

# PLMエンジニアリングチェーン連携強化に貢献する FA統合エンジニアリングソフトウェア

山川 紘明\* 中村 勝\*  
加藤 秀人\*  
久家 諒\*

FA Integrated Engineering Software for Interconnection Reinforcement of PLM Engineering Chain

Hiroaki Yamakawa, Hidehito Kato, Ryo Kuya, Masaru Nakamura

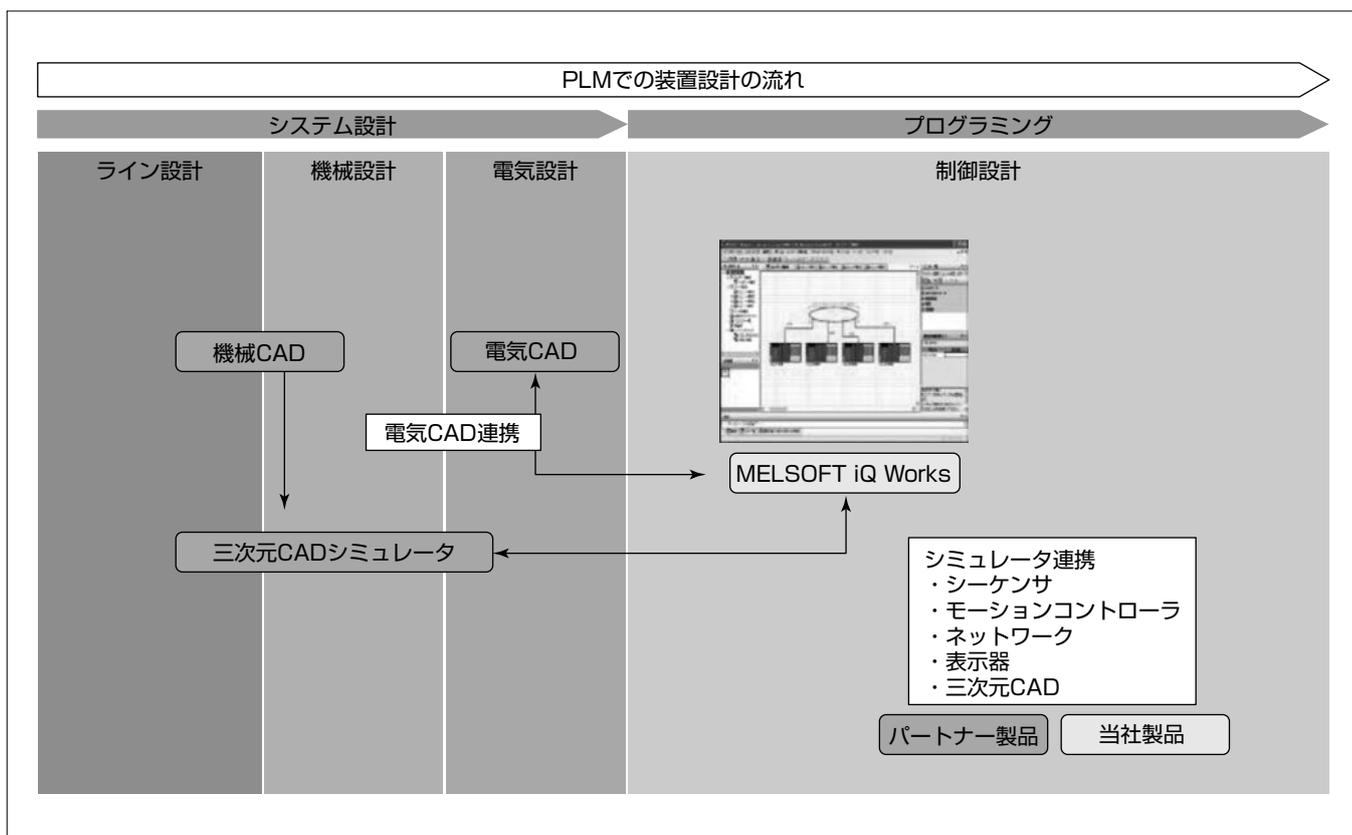
## 要 旨

三菱電機は、シーケンサ・モーションコントローラ・表示器・ロボット・インバータのエンジニアリングツールを統合した、FA(Factory Automation)統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”を市場展開している。MELSOFT iQ Worksは、システム管理ソフトウェア“MELSOFT Navigator”を核に、当社エンジニアリングソフトウェアを統合した製品であり、当社エンジニアリングソフトウェア間のデータ連携によって、PLM(Product Lifecycle Management)での装置設計の効率化に貢献している。

近年、装置設計で機械CAD・電気CADの活用が進み、

機械CAD・電気CADとエンジニアリングソフトウェアの連携要求が高まっている。また、制御設計後の現地調整の工期短縮要求の高まりによって、実機レスでのプログラムデバッグの効率化が望まれている。

これらの要求に応え、MELSOFT iQ Worksで制御設計フェーズにとどまらない設計・デバッグ環境を提供するため、PLMエンジニアリングチェーン連携を強化するための機能を開発し、①シーケンサ・モーションコントローラ・ネットワーク・表示器・三次元CADの連携シミュレーション、②電気CADとMELSOFT iQ Worksのデータ連携を実現した。



## PLMエンジニアリングチェーン連携強化に貢献する“MELSOFT iQ Works”を中核とする機能

PLMでの装置設計の流れを示す。左側が上流であり、ライン設計、機械設計、電気設計、制御設計とフェーズが進む。ライン設計・機械設計フェーズでは機械CADとその動作確認のための三次元CADシミュレータ、電気設計フェーズでは電気CAD、制御設計ではエンジニアリングソフトウェアであるMELSOFT iQ Worksを使用する。PLMエンジニアリングチェーン連携強化のため、電気CADとMELSOFT iQ Worksの連携、三次元CADシミュレータとMELSOFT iQ Worksの連携を実現した。

1. ま え が き

FA分野では、日欧米を中心に、FAシステムの大規模化や高機能化によって、システム設計やプログラム作成、運用・保守といったエンジニアリング業務の件数増大が課題となってきた。さらに、中国や東南アジアなどの新興国でも、エンジニアの件数が上昇しており、世界的な課題となりつつある。そこで製造業を中心にエンジニアリング業務の効率化によるTCO(Total Cost of Ownership)削減が求められるようになってきた。

当社はこれらの要求に応えるため、システム設計からプログラム作成、表示器の画面作成、装置の立ち上げから運用保守にいたるまでを統合的に扱うFA統合エンジニアリングソフトウェア“MELSOFT iQ Works”を2009年から市場展開している。

本稿では、MELSOFT iQ Worksが新たに提供する二つの機能を述べ、その仕組みや特長を述べる。

2. MELSOFT iQ Worksの構成と新機能

MELSOFT iQ Worksは、次の(1)~(6)を統合した製品構成となっている。

- (1) システム管理ソフトウェア“MELSOFT Navigator”
- (2)~(6)の個別エンジニアリングソフトウェア間連携の核となるシステム管理機能を提供する。
- (2) シーケンサエンジニアリングソフトウェア“GX Works3”  
FA機器の制御を行うシーケンサでのプログラム作成、設定、保守を支援する。
- (3) 表示器画面作成エンジニアリングソフトウェア“GT Works3”  
表示器の画面作成を支援する。

- (4) 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“MT Works2”  
サーボモータなどの駆動制御を行うモーションコントローラでのプログラム作成、設定、保守を支援する。
- (5) ロボットエンジニアリングソフトウェア“RT ToolBox2”  
ロボットのプログラム作成、設定、保守を支援する。
- (6) インバータセットアップソフトウェア“FR Configurator2”  
インバータの設定、調整、保守を支援する。

近年、装置設計で機械CAD・電気CADの活用が進み、機械CAD・電気CADとエンジニアリングソフトウェアの連携要求が高まっている。また、制御設計後の現地調整の工期短縮要求の高まりによって、実機レスでのプログラムデバッグの効率化が望まれている。これらの要求に応え、MELSOFT iQ Worksで制御設計フェーズにとどまらない設計・デバッグ環境を提供するため、PLMエンジニアリングチェーン連携を強化する機能を開発した。

PLMエンジニアリングチェーン連携強化に貢献する、MELSOFT iQ Worksを中核とする機能を図1に示す。MELSOFT iQ Worksは次の二つの機能を新たに提供する。

- (1) シーケンサ・モーションコントローラ・ネットワーク・表示器・三次元CADの連携シミュレーション機能
- (2) 電気CADとMELSOFT iQ Worksのデータ連携機能

3. 連携シミュレーション

MELSOFT iQ Worksではシミュレーション機能としてシーケンサシミュレータ、モーションシミュレータ、表示器シミュレータを提供している。各シミュレータは、装置を組み上げる前に、システム設計者がプログラムの動作確認を机上で行うことを可能にし、プログラム作成工数の削減に貢献している。

近年、現地調整時間を更に短縮したいというニーズが高まってきた。このニーズに対し、シーケンサ・モーションコントローラ・ネットワーク・表示器・三次元CADの連携シミュレーション機能を提供、装置全体を机上で動作確認可能とした(図2)。これによって、システム設計者のプログラム作成工数削減と現地調整前の品質レベルの大幅な向上が期待でき、TCOの削減に貢献する。

この章では、シーケンサ-モーション連携シミュレーション、ネットワーク連携シミュレーション、及び三次元CADシミュレーション連携について述べる。

3.1 シーケンサ-モーション連携シミュレーション  
3.1.1 モーションシステム

モーション制御を必要とした装置には、シーケンサCPUとモーションCPUを使用したマルチCPUシステムが用いられることが多い。複雑なモーション制御はモーションCPU、それ以外のシーケンス制

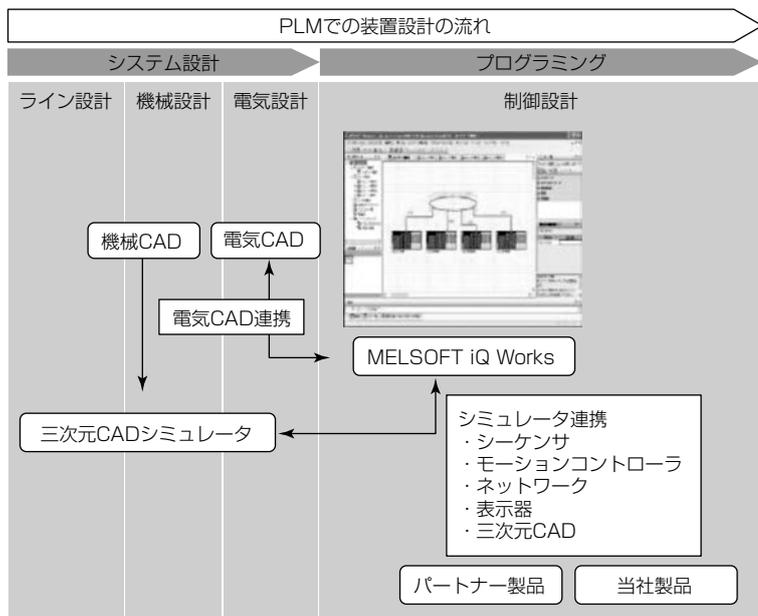


図1. PLMエンジニアリングチェーン連携強化に貢献する、MELSOFT iQ Worksを中核とする機能の概要

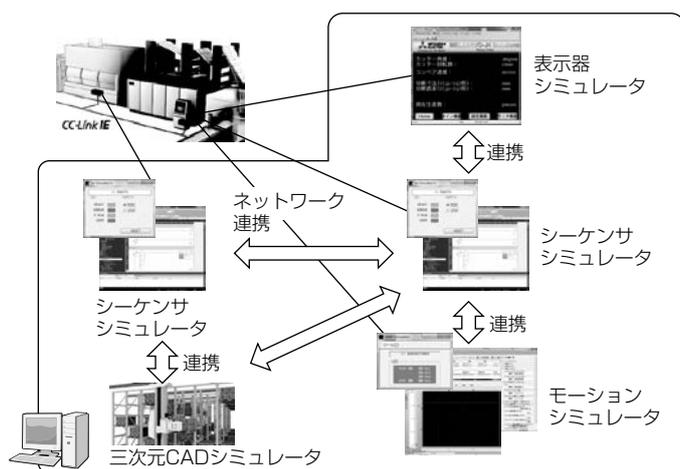


図2. シーケンサ・モーションコントローラ・ネットワーク・表示器・三次元CADの連携シミュレーションの概要

御はシーケンサCPUが担当することで、処理の負荷分散が可能となり装置軸数の増加や高速処理が実現できる。

GX Works3のシミュレーション機能はシーケンサCPUを模擬し、シーケンス制御の机上検証を可能にしている。MT Works2のシミュレーション機能はモーションCPUを模擬し、モーション制御の机上検証を可能にしている。しかし、これらのシミュレーション機能は各CPU単体のデバッグしかできず、CPU間での指令や応答タイミング、データの授受検証については、実装置に各プログラムをダウンロードして確認する必要があった。

### 3.1.2 シーケンサ・モーション連携シミュレーション機能の実現

3.1.1項に述べた不便さを解消するため、新たにシーケンサ・モーション連携シミュレーション(以下“システムシミュレーション”という。)機能を開発し、シーケンサCPUとモーションCPUの連携を可能にした。これによって、次のデバッグ作業が机上で実行可能になった。

- (1) シーケンサCPUとモーションCPUのユニット間同期による割り込みプログラムの動作確認
- (2) モーション専用シーケンス命令の起動連携動作の確認
- (3) マルチCPU設定によるCPUユニット間のバッファメモリデータ送受信の確認

また、システムシミュレーション機能では、GX Works3とMT Works2のシステムシミュレーション実行状態を保存し、途中で中断した場合でも、次回継続してデバッグ作業を再開可能にした。

### 3.1.3 システムシミュレーション機能

システムシミュレーション機能では、シーケンサCPUとモーションCPUの連携を実現するため、システムバス模擬機能を新たに開発し、次の機能を実現した(図3)。

#### (1) ユニット間同期機能

モーションCPUは、ユニット仕様として最短222 $\mu$ sの定周期間隔でモーション制御を処理している。システムシ

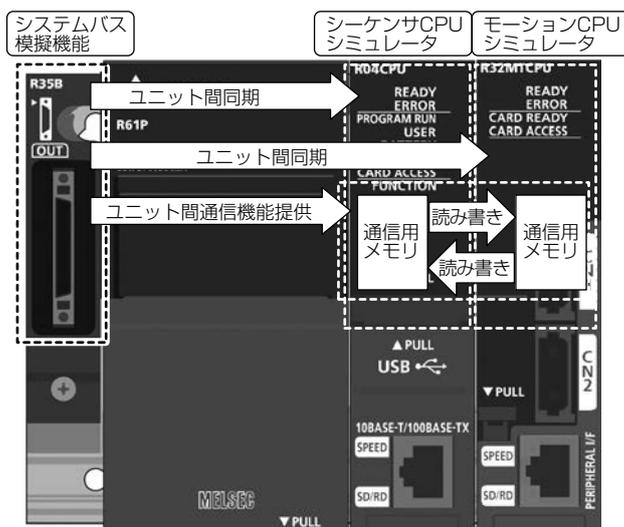


図3. システムシミュレーション機能の概念図

ミュレーション機能によって222 $\mu$ s間隔の定周期ユニット間同期を模擬することで、GX Works3のシーケンサCPUシミュレータとMT Works2のモーションCPUシミュレータのユニット間同期を実現した。

#### (2) ユニット間通信機能

ユニット間の通信機能を模擬することによって、CPU間の通信用メモリの読み書きによる自動反映、CPU間の割り込み通知を可能にした。

## 3.2 ネットワーク連携シミュレーション

### 3.2.1 ネットワークシステム

大規模な製造装置を必要とする半導体・液晶、自動車分野では、複数のシーケンサをネットワークで接続したシステムが用いられている。

従来のGX Works3のシミュレーション機能ではシーケンサCPU単体のデバッグだけが可能であり、ネットワークを経由したデータの授受に関しては、実装置に各プログラムをダウンロードして確認する必要があった。

この課題に対し、3.1.2項に述べたシステムシミュレーション機能をネットワークレベルまで拡張し、シーケンサ・モーションコントローラ・ネットワークを含めた検証機能を実現した。これによって、ネットワークユニット間のサイクリックデータ伝送のデバッグ作業が机上で実行可能になった。

### 3.2.2 ネットワーク連携シミュレーション機能の実現

ネットワーク連携シミュレーション機能を実現するため、先に述べたシステムシミュレーション機能に対して新たに二つの機能を追加した。

#### (1) ネットワーク間同期機能

ネットワークユニット間では、リンクスキャンによる周期的なデータ伝送が行われている。シミュレータで、リンクスキャン間隔でプロセス間通信を行い、待ち合わせによる処理タイミングの同期(時間同期)を確立した。

## (2) ネットワークユニット模擬機能

ネットワークを構成するネットワークユニットを模擬することによって、管理局(CC-Link IE Control)又はマスタ局(CC-Link IE Field)に設定されたネットワークパラメータを取り扱うことが可能になる。これによって、ネットワークパラメータに設定されたデータ伝送の机上検証機能を実現した。

### 3.3 三次元CADシミュレーション連携

三次元CADシミュレータは、機械設計で機構の動作を確認するソフトウェアである。従来、機械設計の確認は三次元CADシミュレータで実施し、制御設計の確認はシーケンサのシミュレータで実施していたが、それぞれの確認を実施していても機械・制御の組合せ時に不具合が発生し、設計フェーズへの手戻りが発生していた。

この課題に対し、三次元CADシミュレータと3.1節で述べたシステムシミュレーション機能、さらに表示器のシミュレータである“GTシミュレータ”の連携機能を実現した。これによって、次の動作が机上で確認可能になった。

- (1) 機械・制御組合せ時の機構動作
- (2) 機械・制御組合せ時のシーケンス制御の動作
- (3) 表示器とシーケンス制御の組合せ動作

これらの連携機能を実現するため、シーケンサCPUのシミュレータに“EZSocket”インタフェースを実装した。EZSocketは実物のCPUで使用されているインタフェースであり、実物のCPUとCPUシミュレータに対し、同じ手順でアクセスすることが可能になる。

GTシミュレータ、三次元CADシミュレータではこのEZSocketにアクセスするための機能を搭載し、連携動作を実現した。

### 4. MELSOFT iQ Worksでの電気CADデータ連携

電気設計と制御設計では、PLC(Programmable Logic Controller)のユニット構成、ラベルに同じ情報を設定するが、それぞれ電気CAD、MELSOFT iQ Worksと使用するソフトウェアが異なるため、次の課題があった。

- (1) 設定工数が二重に掛かる。
- (2) 作業ミスによって両ソフトウェア間の設定が乖離(かいり)する。

これらの課題を、電気CADとMELSOFT iQ Worksでのデータ連携によって解決した。ユーザーは、電気CAD、MELSOFT iQ Worksのどちらか一方でユニット構成情報、ラベル情報の設定を行い、もう一方のソフトウェアにはデータ連携機能を用いて反映を行うことが可能となる。ユーザーの重複作業を省き、作業効率化を図ることができる。また、人手を介さないため、人的ミスも発生せず、設定誤りや漏れがなくなる。

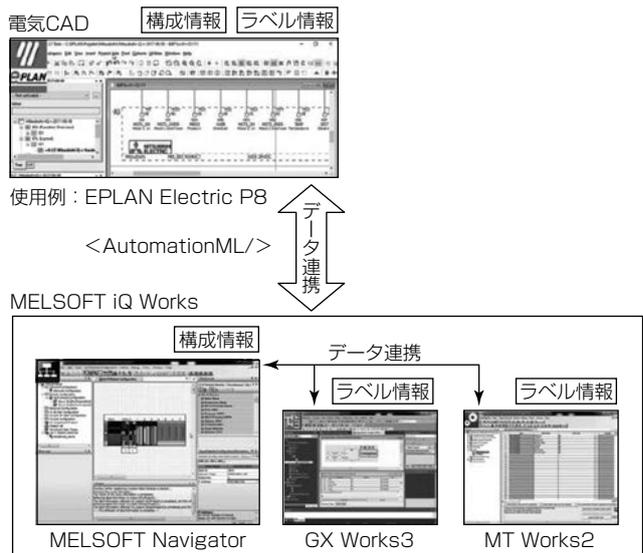


図4. 電気CADとMELSOFT iQ Worksでのデータ連携イメージ

MELSOFT iQ Worksでは、MELSOFT Navigatorで、電気CADとのユニット構成情報、ラベル情報のデータ連携を実現した。MELSOFT Navigatorは、GX Works3及びMT Works2とラベル情報の連携を可能としており、プログラム作成を行うソフトウェアへラベル情報を容易に反映できる仕組みにしている。図4にデータ連携のイメージを示す。

データ連携には、AutomationMLというオープン規格を採用している。AutomationMLとは、エンジニアリングツールをシームレスにつなぐことを目的に開発されたXML(eXtensible Markup Language)形式のデータフォーマットである。CAEX(Computer Aided Engineering EXchange)、PLCOpenXML、COLLADA(COLLaborative Design Activity)等の既存のXML形式データフォーマット規格を組み合わせて、仕様を具体化している。オープン規格を活用することによって、電気CADツール個別の対応が不要となり、AutomationMLに対応した全ての電気CADメーカーと連携が可能となる。現状AutomationMLによるデータ連携に対応している電気CADツールはEPLAN Electric P8(EPLAN社)、E3.series(株図研)であるが、今後も拡大が予測されており、連携できる電気CADツールが増えていくことが見込まれる。

## 5. む す び

FA統合エンジニアリングソフトウェアMELSOFT iQ WorksのPLMエンジニアリングチェーン連携強化として追加した二つの機能について述べた。ここで述べた機能にとどまらず、今後もMELSOFT iQ Worksを顧客のTCO削減に貢献するエンジニアリングソフトウェアとして進化させていく。