

# 三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Fシリーズ” インテリジェント機能ユニット

高田浩靖\*  
島脇 巧\*  
木下 寛\*

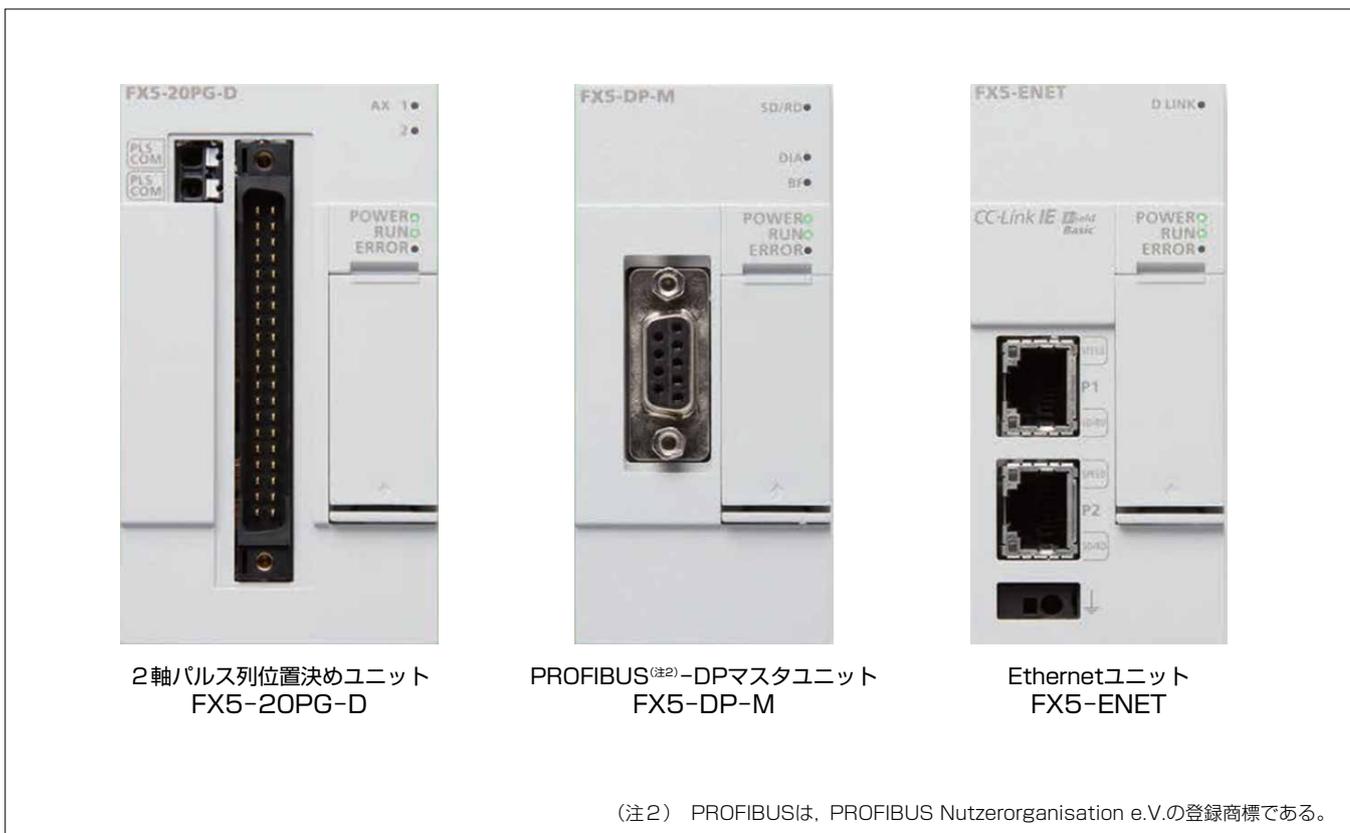
*Intelligent Function Modules for Mitsubishi Electric Programmable Logic Controller "MELSEC iQ-F Series"*  
Hiroyasu Takada, Takumi Shimawaki, Yutaka Kinoshita

## 要 旨

近年、IoT(Internet of Things)活用による装置の自動化の要求が高まり、生産ラインの高機能化も進んでいる。三菱電機では小規模装置向けとして、シーケンサ“MELSEC iQ-Fシリーズ”(以下“iQ-Fシリーズ”という。)を開発し、基本性能の向上、駆動機器との連携、プログラミング環境の改善を図っており、更なる機能向上とネットワーク強化を図るため、インテリジェント機能ユニット(以下“インテリユニット”という。)を拡充している。装置の高機能化によって、システムの設計がより複雑化する中、立ち上げ工数を削減するため、CPUユニットがインテリユニットのメモリ内容をプログラムレスで読み書きする機能や、CPUユニットがインテリユニットのエラー履歴情報を収集する機能等を充実させた。

また、小型化や作業性向上のため、アナログユニットでは、スプリングクランプ端子台の採用や、電流入力時の短絡配線削除等によって省配線を実現した。一方、インテリユニットのタイムリーな市場投入が求められていることに対し、各インテリユニットのアーキテクチャを共通化することによって開発工数を削減し、短期間でのラインアップ拡充を実現した。2軸パルス列位置決めユニットでは、トランジスタ出力タイプ、差動ドライバ出力タイプの各ユニットで回路の共通化を図った。また、ネットワークユニットでは、各種Ethernet<sup>(注1)</sup>ベースのネットワークに対応するため、アーキテクチャの共通化を行った。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。



(注2) PROFIBUSは、PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.の登録商標である。

## “MELSEC iQ-F シリーズ”のインテリジェント機能ユニット

2018年10月に図に示す三つのインテリジェント機能ユニットを発売した。2軸パルス列位置決めユニット“FX5-20PG-D”は差動ドライバ出力タイプのユニットであり、トランジスタ出力タイプの“FX5-20PG-P”をベースに開発した。PROFIBUS-DPマスターユニット“FX5-DP-M”は、iQ-FシリーズをPROFIBUS-DPネットワークのマスター局として接続できるユニットである。Ethernetユニット“FX5-ENET”は、汎用Ethernet通信(ソケット通信)が可能なユニットであり、ハードウェアを共通化したことで異なるEthernetベースのプロトコルを実装することが可能である。

## 1. ま え が き

近年、人件費の増加や労働環境の変化等によって、装置の自動化、高機能化のニーズが高まっている。iQ-Fシリーズは、小規模・スタンドアロンユースからネットワークを含むシステムに対応可能な小形シーケンサとして開発を行っている。シーケンサの機能拡張を行う製品として、次のようなインテリユニットがある。アナログ量(電圧、電流、温度など)の入力や出力が可能なアナログ制御ユニット、パルス出力や通信によるドライブユニットの多軸・補間制御が可能な位置決め制御ユニット、CC-LinkやPROFIBUS-DP, Ethernetなど各種通信内容に応じた制御を行うネットワーク制御ユニットなどである。iQ-Fシリーズではこれらのインテリユニットのラインアップを拡充している。

本稿では、iQ-Fシリーズのインテリユニットについて、特長となる機能や作業現場の作業効率を改善するための取り組みについて述べる。さらに、タイムリーなインテリユニットの市場投入も実現するために行ったアーキテクチャの共通化について述べる。

## 2. インテリユニットの特長となる機能

iQ-Fシリーズのインテリユニットでは、機能と仕様の共通化を図ってユーザビリティを向上させている。

### 2.1 自動リフレッシュ機能

インテリユニット内のメモリ(バッファメモリ)のデータを、プログラムレスでCPUユニット内のメモリ(デバイス)に転送することが可能である。逆にCPUユニットからインテリユニットへのデータの転送もプログラムレスで可能である。これらの機能は、パラメータ設定によって、データ転送の対象となるインテリユニットのバッファメモリ、及びCPUユニットのデバイスを設定することで自動リフレッシュが実現される。

### 2.2 イベント履歴機能

インテリユニットで発生したエラーを、イベント情報としてCPUユニットが一括収集し、メモリ(デバイス)、又はSD(Secure Digital)カードに保存できる。さらにエンジニアリングソフトウェア“GX Works3”でエラー履歴を時系列順に一覧表示でき、トラブル個所を早期に発見可能になる。

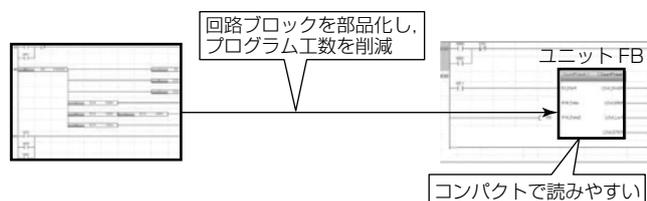


図1. ユニットFB

## 2.3 ユニットFB

ユニットFB(Function Block)は、各ユニットを制御する回路ブロックを部品化したものであり、機能ごとにあらかじめ用意している(図1)。iQ-Fシリーズでは、次に示すようなユニットFBを活用可能であり、プログラミング工数の削減に貢献している。

### 2.3.1 アナログユニットのユニットFB

アナログ入力ユニットでは指定したチャンネルのロギング機能の設定が可能である。アナログ出力ユニットでは波形出力機能の設定、及び出力開始/停止等の指定が可能である。

### 2.3.2 位置決めユニットのユニットFB

位置決めデータの設定、位置決め始動、JOG運転、手動パルサ運転のほかに、目標位置、速度の変更が可能である。また、片軸の始動後、指定した移動量又は時間経過後に他軸の始動を開始する他軸連携のユニットFBも用意している。

### 2.3.3 ネットワークユニットのユニットFB

Ethernetユニットでは接続のオープン/クローズ処理やSLMP(Seamless Message Protocol)通信、ソケット通信でのデータ送受信が可能である。CC-Link IEフィールドネットワークユニットでは他局へのデータの送受信が可能である。

## 3. インテリユニットの小型化と省配線の実現

### 3.1 スプリングクランプ端子台採用による小型化

iQ-Fシリーズでは、スプリングクランプ端子台を採用することによって、ユニットの小型化、信頼性向上を図った。

#### 3.1.1 プッシュイン接続方式

使用するスプリングクランプ端子台は、電線を挿し込むだけで接続が可能なプッシュイン接続方式であり、配線工数を削減することが可能になる(図2)。また、ばねの力で振動によるねじの緩みを防止できるため、ねじ式端子台以上の耐振動性があり、信頼性の確保も可能になる。

#### 3.1.2 iQ-Fシリーズへの適用

##### (1) アナログユニットへの適用

16極×2列、及び9極×2列の2タイプのスプリングクランプ端子台を各アナログユニットに搭載した(図3)。

従来のねじ式端子台タイプの機種に比べて、ユニット幅について15~30mmの大幅な小型化を実現しており、システムのサイズダウンが可能になる(図4)。また、ねじ式

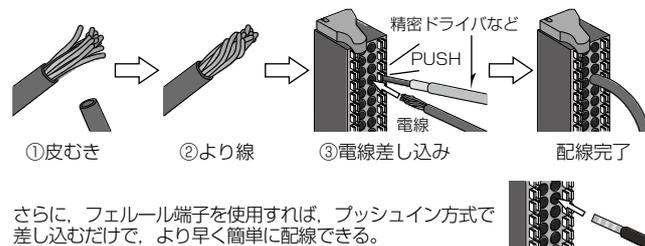


図2. プッシュイン接続方式のスプリングクランプ端子台



図3. アナログユニットへのスプリングクランプ端子台の適用

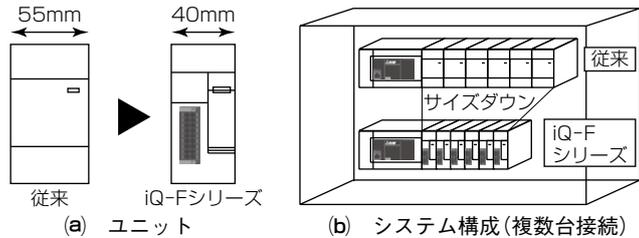


図4. ユニットの小型化とシステムのサイズダウン

端子台を使用した場合と比べて、ユニットの取付けやデザインを統一することが可能になった。

(2) CPUユニットとI/Oユニットへの適用

CPUユニットとI/Oユニットへもスプリングクランプ端子台を適用し、更なるシステムのサイズダウンを可能にした。

3.1.3 メンテナンス性向上

スプリングクランプ端子台の両端には着脱用のレバーがついており、容易に端子台の固定、及び取り外しができる。メンテナンス時に、従来のねじ式端子台では端子台から配線を1本ずつ取り外す作業が必要であったが、スプリングクランプ端子台では端子台ごと交換が可能であるため、配線を取り外す必要がない。このため、端子台に配線をしたままの状態でもユニットを交換することが可能になり、システムの復旧時間の短縮が可能になった。

3.2 アナログユニットの省配線

3.2.1 短絡配線の削除

従来のアナログ入力ユニットでは、図5に示すとおり、電流値を測定する場合、電流入力端子(I+, VI-)と相手機器を接続するほかに、電圧入力端子(V+)と電流入力端子(I+)間を、外部配線で短絡する必要があった。これは、電流測定回路に電流を流したときに発生した電圧を、電圧回路に入力することによって、電流値から電圧値に変換するためである。一方で、電流入力する際のこの短絡作業は、作業現場の作業効率を下げる要因となっていた。

アナログ入力ユニット“FX5-4AD”，マルチ入力ユニット“FX5-8AD”では、この短絡配線を削除するために、内部に電圧/電流切替え回路を搭載した(図6)。電圧/電流切替え回路は、A/Dコンバータとアナログスイッチで構成する。A/Dコンバータの汎用I/Oピンから、アナログスイッチの制御ピンをON/OFFすることによって、電圧/

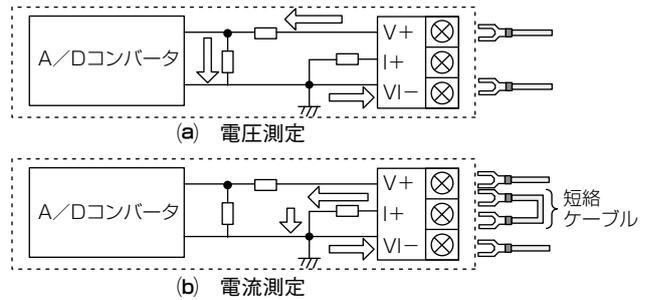


図5. 従来のアナログ入力ユニットの配線図

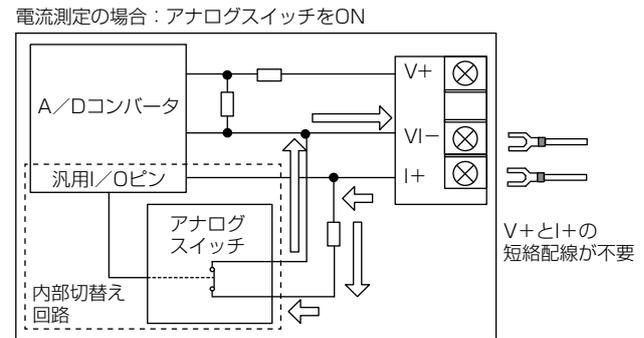


図6. FX5-4ADの内部切替え回路による配線図

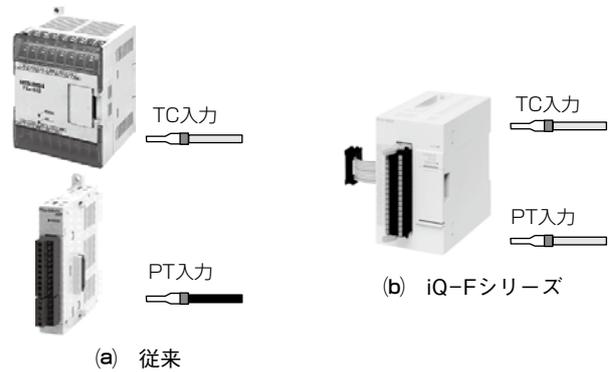


図7. TCとPT入力の共通化

電流の切替えを行う。A/Dコンバータでは、レジスタ(内部メモリ)の値を変更することによって汎用I/Oピンを制御できる。これによって、アナログスイッチのON/OFFを制御し、電圧/電流を切り替える。インテリユニットは、設定されたパラメータに従ってA/Dコンバータのレジスタを変更し、電圧/電流を切り替えるため、顧客は短絡配線することなく電圧/電流の切替えが可能になった。

また、電流回路に最大定格以上の電流が流れたことをA/Dコンバータで検知し、A/Dコンバータからの制御でアナログスイッチをOFFすることによって、内部回路を保護するような機能もこの回路構成では可能になる。アナログ製品では配線間違いによって過電流が印加されて内部回路の破壊が作業現場で発生することがあるが、先に述べた回路構成を用いることでそれを防ぐことが可能になる。

3.2.2 熱電対入力、測温抵抗体入力の共通化

従来は、温度測定するためのセンサである熱電対(TC)、及び測温抵抗体(PT)を使用する場合は、それぞれ別のアナログ入力ユニットが必要であった。しかし、図7に示す

とおり、iQ-Fシリーズのマルチ入力ユニットFX5-8ADではTCとPTの両方を一つのユニットで測定できるため、システムをサイズダウンできる。また、TC入力回路とPT入力回路を内部回路で切り替えることによって、入力端子の共通化も図った。この入力端子共通化によって配線作業を容易にし、作業効率の向上を図ることができる。

#### 4. インテリユニットの設計効率化

##### 4.1 アーキテクチャの共通化

当社が提供するFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”は、“改善活動”を低コスト化、高速化、高信頼性化し、“改善活動”で得られた知見を自動化するソリューションであり、生産現場と上位ITシステムを連携することで、現場状況の見える化と生産の最適化の実現を目指している(図8)。

小規模制御装置でも、生産データ活用のために上位ITシステム連携を求める顧客は多く、小形シーケンサでのネットワーク対応への要望は増加傾向にある。また、生産設備ごとにネットワークに要求する機能・性能が異なることや、敷設済みのネットワークに対応するためにも、iQ-Fシリーズでは様々なネットワークに対応することが望まれている。

装置の自動化、高機能化に伴い、顧客の要望は多様化しており、iQ-Fシリーズのアナログユニット、位置決めユニット、ネットワークユニットのラインアップを早期に拡充していく必要がある。iQ-Fシリーズの開発では、ファームウェアやハードウェアのアーキテクチャを共通化することによって、市場投入までの期間を短縮した。ここでは、位置決めユニットとネットワークユニットのアーキテクチャ共通化について述べる。

##### 4.2 パルス列位置決めユニットの共通化

パルス列位置決めユニットは、ドライブユニットを介し、サーボモータ又はステッピングモータによる高速、高精度な位置決めを行うためのインテリユニットである。iQ-Fシリーズでは、2軸パルス列位置決めユニット2機種をラインアップしている。トランジスタ出力タイプFX5-20PG-Pは、出力周波数が低いのが安価というメリットがあり、差動ドライバ出力タイプFX5-20PG-Dは出力周波数が高く、ノイズに強いなどの特長がある。FX5-20PG-Pは最大200kppsのパルス出力に対応しており、FX5-20PG-Dは最大5Mppsのパルス出力に対応している。

従来は、パルス列位置決めユニットとしてトランジスタ出力タイプの“FX3U-1PG”と、差動ドライバ出力タイプの“FX2N-10PG”を異なるアーキテクチャとして設計をしていた。iQ-Fシリーズでは、トランジスタ出力タイプと差動ドライバ出力タイプのアーキテクチャの違いを、パ

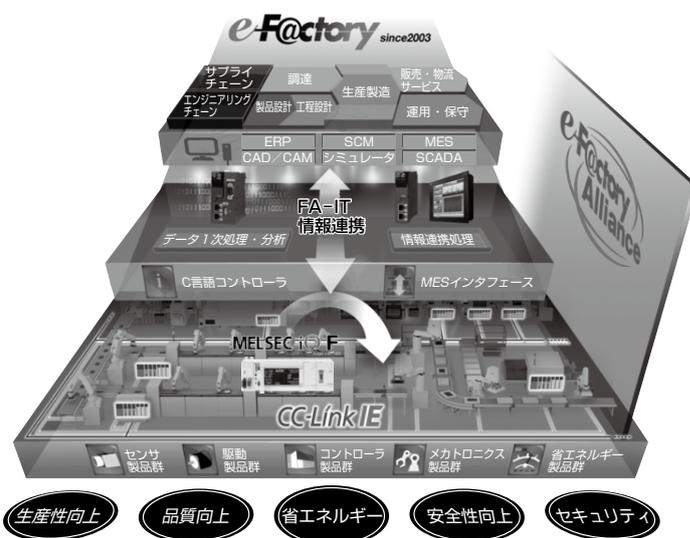


図8. e-F@ctoryのイメージ図

ルス出力回路(FET(Field Effect Transistor)、差動ドライバ)と差動ドライバコモン端子の有無で実現しており、ファームウェアの共通化や基板の共通化を図っている。

##### 4.3 ネットワークユニットの共通化

ネットワークユニットは、CPUユニットを汎用EthernetやCC-Link, EtherNet/IP<sup>(注3)</sup>などのオープンネットワークに接続するためのインテリユニットである。iQ-Fシリーズでは、CC-LinkやPROFIBUSに代表されるシリアルネットワークに加え、EtherNet/IP, CC-Link IEフィールドネットワークBasicなどのEthernetベースのオープンネットワークに対応している。

生産現場では、Ethernetベースのネットワークが急速に普及しており、iQ-Fシリーズでは、EtherNet/IPやModbus TCPなど特に普及しているネットワークに対応した。また、今後はセキュアかつ信頼性の高いデータ通信を実現するEthernetベースの通信規格などに対応していく必要がある。iQ-Fシリーズでは、EthernetユニットFX5-ENETを開発し、Ethernetベースのネットワークユニットのハードウェアを共通化している。今後、このハードウェアをベースに様々な通信規格に対応したプロトコルを実装することで、各種ネットワークユニットの市場投入期間の短縮を実現していく。

(注3) EtherNet/IPは、ODVAの登録商標である。

## 5. む す び

iQ-Fシリーズのインテリユニットの製品の特長や小型化、省配線、設計効率化によるラインアップ拡充について述べた。今後もiQ-Fシリーズのインテリユニットでは、顧客視点の製品開発を行うことによって、生産現場の作業性向上に貢献し、様々なネットワークへの接続性を高めるために、ラインアップの充実を図っていく。