automation Controllers and Engineering Environment

Kazuo Seo

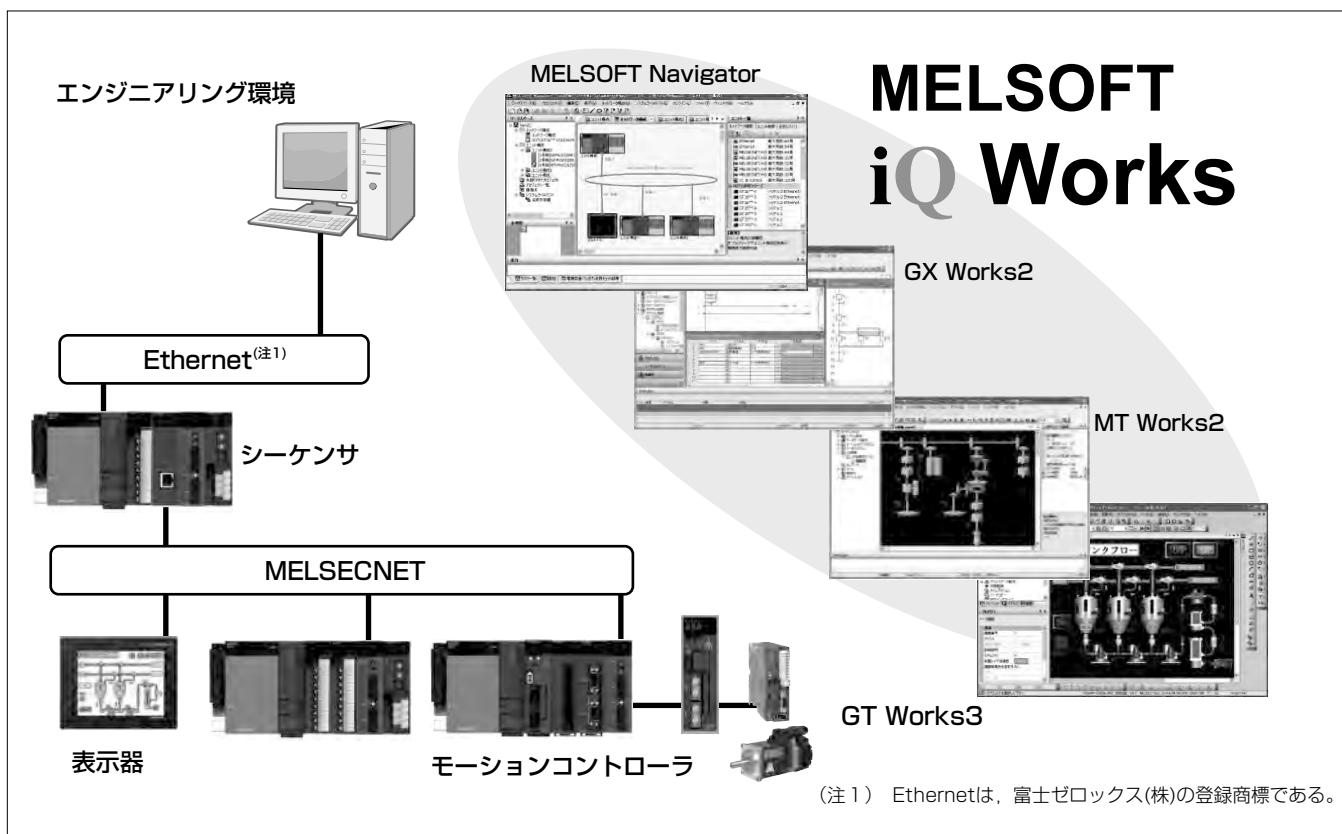
要 旨

三菱電機は、生産工程を自動化するFA (Factory Automation) 関連製品として、シーケンサ、表示器 (HMI)、モーションコントローラ、数値制御装置 (CNC)、サーボ、インバータなどのFA機器製品、放電加工機、レーザ加工機、ロボットなどのメカトロニクス製品の開発を行っている。本稿では、これら製品群のうち、FA機器製品について、そのハードウェアの技術動向と、これらの制御プログラムを作成するエンジニアリング環境の技術動向について述べる。

FA機器には、ラダープログラムを実行しシーケンス制御を行うシーケンサや、装置の動きを制御するモーションコントローラ、CNCなどの駆動系コントローラがある。これらのコントローラは、長期にわたる耐用年数や製品の供給可能性、信頼性、性能、コストのバランスを念頭に開発されてきた。コントローラを実現するハードウェアの技術として制御処理を実行するためのCPU (Central Pro-

cessing Unit) と、バス・ネットワークの技術動向について述べる。

また、生産システムが複雑化するにつれて、コントローラをはじめとするFA機器の設定項目やプログラムサイズが増加している。これに対してFA機器の設定作業、プログラミングを効率化するFAエンジニアリング環境“MELSOFT iQ Works”がある。制御プログラムの開発は、システム設計、プログラム作成、デバッグ・試験の順に行われており、それぞれの段階で開発効率を向上させる技術として、システム構成の複雑化に対応する構成管理機能、プログラムの再利用性向上に関するラベル機能とFB (Function Block) 機能、デバッグ・試験期間の短縮を実現するシミュレーション機能の技術動向について述べる。さらに、多品種小量生産の生産システムを効率よく稼働させる製造情報連携技術について述べる。



FA機器とそのエンジニアリング環境

生産システムを構成するFA機器とそのエンジニアリング環境についてのイメージを示す。

*先端技術総合研究所 システム技術部門 統轄部長(工博)

1. ま え が き

当社は、生産工程を自動化するFA関連製品として、シーケンサ、表示器(HMI)、モーションコントローラ、数値制御装置(CNC)、サーボ、インバータなどのFA機器製品、放電加工機、レーザ加工機、ロボットなどのメカトロニクス製品の開発を行っている。本稿では、これら製品群のうち、FA機器製品について、そのハードウェアの技術動向と、これらの制御プログラムを作成するエンジニアリング環境の技術動向について述べる。

2. ハードウェアの技術動向

FA機器には、ラダープログラムを実行しシーケンス制御を行うシーケンサや、装置の動きを制御するモーションコントローラ、CNCなどの駆動系コントローラがある。これらのコントローラは、長期にわたる耐用年数や製品の供給可能性、信頼性、性能、コストのバランスを念頭に開発されてきた。コントローラを実現するハードウェアの技術として制御処理を実行するためのCPUと、バス・ネットワークの技術動向について述べる。

2.1 CPU技術の動向

2.1.1 CPU性能の推移

当社シーケンサを例にとると、図1に示すようにCPU性能の指標である基本命令の実行速度は、3年で2倍のトレンドで高性能化されてきており、他社製品についてもほぼ同様に進化している。また、エンドユーザーが作成する制御プログラムの容量は、制御対象の大型化や生産システムの複雑化に伴って大きくなってきている。

当社シーケンサがラダープログラムを高速に実行するためのASIC(Application Specific Integrated Circuit)を開発しており、半導体技術の進化による性能向上に加えて、パイプライン技術やスーパースカラ技術といったマイクロプロセッサで実現されてきた技術の取り込みを進め、各世代で業界最速の基本命令実行速度を維持してきた。

2.1.2 CPU関連の研究動向

マイクロプロセッサの低消費電力化と性能向上に伴い、ソフトウェア処理でシーケンサを実現する事例が、欧州を

中心に出てきている。現時点では、ソフトウェア処理を行うための高性能なマイクロプロセッサは比較的高価であり、この方式は大規模なシステム向けでは活用できるものの、中小規模システムに向けたシーケンサを実現するにはコスト高となる。

駆動系コントローラは、マイクロプロセッサを中心に構築されている。近年、マイクロプロセッサは高性能化と低消費電力化を両立するために、マルチコア化による性能向上を行っている。特に高い性能が要求されるCNCでは、採用可能なマイクロプロセッサ製品の選択肢が狭まってきており、継続的に高速性を維持・発展するためにはマルチコアの利用が必要になってくると考えられる。このような技術を適用した場合、制御プログラム資産を流用するために、シングルコアを前提とするプログラムをマルチコア上で動作させる技術が必要となり、並列性の抽出、制御動作の同一性の検証が課題となる。

今後の開発では、効率的にハードウェアを実現するための設計技術や、差別化機能を実現するためにマイクロプロセッサに付加されるASICなどをプラットフォームとして複数分野のFAコントローラに対し共通的に適用することが求められる。また、FAコントローラで制御プログラムを高速に実行するためには、ハードウェア技術のみならず、ハードウェアの資源を効率的に利用するためのコンパイラ技術などを同時に開発することが必要となる。

2.2 バス・ネットワーク技術の動向

2.2.1 シリアル伝送技術

バス・ネットワークに関連する技術は、コントローラのハードウェアでCPU技術と同様に重要である。特にシーケンサでは、複数のCPUユニットやIOユニット、通信ユニットなどがベースボード上のバスを介して組み合わせられるため、システム構築の柔軟性を実現する重要な要素技術となる。また、大規模な生産システムを構築するためには、ネットワークで接続された機器の連携が必要となる。これら、バス・ネットワークでは、データ伝送容量の拡大、構築コストの低減が求められている。

バスの伝送容量を拡大する方法としては、複数ビットでの並列伝送を行うパラレル伝送方式と、伝送周波数を高くするシリアル伝送方式がある。パラレル伝送は、同時に伝送されるビット間を同期させるため高周波数での伝送が難しく、プリント基板上やコネクタ、ケーブルを経由する伝送ではコスト高となり、近年ではLSI(Large Scale Integration)チップ上での伝送容量の拡大に適用される場合が多い。これに対してシリアル伝送は、伝送両端でのパラレル-シリアル変換などの回路が必要であるものの、高周波数での伝送が比較的容易であるため、ケーブルやコネクタを介した伝送や長距離伝送で適用されている。

当社製品では、“iQ Platform製品シリーズ”向けにデー

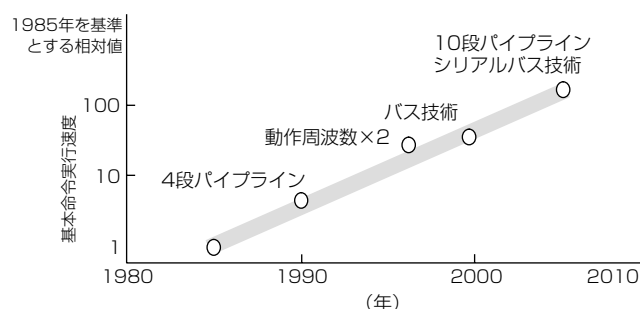


図1. シーケンサCPU性能推移(基本命令実行速度)

タ伝送量の拡大を実現するシリアル伝送技術を開発し、駆動系コントローラと同期したデータ伝送を行うことで、シーケンサ、モーションコントローラ、CNCなどを高速に接続し、機器の連携による生産システムを容易に構築可能とした。

また、シーケンサではベースボードを廃し、ユニットを連結していくことで比較的低コストにシステムの構築を行う“MELSEC-Lシリーズシーケンサ”を新たに開発している。このようなユニット連結型のシステムバスでは、連結するユニットの種類や台数によって伝送の電氣的な特性が変化することが考えられ、接続ユニット数によらない伝送の安定性確保、FA環境で求められるノイズ耐性、他機器への影響をなくすノイズ放射の抑制といった技術が不可欠である。

2.2.2 伝送技術の研究動向

フィールドネットワークなどの長距離伝送を要するものは、パラレル伝送では同期が問題になるため、ケーブルコストが比較的安価なシリアル伝送が適用される。“CC-Link IE”では、伝送の物理層でEthernetなどのオープンな汎用(はんよう)技術を利用することで低いコストでハードウェアを構築し、その上に独自プロトコルを搭載することによってFAで求められるリアルタイム性や信頼性を実現する。

今後は、バス・ネットワークの高速化や生産システム構築に使用されるネットワークの統合化といったハードウェアの課題に合わせて、大規模化する生産システムの構築を容易化するために、ネットワークの自動接続や、接続されているFA機器の構成管理といった技術の開発が必要となる。

3. エンジニアリング環境の技術動向

半導体／液晶／太陽電池パネル製造装置や、自動車組立てラインといった中大規模システムでは、シーケンサ、モーションコントローラ、表示器、CNCといった複数のFA機器を組み合わせて制御システムを構築する。図2に制御プログラムの開発プロセスを示す。制御プログラムの開発は、システム設計、プログラム作成、デバッグ・試験の順に行われており、それぞれの段階で開発効率を向上させる技術として、システム構成の複雑化に対応する構成管理機

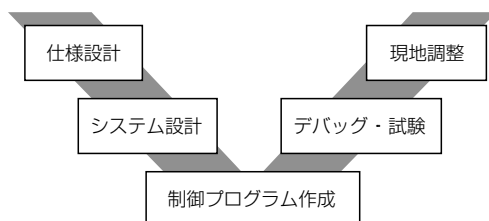


図2. 制御プログラムの開発プロセス

能、プログラムの再利用性向上に関するラベル機能とFB機能、デバッグ・試験期間の短縮を実現するシミュレーション機能の技術動向を述べる。

3.1 構成管理技術の動向

3.1.1 システム管理ソフトウェア

複数のFA機器がネットワークによって接続された中大規模の制御システムのシステム設計を行うには、システム内に存在する複数のFA機器を統一して管理する構成管理機能が必要となる。このようなシステム管理が可能な製品として、“MELSOFT iQ Works”がある。MELSOFT iQ Worksは、図3に示すように次の4つのソフトウェアで構成している。

- ①“MELSOFT Navigator”：システム管理ソフトウェア
- ②“GX Works2”：シーケンサエンジニアリングソフトウェア
- ③“MT Works2”：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
- ④“GT Works3”：表示器画面作成ソフトウェア

MELSOFT iQ Worksでは、従来のエンジニアリング環境に加えて、新たにMELSOFT Navigatorが追加された。このMELSOFT Navigatorを用いることで、シーケンサ、モーションコントローラ、表示器の各エンジニアリングソフトウェア間でデータ交換を行い、設計情報を共有することが可能となる。

システム設計では、複数のFA機器を同時に扱うことが多い。従来は、それぞれのFA機器ごとに設定を行う必要があったが、MELSOFT Navigatorでは、複数のFA機器をまとめて扱うことが可能なワークスペース機能が提供される。ワークスペース内にあるFA機器のプロジェクトデータ間では、デバイスに割り付けられたラベルを共有してプログラミング作業を効率的に行うことができる。また、パラメータの一括設定や整合性のチェックが可能であり、複数のFA機器の設定作業及び確認作業が容易になる。

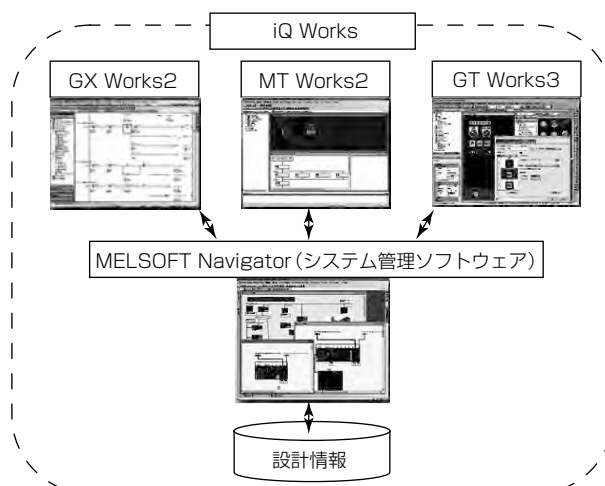


図3. MELSOFT iQ Worksの構成

3.1.2 構成管理の研究動向

構成管理の研究動向としては、FA機器や製造装置のモデル化による統一的な管理機能の研究がある⁽¹⁾。パラメータの設定やプログラムのダウンロードでFA機器へアクセスするためには、FA機器本体の仕様や、パラメータ構成などを示す情報が必要となる。異なる種類のFA機器を同時に扱うためには、機器情報の統一したフォーマット記述が必要となる。共通な情報モデルを定義して多数のFA機器を統一管理することで、システム構成管理ソフトウェアの高機能化、操作性の向上を実現できる。

FA機器や製造装置のモデル化とその標準化の例として、モデル作成手法におけるISO15745(Application Integration Framework)のようにXML(eXtensible Markup Language)による記述手法が策定されている。さらに、様々な種類のFA機器に適用するため、記述項目の分類や制約記述への対応による記述能力向上の研究が進められている。

構成管理における今後の技術開発としては、システム設計におけるモデル化とその記述手法の研究のほかに、保守におけるEasy to Use実現に向けた故障時のFA機器の交換支援機能の開発や、Plug&Play技術の開発などが考えられる。より複雑なシステムへの対応を可能にすることで、制御システム開発及び保守管理の効率化に貢献する。

3.2 プログラミング技術の動向

3.2.1 ラベル機能

制御プログラムのサイズが大きくなるにつれて、プログラムの可読性や再利用性が課題となる。可読性の向上には、ラベルと呼ばれるデバイスへの名前付けが有効である。

デバイスに意味のあるラベル名を付けることで、デバイス番号などの物理的な構成に依存しない可読性の良いプログラムの作成が容易になる。これによって、機器追加などの構成変更によるプログラムの修正を少なくできる。さらにMELSOFT iQ Worksでは、ラベルを複数のコントローラと表示器間で共有するシステムラベルと呼ばれる機能が提供される。この機能を用いることで、シーケンスプログラムやモーションコントローラプログラムの修正量が減らせるだけでなく、それらのコントローラのデバイスを参照する表示器の作画プログラムの修正量も減らすことができる。

3.2.2 FB機能

再利用性の向上には制御プログラムを部品として扱うことができるFBが有効である。

プログラム中に繰り返し現れる標準的な制御手順をFBとして部品化することで、プログラムのサイズを縮小できる。FBを使用することで、同様の制御手順を他の装置の開発にも容易に適用でき、再利用性の向上が期待できる。

3.3 シミュレーション技術の動向

3.3.1 FA機器のシミュレーション機能

生産システムの大規模・複雑化に伴い、制御プログラム

のデバッグや試験にかかる作業工数も増大している。このデバッグや試験の期間短縮を実現するためには、シミュレーションなどによる事前検証が有効である。

制御プログラムの事前検証を行うためのFA機器のシミュレータ機能として、MELSOFT iQ Worksでは、シーケンスプログラムのデバッグを支援する“GX Simulator2”がある。同様にモーションプログラムでは“MT Simulator2”、表示器の作画プログラムでは“GT Simulator3”を提供している。これらの機能は、パソコン上に仮想的なコントローラを持ち、実機なしで制御プログラムを動作させることができる。これによって、実機を用いた試験前の制御プログラムの完成度を高め、装置の立ち上げ時間の短縮が可能となる。

3.3.2 シミュレータの研究動向

事前検証の精度をより上げるための研究課題に、特性の異なる複数のFA機器及び各種装置を組み合わせて生産システム全体の挙動を検証するシミュレーション技術がある。

生産システムを構成する主要なFA機器に対しては、先に述べたFA機器のシミュレータが製品化されている。また、生産システムのスケジューリングを検証するシミュレータや、三次元の形状モデルに基づいて装置の動作を模擬するシミュレータなども存在する。通常これら複数のシミュレータを統合するには、個々のシミュレータを一定の周期で動かして同期させる。しかし、生産システムでは、各種装置の制御周期の粒度が異なるため、この方法ではシミュレーションを効率的に実行することが困難である。このため、異なる周期のシミュレータを効率よく連携動作させるフレームワークの研究が行われている⁽²⁾。

このフレームワークは図4に示す構成を持ち、生産システムを構成するFA機器シミュレータ、装置シミュレータなどを接続して、論理時間を同期させながら動作させることができる。このフレームワークは、各FA機器及び各装置の制御周期が異なる場合でも、最小限の同期で動作可能であり、他のシミュレータを待つ無駄な時間をなくし、計

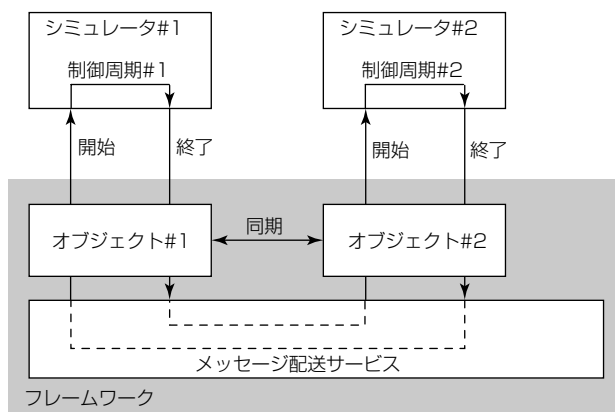


図4. 連携シミュレーション機構

算機能力を最大限に利用する。これによって、整合性の取れた高精度なシミュレーション環境を実現できる。

今後の技術開発については、シミュレータ間の通信遅延などを考慮した、より現実のタイミングを模擬できる時間管理機構や、現場で発生したトラブルを再現するような再現機能の強化など、シミュレータの高度化、適用可能範囲の拡大を行うための技術開発が求められる。

4. 製造情報連携技術の研究動向

多品種かつ小量生産の生産システムでは、工程計画情報に基づいて設備を効率よく稼働させる必要がある。このような生産システムでは、上位の工程計画アプリケーションと制御システム間のデータ連携が重要であり、MES (Manufacturing Execution System) を中心とする製造情報システムが利用されている。

製造情報システムは、図5に示すような階層モデルで構築される。代表的な例として、ISO/IEC 62264 (Enterprise control system integration) (ISA-95) における階層モデルが標準化されている。このモデルでは、製造情報システムは計画層(レベル4)、実行層(レベル3)、制御層及び装置(レベル2～1)の各層に分類され、MESはレベル3に、FAコントローラはレベル2に属する。

レベル2のFAコントローラとレベル3のMES間でやりとりされる情報を表1に示す。工程実績、設備情報、設備状態、検査結果など、製造情報システムで利用されるデータの多くは、制御システムが保持している。このため、制御システムの設計情報を上位のMESの設計で活用することで、各階層の接続が容易になり、生産システムの設計期間、立ち上げ期間を短縮できる。また、FAコントローラとMES間の接続に、XMLなどを用いた共通的な記述方法に基づくデータ交換手法を用いることで、設計・立ち上げ期間の更なる短縮が可能となる⁽³⁾。

今後は、製造分野ごとのデータ構造の標準化や、製品ごとのテンプレートの作成などによるシステム構築時間の短縮が必要となる。

5. む す び

製造設備の大規模化、複雑化に伴い、製造装置を制御するFAコントローラのハードウェア及びそのエンジニアリング環境について、プロセッサやシステムバスなどの性能

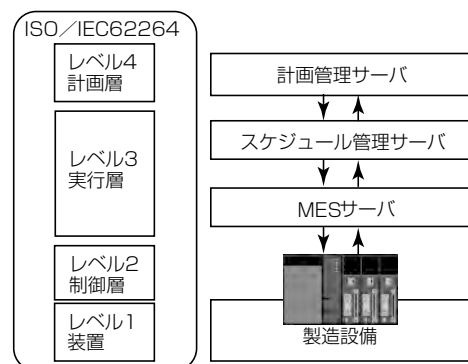


図5. MESと制御システムとの連携

表1. FAコントローラとMES間のデータ交換の例

	生産作業管理	保守作業管理	品質作業管理	在庫作業管理
(a)	プログラム 加工レシビ	診断プログラム 保守基準値	検査手順 品質基準	積載方法 在庫基準
(b)	工程開始指示 工程終了指示	保守作業指示 関連保守文書	検査条件 検査開始指示	移送指示
(c)	工程実績 工程状態	保守作業完了 保守活動データ	検査結果	移送結果
(d)	工程実績 設備情報	設備状態	工程内統計情報	材料環境

向上技術と、構成管理技術、プログラミング技術、シミュレーション技術、製造情報連携技術などのソフトウェア技術の現状と将来展望について述べた。FAの分野では、生産システムの大規模化、複雑化に伴い、ハードウェア機器の高機能化、ソフトウェアの大容量化が課題となっている。今後も当社では、FAのみならず広く情報システムや組み込み機器を開発する総合電機メーカーの強みを生かし、生産システムの開発を効率化するための技術開発を進める。

参 考 文 献

- (1) Suzuki, K., et al.: Recent Trends and Issues of Device Integration Standardization, ICROS-SICE International Joint Conference 2009 (2009)
- (2) Furusawa, K., et al.: Dynamic Configuration in a Large Scale Distributed Simulation for Manufacturing Systems, 16th European Simulation Symposium (2004)
- (3) 岩津 賢, ほか: FAコントローラの情報連携のための通信規約の開発, スケジューリングシンポジウム 2008 (2008)

三菱iQ Platform対応FA統合エンジニアリングソフトウェア “MELSOFT iQ Works”

岡田知浩*

Mitsubishi iQ Platform-compatible FA integrated Engineering Software "MELSOFT iQ Works"

Tomohiro Okada

要 旨

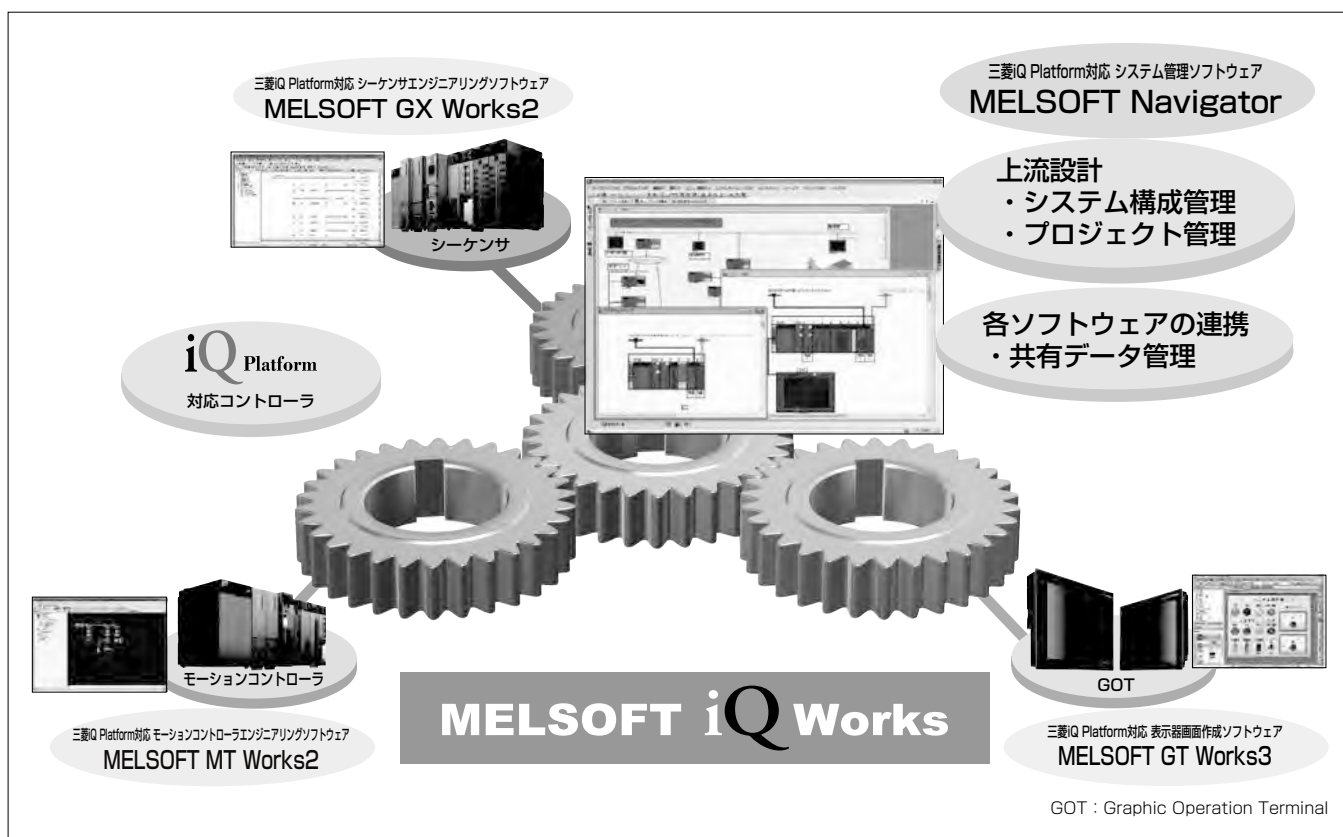
近年、各FA (Factory Automation) 分野の生産現場では、多品種少量生産への対応や、生産効率の向上が課題となっている。三菱電機はこれまで、生産現場における様々な課題をTCO (Total Cost of Ownership) の観点から抜本的に解決する生産現場の連携ソリューションである“iQ Platform”を展開している。今回、iQ Platformに対応したFA統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”を製品化した。

MELSOFT iQ Worksは、下図に示すように、シーケンサエンジニアリングソフトウェア“MELSOFT GX Works2”，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“MELSOFT MT Works2”，表示器画面作成ソフトウェア“MELSOFT GT Works2”，そしてシステム管理ソフトウェア“MELSOFT Navigator”で構成される。

MELSOFT iQ Worksは、各エンジニアリングソフトウェアが提供している機能を、相互に利用・連携できる仕組みを実現している。この連携は、MELSOFT Navigatorを中核として実現している。

本稿では、MELSOFT iQ Worksの特長であるソフトウェア連携機能について、MELSOFT Navigatorの具体的な機能及び特長を例にとって述べる。

MELSOFT GX Works2, MELSOFT MT Works2, 及びMELSOFT GT Works3についての詳細は、この特集号の各論文を参照されたい。



FA統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”

三菱iQ Platform対応エンジニアリングソフトウェアiQ Worksは、シーケンサエンジニアリングソフトウェア MELSOFT GX Works2, 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 MELSOFT MT Works2, 表示器画面作成ソフトウェア MELSOFT GT Works3, 及びシステム管理ソフトウェア MELSOFT Navigatorで構成されている。MELSOFT Navigatorは、MELSOFT iQ Worksの上流設計及び上記ソフトウェア間連携を制御する中核的なソフトウェアである。

1. ま え が き

現在、半導体・液晶・自動車製造分野などの生産現場では、多品種少量生産への対応、短縮化する製品サイクルへの迅速な対応や、生産効率の向上が課題となっている。これまで、我々は、図1のように工場全体を最適化するFA統合ソリューション“e-F@ctory”のコンセプトのもと、生産現場における見える化を実現してきた。さらに、生産現場における様々な課題をTCOの観点から抜本的に解決する生産現場の連携ソリューション“iQ Platform”を展開している。

本稿では、さらに当社が推し進めている下位情報系の課題である“iQ Platform”に対応したエンジニアリング環境レベルでのデータ連携を実現する統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works(以下“iQ Works”という。)”について言及し、その後iQ Worksの中で上流設計及びツール間連携を受け持つMELSOFT Navigator(以下“Navigator”という。)について述べる。MELSOFT GX Works2(以下“GX Works2”という。), MELSOFT MT Works2(以下“MT Works2”という。), 及びMELSOFT GT Works3(以下“GT Works3”という。)についての詳細は、この特集号の各論文を参照されたい。

2. 従来のエンジニアリングソフトウェア

近年、ネットワークが発達し、装置が大規模・複雑になるに伴い、制御システムの開発コストが増加の一途をたどっている。また、制御システムの開発コストは、装置全体の開発コストの約40%となっている。これまでの装置は、コントローラが単体で使用されることが通常であり、相互にデータ連携することは少なかったため、制御システムは比較的単純なもので対応してきた。

しかしながら、複合化・ネットワークによるコントローラ間接続によるシステムの大規模化が、ネットワークや各デバイス等の設定を複雑化し、ユーザーの作業時間のロス、さらには設定ミスの増加の原因となっている。さらに、制御システムのデバッグ、装置の立ち上げ期間や開発コスト

の増加を招いている。そのため設定の複雑化を吸収し、ユーザーが誤りなく設定が可能なエンジニアリングソフトウェアがこれまで以上に重要になってきている。

3. iQ Worksの特長

2章で述べた設定の難しさの要因として、“データ交換の不便さ”が挙げられる。今回、当社はこの要因を可能な限り削除するため、“各種状況下でのエンジニアリングソフトウェア間の機能連携・データ共有の実現”を目指し、開発を行った。

まずNavigatorを中心として、各ソフトウェア間で次の機能を実現した。

- ①ソフトウェア間での設計情報の共有
- ②各ソフトウェア間でのシームレスなデータ交換
- ③開発フェーズでの設計情報の共有

さらに、アプリケーションレベルで大規模システムに対応する際には、最初にNavigatorで制御システム全体の設計を行ったあと、システム全体の共通データを各個別コントローラのエンジニアリングソフトウェアへ取り出すことによって、従来と同じように単体のエンジニアリングソフトウェアのみの環境でも開発を可能にしている。その後、再度それら個別に開発された各個別コントローラのエンジニアリングデータのマージを可能にすることで、全体システムの制御データを完成する機能を持たせた。

さらに今回のiQ Worksの開発では、TCO削減を一層進めるために、共通の設計コンセプトとして、次の特長を盛り込み、開発を行った。

- ①UI(User Interface)のフルモデルチェンジ
→ビジュアルで統一したUI
- ②ワンランク上のプログラミング
→プログラム資産の活用効率アップ
- ③必要な情報を迅速に
→設定ミス軽減、トラブルシューティングの効率アップ
- ④別々であった製品を統合
→iQ WorksによるTCO削減の促進

4. Navigator

NavigatorはiQ Worksの中で上流設計及びツール間の連携を行うためのツールであり、システム構成の設計、パラメータの一括設定、システムラベル、一括読み出しなどの機能でTCOの削減に貢献する。

Navigatorの主な機能とそれに対応するiQ Worksの特長を表1に示す。次に、Navigatorの各機能について述べる。

4.1 システム構成管理機能

Navigatorでは、ビジュアルなユーザーインターフェースであるシステム構成図を入口として、各種機能のオペレーションを可能とした。

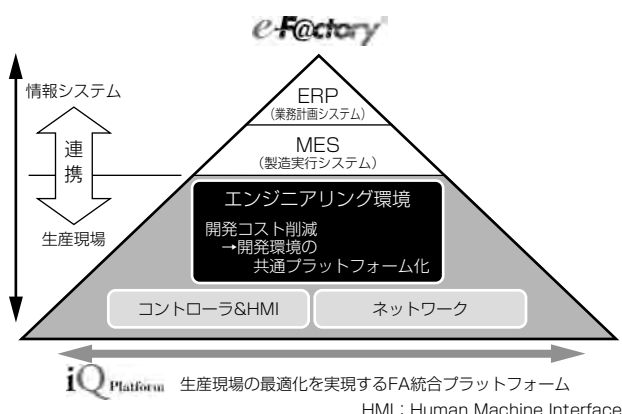


図1. エンジニアリング環境の位置付け

表1. Navigator対応機能とiQ Worksの特長

Navigator対応機能	iQ Worksの特長
システム構成管理	UIのフルモデルチェンジ 必要な情報を迅速に
プロジェクトデータ管理	必要な情報を迅速に 別々だった製品を統合
システムラベル	機能連携、データ共有強化 ワンランク上のプログラミング
パラメータ一括設定	機能連携、データ共有強化 別々だった製品を統合
プログラム連携	機能連携、データ共有強化 必要な情報を迅速に
一括読み出し	機能連携、データ共有強化 UIのフルモデルチェンジ



図3. プロジェクト管理機能

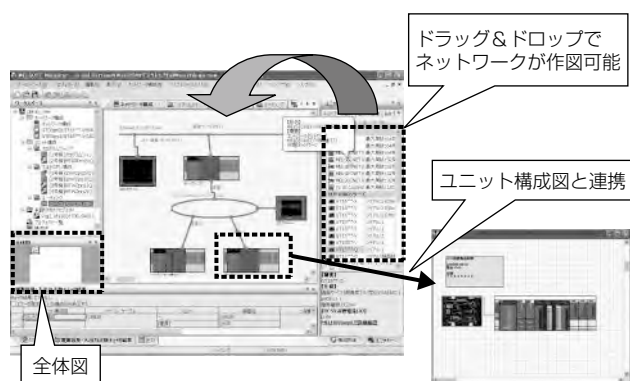


図2. システム構成管理機能

システム構成管理は、システム全体を、“ネットワーク構成図”と複数の“ユニット構成図”で、グラフィカルに表現したものであり、iQ Platformで利用可能なユニットを一覧からドラッグ&ドロップすることでシステム構成図の作成が容易にできるエディタ機能を持たせている(図2)。

システム構成管理機能は次の特長を持っている。

- ①システム全体をまとめて設計できる。
- ②システム全体の構成が容易に(ビジュアルに)把握できる。
- ③電源容量チェックなどの各種チェック機能によって、ユニットの選定ミスを削減できる。
- ④仕様表示機能によって、ユニット選定に必要な情報の取得が容易になる。
- ⑤作成したシステム構成からパラメータが自動生成されるため、パラメータ設定の手間を軽減できる。
- ⑥パラメータの変更は、パラメータ設定用UIを使用することで、容易に行うことができる。
- ⑦システム構成図を起点とした機能連携／データ共有の強化によって、開発効率化を図ることができる。

4.2 プロジェクト管理機能

iQ Worksには先に述べたように、GX Works2、MT Works2、GT Works3の各製品が組み込まれており、それらの機能を横通しで制御する仕組みが必要となる。そこでiQ Worksでは、システムを構成するプロジェクトすべてを、一つの“ワークスペース”として一括管理することとし

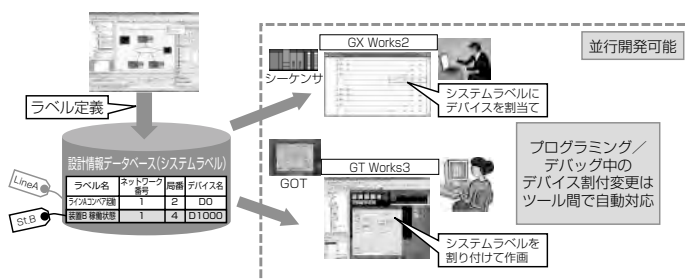


図4. システムラベル機能

た(図3)。これによって、次の特長を実現している。

- ①関連するすべてのプロジェクトデータを、システム構成と連携して管理することができる。
- ②プロジェクト名を意識することなく、システム構成図からプログラミング、デバッグを行う対象を選択できるため、開発作業をスムーズに行うことができる。

4.3 システムラベル機能

システムラベルとは、ワークスペース内のすべてのプロジェクトで共通して使用できるラベルである。従来は、各エンジニアリングソフトウェアで、デバイスアドレスや複雑な機器接続の設定を意識しながら開発を行う必要があるため、専門知識を必要とし、誤りも多発していた。

今回当社は、そのような複雑な設定なしにこの機能を実現するために、iQ Works上に各エンジニアリングソフトウェアからアクセス可能なシステムラベルサーバを配置し、ワークスペース内のシステムラベルの一括管理機能を持たせた(図4)。また、ユーザーオペレーションについては、システム構成を使用してシステムラベルを定義することとした。

システムラベルは次の特長を持っている。

- ①GT Works3の作画時にデバイスを意識する必要がない。
- ②デバイスが割り付けられていない状態でも、ラベル名とデータ型だけ決めれば、そのラベル名を用いることで、シーケンサ及びモーションの制御プログラミングと表示器のラベル参照プログラミングを並行開発できるため、工期が短縮できる。

- ③プログラミング中やデバッグ中にシステムラベルに割り付けられたデバイスが変更された場合は、関連エンジニアリングソフトウェアに自動通知されるため、変更漏れや変更ミスを防止する。

4.4 パラメーター一括設定

パラメーター一括設定とは、Navigator上のネットワーク構成、ユニット構成そして構成詳細情報の設定を、関連するシーケンサ・モーションコントローラ・GOTプロジェクトに一括して反映する機能である(図5)。この機能は、システム構成図を起点とした機能連携／データ共有の一つである。

パラメーター一括設定は次の特長を持っている。

- ①ネットワーク構成やユニット構成からパラメータを自動生成した内容を各プロジェクトに反映するため、パラメータの設定ミスを削減できる。
- ②構成による関連パラメータ値の整合性等のチェックで問題がなかった場合のみ、各プロジェクトへの反映を行うため、不正なパラメータの設定を削減できる。
- ③マルチCPU(Central Processing Unit)パラメータの流用時にプロジェクトの指定が不要なため、流用ミスを削減できる。

4.5 プログラム連携

シーケンサプログラム中のモーションプログラム開始命令から、該当するモーションプログラムを編集状態にする。そのため、関連プログラムの検索が簡単な操作で可能になり、プログラミング／デバッグ作業効率を向上させることができる(図6)。

4.6 一括読み出し

一括読み出し機能は、ワークスペースに含まれるすべてのプロジェクトを対象に、実機からの読み出しを実行する機能である(図7)。初回に接続先など各種設定を登録すれば、2回目以降は“実行”するだけで必要なプロジェクトを読み出すことができる。

一括読み出し機能によって、複数機器からプロジェクトデータをワンクリックで一括読み出しが可能となったため、従来のように個別のツールを一つ一つ起動して読み出す手間を削減し、さらに読み出し忘れも防止することができる。この機能は、システム構成図を起点とした機能連携／データ共有の一つである。

一括読み出し機能は次の特長を持っている。

- ①プロジェクトごとにツールを起動することなく、Navigatorから一括して読み出しを実施することが可能なため、ユーザーの操作を削減できる。
- ②実行中はユーザー操作を必要としないため、深夜にバックアップすることができる。
- ③実行結果の詳細ログが保存できるため、接続先などの

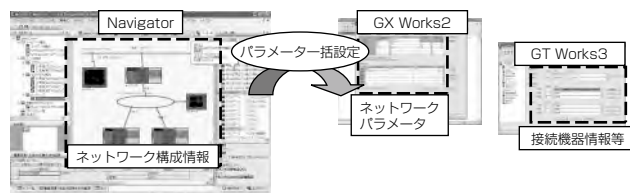


図5. パラメーター一括設定機能



図6. プログラム連携機能

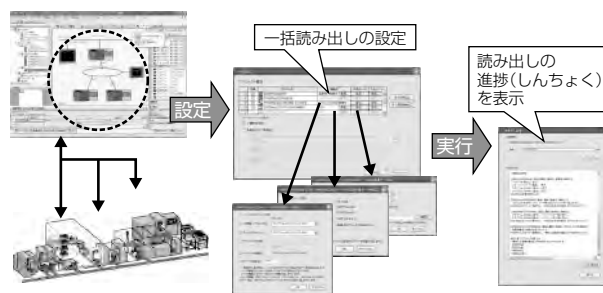


図7. 一括読み出し機能

設定ミスがあった場合でも、実行終了後に設定ミスのあるプロジェクトを特定し、個別に対策することができる。

5. む す び

本稿では、FA統合エンジニアリングソフトウェアiQ Works、及びiQ Worksの中で上流設計及びツール間連携を受け持つNavigatorについて述べた。iQ Worksは、2009年7月に初版を市場展開したばかりであり、課題も多く残存している。今後も引き続きユーザーとの意見交換を積極的に行い、ユーザーのシステム開発のTCO削減を目指すとともに、常にユーザーの視点に立ち、利便性向上を促進していく。

参 考 文 献

- (1) 石原智史：システム設計の効率化を実現するFA統合エンジニアリングソフトウェア，月刊「計装」，2009年11月号（2009）

三菱iQ Platform対応シーケンサエンジニアリングソフトウェア “MELSOFT GX Works2”

山岡孝行*
岩田秀章**

Mitsubishi iQ Platform-compatible Programmable Controller Engineering Software “MELSOFT GX Works2”

Takayuki Yamaoka, Hideaki Iwata

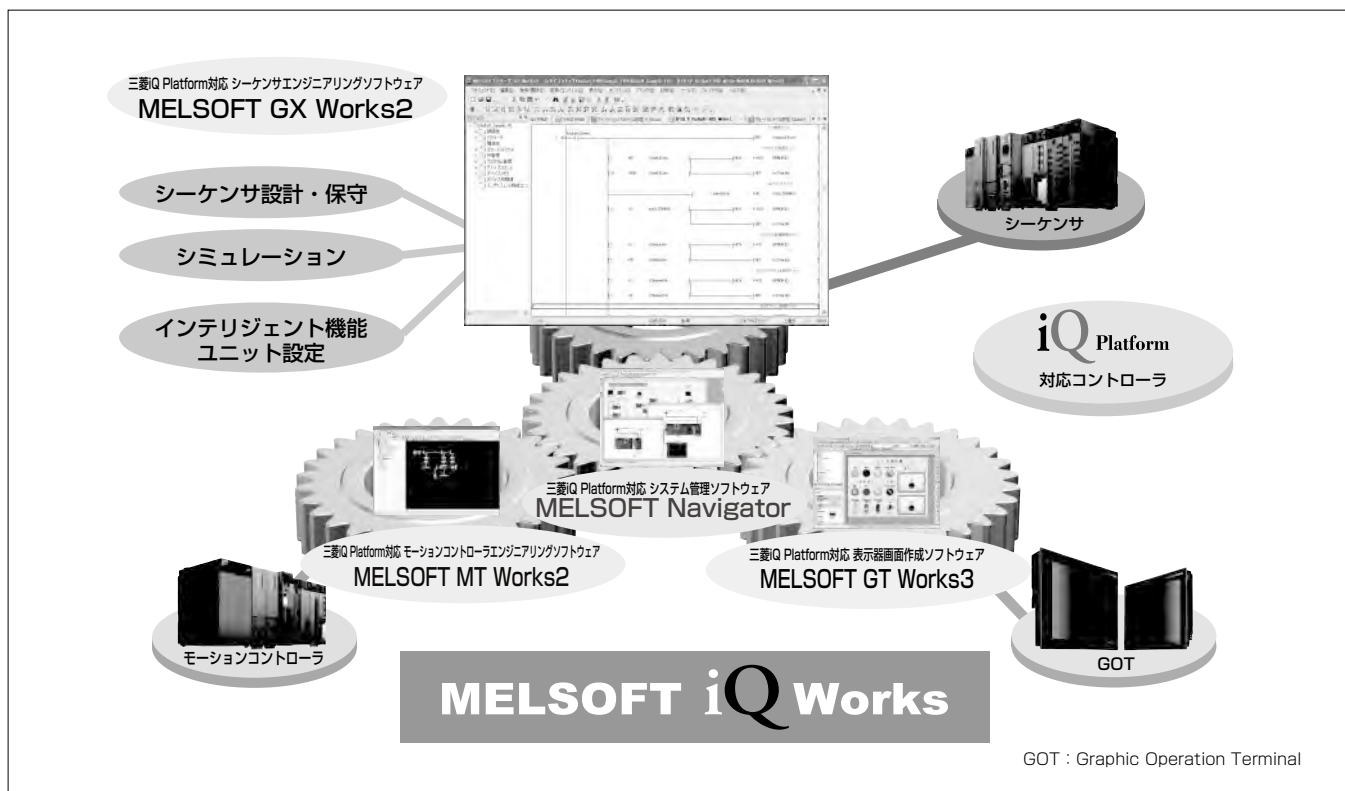
要 旨

シーケンサシステムを使用する生産設備の高性能化・大規模化、制御データ・生産管理データの多様化に伴って、“設計”“試験・立ち上げ”“運用・保守”すべてのフェーズにおけるエンジニアリングコストが増大している。この課題を解決するために、“iQ Platform”対応のシーケンサエンジニアリングソフトウェア“MELSOFT GX Works2”を製品化した。MELSOFT GX Works2は、進化したUI (User Interface)による更なる操作性向上とプログラムの部品化・階層化によるプログラムの可読性・再利用性向上によって、“快適操作”と“簡単プログラミング”を提供し、顧客のシーケンサエンジニアリングコストを削減するための製品である。MELSOFT GX Works2は、シーケンサ設計・保守ソフトウェア“GX Developer2”，シーケンスプログラムオフラインデバッグソフトウェア“GX Simulator2”，

インテリジェント機能ユニット設定ソフトウェア“GX Configurator2”の三つのソフトウェアを統合した製品であり、従来製品であるGX Developerで作成した資産がそのまま活用できる。

このような特長を持つMELSOFT GX Works2の開発では、シーケンスプログラム開発工数の削減という課題に対して、ソフトウェアアーキテクチャの改善、及びファンクションブロックの活用を促進するための技術開発を行った。また、初心者にもわかりやすいソフトウェアの実現という課題に対しては、UI設計ガイドラインの整備、運用を実施した。

本稿では、MELSOFT GX Works2の特長及びこの製品の実現に際しての技術について述べる。



シーケンサエンジニアリングソフトウェア“MELSOFT GX Works2”

三菱iQ Platform対応シーケンサエンジニアリングソフトウェア MELSOFT GX Works2は、シーケンサの設計・保守業務の生産性を向上させるツールであり、システム管理ソフトウェア MELSOFT Navigator、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 MELSOFT MT Works2、及び表示器画面作成ソフトウェア MELSOFT GT Works3とともに、FA統合エンジニアリングソフトウェア MELSOFT iQ Works を構成している。

1. ま え が き

シーケンサシステムを使用する生産設備の高性能化・大規模化、制御データ・生産管理データの多様化に伴って、“設計”“試験・立ち上げ”“運用・保守”すべてのフェーズにおけるエンジニアリングコストが増大している。

MELSOFT GX Works2(以下“GX Works2”という。)は、進化したUIによる更なる操作性向上と、プログラムの部品化・階層化によるプログラムの可読性・再利用性向上によって、顧客のシーケンサエンジニアリングコストを削減するための製品である。“設計効率を向上させたい”“デバッグ時間を削減したい”“ダウンタイムを短縮したい”“大切なデータを守りたい”，といったエンジニアリングコスト削減に向けた顧客の声に対して、GX Works2は“快適操作”と“簡単プログラミング”を提供する。本稿ではその製品の特長と製品実現のための技術について述べる。

2. 製品の特長

2.1 快適操作

GX Works2は、“Easy To Use”を実現するシーケンサエンジニアリング環境として、従来製品であるGX Developerの操作性を継承しながら、更に快適に使いやすく進化したUIを提供する(図1)。

(1) プロジェクトツリー(図1①)

プログラムを実行種別ごとに分類し、プロジェクトの構成をわかりやすく表示する機能を提供する。また、プロジェクトツリーのインテリジェント機能ユニット一覧表示からは、ユニットパラメータの設定を簡単に行うこともできる。

(2) タブ表示(図1②)

複数のプログラム／パラメータ編集ウインドウを開いても、タイトルを表示したタブを選択するだけで、素早くウインドウの切替えができる。

(3) ドッキングウインドウ

プログラム／パラメータ編集ウインドウをメインフレームから切り離して広い画面で使うことができ、快適なプログラム編集とパラメータ設定を可能にする。

2.2 簡単プログラミング

また、GX Works2では、ラダープログラムをより早く正確に作成するための進化した操作性を提供する。

(1) 命令・ラベル候補(図2①)

入力されている位置や文字に合わせて、入力可能な命令やラベル名の候補を表示する。これによってユーザーは、使用可能な命令やラベル名を覚えていなくても、表示された候補の中から選択することで、素早くプログラムを入力することができる。

(2) 命令・ラベルの説明(図2②)

ユーザーが入力した命令やラベルに連動して、それらの説明をリアルタイムに表示する。これによってユーザーは、スムーズなプログラミングが可能になる。

(3) 回路ブロックの表示／非表示(図3)

回路ブロックを一行に折りたたんで表示できる。大きなラダープログラムでも見たい部分だけを表示することで、可読性が飛躍的に向上する。

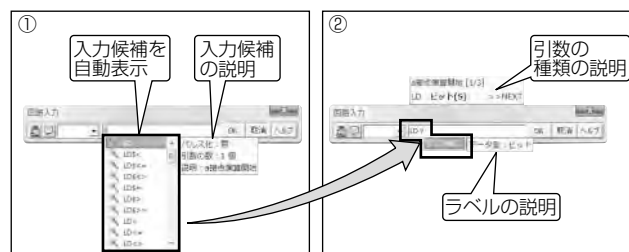


図2. 簡単プログラミングの例

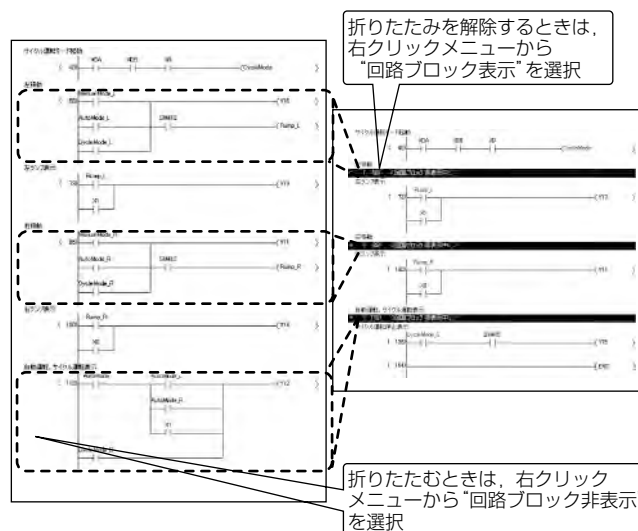


図3. 回路ブロックの表示／非表示

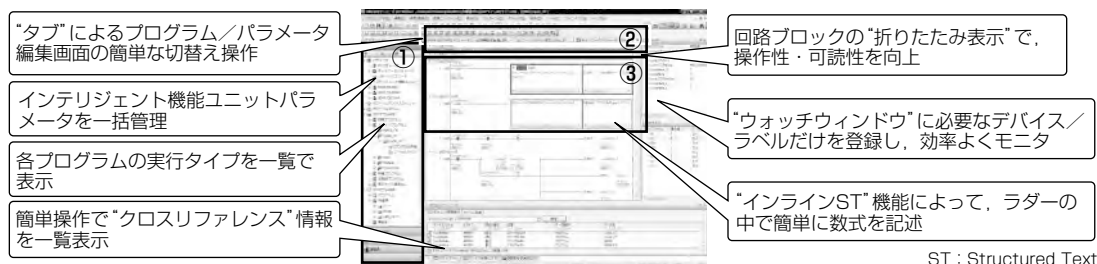


図1. GX Works2のユーザーインターフェース

2.3 設計効率向上のために

(1) 部品化・階層化(図4)

処理内容、制御内容、機能ごとにプログラムをコンパクトに設計(部品化)し、入れ子に(階層化)して管理できる。これによってシステム全体の理解・検証が容易になり、設計効率の向上に寄与する。

(2) MELSOFT FBライブラリ集

当社及び当社パートナー企業が提供するサンプルファンクションブロック(FB)を、当社FA(Factory Automation)機器製品に関する情報を提供するサイトMELFANS web⁽¹⁾からいつでも簡単にダウンロードし、使用できる。FBを使うことによって、共通処理プログラムを作成する手間を

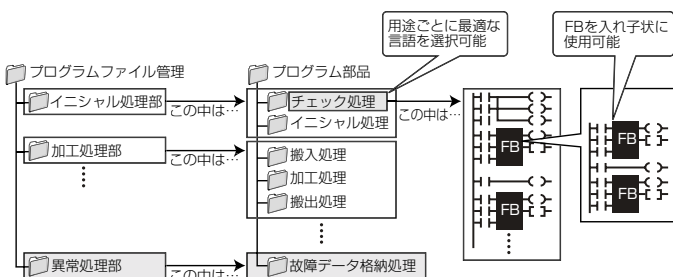


図4. プログラムの部品化・階層化

省くことができ、プログラム作成作業を効率化することができる。

(3) インラインST(図1③)

ラダー内に計算式をテキストプログラムとして直接記述することで、ラダーではプログラムしにくい数値演算や文字列処理をより簡単にわかりやすく記述できる。

2.4 大切なデータを守るために

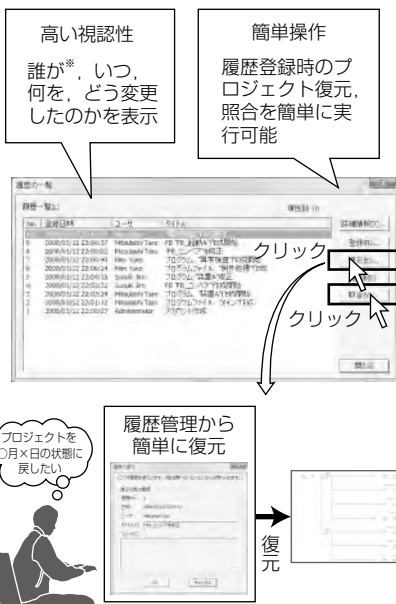
(1) プロジェクトデータの履歴管理(図5)

プロジェクトデータの変更履歴を登録することで、簡単にプロジェクトのバックアップを取ることができる。また、急な仕様変更などでプロジェクトを過去の状態に戻したいとき、プロジェクト履歴登録した当時の状態に簡単に復元ができる。また、履歴と編集集中のプロジェクトの照合によって、変更箇所を簡単に調べることができる。

(2) セキュリティ

プロジェクトを開くときにユーザー名とパスワードを必要とするユーザー認証、プログラム部品へのアクセス時にパスワードを必要とするブロックパスワード等のセキュリティ設定を行うことで、プロジェクトデータへのアクセスを制限し、不正使用・誤操作を防止することができる。これによって、自社ソフトウェアのノウハウが詰まったプログラム部品の社外への流出・盗用を防止することができる。

- プロジェクトの簡単バックアップ
変更履歴を登録することで、簡単にプロジェクトのバックアップを取ることができる。
- ※Administrator権限以外のユーザーによる履歴登録は、将来対応予定



- 履歴の復元
急な仕様変更などでプロジェクトを過去の状態に戻したいとき、プロジェクトを履歴登録した当時の状態に復元することができる。



図5. プロジェクトデータの履歴管理

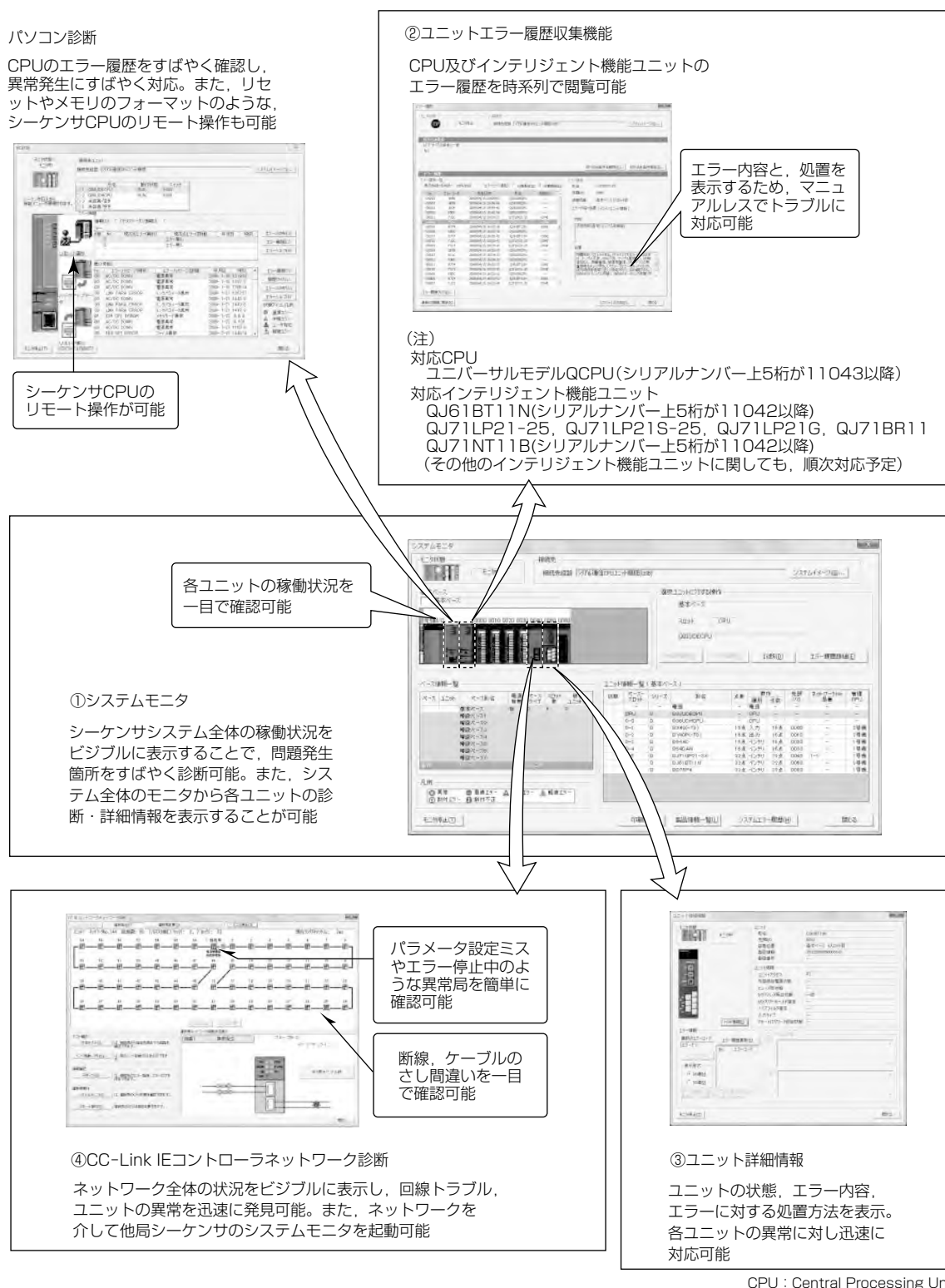


図 6. システムモニタと診断機能

2.5 必要な情報を迅速に

(1) システムモニタ(図 6 ①)

シーケンサシステム全体の稼働状況をビジュアルに表示する。

(2) ユニット詳細情報(図 6 ③)

システム全体のモニタからユニットを選択するだけで、問題が発生した各ユニットの状態、エラー内容、エラーに対する処置方法を表示し、問題発生箇所を素早く診断可能とした。

(3) “CC-Link IE”コントローラネットワーク診断(図 6 ④)

同様に、ネットワークユニットを選択することで、ネットワーク全体の状況をビジュアルに表示し、回線トラブルやユニットの異常を迅速に発見できる。

(4) ユニットエラー履歴収集(図 6 ②)

ユニットのエラー履歴を時系列に閲覧できるとともに、各エラー内容に対する処置を同時に表示するため、マニュアルレスでトラブルに対応できる。

2.6 別々であった製品を統合

GX Works2は、前身となる次の三つのソフトウェアを統合した製品であり、従来製品であるGX Developerで作成した資産がそのまま活用できる。

- ①GX Developer2：シーケンサ設計・保守ソフトウェア
- ②GX Simulator2：シーケンスプログラムオフラインデバッグソフトウェア
- ③GX Configurator2：インテリジェント機能ユニット設定ソフトウェア

3. 課題と解決策

2章で述べた特長を実現するために、GX Works2の開発では次の二つの課題に対する技術開発を行った。

課題1：シーケンスプログラムの開発工数の削減

課題2：初心者にもわかりやすいソフトウェアの実現

3.1 シーケンスプログラムの開発工数の削減

3.1.1 アーキテクチャ改善

シーケンスプログラムの開発工数の削減(課題1)に対する一つ目の解決策として、それぞれ独立したアプリケーションとして開発してきたGX Developer2, GX Simulator2, GX Configurator2を統合した一つのアプリケーションとして利用できるようにするため、アプリケーションのソフトウェアアーキテクチャを見直し、各アプリケーションの設定データを一つのデータベースで共有するようにした。このアーキテクチャ改善によって、ユーザーによるデータの多重管理／多重設定を防ぎ、シーケンスプログラム開発の工数削減を図った。データベース共有実現のため、ソフトウェア共通基盤層を開発し、それぞれのアプリケーションが共通のインタフェースを用いることができるソフトウェア構造とした(図7)。

3.1.2 FBの活用

課題1に対する二つ目の解決策として、FBの開発及び使用を容易にする環境を実現した。

GX Works2では、ユーザープログラムの部品化・階層化による設計効率向上のために、MELSOFT FBライブラリ集を提供している(2.3節参照)。このライブラリの利用を促進していく上で、FB作成者ごとにフォーマットやインタフェースがそろっていないと、利用促進の妨げになるおそれがある。この課題に対して、

- ①FBの基本方針
- ②基本ルール
- ③リファレンスマニュアル作成要領

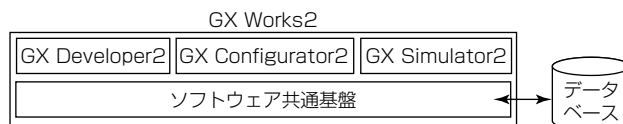


図7. GX Works2のソフトウェア構造

について記載したFB作成要領を整備・運用し、FB品質の均一化を実現した。

さらに、ドラッグ&ドロップによる部品の配置など、ユーザーがFBをより直感的に、簡単に使用可能とするエンジニアリング環境の開発を実施した。

3.2 初心者にもわかりやすいソフトウェアの実現

初心者にもわかりやすいソフトウェアの実現(課題2)に対する対策としては、“UI設計ガイドライン”を整備し、設計に適用することによって、UIの統一を行い、初心者にもわかりやすい操作性の実現を図った。アプリケーション設計者に対しては、UI設計ガイドラインを使った教育を実施するとともに、重要な開発機能については操作性のレビューをソフトウェア設計前に実施することによって、上流での操作性に関する作り込みを実現した。

4. む す び

iQ Platform対応のシーケンサエンジニアリングソフトウェア“MELSOFT GX Works2”製品の特長と製品実現のための技術について述べた。GX Works2は、進化したUIによる操作性向上とプログラムの部品化・階層化によるプログラムの可読性・再利用性向上によって、顧客のシーケンサエンジニアリングコストを削減するための製品であり、“設計効率を向上させたい”“デバッグ時間を削減したい”“ダウンタイムを短縮したい”“大切なデータを守りたい”，といったエンジニアリングコスト削減に向けた顧客の声に対して、GX Works2は“快適操作”と“簡単プログラミング”を提供する。今後は、顧客の開発工数削減のためにMELSOFT FBライブラリの拡充を進めるとともに、初心者から熟練者まで様々なレベルのユーザーにとって、わかりやすく使いやすいエンジニアリング環境を提供するためのバージョンアップを行っていく。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機 MELFANS web
http://www2.mitsubishielectric.co.jp/melfansweb/index_j.htm

三菱iQ Platform対応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“MELSOFT MT Works2”

本並鉄二*
末松圭司*

Mitsubishi iQ Platform-compatible Motion Controller Engineering Software “MELSOFT MT Works2”

Tetsuji Honnami, Keiji Suematsu

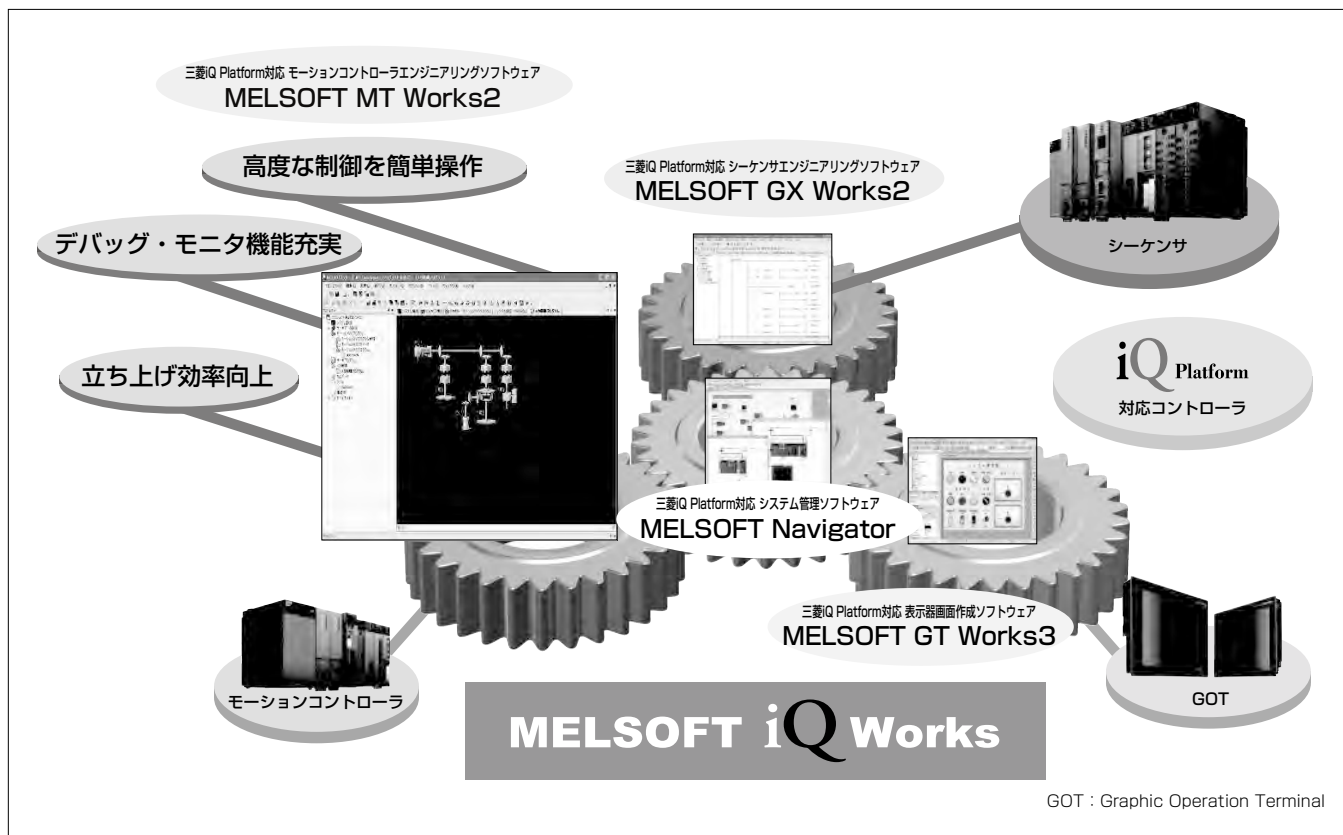
要 旨

モーションコントローラを含むユーザーシステムは年々増加しており、ユーザーシステム開発全体に占めるプログラミング・立ち上げにかかわる工数が増大してきている。この課題を解決するために、iQ Platform対応の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“MELSOFT MT Works2”を2007年に製品化し、その後も機能追加と改善をしながらバージョンアップを続けている。MT Works2は、高度なモーション制御を簡単操作で実現できるようにしたエンジニアリングソフトウェアであり、優れたグラフィックUI(User Interface)で直感的にシステム設計や同期システム設定が可能なこと、マニュアルレス

でプログラミング可能なHELP機能の充実、豊富なデバッグ・モニタ機能での立ち上げ・保守工程の大幅効率向上の実現などの数々の特長を持つ。

このような特長を実現するために、MT Works2の開発ではソフトウェアアーキテクチャから設計を見直し、使用容易性の観点から多くの機能の操作性を大きく向上させた。特にUIは、ユーザーに与える印象が製品の評価に大きく影響するため、開発に際しては最も注力している点である。

本稿では、MT Works2の特長及びこの製品の実現に際しての技術について述べる。



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“MELSOFT MT Works2”

三菱iQ Platform対応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 MELSOFT MT Works2は、モーションコントローラを使用したユーザーシステムの開発から保守運用までの全工程の効率を向上させるツールであり、システム管理ソフトウェア“MELSOFT Navigator”、シーケンサエンジニアリングソフトウェア“MELSOFT GX Works2”、及び表示器画面作成ソフトウェア“MELSOFT GT Works3”とともに、FA統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”を構成している。

1. ま え が き

モーションコントローラを使用する各種産業機械では、機械の高性能化・多機能化が進む反面、機械に搭載される各種FA(Factory Automation)機器のエンジニアリングソフトウェアには、システム設計、プログラミング、立ち上げ・デバッグ、保守・運用のすべての開発フェーズに対するコスト削減が求められている。

このような背景のもとで開発した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操作が可能な各種設定機能やプログラミング環境、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を備え、高度なモーション制御を簡単設定で実現することで、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。本稿では、そのポイントについて述べる。

2. 製品の特長

2.1 UIをフルモデルチェンジ

モーションコントローラは、シーケンサなどのFA機器と組み合わせて使用されるため、それぞれのエンジニアリングソフトウェアも統一されたUIであることが望まれる。MT Works2は、シーケンサエンジニアリングソフトウェアのGX Works2などの他の“MELSOFT iQ Works”製品と共通化した先進のUIとしており、シーケンサユーザーにとっても違和感なくモーションコントローラのプログラミングが可能となる(図1)。

2.2 ワンランク上のプログラミング

従来、モーション制御をフローチャート形式で表現するモーションSFC(Sequential Function Chart)プログラムや、同期制御を記述するメカ機構プログラムによって、モーション制御をビジュアルに記述可能であったが、これらのプログラミングにかかわる様々な機能の操作性に改善を行い、ラベルプログラミングやクロスリファレンス機能などの新規機能を追加したことで、ユーザーのプログラミング工数の削減が可能になった。



図1. MELSOFT MT Works2のUI

ラベルプログラミングとしては、デバイスに割り当てたラベル名をプログラム中で使用可能としており、モーションプログラムの可読性を高めるとともに、システムラベル機能によって、“MELSOFT iQ Works”の他のエンジニアリングソフトウェアとのデータ連携も容易にしている。

クロスリファレンス機能では、ラベル名・デバイス名が使用されているプログラムの場所をプロジェクト横断的に検索することが可能である。その際のラベル名入力は、先頭部分を入力すると登録されているラベル名の候補が表示され、その中から選択できる入力補助機能を備えており、入力を間違えることなくラベル名の検索が行える(図2)。

さらに、モーションコントローラでは用途の決まっている専用デバイスが多くあるが、これらにあらかじめラベル名を設定したテンプレートプロジェクトが用意しており、MELSOFT iQ Worksで利用できる。

メカ機構プログラムでカム制御を行う際のカムデータ設定も、ビジュアルな画面を使つてのデータ設定が可能であり、ストローク比、速度、加速度、躍動もグラフ表示で確認することができる、さらに、カムデータをCSV(Comma Separated Values)形式のファイルでインポート・エクスポートすることができ、ユーザーの利便性を高めている(図3)。

パラメータの設定機能では、操作性を大きく改善したアドバンスドS字加減速設定機能を追加した。これは、従来の設定機能が加減速時間を数値入力する方式であったのに対して、グラフィックUIを使用しての画面上でのドラッグ操作によって、実際の加減速波形の変化をリアルタイムで確認しながら設定できるようにしたものである。同時に加速度波形の変化も確認でき、実際の運転時の衝撃も考慮できる実用的な機能である(図4)。

また、これらのプログラムやパラメータの内容は、セキュリティ機能によって保護される、これはプロジェクトに

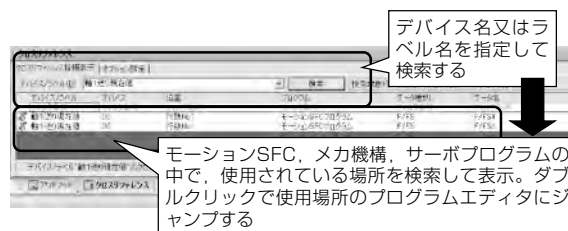


図2. クロスリファレンス機能

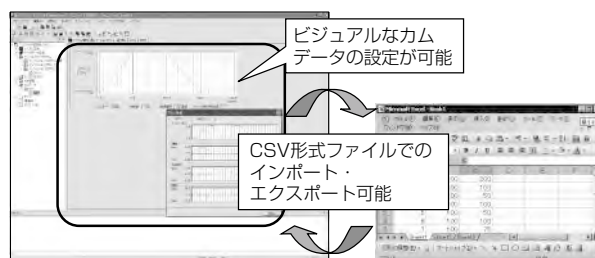


図3. カムデータ設定

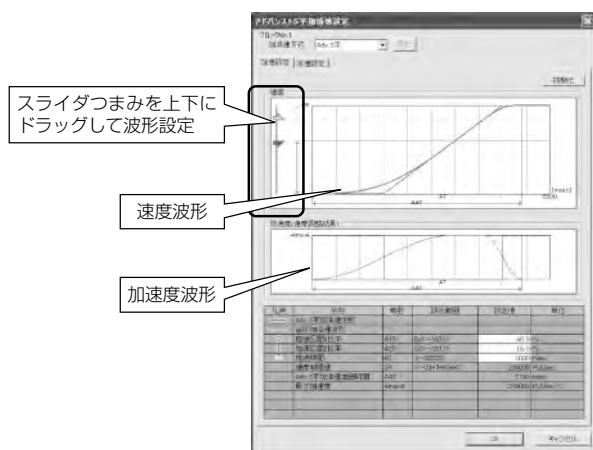


図4. アドバンスドS字加減速のパラメータ設定



図5. 命令ヘルプ

対して認証されたユーザーのみ、プロジェクトの表示・編集が許可されるもので、第三者への資産の流出を防ぐことができる。

このようなプログラムやパラメータの設定内容は、印刷機能で設計ドキュメントとして保存することができ、ユーザーの保守・運用の工数削減に貢献する。

2.3 必要な情報を迅速に

MT Works2では、ヘルプ機能の充実を図っている。まず、操作方法がわからなくなった場合には、F1キーを押下するだけで現在アクティブな画面のヘルプが表示されるため、操作方法を検索する必要がない(図5)。

また、サーボプログラムなどの説明やパラメータの説明も設定画面上に表示されており、モーションコントローラのプログラミングマニュアルが手元になくても、プログラミングや設定が可能となっている。

2.4 豊富なモニタ・デバッグ機能

MT Works2では、モーションSFC、メカ機構プログラム、現在値、エラー、“SSCNET(Servo System Controller NETWORK)”通信状態など、デバッグに必要なモニタ機能が充実しており、運転状態の把握や、問題点の発見と解決が迅速に行える(図6)。特にエラー一括モニタでは、モーションコントローラで発生しているすべてのエラーを一画面で表示するようにしているので、従来のように機能ごとにモニタ画面を切り替えて確認する操作は不要になった。

デジタルオシロ機能では、モーション制御周期に同期したデータ収集と波形表示を行うことができるとともに、オ



図6. 豊富なモニタ機能

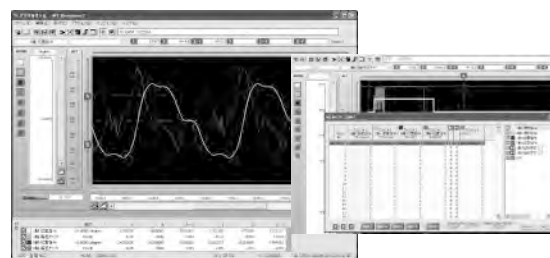


図7. デジタルオシロ機能



図8. デバッグ機能

ートスケール表示、収集データ間での多彩な演算(微分、平均、二乗平均)結果のグラフ表示ができるように機能改善を行った。これによってデータの収集から解析までデジタルオシロのみで容易に行えるようになった(図7)。

デバッグ機能としては、モーションSFCプログラムのステップ実行、ブレークポイント設定が可能である。また、テストモードを使うことで、JOG運転、原点復帰、サーボプログラムのテスト運転などの基本的な動作確認が、他のプログラムを組んだり、外部からの信号を用意したりという準備なしに行うことができる。機器の立ち上げ時に、極めて有用な機能である(図8)。

さらに、実際のサーボの調整にユーザーが必要なサーボのセットアップツールである“MR Configurator2”をランチャ起動して使用できるようになっており、ツール連携してサーボアンプのパラメータ設定・調整を容易に行うことができる。また、サーボパラメータなどデータを一元管理するようにした。



図9. モーションシミュレータ

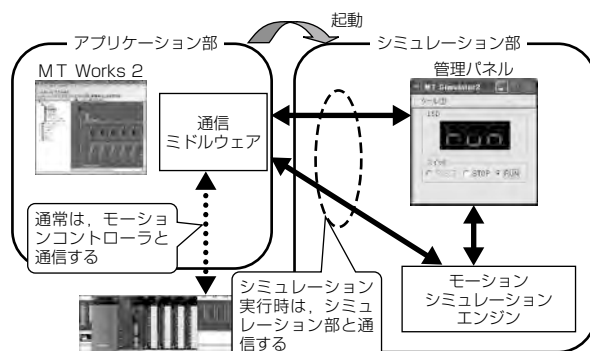


図10. モーションシミュレータのソフトウェア構成

2.5 立ち上げ時間の短縮

MT Works2では、モーションシミュレータ機能がオールインワンで搭載されており、従来は実機が必要であったモーションコントローラのデバッグ作業を、パソコン上で実施することが可能となった。

モーションシミュレータでは、モーションSFCプログラムやサーボプログラム、メカ機構プログラムの動作検証をデジタルオシロ機能などを用いて簡単に行うことができるため、事前デバッグによる完成度アップを図ることができ、立ち上げ時間の短縮に貢献する(図9)。

この、モーションシミュレータは、モーションコントローラの実機でリアルタイムに行うサーボアンプへの位置指令などの演算処理を、パソコン上のタスク(モーションシミュレーションエンジン)で擬似的にリアルタイム実行している。このため、外部からの制御信号の入力などを含めて、実機の操作とほぼ同様なモーション制御のシミュレーションが可能である。

この機能のソフトウェア構成は、アプリケーションであるMT Works2と新規開発したシミュレーション部からなり、MT Works2からシミュレーション部に起動をかけると、管理パネルが立ち上がり、モーションシミュレーションエンジンが生成される。ユーザーは管理パネルを使って、モーションコントローラのSTOPやRUNなどの操作をシミュレーション実行することができる(図10)。

通常MT Works2は、通信ミドルウェアを通じて実機と通信するが、シミュレーション実行中は、通信相手をシミュレーション部に切り替えて通信することで、この機能を実現している。

そのほかにも従来機能の性能改善は継続して実施しており、プロジェクトデータの“開く”・“保存”の操作や、モーションCPU(Central Processing Unit)との“読み出し”・“書き込み”の時間、モーションSFCプログラムの一括変換時間を従来に比べて大幅に短縮した。プロジェクトデータに関しては、従来モーションSFCのプログラムが増えるにつれて、増大していたデータファイルの数を、データ構成の見直しによって少ない固定ファイル数に改善し、アクセスの高速化を図った。これによって、ユーザーがストレス

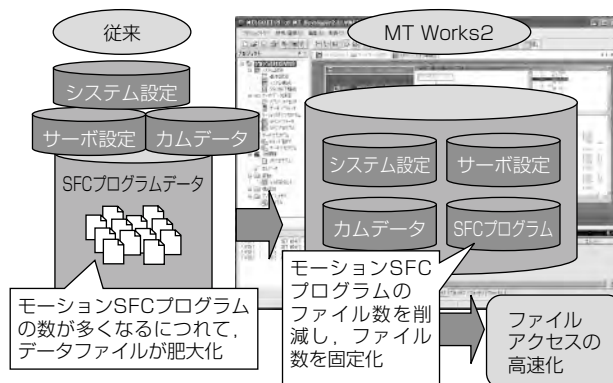


図11. プロジェクトデータ操作の高速化

なく操作でき、効率的に立ち上げ作業を行うことができる(図11)。

3. UIガイドラインに準拠

“MELSOFT iQ Works”製品として統一したUI設計ガイドラインを整備し、MT Works2もこれに準拠した。このガイドラインをソフトウェア設計者に教育するとともに、UI機能の専任者の参加したUIレビューを機能設計に先立って行うように、開発プロセスを改善した。

4. む す び

iQ Platform対応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“MELSOFT MT Works2”製品の特長について述べた。MT Works2は、高機能なモーション制御に必要な各種設定やプログラミングを、初心者から熟練者まで簡単に使用できるように多くのアイデアや工夫を盛り込んでいる。しかし、初心者が多種多様なモーション制御を容易にできるようにするためには、更に機能を充実させていく必要がある。MT Works2は、今後もユーザーの視点から、使用容易性を高めたエンジニアリング環境を提供していく。

参考文献

- (1) ものびと EXTRA：三菱電機名古屋製作所情報誌 (2009)

三菱iQ Platform対応表示器画面作成ソフトウェア “MELSOFT GT Works3”

大塚 敦*

Mitsubishi iQ Platform-compatible Screen Design Software “MELSOFT GT Works3”

Atsushi Otsuka

要 旨

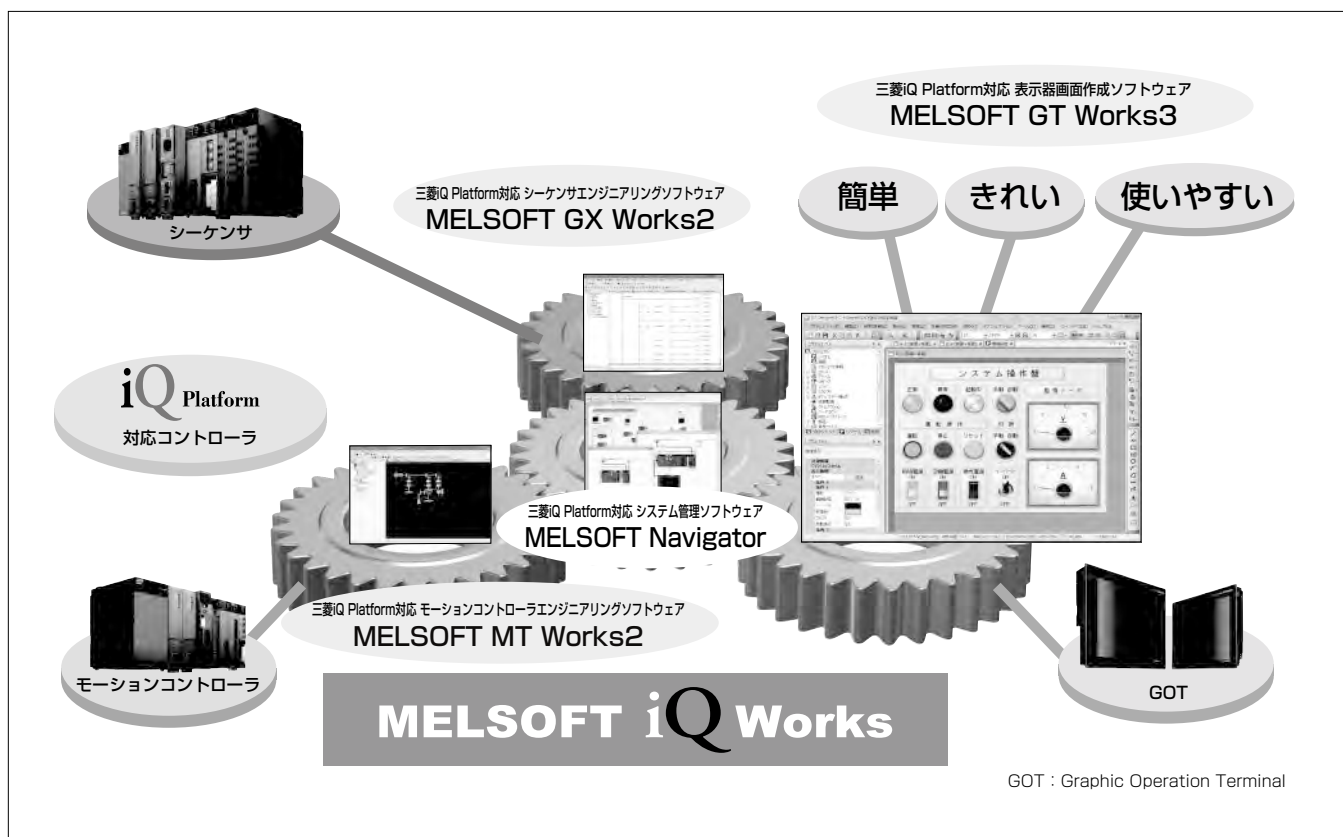
近年、生産現場のグローバル化や変化スピードの加速などユーザーを取り巻く環境が大きく変化し、それとともに表示器が果たすべき役割も一層重要なものになってきている。そこで、三菱電機は“GOT1000シリーズ”を発売し、新機種・新機能の拡充開発を行ってきたが、各社表示器の機能差は縮小してきている。そのため、従来は表示器本体の機能が表示器選定で重要視されてきたが、最近ではエンジニアリングコストの削減のため、画面作成ソフトウェアの操作性と画面設計の効率化が重要視され、表示器の選定理由となってきた。

そのような中、当社画面作成ソフトウェアは、2002年に“MELSOFT GT Works2”を発売して、それ以降継続して

操作性改善を目指し、バージョンアップを行ってきたが、表示器本体の機能拡充によって設定が多く複雑化してきた。

この課題を解決するために、従来のソフトウェアを見直し、“簡単”“きれい”“使いやすい”をキーワードに、“iQ Platform”対応の表示器画面作成ソフトウェア“MELSOFT GT Works3”を製品化した。この製品は、操作性改善のため、UI(ユーザーインターフェース)を一新するとともに、顧客の画面作成エンジニアリングコストを削減するために、設計から保守・運用までの表示器の画面作成工程にあった機能を検証し、実現している。

本稿では、MELSOFT GT Works3の特長及び適用技術について述べる。



表示器画面作成ソフトウェア“MELSOFT GT Works3”

三菱iQ Platform対応表示器画面作成ソフトウェア MELSOFT GT Works3は、表示器の画面設計から保守運用までの工程で生産性を向上させるツールであり、システム管理ソフトウェア“MELSOFT Navigator”、シーケンサエンジニアリングソフトウェア“MELSOFT GX Works2”、及び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“MELSOFT MT Works2”とともに、FA統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”を構成している。

1. ま え が き

表示器は人と機械・設備を結ぶHMI(ヒューマン・マシン・インタフェース)であり、装置の“顔”として見栄えの良い画面が求められている。その一方で、現在では情報機器として高機能化しており、画面作成における工数削減が最も重要な課題となっている。

MELSOFT GT Works3(以下“GT Works3”という。)は、“簡単”“きれい”“使いやすい”をキーワードに、直感的な操作性を目指した表示器画面作成ソフトウェアであり、従来のソフトウェアGT Works2の操作性を継承しながらも、更なる使いやすさを追求している。本稿では、その製品の特長及び適用技術について述べる。

2. 製品の特長

GT Works3は、表示器の画面を作成してから、デバッグ、立ち上げ・保守に至る一連の設計工程で、UIを見直し、それぞれの工程で工数削減に寄与する機能を検証し、実現している(図1、表1)。

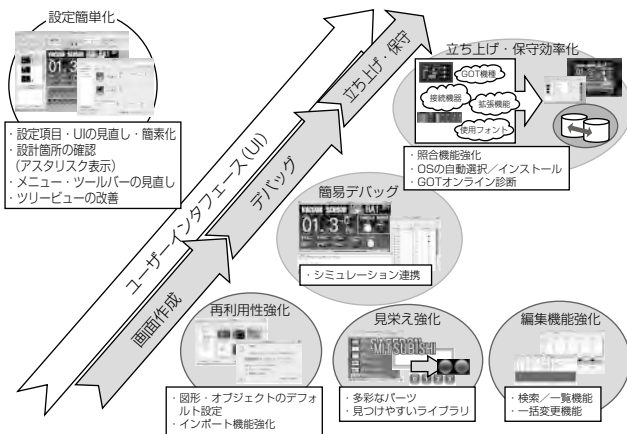


図1. 表示器の画面設計工程と対応機能

表1. GT Works3の特長

特長	機要
UIのフルモデルチェンジ	メニュー、アイコンの見直し
	アイコンのツールチップ(ヒント)の表示
	Windows標準の操作性に促ったウィンドウの表示/非表示、簡単ドッキング
	ウィンドウのタブ表示
簡単画面作成	プロパティシートの階層化
	ライブラリの拡充、ツリー表示での管理
	部品の既定値(初期値)の設定
必要な情報を迅速に	お気に入りツールバー
	ダイアログボックス内のプレビュー表示
	タブ上での設定有無情報の表示
別々だった製品の統合化	関連機能へのジャンプ表示
	シミュレータとの連携強化
簡単立ち上げ	作画データの差分転送
	必要なOSの自動選択、自動照合
保守性向上	印刷機能の拡充
	ファイル、表示器本体との照合

2.1 UIのフルモデルチェンジ

GT Works3は、従来のUIを一新し、Windows^(注1)標準のUIとすることで違和感なく操作できる。メニュー、アイコンを見直し、各ウィンドウは自由にドッキングや表示/非表示を切り替え可能とし、ウィンドウをタブ化したことで複数画面が容易に選択可能である。

プロジェクト全体を管理するツリー表示部分は三つのカテゴリー(画面/プロジェクト/システム)で階層化し、目的とするデータを容易に探し出すことができる。また、“新規作成”のボタンを明示的にツリー内に配置することで簡単にデータを作成できる。画面に配置した各部品の設定を行うプロパティシートは、ダイアログボックスと同様の分類とすることで、探しやすく、またダイアログボックスを開くことなく設定の変更をできるようにしている(図2)。

(注1) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

2.2 簡単に画面作成

2.2.1 ライブラリ機能

表示器の画面を簡単に早く作成するためには、一度作成した部品を資産として流用していくことが求められる。従来スイッチやランプといった部品をライブラリデータとして提供しているが、それらの部品が簡単に使用できるようにGT Works3ではライブラリ機能を強化している。

まず、ライブラリを管理する構造を見直し、スイッチ・ランプ等の機能とリアル・シンプル等の見た目から分類しツリー表示することで、ライブラリデータを素早く探し出せる。また、一度使用したライブラリデータを、“最近使ったライブラリ”に自動登録することで、効率良く同じデータを使用できる(図3)。

次に、ユーザーが作成したデータをライブラリデータとして簡単に登録できるため、ライブラリデータを他のパソコンで取り込むことで、共有して使用することが可能となり、画面を複数人で分担して作成する場合でも効率的な画面作成が可能となる。



図2. GT Works3の全体UI

2.2.2 部品の既定値設定機能

各部品には、図形、銘板、色など様々な設定があるが、同一作画データ内の部品の各設定は共通化する場合が多い。従来は一度設定した内容を別の部品でも同様に設定する必要があったが、その設定を既定値(初期値)として登録することを可能とすることで、設定する手間を大きく削減できる(図4)。

2.3 必要な情報を迅速に

2.3.1 ダイアログボックス

画面作成では、文字や色などの設定内容が画面上でどのように表示されるかが重要であり、その確認が容易にできることが求められる。従来は、ダイアログボックスで設定した内容を確認するには、いったんダイアログボックスを閉じ、画面上でON/OFFなどの状態を切り替え、設定内容を確認する必要があった。そこで、画面上でどのように表示されるかを表すプレビューをダイアログボックス内に表示することで、ダイアログボックスを閉じることなく確認できるようにしている(図5)。

また、ダイアログボックスを開いたときに、設定済みのタブがひと目で分かるように、タブの文字の後ろに*(ア



図3. ライブラリ管理

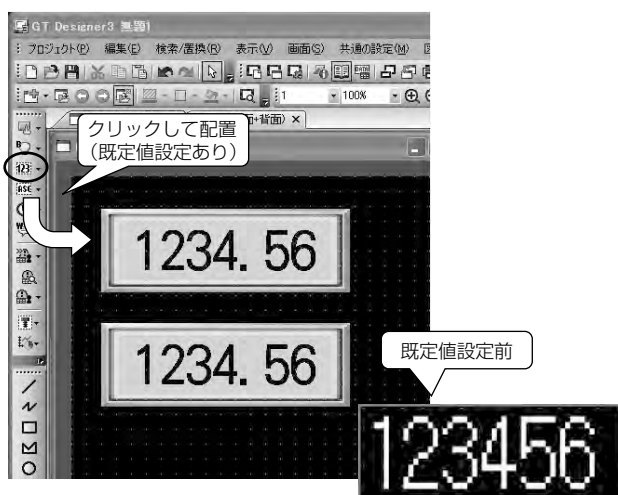


図4. 既定値設定

スタリスク)のマークをつけている(図6)。

2.3.2 関連機能へのジャンプ表示

表示器の機能には、複数の機能を結び付けて実現しているものがあるため、その設定は別々にする必要がある。従来は、その結び付きが明確でなく個別に設定する必要があったが、その関連性を明示し、事前に設定が必要なものは、その設定に簡単に遷移できるようにしている。これによって、設定漏れをなくすることが可能となっている(図7)。

2.4 別々であった製品を統合

画面作成後、画面遷移やスイッチ等の部品の動作を確認・デバッグをする際、表示器の実機を用いて行うことは非効率であり時間もかかるため、パソコン上で画面確認することが有効である。そのため、表示器シミュレータを従来も提供してきたが、別ソフトウェアであったため、連携が不十分であった。そこで、表示器シミュレータを画面作成ソフトウェアに一体化し、連携を強化している。



図5. ダイアログ内プレビュー



図6. ダイアログタブ表示

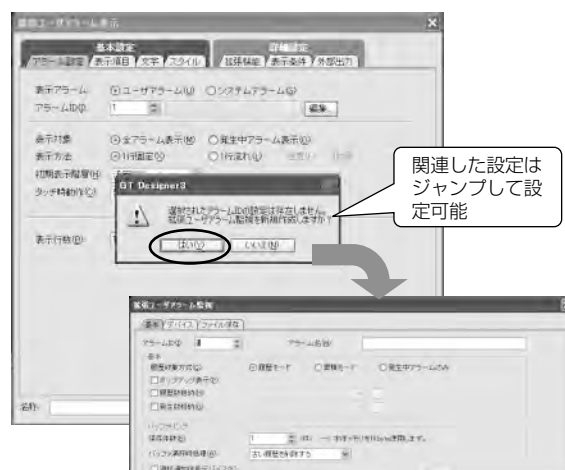


図7. 関連機能ジャンプ



図 8. シミュレータとの連携

画面を確認・デバッグする際に、画面データを保存することなく、ツールバーのアイコンをクリックするだけで、表示器シミュレータを起動することができ、画面を修正しながら効率良くデバッグすることが可能である(図8)。

また、画面のみでなく、シーケンサエンジニアリング環境のオフラインデバッグソフトウェアとも連携して、シーケンサのプログラミングと画面を同時にデバッグすることも可能となっている。

2.5 表示器の簡単立ち上げ

表示器の立ち上げ時には、表示器本体に作画データと表示器本体を動作させるOS(Operating System)を転送する必要がある。

まず、ユーザーは作画データを表示器本体上で表示させ、動作を確認し、変更が必要であればデータを修正し、再度書き込む作業を行う。GT Works3では、修正したデータのみを選択し差分転送するため、修正したデータを把握する手間と転送時間を大きく削減できる。

また、表示器はOSをインストールすることで機能を追加できるが、近年の高機能化でOSの数は多くなってきている。GT Works3では、転送する画面データから必要なOSを自動的に選択することで、ユーザーがOSを選択する手間を省いている。また、それに合わせて表示器本体内のOSとGT Works3内のOSの照合を行い、更新が必要なOSを知らせることで、表示器の立ち上げを迅速に行うことができる(図9)。

2.6 保 守

表示器を使用するユーザーにとって、画面操作マニュアルが必要なことが多い。そのため、画面作成ソフトウェアでは、その作成をいかに簡単に効率化できるかが重要である。GT Works3では、表紙の印刷、画面イメージのファ



図 9. 表示器本体OSの自動選択



図10. 印刷

イル出力・クリップボードを経由したファイルへの張り付けといった印刷機能の充実を図っている(図10)。

3. む す び

iQ Platform対応の表示器画面作成ソフトウェア“MELSOFT GT Works3”の特長について述べた。GT Works3は、表示器本体の高機能化を意識させず、初心者から熟練者まで様々なレベルのユーザーが簡単に使用できるように、画面作成工数削減を迫及したエンジニアリング環境を提供していく。

参 考 文 献

- (1) ものびと EXTRA：三菱電機名古屋製作所情報誌 (2009)

CC-Link IEフィールドネットワーク

河本久文*

CC-Link IE Field Network

Hisafumi Koumoto

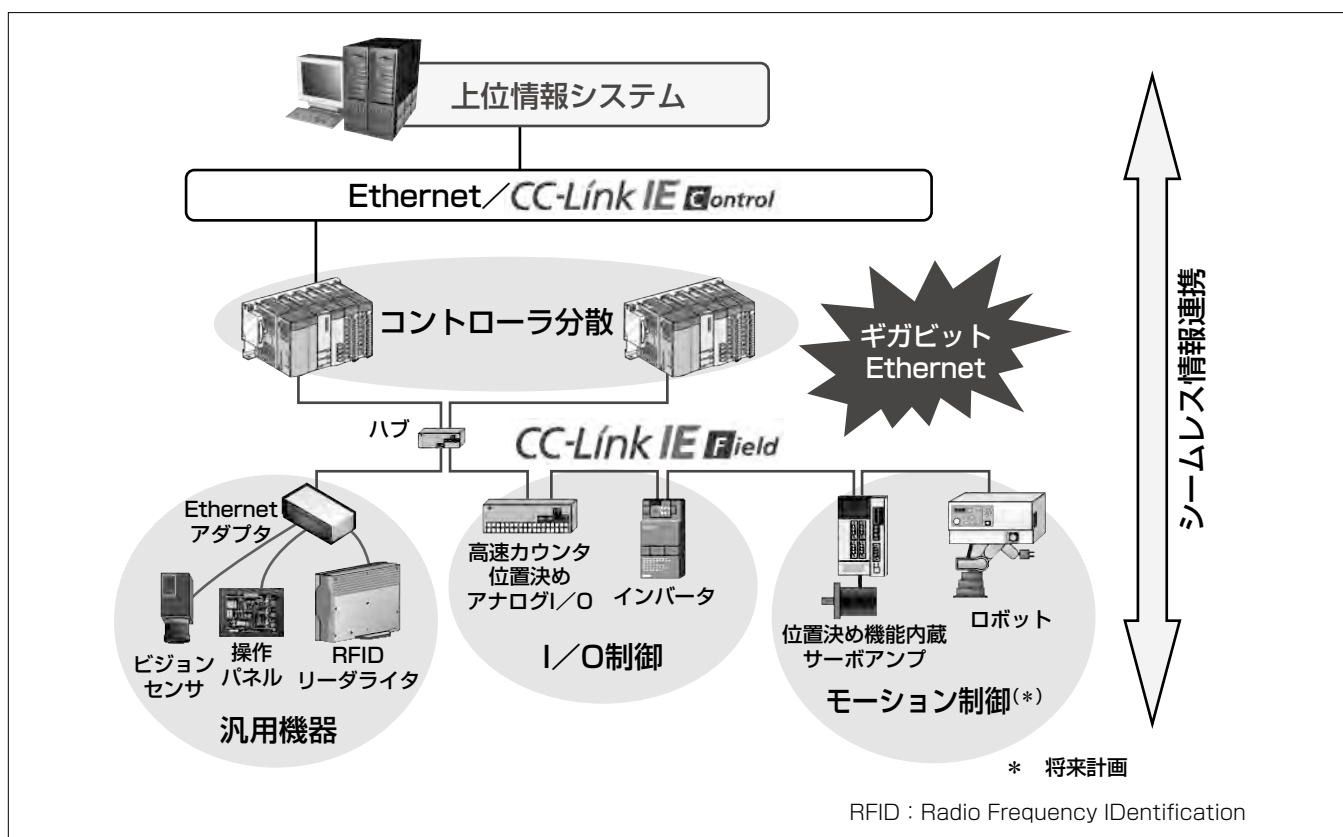
要 旨

今日の製造業では、グローバル競争の激化に伴い製品価格の下落、製品ライフサイクルの短期化、急変動する生産量への迅速な対応が不可欠となっている。ガラス基板の大型化が急速に進む液晶製造分野では、製造レシピが膨大化し、また、トレーサビリティ（製造履歴情報）管理が重要度を増す自動車製造分野では、扱うデータ量が増大する傾向にある。

これらの動向から、これからの製造システムにおけるフィールド領域のネットワークには、高速な制御データと、トレーサビリティのための管理データなどの様々なデータ

が混在して高速に通信することが求められている。一方、システムの構築・運用・保守にかかわるエンジニアの人材不足が深刻化しつつあり、高度な知識が不要で簡単に扱えるネットワーク・機器が望まれている。

このような状況に鑑（かんが）み、新たに三菱電機からCC-Link IE (Industrial Ethernet) のフィールド領域のネットワークとしてリリースするのが“CC-Link IEフィールドネットワーク”である。本稿では、CC-Link IEフィールドネットワークの機能と特長の説明、及び開発に当たり採用した技術について述べる。



CC-Link IEフィールドネットワーク構成

CC-Link IEフィールドネットワークは、汎用（はんよう）技術であるEthernet^(注1)をベースに、装置の制御データだけでなく製造情報のトレーサビリティや製造プロセス改善のためのデータ収集（動作状態）、機器管理（設定、モニタ）、機器保全（監視、故障検出）など制御データ、ログデータ、診断データが混在してインテリジェント化する新しいタイプの製造システムに向けたフィールド領域のネットワークである。業界最高速^(注2)のギガビット伝送とリアルタイムプロトコルによる高速・大容量の通信帯域を生かし、一つのネットワークでコントローラ分散、I/O（Input/Output）制御、モーション制御などの混在構成を可能とする。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。

(注2) 2010年1月現在、当社調べ

1. ま え が き

すでにアジアを中心に大きなシェアを持つCC-Linkは、CC-Link/LT、CC-Link Safetyに加え、Ethernetベースの統合ネットワークであるCC-Link IEをラインアップし、その適用範囲を拡大させている(図1)。

その中でCC-Link IEは、汎用技術であるEthernetをベースとして、産業用ネットワークへの単なる制御用途への適用だけでなく、情報系から生産現場に至るシームレスなデータ伝送を実現し、システム全体の最適化を目的としたネットワークとして開発されたものである。

CC-Link IEは、適用階層、用途によって、コントローラネットワーク、フィールドネットワークに分かれる。

CC-Link IEコントローラネットワークは、大規模コントローラ分散、高信頼化に対応したFA(Factory Automation)基幹ネットワークであり、2007年に市場投入した。

今回開発したCC-Link IEフィールドネットワークは、装置の制御だけでなく製造情報のトレーサビリティや製造プロセス改善のためのデータ収集、機器管理、機器保全など制御データ、ログデータ、診断データが混在し、インテリジェント化する新しいタイプの製造システムに向けたフィールド領域のネットワークである。

システム構築では、簡単なネットワーク設定と自在なトポロジーによって、Ethernetに関する高度な知識を必要とせずに多様なシステムを手間をかけずに構築できる。制御プログラムの分散も、分散共有メモリを使用して、ネットワークを意識することなくメモリを読み書きする感覚で簡単にプログラミングできる。さらには、制御だけでなく、保守・診断機能を備えた付加価値を持った機器を提供することができるようになる。

なお、CC-Link IEにおける、モーション、セーフティへの対応も検討中である。

2. CC-Link IEフィールドネットワークの通信仕様

CC-Link IEフィールドネットワークの通信仕様を表1に示す。

CC-Link IEフィールドネットワークは、物理層に、IEEE802.3ab(1000BASE-T)規格に準拠した通信技術を導入し、通信速度1Gbpsの高速なネットワークを実現している。

通信方式には、トークンパッシング方式を採用している。この方式は、伝送路上でのフレーム衝突が発生しないため通信のスループット低下が少なく、通信の定時性が求められるネットワークシステムに最適である。通信媒体としては、安価なメタルケーブルが使用でき、敷設コストの削減が図れる。

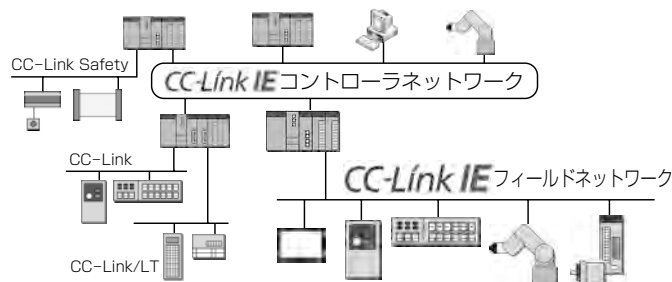


図1. CC-Linkファミリーネットワーク構成

表1. CC-Link IEフィールドネットワークの通信仕様

項 目	仕 様
Ethernet規格	IEEE802.3ab(1000BASE-T)準拠
通信速度	1Gbps
通信媒体	シールド付きツイストペアケーブル(カテゴリ5e)、RJ-45コネクタ
通信制御方式	トークンパッシング方式
トポロジ	ライン、スター、リング
最大接続台数	254台(マスタ局とスレーブ局の合計)
最大局間距離	100m
サイクリック通信 (マスタ・スレーブ方式)	制御信号(ビットデータ) : 最大32,768ビット
	RX(スレーブ→マスタ) : 16,384ビット
	RY(マスタ→スレーブ) : 16,384ビット
	制御データ(ワードデータ) : 最大16,384ワード
	RWr(スレーブ→マスタ) : 8,192ワード
	RWw(マスタ→スレーブ) : 8,192ワード

3. CC-Link IEフィールドネットワークの特長

ユーザーがフィールドネットワークに求める要件としては、高速、大容量といった通信性能に加えて、簡単に、かつ多様なシステムを構築できることや、上位情報システムからフィールドレベルまでのシームレスな連携が実現できることなどが挙げられる。CC-Link IEフィールドネットワークは、これらの要件を満たすために、次に示す特長的な機能を実現している。

3.1 通信の高速化

CC-Link IEフィールドネットワークは超高速のギガビット伝送とリアルタイムプロトコルによって、伝送遅れの少ないリモートI/O制御が可能である。

CC-Link IEフィールドネットワークのデータ通信には、リアルタイムのサイクリック通信と非リアルタイムのランジェント通信の二つの方式がある。サイクリック通信は、ネットワークに接続されているマスタ局(コントローラ)と各スレーブ局(制御対象機器)間で共有する分散共有メモリ領域のデータを定期的に更新する機能であり、制御信号2,048点をスレーブ局64台に32点均等割付けの構成時のリンクスキャン時間(全局の制御データがマスタ局のメモリに反映される時間)を1ms以下とする超高速通信を実現している。この機能は、パラメータ設定のみでデータを更新できるため、システム構築も容易である。

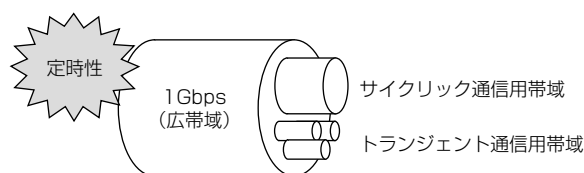


図2. 帯域幅のイメージ

3.2 サイクリック通信の定時性保証強化

従来のネットワークでは、サイクリック通信中に、プログラミングツールやGOT(Graphic Operation Terminal)、上位SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)によるモニタなどのトランジェント通信が生じた場合、通信の帯域幅の不足が原因で、サイクリック通信のリンクスキャンタイムが延びることがあり、この不確定要因(トランジェント)を加味したタイミングの調整が必要であった。それに対し、CC-Link IEフィールドネットワークは、トランジェント通信と、サイクリック通信は別の帯域が確保されており、トランジェント通信のトラフィックが増大しても、サイクリック通信の通信サイクルに影響を及ぼすことはない(サイクリック通信の定時性を保証)(図2)。これによって、上位SCADA通信やプログラミングツールの接続有無に依存せず、安定した高速制御を継続でき、製造システムや装置の性能安定化につながる。

3.3 シームレスなネットワーク環境

トランジェント通信は、任意の機器間で1:1のメッセージ通信を行う通信機能である。CC-Link IEフィールドネットワークは、ネットワークに接続されている任意の機器に対してネットワーク番号と局番を指定することによって、メッセージ送信が可能である。この機能によって、ユーザーはネットワーク階層を超えて機器のモニタ・設定が可能となる。例えば、遠隔のエンジニアリングツールから装置内のすべてのフィールド機器に直接アクセスすることができるようになる。

この通信によって、装置の遠隔管理を手助けし、エンジニアリングの効率アップを図り、製造現場の“見える化”を支援できる。

3.4 オールラウンドなネットワーク

CC-Link IEフィールドネットワークは、業界最高速のギガビット伝送とリアルタイムプロトコルによる高速・大容量の通信帯域を生かし、一つのネットワークでコントローラ分散、I/O制御、モーション制御の混在構成を可能としている(モーション制御については将来対応予定)。さらに、Ethernetアダプタを経由して、ビジョンセンサや、RFID(Radio Frequency Identification)リーダライタなどの汎用のEthernet機器とCC-Link IEフィールドネットワークを接続することも可能となり、システム構築の幅が広がる(図3)。

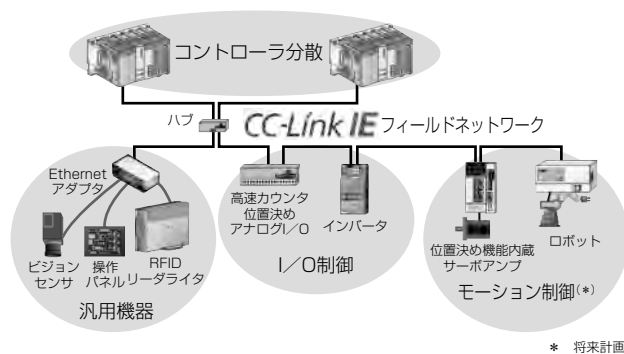


図3. 各種ネットワークの混在構成

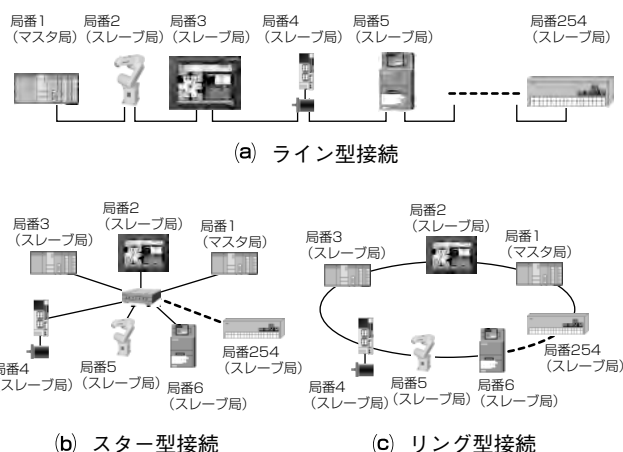


図4. CC-Link IEフィールドネットワーク構成

3.5 自由度の高い配線性

CC-Link IEフィールドネットワークは、スター型、ライン型、及びその両者を組み合わせた自在なトポロジによって、フレキシブルにネットワークを構築できる。

CC-Link IEフィールドネットワーク構成を図4に示す。一つのCC-Link IEフィールドネットワークは1台のマスター局と1台以上のスレーブ局によって構成する。マスター局は、制御データの更新を行うサイクリック通信を主導し、ネットワーク上の全局のサイクリックデータを保持する。

CC-Link IEフィールドネットワークは、独自のネットワークトポロジ自動認識技術を適用することで、図4(a)のようにライン型、図4(b)のようにスイッチングハブを使用したスター型、又は図4(c)のようなリング型のネットワークを構築することができる。さらに、図5のように、ライン型、スター型を組み合わせることで柔軟なシステム構成を構築することができる。

また、接続機器を追加する場合、スイッチングハブのEthernetポートでも、機器のEthernetポートでも、空いているポートに自由に接続でき、機器レイアウトに合わせた自由度の高い配線性を提供している。

3.6 高度なネットワーク診断

CC-Link IEフィールドネットワークは、機器及び伝送路(ケーブル)障害発生時のトラブルシュート支援のため、

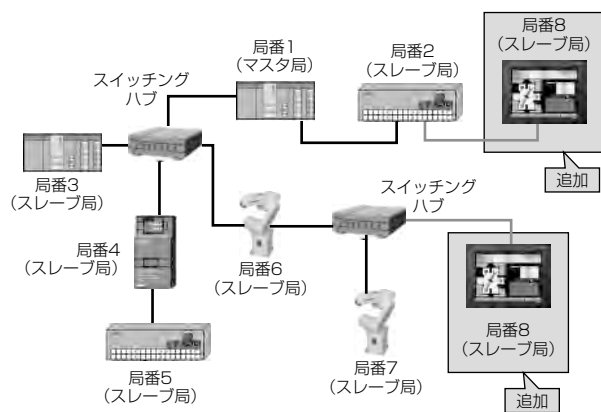


図5. 接続機器の追加

ネットワーク診断機能の充実も図っている。

従来のネットワークは、ケーブルの破損や通信コネクタ部分の不良が原因で壊れたフレームがネットワーク回線に流れる場合、壊れたフレームは、ネットワーク上の全局で受信し、全局で通信異常を検出する(CRC(Cyclic Redundancy Check)エラーカウントやショートフレームカウントがアップする)ため、異常が発生している箇所の特定が困難であり、復旧に多大な時間が必要であった。CC-Link IEフィールドネットワークでは、Ethernet準拠のFCS(Frame Check Sequence)に加えて、フレーム部のヘッダ部にHCS(Header Check Sequence)、データ部にDCS(Data Check Sequence)を設けることによって、壊れたフレームを受信した局を特定することができる。この機能によって、ケーブル障害に対して早急にトラブルシューティングができる。

また、CC-Link IEフィールドネットワークは、ネットワークの確立時、各局のケーブル接続状態を収集し、ネットワーク上の各局並びの情報を構築している。さらに、各スレーブ局が送信ごとに、自局に接続している伝送路の正常/異常を伝えるフレームをマスター局に送信し、各スレーブ局の伝送路上の異常箇所をマスター局で確認できる機能も備えている。

これらの高度な障害検出機能を持つネットワーク診断機能によって、立ち上げ工数削減及び復旧時間の短縮が可能である。また、図6に示すとおり、ネットワーク上の各局並びや動作状態をビジュアルに表示することができるため、

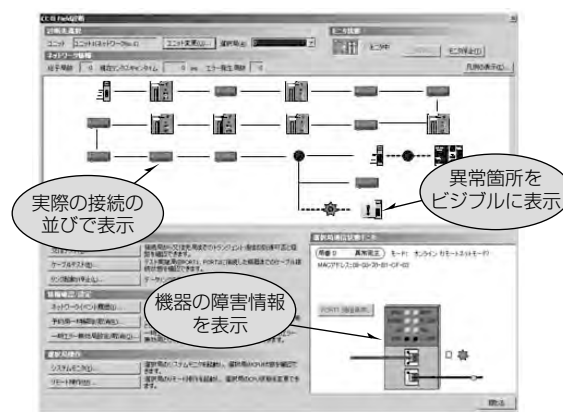


図6. 診断画面

高度な知識なしに、だれでも簡単にトラブルシューティングが可能となっている。

4. む す び

CC-Link IEフィールドネットワークは、汎用技術であるEthernetをベースに、制御用途で必要となるリアルタイム通信と、トレーサビリティのための管理情報、機器の健全性データなど、制御用途以外のデータ交換を共存させ、高速に通信できる。また、システム構築では、簡単なネットワーク設定と、自在なトポロジによって、Ethernetに関する高度な知識も必要とせず、多様なシステムを、手間をかけずに構築できる。運用、保守でも、高度なネットワーク診断機能によって、立ち上げ工数削減及び復旧時間の短縮を可能にする。

今回当社は、CC-Link IEのフィールドレベルのネットワークとしてCC-Link IE フィールドネットワークを開発した。今後は、モーション機能、及びセーフティ対応の開発を進め、更なる適用範囲の拡充、機能強化を図っていく。そのためにも、市場やユーザーニーズを的確に把握し、使い勝手と付加価値の向上を目指した魅力ある製品づくりに貢献していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 藤田智之：コントローラネットワーク“MELSEC-NET/G”，三菱電機技報，81，No.4，273～276（2007）

“MELSEC-Lシリーズ”シーケンサ

柿本康一* 谷出 新*
山本順司*
矢木孝浩*

"MELSEC-L Series" Sequencer

Koichi Kakimoto, Junji Yamamoto, Takahiro Yagi, Hajime Tanide

要 旨

三菱電機は、“MELSEC-Lシリーズ”シーケンサを開発し、製品化した。このシリーズは、小中規模制御装置に必要な“機能”“性能”“操作性”をコンパクトなシステムに凝縮し、次のような現場ニーズにこたえるコストパフォーマンスとユーザビリティを追求したシーケンサである。

(1) 現場ニーズにこたえる機能

ベースレス構造の採用と、CPU (Central Processing Unit) ユニットに多彩な機能やインタフェースを標準搭載することで、システムコストの大幅な削減を実現した。また、ロギング機能をCPUユニットに標準装備し、トレーサビリティ等の生産データの運用コストを削減した。

(2) 現場ニーズにこたえる性能

製造コスト削減に向けたタクトタイムの短縮が求められており、このシリーズでは、シーケンス制御の基本性能に加え、位置決め機能の始動時間や、アナログデータの変換時間の高速化を実現した。

(3) 現場ニーズにこたえる操作性

表示ユニットによって、デバイスデータのモニタやテスト、トラブル発生時の一次診断を、パソコンレスで手軽に行うことができる。また、ユニットの視認性向上を目的として、ユニバーサルデザインを採用した。立ち上げから運用、保守にかかわる操作性を向上させた。

MELSEC *L* series



シーケンサ“MELSEC-Lシリーズ”

MELSEC-Lシリーズは、多彩な機能をCPUユニットに内蔵しており、さらに用途に応じて必要なユニットをベースレスで追加できる。用途と環境に合わせたフレキシブルでコンパクトな制御システムの構築が可能である。

1. ま え が き

シーケンサシステムは、単一機械の制御から工場全体の自動化まで広範囲にわたる産業用アプリケーションに用いられ、産業界の飛躍的な発展に貢献してきた。一方、今後のシーケンサ事業を展望すると、日本では少子高齢化の傾向が急速なスピードで進んでおり、労働人口の減少に伴って製造業の合理化、省人化の要求は更に強まるといえる。

近年、コストダウンと高付加価値化へのユーザーニーズが高まり、特に小規模制御装置(包装機・簡易搬送等)ユーザーからは、“機能”“性能”“操作性”に関する次のような要求が大きくなっている。

- (1) 制御装置のコストダウンに向けた機能のパッケージ化や、品質・安全志向へのユーザーニーズに対するトレーサビリティ実現のための“機能”要求
- (2) 製造コスト削減に向けたタクトタイム短縮のための“性能”要求
- (3) 立ち上げ・運用・保守コスト削減に向けた現場の作業効率向上のための“操作性”要求

これらのニーズにこたえるため、2009年12月にMELSEC-Lシリーズシーケンサを発売した。本稿では、MELSEC-Lシリーズの特長及び、開発に当たり採用した技術について述べる。

2. MELSEC-Lシリーズの製品概要と主な特長

1999年に発売した“MELSEC-Qシリーズ”(以下“Qシリーズ”)では、駆動系との連携強化や、計装・安全分野にまで幅広く対応した製品の開発・拡充を進め、オールラウンドモデルとしてあらゆる制御用途に対応してきた。これに対しMELSEC-Lシリーズ(以下“Lシリーズ”)は、小中規模制御装置に必要な“機能”“性能”“操作性”をコンパクトなシステムに凝縮し、コストパフォーマンスとユーザービリティを追求したスタンダードモデルのシーケンサである。

Lシリーズは、外部配線や外部入出力仕様などQシリーズとの互換性を保ち、MELSECシーケンサの継承性を確保している。プログラミング環境(エンジニアリングツール、命令仕様)でも、Qシリーズと互換性を持たせており、ユーザーは過去の設計資産を活用できるとともに、再教育を不要とすることができる。

図1にLシリーズのシステム構成を、表1に主な特長を示す。

- (1) 多彩な機能やインタフェースをCPUユニットに内蔵し、用途と環境に合わせてユニットを自在に拡張できるベースレス構造を採用した。さらにSDメモ리카ードを活用したロギング機能による保守の容易性など、現場ニーズにこたえる機能を実現した。

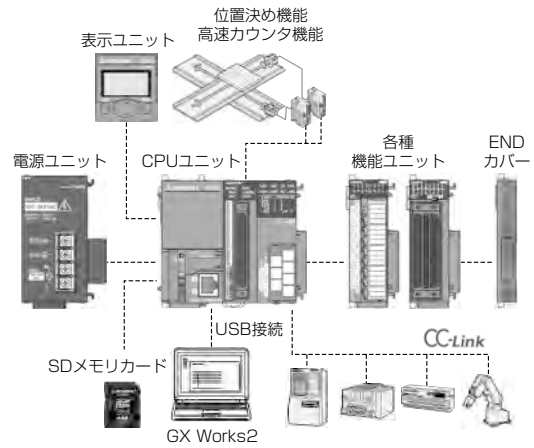


図1. MELSEC-Lシリーズのシステム構成

表1. MELSEC-Lシリーズの特長

キーワード	特長
CPU内蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> CPUユニットに位置決め機能、高速カウンタ機能、パルスキャッチ機能、割込み入力、汎用入出力を標準搭載 各機能専用のユニットが不要となりシステムコストを抑え、様々な用途に適用可能
各種インタフェース	<ul style="list-style-type: none"> Ethernet、USBインタフェース、SDメモ리카ードスロットを標準搭載し、パソコンとの親和性を向上 CC-Linkを内蔵したCPUユニットもラインアップし、柔軟なシステムが構築可能
ベースレス構造	<ul style="list-style-type: none"> 制御盤内のスペースを確保。必要なユニットを必要な分だけ接続でき、自由度の高い設計が可能
ロギング機能	<ul style="list-style-type: none"> 簡単設定で、収集したデータをSDメモ리카ードに保存可能 立ち上げ時のデータ解析やトレーサビリティに効果を発揮
高速・高応答	<ul style="list-style-type: none"> CPUに内蔵した位置決め機能の始動時間の高速化(30μs/軸)や、アナログユニットのA/D変換、D/A変換の高速変換(20μs/ch)によってタクトタイムを短縮
表示ユニット	<ul style="list-style-type: none"> パソコンレスでシステム状態の確認や設定値の変更が可能
ユニバーサルデザイン	<ul style="list-style-type: none"> 誤認、誤操作を防ぐため、必要な情報ができるだけ簡単に伝わるデザインを採用

- (2) タクトタイム短縮に向け、CPUに内蔵した位置決め機能の始動時間の高速化技術や、アナログユニットのA/D(Analog/Digital)変換、D/A(Digital/Analog)変換の高速変換技術を採用し、現場ニーズにこたえる性能を実現した。
- (3) 表示ユニットによるパソコンレスでの簡単操作や、ユニバーサルデザイン採用による視認性向上など、現場ニーズにこたえる操作性を実現した。

3. 現場ニーズにこたえる機能

Lシリーズでは、システムコスト削減を目的としたCPUユニットへの機能集約、ベースレス構造の採用だけでなく、保守コスト削減を目的としたCPUユニットへのロギング機能の標準搭載を実現した。

3.1 オールインワンCPU

LシリーズのCPUユニットは、民生機器で一般的に使用しているUSB(Universal Serial Bus)、Ethernet^(注1)ポート

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

や、SDメモ리카드를標準装備するとともに、用途に応じて使い分けのできる内蔵機能(位置決め、高速カウンタ、パルスキャッチ、割込み入力、汎用入出力)を実現した。さらに、ネットワークインタフェース“CC-Link”を内蔵したモデル“L26CPU-BT”をラインアップすることで、豊富な“CC-Link”対応機器の活用を可能とした。

これらの機能をシーケンス制御用のシングルプロセッサで制御すると、シーケンス制御の演算処理と各機能の処理性能が低下する。そのため、内蔵機能を集約した専用LSI (Large Scale Integration)とCC-Link機能を搭載した専用LSIを開発し、それぞれに制御用プロセッサを実装するマルチプロセッサ化することで、負荷分散を図った回路構成とした。

3.2 ベースレス構造

Lシリーズでは、ベースユニットを使用せず、ユニット同士をコネクタで接続するベースレス構造を採用した。これは、オールインワンCPUであることのメリットを生かし、CPUユニット1台又は必要最低限のユニット構成でのシステム構築を、より安価に実現するためである。

また、設置面積はベースユニットのサイズに依存しないため、必要なユニット分の設置スペースを確保すればよく、制御盤のサイズを最適化することが可能となる(図2)。

3.3 ログ機能

トラブル発生時の原因究明やトレーサビリティ実現のため、生産過程における様々なデータを蓄積するロギングへの要求が高まっている。

一般的に、ロギングを行う場合、ロギング用の外部機器を追加する必要があったが、Lシリーズでは、CPUユニットでロギング機能をサポートするため、新たな機器を追加することなくロギングが可能となる。

CPUユニットが収集したロギングデータは、CSV (Comma Separated Values)形式でSDメモ리카드에格納するため、ユーザーが表計算ソフトウェアを用いて、自由に独自の日報や帳票の作成に活用できるほか、ロギングデータの表示・分析ツール“GX LogViewer”を用いることで、ロギングデータをビジュアルに表示し、データの確認や分析を簡単に行うことが可能となる(図3)。

また、必要な時に簡単にロギングを実行するための機能として、オートロギング機能がある。オートロギング機能は、ロギングが設定されていないシステムでも、オートロギングの設定が格納されたSDメモ리카드를CPUユニットに装着するだけで、ロギングの実行を可能とする機能である。例えば、装置メーカーは、オートロギングの設定ファイルをエンドユーザーに送付し、エンドユーザーは送付された設定ファイルをSDメモ리카드에書き込み、CPUユニットに装着するだけでロギングを開始することができ、トラブル発生時の情報収集を素早く行うことができる(図4)。

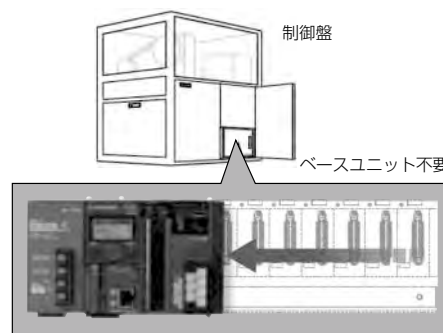


図2. ベースレス構造

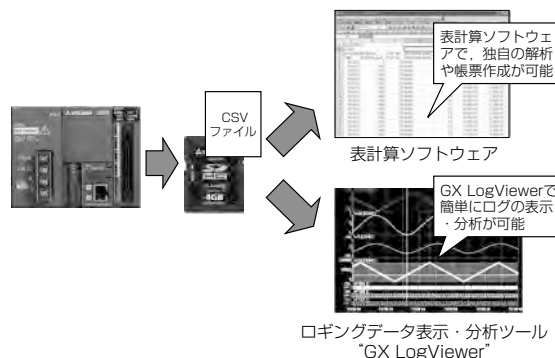


図3. ロギングデータの分析

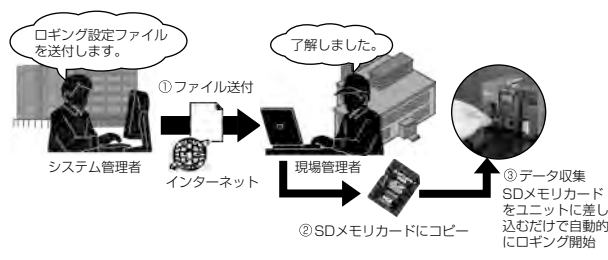


図4. オートロギングの活用事例

4. 現場ニーズにこたえる性能

タクトタイム短縮による製造コストの削減を目的として、LシリーズではQシリーズと同等のシーケンス処理性能を確保しつつ、CPUユニット(内蔵機能)やアナログユニットで動作処理の高速化を実現した。

4.1 CPU内蔵位置決め機能の始動時間の高速化

LシリーズのCPU内蔵位置決め機能の始動時間は、1軸当たり30 μ sの高速化を実現した。高速始動を実現するためには、始動割り込み処理や位置決めデータ演算の高速化が必要であり、内蔵機能全体で次の処理時間を短縮した(図5)。

- (1) 位置決め始動を最短で受け付けられるようソフトウェア処理のアルゴリズムを見直し、始動処理の応答時間を従来比^(注2)1/2以下に短縮した。
- (2) 位置決めデータのエラーチェックと演算処理を専用LSI化して、処理時間を従来比^(注2)1/4以下に短縮した。

(注2) QシリーズQD70形位置決めユニット

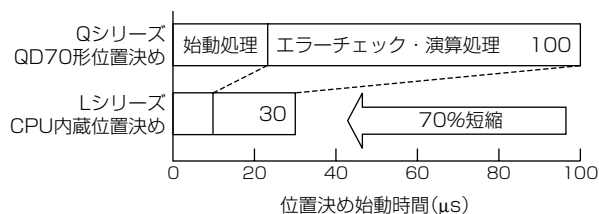


図 5. 位置決め始動時間

4.2 アナログユニットの変換時間の高速化

Lシリーズのアナログユニットは、A/D変換、D/A変換ともに、1チャンネル当たり20μsの高速変換を実現した。ここでは、D/A変換の高速化技術について述べる。

高速変換を実現するため、D/A変換処理全体(ソフトウェア、ハードウェア処理)のアーキテクチャを最適化した。ソフトウェア処理については、ユーザー設定値をD/Aコンバータ用データに変換する演算処理を専用LSI化し、処理時間を短縮した。

ハードウェアは、D/A変換回路と出力回路で構成するが、図6に示すように、チャンネルごとにD/Aコンバータを設けデジタル値を変換する方式を採用した。この方式は、アナログ回路部でのマルチプレクサ方式に比べ、アナログ回路の制時間の影響を受けることがなく、変換を高速化することができる。

5. 現場ニーズにこたえる操作性

Lシリーズでは、現場での確実かつスピーディーな作業による省工数化を目的として、表示ユニットの操作性や配線作業の確実性を追及した。

5.1 表示ユニットの操作性

万一、生産装置にトラブルが発生した場合、トラブルシューティングのために、発生しているエラーやデバイスデータを確認し装置の一次診断を行うが、生産現場ではすぐにエンジニアリングツールがインストールされたパソコンが準備できず、一次診断開始の遅れにつながる場合があった。

これを解決するため、Lシリーズでは、CPUユニットの前面に装着可能な表示ユニットを開発した。表示ユニットを用いることで、パソコンレスかつ簡単な操作で、エラーコードやデバイスデータの確認を行うことが可能となり、トラブル発生時の一次診断を簡単かつスピーディーに行うことができる。

表示ユニットの使用例として、デバイス(X0)をモニタした場合の画面例を図7に示す。1画面内にデバイスデータの数値表現(10進数、16進数表現が可能)とビットパターン表現で表示することで、デバイスデータを数値として見る場合でも、ビット単位の信号として見る場合でも、画面を切り替えることなく確認することができる。

また表示ユニットは、漢字を含めた日本語表示を可能とするとともに、図8に示すようにメニューの階層構造内で

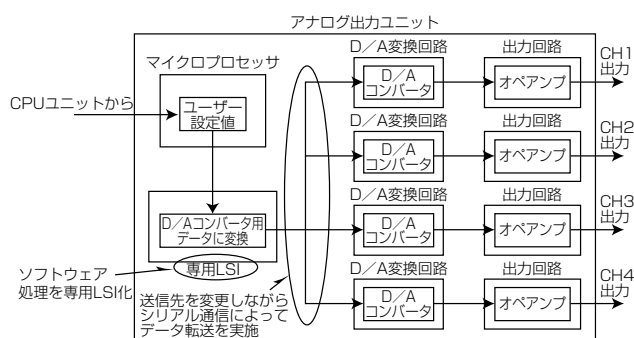


図 6. D/A変換の動作イメージ

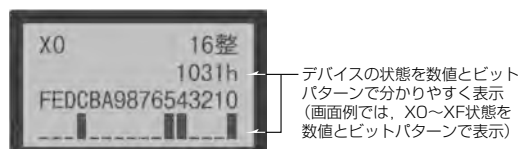


図 7. デバイスマニタ画面例

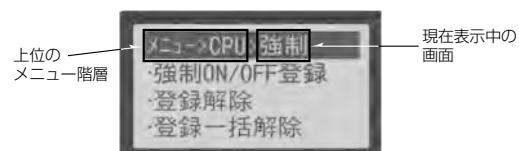


図 8. 階層ナビの画面例

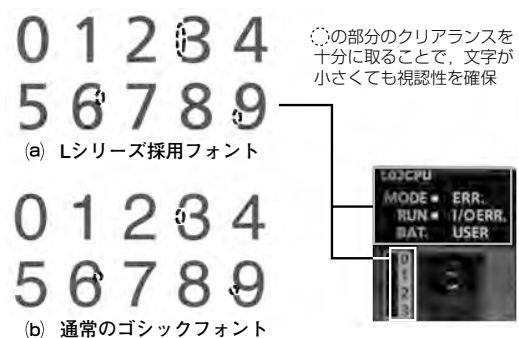


図 9. Lシリーズ採用フォント

の現在位置を最上部に表示することで、わかりやすく確実な操作を可能としている。

5.2 ユニバーサルデザインの採用

Lシリーズでは、ユニットの視認性向上による誤配線の防止を目的として、ユニバーサルデザインの視点に基づきデザイン設計を行った。

例えばユニットに印字される文字は、小さくても読み間違いがないようだれでも識別しやすいフォント(図9)を採用した。さらに、入力ユニットと出力ユニットで色の配色を区別したデザインを採用することによって視認性向上を達成した。

6. む す び

今後もMELSECシーケンサとしての継承性を保ちつつ、現場に求められる“機能”“性能”“操作性”を追求し、ユーザーシステムのコストパフォーマンスと使い勝手のより一層の向上を目指した製品開発を推進していく所存である。

中南和宏*
青木康一*

Kazuhiro Nakaminami, Koichi Aoki

製造現場では、生産性向上やタクトタイム短縮といった要求が日々高まっている。こうした声にこたえるため、2007年に高速シーケンサ“QnUモデル”を市場に投入した。その後、生産システムの多様化に対応するため、ラインアップの拡充を図った。本稿では、製品の特長とフルラインアップ化のための技術について述べる。

超大容量モデルに、1,000Kステップのプログラムメモリや、最大925Kワードまで使用可能なデバイスメモリを搭載し、従来は不可能であった大規模制御を可能とした。また、プログラムの共通化を可能とし、メンテナンス性の向上を実現した。Ethernet^(注1)内蔵モデルは、追加ユニットなしでEthernet通信を実現可能とした。また、IP

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。

(Internet Protocol) アドレスの設定なしで接続を実現する、簡単接続機能を搭載した。小容量モデルは、従来品と比較して演算処理速度を大幅に向上した。また、USB (Universal Serial Bus) ポートを標準搭載し、利便性の向上を図った。

超大容量モデルでは、増大したプログラムメモリに対しプリフェッチ・キュー方式を採用し、プログラムメモリの大容量化と命令の高速実行の両立を可能とした。Ethernet内蔵モデルでは、簡単接続機能や同じハブに接続されたシーケンサCPU(Central Processing Unit)の自動検索機能を実現するための技術を搭載した。小容量モデルでは、通信技術を活用し、標準搭載したポートと外部機器との接続性を強化した。



1,000Kステップのプログラムが実行可能なプログラムメモリを搭載し、デバイスメモリを最大925Kワードまで使用可能とした。また、Ethernetポートを標準搭載したことによって、上位情報系ネットワークや装置間の連携を強化した。

※写真中のQ50UDEHCPU、Q100UDEHCPUは開発中のものであるため、シリアル番号を印字していない。

1. ま え が き

近年製造現場では、生産性向上やタクトタイム短縮といった要求の高まりを見せている。こうした声にこたえるため、2007年に高速シーケンサ“QnUモデル”を開発し、大幅な性能向上を達成した。今回、生産システムの多様化に対応するため、小規模システム制御用から超大規模システム制御用までに至るQnUモデルのフルラインアップ化を実現した(図1)。これによって、装置を制御するのに最適なシーケンサCPUを柔軟に選択可能となった。ラインアップ拡充とともに、デバッグ時の利便性向上や、トラブル発生時のダウンタイム短縮を目的として、QnUモデルの機能拡充を図った。さらに、発熱や振動に対する解析手法を導入し、製品の最適設計を行った。本稿では、製品の特長とフルラインアップ化のための技術について述べる。

2. 製品の特長

2.1 QnUモデルのフルラインアップ化

図1にQnUモデルのラインアップ、表1にQnUモデル“Q100UDEHCPU”の仕様を示す。プログラム容量は10Kステップから1,000Kステップまでの広範囲にわたりラインアップした。また、QnUモデルでは、新規にシステムASIC(Application Specific Integrated Circuit)を開発し、命令の高速処理(基本演算処理速度9.5ns)を実現した。とりわけ超大容量モデルは、命令の高速処理とプログラムメモリ大容量化の両立に成功した。

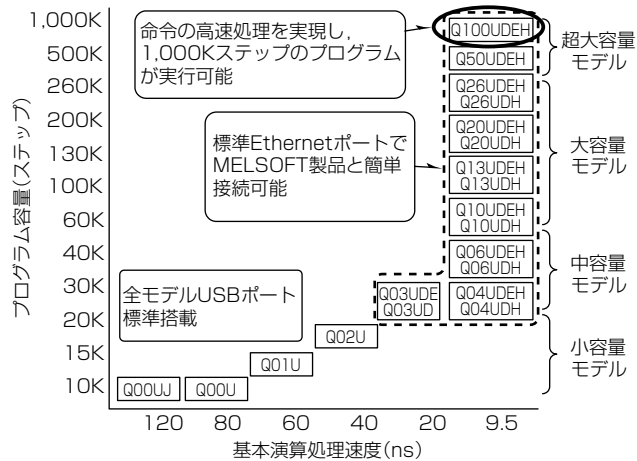


図1. QnUモデルのラインアップ

表1. QnUモデル“Q100UDEHCPU”の仕様

項目	仕様
メモリ容量	プログラム(ステップ)
	1,000K
	プログラムメモリ(byte)
	4,000K
標準RAM(byte)	1,792K
	標準ROM(byte)
	16,384K
デバイス	内部デバイス(ワード)
	29K 合計
メモリ容量	標準RAM領域(ワード)
	896K 925K
プログラム実行本数(本)	252

RAM: Random Access Memory
ROM: Read Only Memory

2.2 プログラムの超大容量化

大規模化する生産システムの要求にこたえるために、プログラム容量1,000Kステップを搭載した超大容量モデルを開発した。従来、設備・装置ごとに別々に作成していたプログラムを共通化し、1台のシーケンサCPUで実行できれば、共通化したプログラムのみを管理すればよいと、メンテナンス性を大幅に向上させることができる。すなわち、シーケンサシステム全体のTCO(Total Cost of Ownership)削減につなげられる。また、シーケンサCPUは252本のプログラムが実行可能であり、構造化プログラミングによる設計・保守コスト削減につなげられる。さらに、デバイスメモリ容量についても、標準で最大925Kワードのデバイスメモリを使用可能としているため、従来デバイスメモリ容量拡張のためにメモリカードが必要であったシステムでは、コストの削減が可能となる。

2.3 Ethernetポート標準搭載

中～超大容量モデルでは、Ethernetポートを標準搭載したモデルをラインアップに追加した。従来Ethernetユニットが必要なシステムでは、ユニットが不要となるため、装置全体のコスト削減につなげることができる。また、新機能の追加によって、“MELSOFT”製品とシーケンサCPUが簡単に接続可能となり、利便性が向上した。

2.4 小容量モデルの基本機能充実

小容量モデルでもQnUモデルのアーキテクチャを採用し、従来の“Qシリーズ”と比較して、演算処理速度で大幅な性能アップを実現した。さらに、ハイエンドな超大容量モデルからコストパフォーマンスに優れた小容量モデルに至る全モデルについてUSBポートを標準搭載し、利便性の向上を図った。

3. フルラインアップ化のための技術

3.1 QnUモデルのハードウェア構成

QnUモデルでは、各種モデルに最適なハードウェア構成を採用している。図2に超大容量モデルのハードウェア構成を示す。

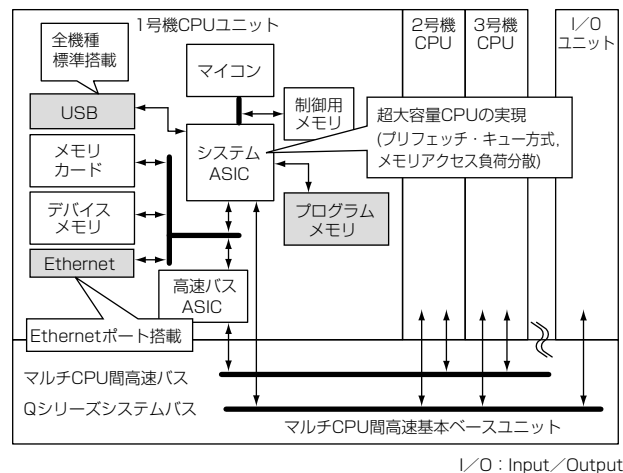


図2. 超大容量モデルのハードウェア概略ブロック図

I/O: Input/Output

概略ブロック図を示す。QnUモデルでは、マルチCPU間高速バスシステムを構築し、マルチCPU間はもちろん、モーションコントローラとも高速な通信が可能である。また、システムASIC内部にあったプログラムメモリをシステムASIC高速データバス上に移すことで、命令の高速化とメモリの大容量化の両立を実現した。さらに、Ethernetポートを標準搭載し、上位情報系ネットワークや装置間の連携を強化した。

3.2 メモリサイズ増大に伴う技術

システム全体のTCO削減を目的として、QnUモデルではプログラムメモリ容量1,000Kステップを搭載したモデル(超大容量モデル)を開発した。メモリ増大に伴い、新規ハードウェアアーキテクチャを搭載したシステムASICを開発し、シーケンサCPUの機能追加を実施した。

3.2.1 命令の高速実行

プログラムメモリの大容量化を実現するに当たり、従来のシステムASIC内部メモリでは容量が不足するため、外部メモリを用いる必要がある。外部メモリにプログラムを格納した場合、プログラムの読み出し時に遅延が発生し性能低下を招く。超大容量モデルでは、遅延を回避するために命令プリフェッチ・キュー方式を採用した。命令プリフェッチ・キュー方式とは、あらかじめ大量の命令をシステムASIC内部のメモリに読み出しておき、システムASIC内部に保存した命令を実行する方式である。これによって、命令読み出しの遅延による性能低下を回避することに成功した。

3.2.2 メモリアクセスの高速化

メモリ容量拡張に伴い、システムASICとつながるデータバスの負荷容量が増大し、メモリアクセスが遅くなる。負荷容量を分散・軽減するため、最適な回路構成へ見直しを図ることによって、高速なメモリアクセス性能とメモリの大容量化の両立を可能とした。

3.2.3 デバッグにおける利便性の向上

シーケンサCPUが稼働中に、シーケンサCPUを停止することなくプログラムを修正する(RUN中書き込み)機能が広く利用されている。大容量モデルや超大容量モデルは、プログラムメモリのサイズが増大したことに伴い、プログラムメモリへの書き込み開始から完了までの時間が小容量モデルと比較して長くなる。書き込み実行後すぐに間違いに気づいてプログラムの転送をやり直す場合の手間を軽減させるため、RUN中書き込み中に書き込みを中止し、新たなプログラムが書き込み可能となる機能を実装した。これによって、装置設計のデバッグにおける利便性を向上させることができる。

3.3 Ethernetを活用した機器間、装置間の連携強化

装置の設計時や実稼働時には、Ethernet環境が整備されていることが多い。次に述べる機能の実現によって、シ

ーケンサCPUとEthernetの連携を強化し、設計・保守における利便性を向上させた。また、シーケンサCPU間、及び機器間のデータ連携を容易にした。

3.3.1 通信設定の煩雑さ解消

Ethernet内蔵モデルは、Ethernet通信をする上で不可欠であるIPアドレスやサブネットマスクの設定を不要とし、USBやRS232接続と同様に、簡単に直結接続できる機能を実現した。これは、Ethernetケーブルを介して1:1でシーケンサCPUとMELSOFT製品を直結接続する機能である。また、シーケンサCPUに設定されているIPアドレスの値がわからなくなった場合にも有効な機能である。

3.3.2 システム全体の把握における手間軽減

プログラミングツールを使用しているパソコンと同じハブに接続されているシーケンサCPUの検索結果を表示し、そこからアクセス対象のシーケンサCPUを選択することができる機能を実現した(図3)。これは、盤内に複数のシーケンサCPUが収納されており、各シーケンサCPUのIPアドレスが不明な場合や、直接シーケンサCPUを視認できない場合に有効な機能である。この機能は、プログラミングツールがシーケンサCPUに向けて要求パケットをブロードキャスト送信し、応答パケットからCPU種別等をリスト表示することによって実現している。

3.3.3 データ共有による装置間の連携強化

シーケンサCPUとEthernetで接続された機器が、任意のデータを無手順で送受信する機能(ソケット通信機能)を実現した。これによって、シーケンサCPU間やシーケンサCPUと上位パソコン間に加え、装置間、機器間のデータ連携が可能となる。ソケット通信機能では、TCP(Transmission Control Protocol)とUDP(User Datagram Protocol)の通信プロトコルをサポートし、複数の機器と同時に通信可能(ポート番号で識別)とした。ソケット通信機能で使用する主な命令を表2に示す。

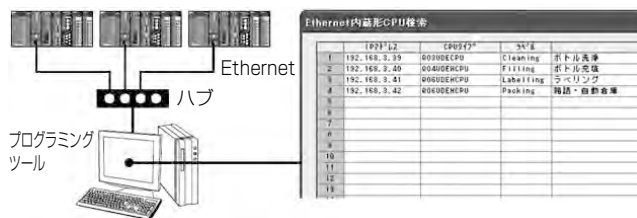


図3. 接続されているシーケンサCPUの検索結果

表2. ソケット通信機能で使用する主な命令

命令	機能	通信プロトコル	
		TCP	UDP
SP.SOCSET	コネクションの設定 (IPアドレス, ポート番号)	○	○
SP.SOCOPEN	コネクションのオープン	○	×
SP.SOCSEND	データ送信	○	○
SP.SOCRCV	データ受信	○	○
SP.SOCCLOSE	コネクションのクローズ	○	×

○: 命令を使用する ×: 命令を使用しない

3.4 接続性強化によるコストパフォーマンス向上

ユーザー要望の高いUSBポートを小容量モデルに標準搭載することで、RS232ポートでGOT(Graphic Operation Terminal)などの機器を接続している場合でも、USBポートからプログラミングツールを使用しているパソコンへの同時接続を実現した。また、小容量モデル標準搭載のRS232ポートによる“MELSECコミュニケーションプロトコル(MCプロトコル)”通信を実現した。これによって、小規模システム制御用から超大規模システム制御用までのシーケンサCPUで、MCプロトコルによる外部機器との直接接続が実現できる。

4. ダウンタイム短縮

例えば、ネットワークユニットといったインテリジェント機能ユニットで発生したエラーコードなどの情報は、電源OFF時に保持されないことが多く、起動時やリセット時にそれらの情報がクリアされてしまう。インテリジェント機能ユニットで発生したエラーをシーケンサCPU内部の停電保持可能なメモリに収集することによって、起動時やリセット解除時でも、エラー情報を保持できる機能を追加した。CPUに保存されたエラー情報と組み合わせることで、システムに発生したエラーの原因を早期解明し、システムのダウンタイム短縮につなげることができる。また、今後インテリジェント機能ユニットが新たにラインアップに追加された場合でも、シーケンサCPUをバージョンアップすることなく、新しいユニットのエラー履歴の収集が可能な構造を実現している。

5. 耐環境性への取り組み

QnUモデルでは、熱解析や振動モードの分析を実施することによって、発熱、振動などの環境要因に対して最適設計を行い、耐環境性の向上に努めている。

5.1 熱解析

高温環境下では、電子部品の寿命が短くなる。図4は超

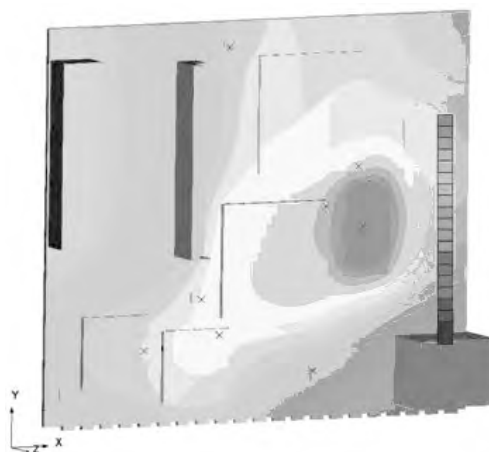


図4. 超大容量モデルの内部基板の部品温度分布

大容量モデルの内部基板の部品温度分布の解析結果である。熱解析ツールの活用によって、部品配置や発熱対策部品実装の最適設計を行い、温度マージンを確保した。

5.2 振動解析

プレス装置など振動環境下では、高い耐振性が求められる。シーケンサCPUの耐振動性は、プログラマブルコントローラ装置への公的規格“JIS B 3502, IEC 61131-2”に適合している。振動モードの分析結果から、振動を小さくするように部品を配置し、高い耐振動性を備えた製品を開発した。

6. む す び

高速シーケンサ“QnUモデル”のフルラインアップ化と、それを実現するための技術について述べた。フルラインアップ化の実現によって、装置を制御するのに最適なシーケンサCPUを柔軟に選択可能とした。今後も、シーケンサCPUの高速化・高機能化、利便性の向上を追求していく。

参 考 文 献

- (1) 石田 浩，ほか：高速シーケンサ“QnUシリーズ”，三菱電機技報，81，No.4，249～252（2007）

GOT1000シリーズ“GT16モデル”の拡充

橋本伸哉*

Graphic Operation Terminal GOT1000 Series "GT16 Model"

Shinya Hashimoto

要 旨

“GOT1000シリーズ”は、回路モニタ機能や、バックアップ／リストア機能など、現場の保全作業を効率化する機能を業界に先駆けて搭載してきた。このため、“装置のダウンタイム短縮ソリューションに優れた表示器”として、顧客から好評を得ている。

一方、表示器の装置やシステムにおける役割は年々大きくなっており、それに伴って顧客要望も多様化している。例えば、更なる高性能化による快適な操作性、装置の高付加価値化や多様なインタフェース内蔵、動画を用いた保全作業の効率化への要望などが挙げられる。

三菱電機では、これら市場ニーズに対応するGOT1000

シリーズの最上位機種として、2008年8月に“GT16モデル”を発売した。

多彩な機能を内蔵した“オールインワンモデル”を実現した。

このGT16モデルは、発売以降も次のようなユーザーの利便性を追及した開発を続けている。

- (1) パソコンリモート操作機能(Ethernet^(注1))
- (2) ラダー編集機能
- (3) マルチメディア機能の拡充

本稿では、GOT1000シリーズ GT16モデルの進化した新機能及び特長について述べる。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

GT16 NEW

ユーザーが求める機能が、この一台にオールインワン。
GOT1000シリーズ初、8.4型SVGAタイプの新登場で、
ラインアップもますます充実。



ダウンタイム短縮 REDUCTION OF DOWNTIME



GOT1000シリーズ“GT16モデル”

“高性能化”“多彩なインタフェースの標準搭載”“マルチメディア機能”によって、更なるトラブルシュート性の向上と作業効率化に貢献することをコンセプトに、進化しつづけるGT16モデルである。

1. ま え が き

当社は、FA (Factory Automation) 現場で“真に”役立つ表示器を目指して、2004年7月にGOT1000シリーズ“GT15モデル”を発売した。このモデルは、高速応答性の追及、美しく表現力豊かな高品位表示といった基本性能の向上、トラブルシューティング、ダウンタイムの短縮といった作業の効率化、装置の高付加価値化、トータルコスト削減への貢献を目的とし、次のような“三菱FA機器との親和性功能”を充実させた。

- (1) 三菱FA機器の各種モニタ機能(回路モニタ機能等)
- (2) バックアップ／リストア機能
- (3) 前面USB(Universal Serial Bus)ポートを使用したトランスペアレント機能

その後、GT15モデルを使用しているユーザーからの要求にこたえるために、2008年8月に“GT16モデル”の発売を開始した(図1)。次に主なユーザー要望を示す。

(1) 高性能化

大量のデータ処理や表示をストレスなく行いたい。

(2) オールインワン化

すべての機能をオプションユニットやオプションボードの追加なしで使用できるようにしてほしい。

(3) マルチメディア機能

トラブルシューティング、ダウンタイム短縮のために、動画を使用したわかりやすいソリューションを提供してほしい。

GT16モデルでは、GOT1000シリーズの長所をそのままに、ユーザー視点での製品化を行い、次のような機能を実現した。

(1) 快適な操作性を実現する1.5倍の基本性能向上(GT15モデル比)

演算速度の向上に伴い、スムーズなタッチスイッチの応答や画面切換えを実現

(2) 一般ユーザーがよく使用する機能を標準サポート

オプションユニットやオプションメモリを追加購入する必要なく、多彩な機能を実現

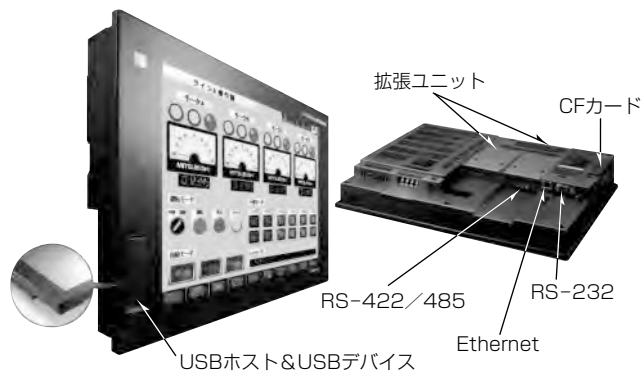


図1. GT16モデルの外観

(3) 動画の録画・再生に対応したマルチメディア機能

生産ライン状況をアラーム機能と連携して録画することによって、異常要因を素早く究明。トラブルシュート性強化を実現

特に、多彩な機能を内蔵した“オールインワンモデル”とすることで、ユーザーのトータルコスト低減に貢献、好評を得ている。

2. GT16モデルの製品群

GT16モデルは、2008年8月にマルチメディア、ビデオ／RGB(Red Green Blue)に対応したGT16ハイスpekモデルとして、15型XGA(eXtended Graphics Array)機、12.1型SVGA(Super Video Graphics Array)機を投入した。さらに2009年1月には、10.4／8.4型VGA／SVGA機を市場投入した。それぞれAC電源機種、DC電源機種があり、全12機種を拡充している。特にGOT1000シリーズ初の8.4型SVGA機をラインアップし、幅広い機種選定の要求に対応した。

3. GT16モデル拡充の特長と新機能

GT16モデルは発売以降、ユーザー視点での更なる機能強化を継続しており、三菱FA機器との親和性や多彩な機能を活用して、保全作業の効率化につながるトラブルシュートソリューションを提供している。次に、GOT1000シリーズ GT16モデル拡充における特長と新機能について述べる。

3.1 パソコンリモート操作機能(Ethernet)

製造業における共通の課題として、生産性の向上、稼働率のアップが挙げられる。ユーザーからは、迅速なトラブルシューティングのため、現場に居ながら事務所にあるパソコンの情報を閲覧したり、パソコンのアプリケーションを利用したいという要望がある。そこで、GOTからEthernet接続されたパソコンのモニタ・操作が可能となる、パソコンリモート操作機能(Ethernet)を実現した(図2)。

パソコンリモート操作機能を用いることで、GOTにEthernet接続されたサーバパソコン上の装置マニュアル、復旧手順書等のPDF(Portable Document Format)ドキュ

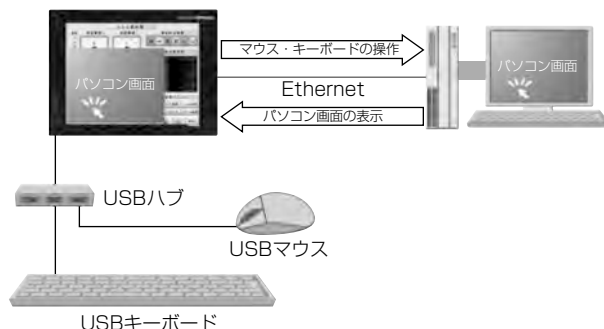


図2. パソコンリモート操作機能(Ethernet)

メントを現場のGOTからリモートで参照することができ
 る。また、サーバパソコン上でアプリケーションを動かし、
 現場のGOTで表示・入力できるため、各種エンジニアリ
 ングツールも現場からリモート操作可能であり、パソコン
 を持ち運ぶ必要がなく、ユーザー作業の効率化に威力を発
 揮する。

パソコンリモート操作機能の特長は次のとおりである。

- (1) 現場のGOTから、事務所などの遠隔地にあるパソコンのモニタ・操作が可能
- (2) パソコンでしか処理できないような複雑なアプリケーションはパソコンで動作させ、現場にパソコンを持ち込むことなく、GOTからリモートで表示・操作可能
- (3) パソコンの画面はウィンドウ内に表示。GOTのモニタ画面と共存できるので、電子マニュアルや図面などパソコン上にしかない情報を閲覧しながら、GOTの画面操作が可能。また、スクロール／縮小表示でGOTの解像度でも効果的に表示可能
- (4) GOTのタッチ操作、仮想キーボードによるマウス・キーボード入力のエミュレーションのほか、前面のUSBインタフェースにUSBマウス／キーボードを接続して、入力操作が可能

3.2 ラダー編集機能

GOT1000シリーズでは、ユーザー作業の効率化、ダウンタイム短縮を開発コンセプトとして、MELSECシーケンサをはじめとするサーボ、CNC(Computerized Numerical Control)といった三菱FA機器との親和性を強化し、立ち上げ作業、ダウンタイム短縮に貢献する保全用モニタ機能を充実させている(表1)。

保全用モニタ機能では、GOT画面上でシーケンスプログラムをモニタ可能とする回路モニタ機能や、ワンタッチ回路ジャンプ機能がある。これらの機能を利用して、トラブル発生時に現場のオペレータがGOTを数回タッチすれば、異常原因を解析することができる。一方、現場がクリーンルームであったり、近年のセキュリティ強化によって現場にパソコンを持ち込むことが困難なユーザーからは、パソコンレスで異常原因を修正したいという要望がある。そこで、ラダー編集機能を新たに開発し、GOTのみで現場レベルでのラダープログラムの簡易編集を可能にした(図3)。

ラダー編集機能は、接続機器内に格納されたラダープログラムのモニタ、修正、及びデバイス現在値の変更を行うことができる。

次にラダー編集機能の特長を示す。

- (1) 装置に異常が発生したとき、シーケンスプログラムをGOT画面で確認・モニタし、原因の分析が可能
- (2) 異常の原因がシーケンスプログラムにあるとき、編集モードに切り換えて、問題のある箇所をGOTで修正可

表1. 保全用モニタ機能

モニタ対象	モニタ機能
MELSECシーケンサ	回路モニタ機能、ワンタッチ回路ジャンプ機能
	Aリスト編集機能、FXリスト編集機能
	システムモニタ機能、ネットワークモニタ機能
	インテリジェントユニットモニタ機能、SFCモニタ機能
サーボ、モーション	サーブアップモニタ機能、Qモーションモニタ機能
CNC	CNCモニタ機能

SFC : Sequential Function Chart

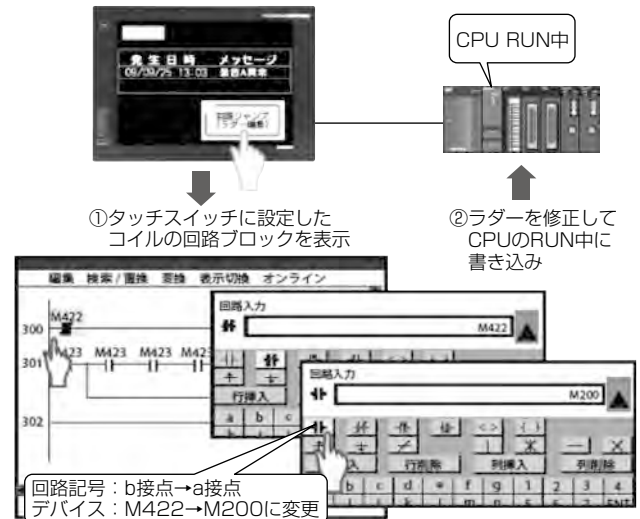


図3. ラダー編集機能

能。ラダープログラムの編集したい部分(接点や縦線部分など)をタッチするだけで、回路記号・デバイスの入力や変更／削除、縦線・横線の挿入／削除、列・行の挿入／削除が行える。また、シーケンサがRUN状態でのプログラム書き込みが可能のため、稼働中の装置を停止させることなくラダープログラムの修正が可能

- (3) 現在値表示や検索・デバイステストに対応。編集したプログラムの動作確認をすぐに行うことが可能
- (4) 接続されたシーケンサ以外にも、ネットワークに接続された他局シーケンサ・マルチCPU(Central Processing Unit)・CPU内の複数プログラムを編集可能
- (5) 現場にあるGOTでの回路表示、編集に加え、メモ表示やワンタッチ回路ジャンプも可能。装置異常停止の原因把握から復旧までを短時間でできるように、ダウンタイム短縮を実現

3.3 マルチメディア機能の拡充

近年、FA現場におけるユーザー要望として、動画録画による現場の監視／確認や、動画マニュアルによる作業指示など、動画録画／再生機能に対する要求が高まってきた。この要望にこたえるため、GT16モデルでは動画録画／再生機能を持つマルチメディア機能を用意している。

このマルチメディア機能を更にユーザーに有効に活用してもらうため、次の機能強化をした。

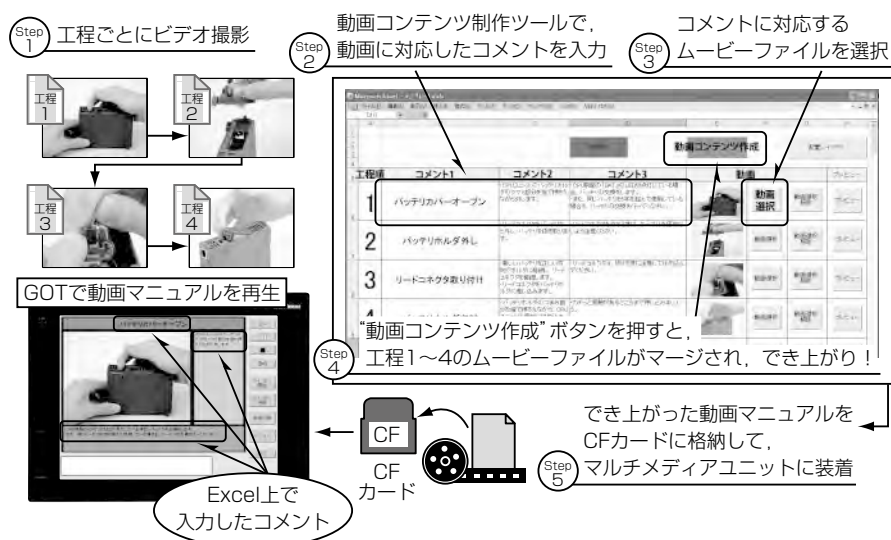


図4. 動画コンテンツ制作ツール(例：シーケンサのバッテリー交換)

(1) ネットワーク転送機能の開発

録画保存した動画ファイルを、マルチメディアユニットのEthernetポートを経由して接続された事務所のパソコンで再生可能なように、ネットワーク転送機能(FTP(File Transfer Protocol)クライアント機能)を開発した。これによって、マルチメディアユニットのコンパクトフラッシュ(CF)^(注2)に保存した動画ファイルを、制御通信用とは別のネットワークを介して転送することができるため、動画ファイル転送で制御通信ネットワークへ負荷をかけないシステムが構築できる。

(2) 動画コンテンツ制作ツールの提供

動画再生機能を搭載したことで、GOT上での動画マニュアルによる作業へのガイダンス等の用途が見込まれる。動画ファイルは、ファイル形式がMP-4形式であるため、パソコンの汎用(はんよう)ソフトウェアで作成可能である。さらに、使い慣れたMicrosoft Excel^(注3)だけで、動画にコメントを追加したコンテンツを容易に作成できるよう、動画コンテンツ制作ツールを提供した(図4)。これによって、動画に対応したコメントが表示される動画マニュアルを簡単に作成することができる。

このツールは、MELFANSweb(三菱電機のFA機器製品に関する情報を提供するサイト)からダウンロードすることができる。

4. その他の追加機能

GT16モデルでは、トラブルシューティング向上、ダウンタイム短縮を目的とした機能のほかにも、三菱FA製品との親和性強化をはじめとした便利な機能を追加した。

(1) バックアップ／リストア機能では、Ethernetに接続された複数機器を、一括でバックアップ／リストア可能

(注2) コンパクトフラッシュは、Sandisk Corp.の登録商標である。

(注3) Microsoft Excelは、Microsoft Corp.の登録商標である。

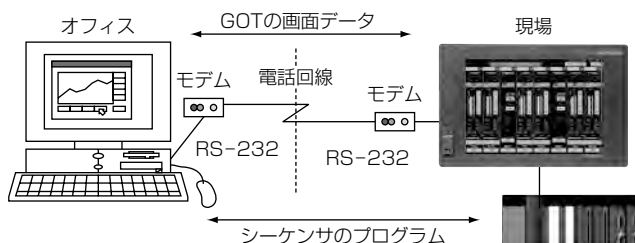


図5. モデム接続

とした。コントローラの設定情報を指定曜日・時刻に、複数チャネル・マルチCPU一括で、自動的にメモリカード、又はUSBメモリにバックアップできる。

(2) GOTとパソコンをモデム経由で接続して、データの転送を可能とした(図5)。遠隔地から電話回線を通じてGOTの画面データのダウンロード／アップロードができる。また、FAトランスペアレント機能を使用して、シーケンサのプログラムの変更／ダウンロード／アップロードなどができる。

5. む す び

GT16モデルは、多彩な内蔵インタフェースやマルチメディアユニットを活用することによって、ユーザーのトラブルシューティング向上やダウンタイム短縮に貢献する機能の拡充と、三菱FA製品との親和性強化を実現し、更なる進化を遂げた。

今後も、市場ニーズに最適な機能を反映していくとともに、使いやすさへの追求、他社を凌駕(りょうが)した機能を持つラインアップも提案していく。

参 考 文 献

(1) 有馬亮司：GOT1000シリーズ新モデル“GT16”，三菱電機技報，83，No.4，275～278（2009）

ワンタッチサーボ“MR-JNシリーズ”

神保茂雄*
佐土根俊和*
加藤滋久*

One Touch Servo "MR-JN Series"

Shigeo Jimbo, Toshikazu Satone, Shigehisa Kato

要 旨

“サーボは使い難い”というイメージを払拭(ふっしょく)し、高度な駆動技術をユーザーが手軽に実現できるよう、導入から稼働、保全まで一貫した使いやすさ“Easy-to-Use”を追及して“MR-JNシリーズ”を開発し、製品化した。

MR-JNシリーズの特長を次に示す。

(1) カンタン導入ガイド

専用Webや立ち上げ用ガイド冊子によって、ユーザーの手配漏れを防止。サーボの導入から親切にサポート

(2) ワンタッチ調整機能

専用ボタンを押すだけでサーボ性能を最大限に引き出す調整を自動で実施。装置立ち上げ時の工数を大幅に低減

(3) “HF-KNモータシリーズ”

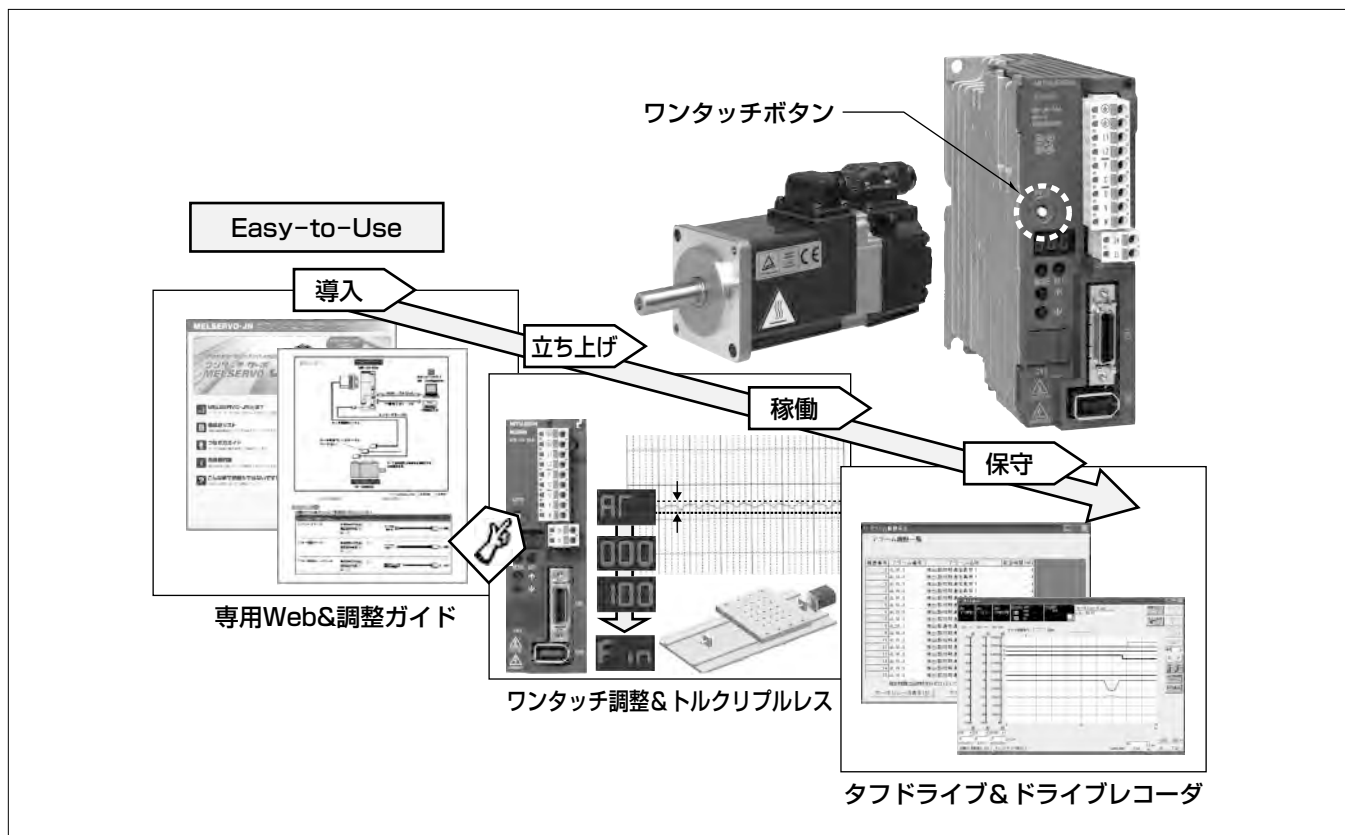
スロットコンビ最適化による低トルクリプルモータが低振動を実現。高ゲインによる高速高精度運転が可能

(4) タフドライブ機能

振動、負荷変動、瞬時停電等、装置の変動を検知し、アラームが発生しないように機械の動きを自動調整。ユーザーの装置停止によるロスを削減

(5) ドライブレコーダ

アラーム直前のデータを記録。グラフで発生時の状態を確認することで要因分析を支援



サーボアンプ“MR-JNシリーズ”とサーボモータ“HF-KNシリーズ”によるEasy-to-Use

MR-JNシリーズは、製品の導入から保守まで一環したEasy-to-Useを実現することで、サーボの“使い難い”というイメージを払拭し、幅広いユーザーにサーボの高性能を手にしてもらうための製品である。

1. ま え が き

ACサーボ市場で、半導体や液晶市場を代表とする高機能用途が拡大してきた一方、ステッピングモータやシリンドラの代替としての簡易用途の裾野(すその)も広がる。

ACサーボは高効率な“サーボモータ”や高分解“エンコーダ”によって高トルクかつ高速高精度に装置を駆動できることができる反面、ステッピングモータやインバータと比較すると製品の選定から調整、保守に至るまで専門的な知識や技術、経験が必要とされ、“使い難い”というイメージは否めない。

MR-JNシリーズでは、サーボの“使い難い”イメージを払拭し、より多くのユーザーにサーボの性能を十分に手にしてもらうため、Easy-to-Useをコンセプトに開発を進めた。

また、高機能高性能に伴う“高価”なイメージも払拭するために、システムトータルで徹底したVE(Value Engineering)を検討し、コストパフォーマンスの向上を図った。

本稿では、Easy-to-Useを実現するために、アンプ、エンコーダ、モータ各々で開発された技術とコストパフォーマンス向上の施策について述べる。

2. 一環したEasy-to-Useの実現

2.1 Webサイトとガイド冊子による“導入”のサポート

サーボ採用に当たり、容量の選定に加え豊富にラインアップされたケーブルやコネクタオプションの選定は、慣れないユーザーにとっては選定・発注作業も負担と感じる。

MR-JNシリーズでは、システムに最適なアンプやモータを選定する従来の容量選定ソフトウェアに加え、専用サイトによる必要なオプションの選定や見積りを可能とし、ユーザーの容量選定ミスや手配漏れ等を防止する(図1)。

また、仕様や使用方法を説明する“技術資料集”は数百ページにも及び、“使い難い”イメージを助長する。そこで、製品立ち上げの手順を簡単に説明した“カンタン導入ガイド”で、ユーザーのサーボ導入に対する敷居を低くした。

2.2 ワンタッチ調整による“立ち上げ”の簡易化

サーボの高性能を引き出すためには、制御パラメータを装置ごとに調整する必要がある。そのため、調整作業には



図1. MR-JN専用Webサイト

多大な時間を要し、装置の駆動性能は作業者の専門知識や経験に左右される。MR-JNシリーズでは、だれでも簡単にサーボ性能を引き出せる“ワンタッチ調整”機能を開発した。

サーボの調整では、①機械の共振周波数、②負荷量、③動作速度やストロークが主要要素となる。従来は、パソコンをサーボアンプに接続し、調整用周辺ソフトウェアを使用して装置の発振状態を確認しながら共振を抑えるフィルタを設定、アンプの許容する負荷量や速度を考慮しながら応答性の上げ下げを繰り返す調整作業をマニュアル的に実施する必要があった(図2(a))。そのため、調整時間は1軸当たり30~60分を要し、良否判断は作業者に委(ゆだ)ねられていた。

この機能では、発振検知機能と調整処理のシーケンス化によって発振の判断からフィルタの設定、ゲイン(応答性)の調整、マージンの確保まで自動で実行する(図2(b))。発振検知機能は装置の発振をリアルタイムに検出するとともに周波数の解析によって最適なフィルタ設定を可能とする。

位置決め時のオーバー／アンダーシュート量も評価されているため、応答性も装置に最適なレベルに自動調整される。また、調整シーケンスにかかわる機能はすべてアンプ本体に内蔵されているため、調整にパソコンの接続は不要となった。

この機能によって、立ち上げ時の調整は従来の約1/30の時間、1~2分程度で完了することができる。

2.3 トルクリプル改善による“稼働”の安定化

モータのトルクは磁束×電流で発生する。しかしながら、磁束の高調波成分に起因するトルクリプル(トルクの歪(ひず)み)は、モータの“速度むら”の原因となっていた。

今回開発したHF-KNモータでは、同相コイルを分散配置し磁石磁束の高調波成分の位相をずらすことで、高調波

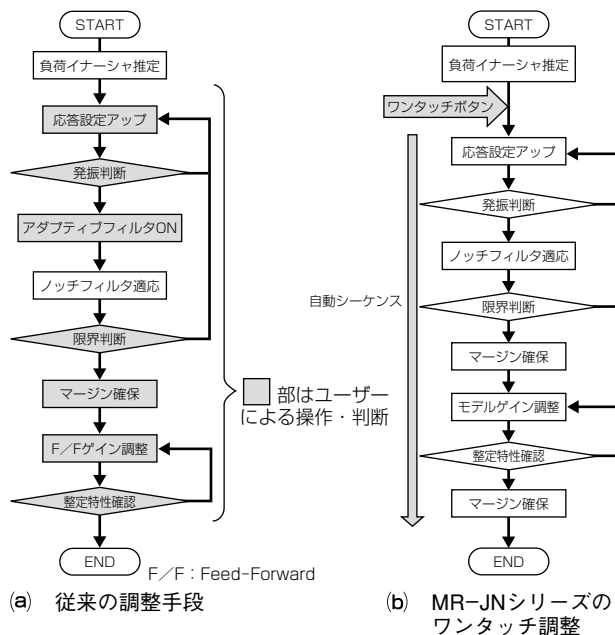


図2. 立ち上げ調整の比較

成分を低減した。高調波成分の低減によって、トルクリプルを従来の約85%低減させ(図3)、安定したトルクの発生を可能とした。また、極数やスロット数の最適化等によって過大な荷重がベアリングに加わることがない構造とした。

このトルクの安定化によって、装置に発生する振動を抑えられ安定した稼働だけでなく、高ゲインによる高速高精度運転も実現した。

2.4 ベアリングメカロック化による信頼性の向上

従来、ベアリングは接着剤固定されていたため、硬化ばらつきによって、過大な振動やストレスに対するベアリング固定強度のマージンが大幅に低減する可能性があった。

そこで、反負荷側ベアリングを“押さえ板”を用いてねじ締結によって強固に固定するメカロック構造とした。

メカ的に固定することで、耐クリープ性及びベアリングの寿命を向上させた。

2.5 タフドライブによる“生産性”の向上

2.5.1 MTTRレス化への要求

サーボは、運転中に何らかの異常を検知した場合、アラームを発生し、モータの駆動を停止させる。異常によって停止した装置を復旧させるまでの時間をいかに短縮するかは生産性の向上につながるため、市場でのMTTR(故障復旧時間)レスへの要求は強い。また、装置の停止は加工中のワークを破壊することもあり、アラームの内容によっては装置を停止させない方が良いケースもある。

MR-JNに搭載された三つのタフドライブ機能は、外部要因による一時的な異常に対し、モータを停止させず乗り切ることで、ユーザー装置の生産性を向上させる。

2.5.2 振動タフドライブ

ユーザー装置の経年変化などによって発生した機械共振

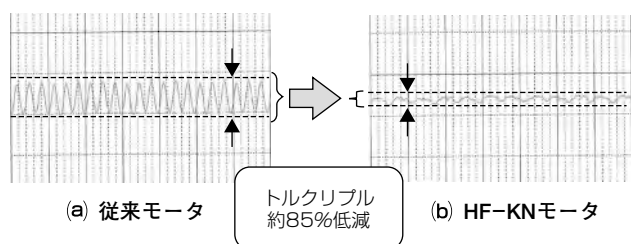


図3. トルクリプル低減の効果

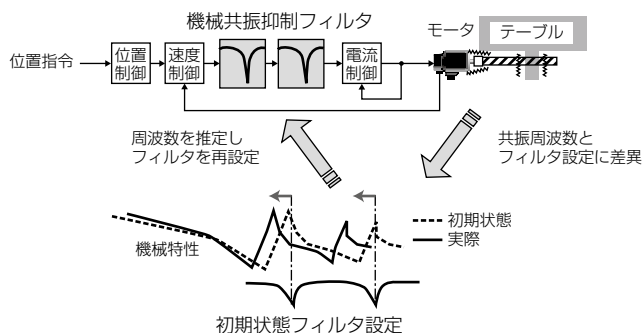


図4. 振動タフドライブ

をリアルタイムに検知し、発振周波数を推定、瞬時にフィルタを最適な周波数に再調整すること(図4)で、装置の発振を防止する。装置の量産化で、装置ごとに生じる剛性等の個体差に対しても、フィルタ周波数をリアルタイムに最適化するこの機能は有効となる。

2.5.3 過負荷タフドライブ

一般的にサーボアンプは許容以上の負荷が発生した場合、過負荷保護としてモータを停止させる。

この機能は、一時的な機械変動による過負荷を検知すると、自動で運転サイクルを調整することで負荷率を低下させ、装置の稼働を継続させる。コントローラ側で設定されたINP(位置決め始動)信号によるインタロックのシーケンスプログラムに対し、アンプはコントローラへ送信するINP信号のタイミングを過負荷時の負荷率を基に算出することでサイクルタイムを制御する(図5)。

2.5.4 瞬停タフドライブ

瞬時的な停電が発生した場合、通常はアラームとして稼働を停止させる。しかし、モータの稼働状態(速度や負荷)によっては、電源の供給が一時的に途切れてもアンプ内部のコンデンサに充電された電力でモータを駆動させることが可能である。

この機能では、瞬停を検知してもアラームを発生させず、トルクを調整することで乗り切りをアシストする。出力トルクの調整によって、復電時の急なトルク発生による機械的なショックも低減することができる。

2.6 ドライブレコーダによる保守性の向上

装置にアラームが発生した場合、“発生要因”の特定が重要であるが、特に再現性の低い場合は特定が困難である。

この機能は、車両に付けられたドライブレコーダと同様に、トラブル発生直前のデータを自動的に記録し、電源再投入後でもグラフとして読み出すことで要因の早期究明を図る(図6)。

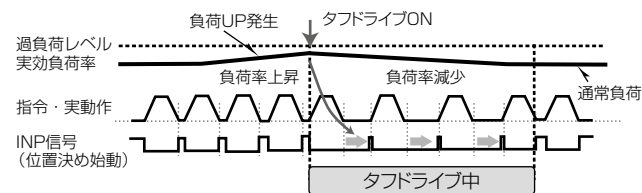


図5. 過負荷タフドライブ



図6. ドライブレコーダ機能

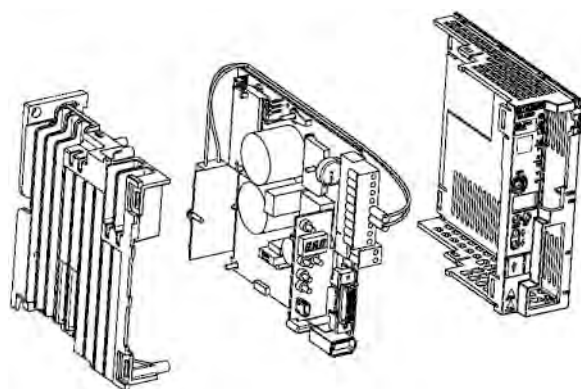


図7. MR-JNシリーズの一体化構造

また、過去アラーム履歴を分析し、以降に記録するデータが要因究明に最適になるようアナログ波形やサンプリングを自動設定することで、ユーザーに手間を感じさせない。

MR-JNシリーズでは、本体7segLED(Light Emitting Diode)で表示するアラーム番号に詳細分析コードを追加しており、ドライブレコーダと合わせて装置でのトラブルの早期解決に貢献する。

3. コストパフォーマンス向上の施策

3.1 アンプの構造一体化

アンプの構造一体化によって次の効果を得られた(図7)。

(1) プリント基板の一枚構成化

基板間接続コネクタ、ケーブル、伝送回路部品の省略

- ①振動／ノイズに対する信頼性の向上
- ②部品コストの削減、部品実装工数の削減

(2) 樹脂ケースの一体構成化

部材点数の削減

- ①振動に対する信頼性の向上
- ②部材コストの低減、ユニット組立て工数の削減

この構造一体化によって加工性を向上し、組立て工数を従来品の約40%低減した。

3.2 新規接着構造によるエンコーダの円板樹脂化

エンコーダのコストでは直材の占める割合が大きく、中でもパルスが発生させる円板は高価である。従来ガラス製であった円板を樹脂化することでコスト低減を図った。樹脂化に当たり、円板を直接モータ軸に固定するのが最も単純な構造であるが、製造工程でモータ軸は汚染する可能性があるため、洗浄部品である“ボス”を中継させることで、最適な構造を実現した(図8)。

3.3 モータ相間絶縁テープの廃止

従来機種では、モータのスロット間の絶縁は各相間に絶

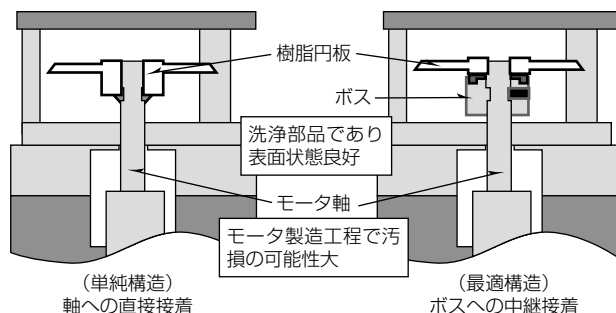


図8. 樹脂円板化最適構造

縁テープを張り付けることで確保していたが、絶縁解析による巻線パターンの最適化を行うことで、テープの張り付けを不要とした。最適化に考慮した主なポイントは、①電源入力位置、②巻線の巻き始め入力、③巻線の巻き方向である。

絶縁テープ張り付けの廃止によって、直材費と工数を低減した。

3.4 モータモールドステータの機械加工レス化

モータでは、ステータとブラケット組立ての際の組立て精度を確保するために、厳しい嵌(は)め合い寸法公差が要求されている。しかし、従来のモールド成型技術では、要求の寸法精度が確保できないため、モールド成型後、機械加工することによって精度を確保している。

モールドステータの機械加工には、専用加工装置を要し多大な工数となっているため、加工レス化を検討した。

機械加工レス化を実現する対策として、①均一な硬化反応、等方的な収縮率を備えた高精度なモールド材の開発、②各キャビネット間での金型の寸法ばらつきを、数ミクロンレベルに抑える専用金型の開発、③製造時の寸法ばらつきを極力低減するためにモールド成型条件の最適化を行った。モールド成型条件の最適化については、モールドの寸法精度への寄与度が大きいパラメータを抽出し、そのパラメータの管理を徹底することで、製造ばらつき低減を実現した。

この機械加工レスと絶縁テープ張り付けの廃止によって、加工工数の大幅な低減を実現した。

4. む す び

MR-JNシリーズは、単に高機能高性能のみを追及せず“使いやすさ”を優先することで、サーボ特有の高性能をユーザー装置で有効的に生かせる製品として開発した。

今後もアウトサイドイン志向を重視した開発に継続して取り組み、より多くのユーザーに満足していただける製品を提供していく所存である。

モーションコントローラのビジョン連携機能

溝上悟史*
 安藤友典*

Vision Sensor Cooperation Function of Motion Controller

Satoshi Mizogami, Tomonori Ando

要 旨

三菱電機ではすでに、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”，小規模システムに最適な“スタンドアロンモーションコントローラQ170MCPU”を製品化している。工場内の生産設備では、自動化・品質向上に伴い、人間の目による検査や位置調整に代わり、機械が対象物を認識するマシンビジョンの導入が増えている。マシンビジョンとモーション制御を連携させて処理を行う工程も多くなり、より最適な制御が求められている。

今回、マシンビジョンメーカーであるコグネックス㈱との提携に伴い、ビジョンセンサとモーションコントローラのダイレクト接続を実現した。シームレスな通信の連携を行い、最適なアライメント調整(ビジョン認識位置による位置決め処理)を可能とした。モーションコントローラのビジョンセンサ連携機能の主な特長を次に示す。

(1) ビジョンセンサとEthernet^(注1)でダイレクト接続

モーションコントローラとビジョンセンサは、モーションCPU(Central Processing Unit)前面のPERIPHERALインタフェースで直接Ethernet接続する。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

そのため、専用の通信ユニットは不要であり、既存設備にビジョンセンサをそのまま追加することもできる。

(2) ビジョンセンサ用パラメータ

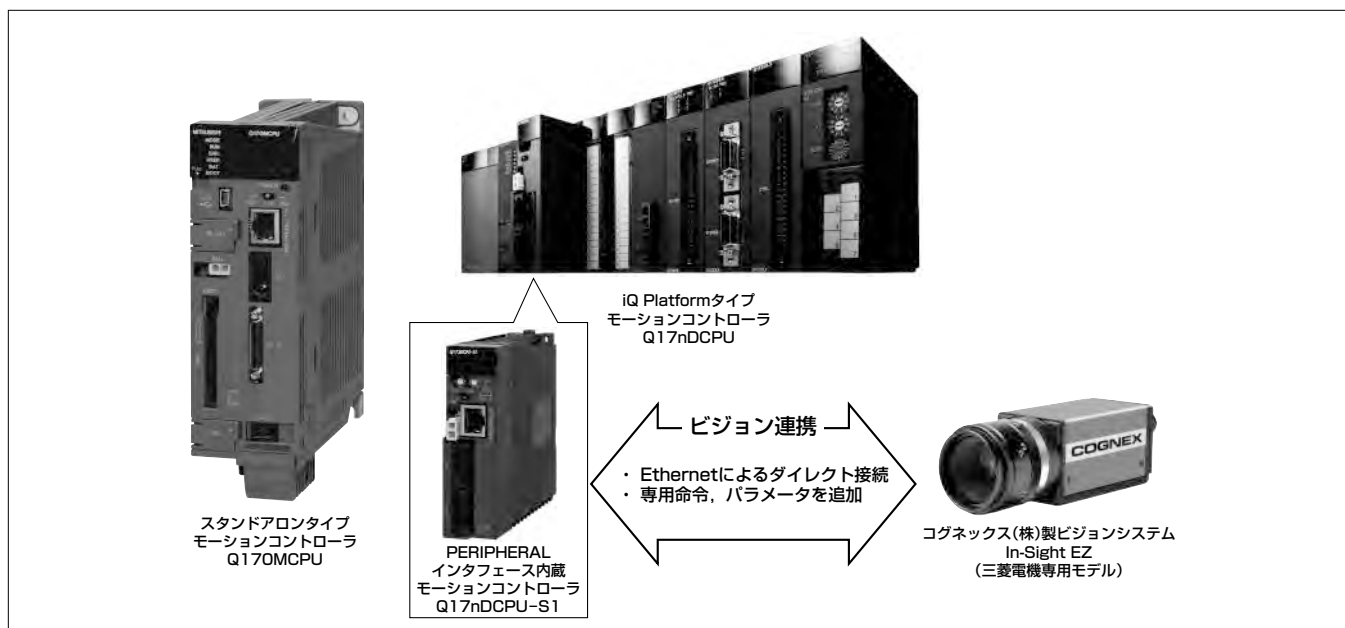
ビジョンセンサとのEthernet通信回線設定、ビジョンプログラム設定はあらかじめパラメータ設定によって事前登録する。

パラメータ設定によって、ビジョンコマンド実行時のコマンド内容がシンプルになり、設定を一元管理することができる。

(3) ビジョンセンサ専用コマンド(モーションSFC命令)

モーションSFC(Sequential Function Chart)プログラム内で実行可能なビジョンセンサ専用コマンドを設けており、ビジョンセンサとの交信に必要な、ログイン、ジョブ(ビジョンプログラム)の起動、トリガー(撮像要求)等が可能である。

モーションSFCプログラム内で、トリガー発行、撮像座標データ取得、アライメント調整用サーボプログラム起動が可能となり、ビジョンセンサとの交信に必要な様々な無駄時間を削減し、ビジョンセンサを使用した各種位置決めを必要とする装置のタクトタイム短縮につながる。



モーションコントローラのビジョン連携機能

モーションコントローラでは、サーボ・モーション制御に必要な各種センサ(アナログインタフェース、同期エンコーダインタフェース、入出力信号インタフェース等)の取り込みが可能であったが、新たに対象物認識用に有効となるビジョンセンサインタフェース機能を搭載した。

1. ま え が き

近年のFA分野における市場要求は、コンポーネント単体の機能、性能、コスト力の向上(部分最適)に加え、システム全体のパフォーマンス(全体最適)をも重視する方向に変化しており、当社モーションコントローラとしては、シーケンサCPUとのマルチCPU間の高親和性・高性能化を図ったiQ Platform対応モーションコントローラQ17nDCPUシリーズや、スタンドアロン型モーションコントローラQ170MCPUを発売し、客先システムの規模に応じた最適な製品を提案してきた。

工場内の生産設備では、自動化・品質向上に伴い、人間の目による検査や位置調整に代わり、機械が対象物を認識するマシンビジョンの導入が増えている。マシンビジョンとモーション制御を連携させて処理を行う工程も多くなり、ビジョンセンサを含めたシステムの全体最適化が求められている。

モーションコントローラでは、サーボ制御に必要な各種センサ(アナログインタフェース、同期エンコーダインタフェース、入出力信号インタフェース)の取り込み処理に加え、市場からの要求も強いビジョンセンサ連携に対応するために、今回新たに対象物認識に有効なビジョンセンサインタフェース機能を搭載した。

今回、マシンビジョンメーカーであるコグネックス(株)との提携に伴い、ビジョンセンサとモーションコントローラのダイレクト接続を実現した。モーションコントローラCPU前面のPERIPHERALインタフェースからのEthernet接続によるシームレスな通信、ビジョンセンサ用の専用パラメータやモーションSFC命令による連携を行い、適用アプリケーションとして、最適アライメント調整(ビジョンセンサ認識位置による位置決め処理)等を可能とした。

また、モーションSFCプログラムからトリガー発行、撮像座標データ取得、アライメント調整用サーボプログラムの連続起動が可能のため、ビジョンセンサとの通信に要する様々な無駄時間を削減し、ビジョンセンサを使用した各種位置決めを必要とする装置のタクトタイム短縮につなげることができる。

2. ビジョン連携機能の概要と主な特長

2.1 機能仕様

図1にQ170MCPUのシステム全体構成を、表1にモーションコントローラのビジョン連携機能の概略仕様、表2にコグネックス(株)製の当社専用モデル“In-Sight EZシリーズ”のモデル別仕様を示す。モーションコントローラのビジョン連携機能の仕様面での特長を次に述べる。

2.1.1 通信回線設定

ビジョンセンサ接続用のEthernet通信回線設定はモー

ションコントローラのエンジニアリングツールであるMT Works2で実施する。図2にMT Works2のEthernet通信設定画面を示す。この設定では、モーションSFCで使用するビジョンセンサ番号に対応したビジョンセンサのIP(Internet Protocol)アドレスやユーザー名等のパラメータ

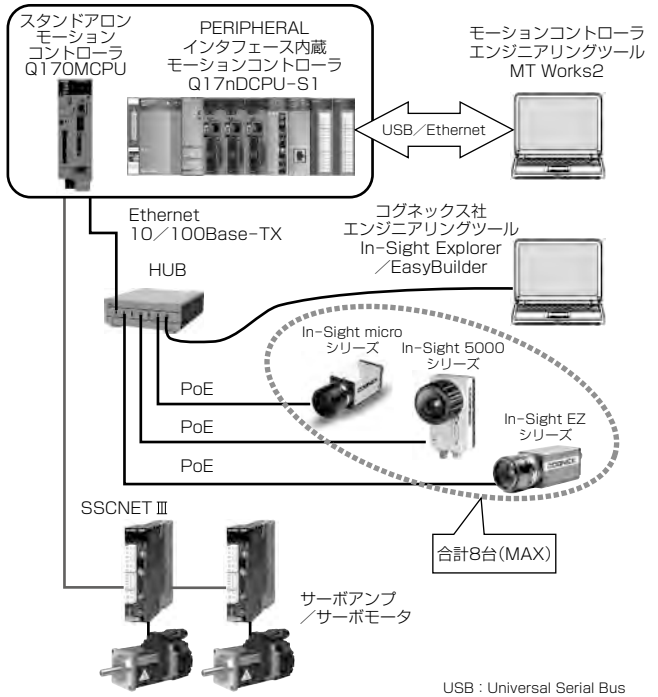


図1. システム全体構成

表1. ビジョン連携機能の概略仕様

項目	仕様
対応CPU	Q173DCPU-S1/Q172DCPU-S1/Q170MCPU
対応OS	SV13/SV22
接続形態	CPU前面PERIPHERALインタフェースからのEthernet接続(10/100Base-TX)
ビジョンセンサ接続台数	最大8台
登録ジョブ数	最大32個
ビジョンセンサ専用命令	8種類(モーションSFC)

表2. In-Sight EZシリーズのモデル別仕様

モデル	特長	処理能力比	解像度
EZ-100	低価格モデル (エントリーモデル)	0.5倍	VGA (640×480)
EZ-110	スタンダードモデル	1倍	30万画素
EZ-140	高速モデル	2.5倍	
EZ-143	高解像度モデル	2倍	UXGA (1600×1200) 200万画素

VGA : Video Graphics Array

UXGA : Ultra eXtended Graphics Array

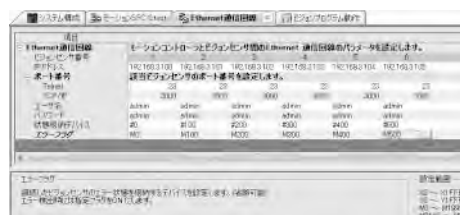


図2. Ethernet通信設定画面

と、状態格納デバイス、エラーフラグデバイスを設定する（一部設定省略可能）。ログイン等のビジョンコマンドを呼び出す際は、ビジョンセンサ番号を指定するだけでよい。コマンド記述が簡略化できる。

また、状態格納デバイスやエラーフラグデバイスによって、ビジョンセンサの状態（コマンド実行中）が分かるため、ビジョンセンサ用命令実行時のインタロックに使用できる。

2.1.2 ビジョンプログラム設定

ビジョンプログラム設定は、あらかじめビジョンセンサのエンジニアリングツールであるコグネックス㈱製のIn-Sight Explorer/EasyBuilderで作成したプログラム内容に基づき実施する。この設定では、モーションSFCで使用するビジョンプログラム番号に対応した、ビジョンセンサ番号、ビジョンプログラム名称（ジョブ名）や、画像データ格納デバイス等を設定する（一部設定省略可能）（図3）。ビジョンプログラム起動等のビジョンコマンドを呼び出す際は、ビジョンプログラム番号を指定するだけでよい。コマンド記述が簡略化できる。

画像データ格納デバイスには、撮像画像に関する座標データ等が自動的に反映され、撮像画像データ取得後のアライメント調整用サーボプログラムの連続起動が可能となる。

2.1.3 ビジョンセンサ専用コマンド

モーションSFCプログラムの新規命令として表3のビジョンコマンドを追加した。

ビジョンコマンドでは、ビジョンセンサとの通信に必要なログイン、ビジョンプログラム（ジョブ）の起動、トリガー発行等が可能である。モーションSFCプログラム中でビジョンコマンドを実行すると、ビジョンセンサからの応答

を待たず、モーションSFCの実行は次のステップに進む。ビジョンセンサからのアンサーチェックはビジョンコマンド実行以降のステップで実施し、アンサー内容に基づいて目標位置変更を実施するようなユーザーアプリケーションが実現可能である。

各コマンド実行時にエラーを検出した場合は“モーションSFCエラー”が発生し、MT Works2でのエラーモニタで、エラー詳細内容、モーションSFCのエラー発生箇所が容易に分かるため、ビジョンセンサ立ち上げ時のデバッグもスムーズに進めることができる。

2.2 適用例

図4にQ170MCPU使用時のビジョンセンサ連携機能の適用例を示す。

2.2.1 座標系の設定

xyθステージ上の開始エリアに置かれたワーク（位置・角度は任意）を目標エリアに移動するアライメントシステムで、座標系を図5のように定義する。簡単のため機械座標系とビジョンセンサの取付け角度を平行にしている。

開始位置から目標位置までの移動中にワークを撮影→位

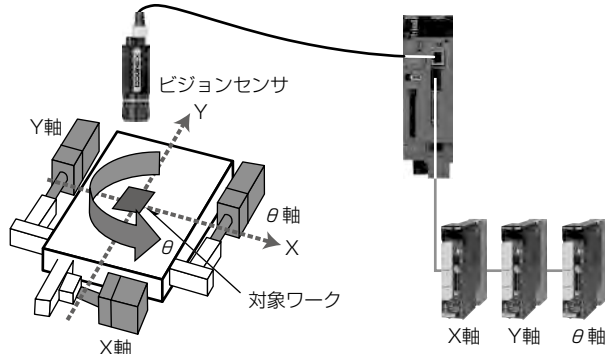


図4. モーションビジョン連携の適用例



図3. ビジョンプログラム設定画面

表3. ビジョンコマンド

コマンド	内容
MVOPEN	ビジョンセンサに接続，ログインする。
MVPST	指定したビジョンプログラムを起動し，結果を受信する。
MVLOAD	指定したビジョンプログラムを起動可能な状態にする。
MVTRG	ビジョンセンサに撮像を要求し，その結果を受信する。
MVIN	ビジョンセンサの任意のセル／タグデータを取得する。
MVFIN	ビジョンセンサ状態格納デバイスの内容をリセットする。
MVCLOSE	ビジョンセンサとの接続を切断する。
MVCOM	ビジョンセンサに任意のNative Modeコマンドを送信する。

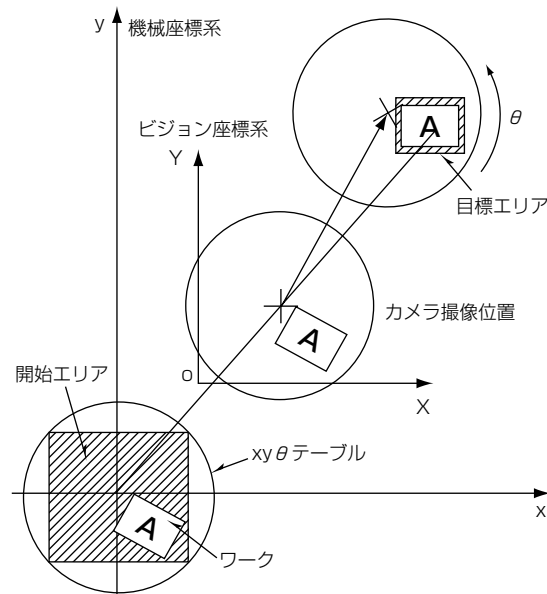


図5. アライメントシステムの座標系

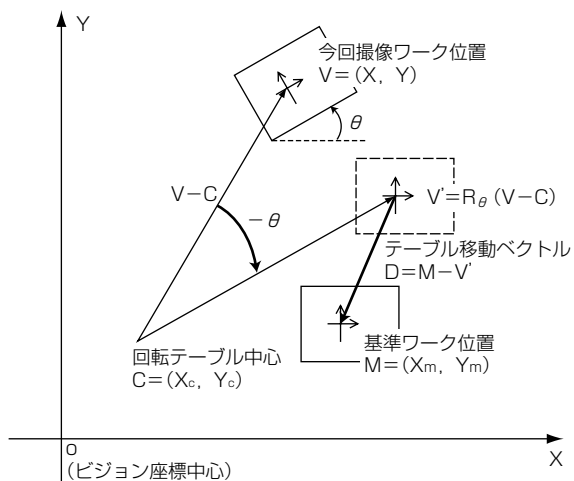


図 6. アライメント補正量の演算

置と角度のズレ量を検出→撮像位置から目標位置までの残移動量を補正と、一連の動作を連続して(一時停止することなく)行うことができるため、タクトタイムの短縮が可能である。

2.2.2 アライメント補正量の演算

次に、アライメント補正量の算出手順を示す(図6)。

なお、ビジョン座標系での回転テーブルの中心 $C = (X_c, Y_c)$ と、基準のワーク位置 $M = (X_m, Y_m)$ をキャリブレーション^(注2)で明らかにしておく。

- (1) テーブルをカメラ撮像位置まで移動し、トリガーコマンドを発行する。画像認識結果としてビジョン座標系におけるワーク位置 $V = (X, Y)$ と回転角度 θ を得る。
- (2) 回転テーブル中心から見たワーク位置は、ビジョン座標系ワーク位置 V と回転テーブル中心 C の差分 $(V - C)$ で表され、このベクトルを $(-\theta)$ だけ回転させる $(R_{(-\theta)})$ ：回転行列)とワークの傾きを補正したワーク位置 V' が得られる。
- (3) 基準ワーク位置への移動ベクトル D は、基準ワーク位置と補正ワーク位置との差分 $(M - V')$ によって得られる。すなわち、目標エリア中心から、 D だけオフセットした位置にテーブルを移動させれば、ワークを目標エリアに整列することができる。

(注2) 画像処理(ビジョンセンサ)の座標系から、機械の座標系へと変換するための座標変換のこと。

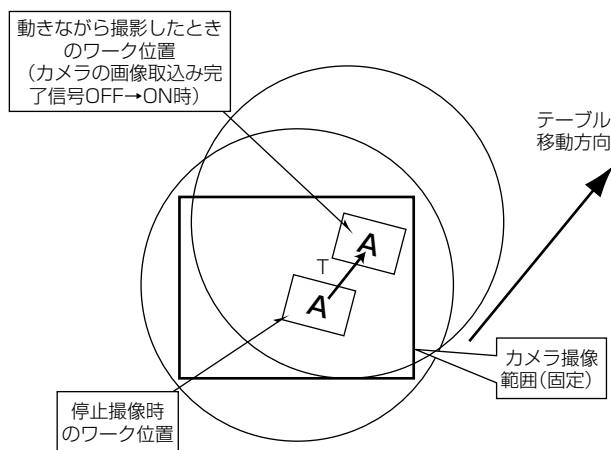


図 7. 撮像位置補正

$$D = M - V' = M - R_{(-\theta)}(V - C) \\ = \begin{pmatrix} X_m - (X - X_c) \cos(-\theta) + (Y - Y_c) \sin(-\theta) \\ Y_m - (X - X_c) \sin(-\theta) - (Y - Y_c) \cos(-\theta) \end{pmatrix} \quad \cdots \cdots (1)$$

2.2.3 動的撮像時の撮像位置補正

ワークを移動しながら撮影すると、期待した機械位置とは異なる位置で画像が取り込まれ、補正位置誤差の要因となる(図7)。そこで、ビジョンセンサから出力される画像取り込み完了信号を利用して、画像を取り込んだ瞬間のテーブル機械位置をラッチし、期待した位置との差分(図7上のTに相当)を求める。このTをビジョンセンサから取得したVから差し引いた上で、補正量の計算を行うことによって、テーブル高速移動時のアライメント補正量のばらつきを抑制することができる。

3. む す び

モーションコントローラのビジョンセンサ連携機能として、ビジョンセンサ用パラメータ設定、モーションSFCプログラムの新規命令としてビジョンコマンドを追加した。

今後は更にビジョンセンサとの連携を図るために、キャリブレーション機能や、ビジョン座標変換処理等を充実させ、適用分野の更なる拡大を目指していく所存である。

電気・電子製品組立て用小型ロボット “MELFA RV-2SQ”

石川高文*

New Small Type Robot "MELFA RV-2SQ"

Takafumi Ishikawa

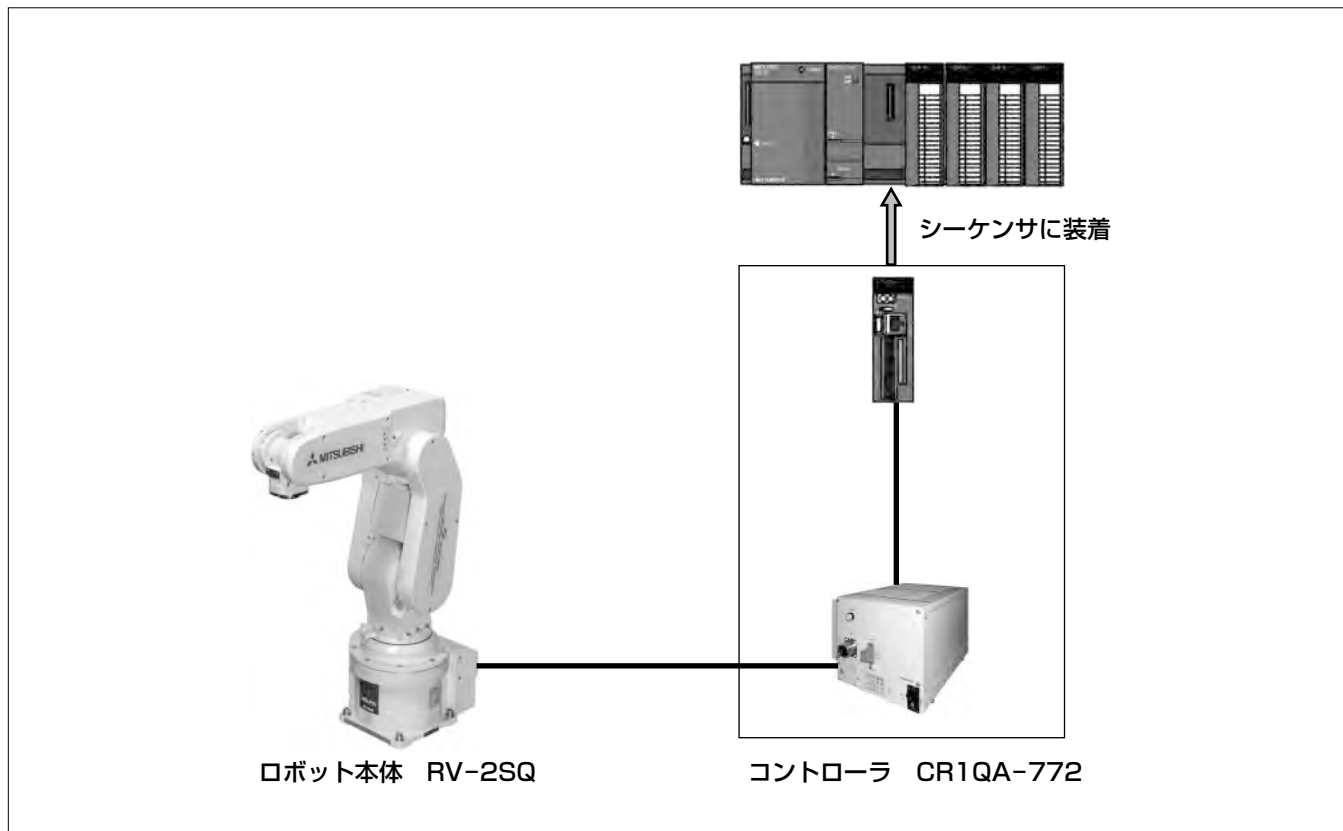
要 旨

三菱電機のロボットビジネス最大のターゲットである電気・電子市場における製造現場では、変種変量生産への柔軟な対応が可能なロボットセル生産システムへの要求が高まっている。セル生産システムでは、特に次の要求が増えている。

- (1) セルの小型化を実現できるコンパクトなロボット
- (2) 組立てセルが増加傾向。組立て工程で要求される頻繁な姿勢変化動作の高速化が可能なロボット
- (3) 周辺装置との親和性が高く、セルの設計／立ち上げ／保守が容易なロボット

これらの要望にこたえるために、新小型垂直ロボット“MELFA RV-2SQ”(以下“RV-2SQ”という。)を開発した。この製品の特長は次のとおりである。

- (1) コンパクトなロボットアーム
第2アーム幅100mm(競合メーカー製品比-14mm)のスリムかつ軽量ボディによって、セル内へのロボット設置を容易化
- (2) 広い動作範囲
旋回軸動作範囲を360度以上確保し、ロボットの死角を排除し、セルの小型化に貢献
- (3) 手首高速化
従来比約2.5倍の手首軸速度
- (4) “iQ Platform”ベースの高性能コントローラ
新機能を搭載し、シーケンサ・GOT(Graphic Operation Terminal)との親和性の更なる強化によってユーザーの操作性が向上



小型ロボット“MELFA RV-2SQ”の製品構成

定格2kg、最大3kgの可搬質量であるロボット本体とiQ Platformベースのロボットコントローラで構成した製品である。ユーザー装置の小型化に貢献できるスリムでコンパクトなロボットアーム、装置立ち上げ・設計・保守のすべてのシーンで当社FA (Factory Automation) 製品の強みを発揮できるiQ Platform対応コントローラを備えている。

1. ま え が き

今後の製造現場に求められているロボットセル生産システムに適した、新小型垂直6軸ロボットRV-2SQを発売した。この製品の特長について述べる。

2. RV-2SQの特長

ロボットセル生産システムに適した製品であり、次の点を特長とする。

2.1 コンパクトで広い動作範囲

セルを小型化するために、内部に設置されるロボットアームはコンパクトであることが求められる。特にアームのスリム化、ふところの動作範囲確保が挙げられる。

2.1.1 スリムアーム

No.2アームは100mm幅であり、従来比-16mm、競合他社比-14mmとした。

ロボットアームは、スリムになるほど周辺装置との干渉領域が減るため、ユーザーにとっては装置の設計尤度(ゆうど)が上がり、使いやすくなる。RV-2SQでは従来機種同様にブレーキ一体型のモータを使用しては目標とする100mm幅に収まらないため、ブレーキとモータを別部品として配置し、また同時に“HFモータ”を採用した。この二つの施策によってアームのスリム化を実現した(図1)。

2.1.2 ふところの動作範囲確保

No.1アームを“く”の字形になっているフリップアームとした。フリップアームとすることで、No.1アームとNo.2アームの干渉を避けることが可能となり、その分だけ従来動作不可能であったJ3軸の領域が広がった。その結果として、従来機種と比較してよりふところ近くにまで動作範囲が広がり、ユーザーの装置全体の大きさをコンパクトにすることが可能となった(図2)。

2.1.3 広い動作範囲

RV-2SQは、J1軸とJ4軸の動作範囲が360°を超えている。動作範囲が広くなることによって動作的な死角が少なくなるため作業エリアをロボット周辺全体に設置することができ、結果、装置全体の小型化につながる。しかしながら、

例えばJ1軸のようにもっとも広い動作範囲をもつ軸には、安全規格上、機械式の安全装置=メカニカルストップを設けなければならない。一般的な固定式メカニカルストップは片側動作範囲が180°を超える手前に設置することになるため、動作範囲をそれ以上上げることができない。

そこでメカニカルストップを可動式とし、アーム内に可動レールを設けることによって、片側動作範囲の制限を180°以上、トータル動作範囲360°以上を確保した。

なお、この構造については現在特許申請中である。

2.2 低コストロボットアーム

ロボットアームにおけるコスト内訳の上位は次のとおりである。

- (1) モータ・エンコーダ : 20%強
- (2) 減速機・軸受け : 20%強
- (3) 組立て・試験工数 : 20%強
- (4) アーム、ケーブルほか : 15%強

(1), (2)は仕様によって価格も開発初期段階におおむね決まってしまう。今回の開発では低コスト化を実現するため、(3)に特に力を入れることとした。

RV-2SQでは、組立て工数の多くを占める配線作業の簡易化を目指した。従来の主力製品であるSシリーズでは、複雑な形状をしたアームの内側の狭い穴から配線を通す必要があり、工数がかかっていた。今回は若干の部品点数の増加はあるものの、配線後に外からカバーを取り付ける構造とし、作業工数を大幅に短縮した(図3)。

また、アーム部材の海外調達を促進し、従来機種比-67%とし低コスト化を実現した。調達に当たっては、事前に現地への監査を行い、品質の確保を確認した。また納期に関

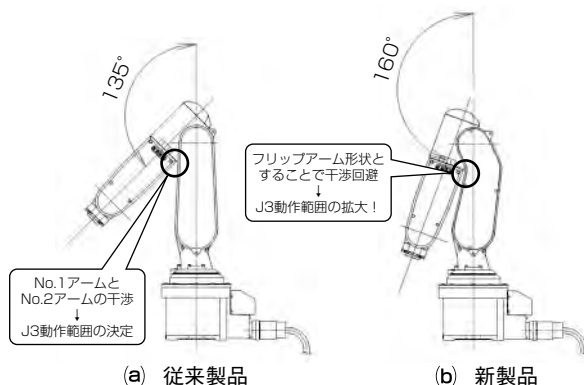


図2. 従来製品と新製品の動作範囲の違い

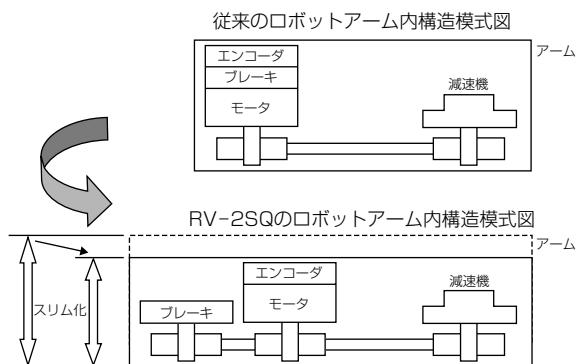


図1. スリムアーム構造

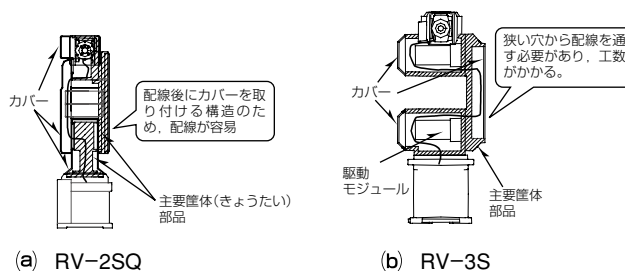


図3. 構造比較

しても、メーカーでの在庫確保による調達上のリスク対策を図った。

3. シーケンサ、GOTとの親和性向上

すでに発売している“SQシリーズ”は、当社のFA製品の統合コンセプトであるiQ Platformに対応したロボットコントローラを採用している。RV-2SQも同様であるが、これまでのiQ Platform関連機能に加えて、新たな機能開発を行った。これを“SQ 2nd STEP開発”と称し、当社の強みであるFA製品トータルソリューションの提供ができるよう、以前より更にシーケンサ、GOTとの親和性を向上させた。大きく三つの機能開発を行った。

3.1 共有メモリ機能・性能向上

共有メモリとはiQ Platformの特長であるマルチCPU (Central Processing Unit) 間高速データ交換機能で用いているiQ Platform上のCPUが共有しているメモリのことである(図4)。

これまでロボットコントローラは、共有メモリを介してシーケンサCPUと“I/O(Input/Output)情報”のやりとりのみを実施していた。従来機種と比較してI/O点数としては大幅に増えたが(従来256/256点, SQシリーズ8,192/8,192点)、メモリとしての機能を搭載していなかった。そこで、市場調査の結果、特にユーザーに訴求できる次の機能を追加開発することとした。

- (1) ロボットプログラム中の変数の状態表示
- (2) ロボットのサーボ状態の表示
- (3) ロボットのメンテナンスに必要な情報の表示

この3項目を共有メモリ上のデバイスに格納することで、シーケンサ及び、GOTから読み取ることを可能にし、その結果シーケンサプログラム中でのロボットデータ取扱いや、GOT画面への表示ができるようになる。これらの項目は、いずれもロボットエンジニアリングツールを用い、パソコン上に表示することは可能であるが、この機能を追加することによって、常設のGOT画面上に表示することができるため、ユーザーの使い勝手が向上する。表示可能

となった主なデータは次のとおりである。

- (1) ロボットプログラム中の変数の状態表示(図5)
 - ①数値変数(プログラム上で演算に用いる変数)
 - ②位置変数(ロボットの姿勢を直交座標で表記した変数)
 - ③関節変数(ロボットの姿勢を関節座標で表記した変数)
- (2) ロボットのサーボ状態の表示(図6)
 - ①動作制御設定値(衝突検知, コンプライアンス機能に関する設定値)
 - ②ロボット現在位置, 目的位置
 - ③各軸の電流値, 負荷率
- (3) ロボットのメンテナンスに必要な情報の表示(図7)
 - ①ベルト, バッテリー, グリス残時間



図5. GOTロボット用画面1



図6. GOTロボット用画面2

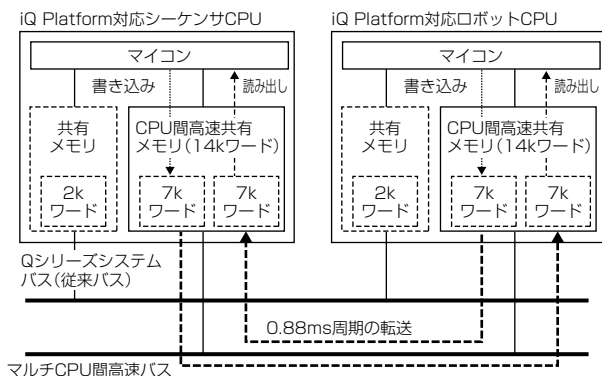


図4. iQ Platform構成



図7. GOTロボット用画面3

3.2 GOTバックアップ・リストア機能

ロボットエンジニアリングツールで搭載しているロボットコントローラ内データの一括バックアップ、リストアの操作をGOTから行う機能である。iQ Platform対応のシーケンサ、モーションコントローラ、NC制御装置ですでに製品化している機能をロボットにも取り込んだ。他の機器と同一方法でロボット内データを現場にパソコンを持ち込むことなく取り出すことができ、ユーザーの操作性を向上した機能である(図8)。

3.3 シーケンサダイレクト機能

他社ロボットを使用しているユーザーに対し、当社ロボットへの切り換えの障害となっているのが、ソフトウェア資産である。この障害を取り除くため、シーケンサ言語のみでロボットを制御する手段を講じた。これはシーケンサエンジニアが理解できる言語のみでロボットを制御する機能を提供することで、他メーカーのロボットプログラム＝ソフトウェア資産という障害を取り除くことを目的としている。この機能をシーケンサダイレクト機能と呼ぶ。

シーケンサ側から特定の数値データをロボットに対して与えることで、ロボット側がその数値をロボット動作命令に置き換え、ロボットアームを制御する仕組みである(図9)。

この機能によって、シーケンサ言語でのみロボットの制御が可能となる。しかしながら、もう一歩進んで、ロボット言語、シーケンサ言語とも記述しなくてもロボットアームの制御を可能とする手法をユーザーに提供することとした。具体的には、あらかじめ決められたコマンドデータを用意しておき、そのデータを共有メモリ経由でシーケンサのデバイステーブルに書き込む手法である。そして、このデータを書き込む際のユーザーインターフェースをロボット専用のGOT画面としてユーザーに提供する(図10)。ユーザーはロボットの動作順序にしたがいGOT画面を操作するだけで、プログラムを意識することなく、ロボットの動作を制御することが可能となる。この機能はまさにプログラムレスであり、かつGOT、シーケンサ、ロボットの製品群を備えている当社だからこそ実現できたものである。

なお、これらiQ Platform新機能は、2009年11月の国際ロボット展で展示し、好評を博した。

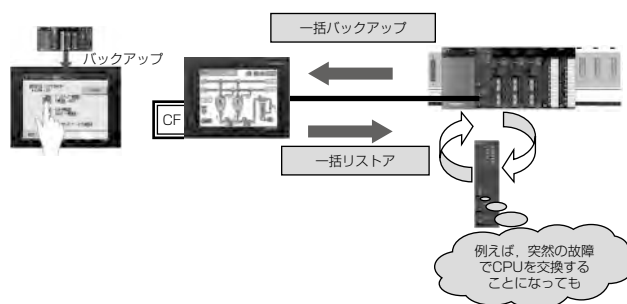


図8. GOTバックアップ構成

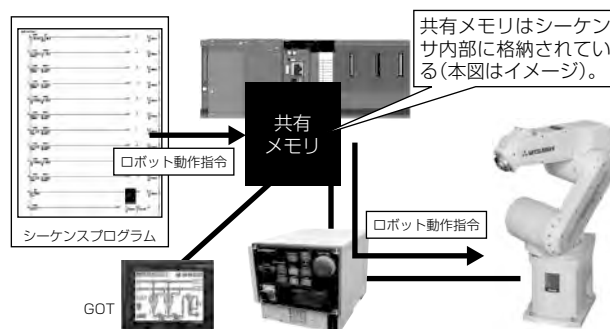


図9. シーケンサダイレクトイメージ



図10. シーケンサダイレクトGOT画面

4. む す び

RV-2SQ及びSQ 2nd STEP開発は、装置の設計のしやすさを前面に出すことで他社を差別化できる製品／機能である。今後は更なる使いやすさ、豊富な機能、高い性能を追求し、各種外界センサインタフェース・複数アーム制御・知能化ハンド等ロボットの人化アイテムの開発を推進していく。