

フィールド機器のシステム統合技術の進化（その1） IEC/SC65E/WG4, WG7のエンジニアリング自動化関連技術

IEC TC65国内委員会

1. はじめに

IEC SC65E 分科委員会は「企業システムにおける装置および統合 (Devices and integration in enterprise systems)」の標準化を担当している。傘下のSC65E/WG4 のフィールドデバイスツール (FDT : Field Device Tool) および SC65E/WG7 の電子的デバイス記述言語 (EDDL: Electronic Device Description Language) が、フィールド機器のデジタル表現方法、さらに、診断および保守技術を含むエンジニアリングの自動化に関する標準化を進めている。

今回、プロセスオートメーションにおけるフィールド機器の統合に関する標準規格の歴史と今後の展望を、この2つのWGに焦点を当て、4月号および7月号の2回に分けて解説する。

2. フィールド機器のデジタル化

近年、DXによりプラントの現場における機器や装置のデジタル化が急務となっている。ところが、多くのフィールド機器は内部にCPUを搭載しており、すでに多くの内部処理がデジタル化されている。

1980年代を振り返ってみる。この時代は民生機器でデジタル化が普及した時期でもあった。音楽はそれまでのレコード盤からCDに置き換わり、音の信号はアナログからデジタルで記録されるようになっていった。このことはCPUが急速な進化を遂げ、コモディティ化したこと、そしてアナログとデジタルの信号データを交互に変換するA/DおよびD/Aコンバータも経済的なコストで供給されるようになってきたことが背景にある。音楽メディアがCDが変わっても、CDプレイヤーとアンプの接続などオーディオコンポーネント同士の接続は相変わらずアナログケーブルを使っており、デジタルはあくまでも局所的に行われていた。このころには一部のプラントにDCSが導入され、ホストシステムはコンピュータを使って制御を行っていた。

この変化から少し遅れて、一部のフィールド機器にCPUが搭載されるようになった。CPUの性能の向上と低消費電力化により、これらがより多くの組込みシステムに実装できるようになってきたことが背景にある。CPUとA/D、D/Aコンバータを利用することで、フィールド機器の製造コストを下げるのが可能となった。それまでフィールド機器は、客先で設置する個別の制御ループの仕様に合わせて、測定レンジやスパンを工場で組み込み、調整を行って出荷していた。CPU化することで、設定用のツールを使用して工場の最終製造工程やエンドユーザーが、レンジやスパンを設定することが可能となった。ツールはCPUと通信を行い必要な設定指示を行う。このとき、フィールド機器はアナログ信号線にデジタル信号を重畳させてデジタル通信を行う。この通信を使ってセンサー信号やアナログ信号の校正作業も工場で自動化することが可能となった。これまで多くの製造工程で行われていた校正・調整作業が自動化されることで、それらの作業に要する人件コストも下げることができたわけである。

設定用のツールは会話型端末として市場に提供され、ベンダーのサービスマンを始め、エンドユーザーの保全員もこの会話型端末を利用して保守作業を行うようになった。端末を使えば、個々のフィールド機器に指定のスパンを設定して異なるループで利用することも可能となる。単にプロセスデータを伝送するだけでなく、通信を使って機器の診断データなどのステータス情報や、機器のアセット情報にアクセスすることが可能となった。このようなCPUを搭載したフィールド機器は、スマート機器と呼ばれる。

会話型端末とフィールド機器との通信規格は、ベンダーごとに独自のものが採用されていた。そのため機器のベンダーが異なると、会話型端末はベンダーごとに手配する必要があった。

また、プラント全体で見ると、一部のコントローラやフィールド機器のみが局所的にデジタル化されただけであり、大半の伝送信号は相変わらずアナログ線が用いられていた。これはCDプレイヤーがアンプ等の周辺機器と接続する際にアナログケーブルを使っていたのと同じ論理である。周辺を含むすべてがデジタルで統一できるまで、旧来のアナログが部分的に混在する。

3. フィールド機器と通信する会話型端末 (DD技術)

会話型端末はベンダーの通信規格に合ったものを用意する必要があった。しかし、多くのベンダーは自社独自の会話型端末を提供するだけの体力がなかったため、当時市場で多く使用されていたローズマウント社のHART通信の会話型端末を自社の製品でも利用できるような通信規格を採用した。ローズマウント社は、会話型端末が自社製品だけでなく、各社の機器タイプ固有の機能もサポートするようにした。機器タイプ固有の機能は、その機能プロファイルを何らかの形でベンダーが提供し、会話型端末がそのプロファイルを学習（インポート）する必要がある。プロファイルには機器固有のパラメータや操作メニュー、操作手続きなどが含まれる。

ローズマウント社は、このプロファイルを独自のDevice Description Language (DDL) 表記で記述し、ソフトウェアによりこれを端末用の表現に変換する方式を採用した。この方式は、端末上のプロファイルのサイズを小さくすることができる。当時の端末は現在に比べると主記憶メモリや不揮発メモリの容量が極めて小さかったため、実行時の処理の効率化を図ったことがその理由である。端末用表現に変換されたプロファイルをDevice Description (DD) と称した。ローズマウント社は、DDLの仕様を開示したため、多くのベンダーが自社の機器に固有の機能プロファイルをDDで提供した。

一方、HART通信ではないベンダー独自の例としては、横河電機社のBRAINターミナルという会話型端末に採用されたBRAIN通信がある。BRAIN通信では、機器のプロファイルをすべて機器内部のプログラムに実装し、端末が機器との通信でプロファイルを逐次読みだす。この方式は、端末側に機器のプロファイルを学習させる事前準備は不要となるが、操作時に逐次プロファイルを読みだすため、応答性に難があった。

4. 会話型端末からホストコンピュータのアセット管理への拡大 (EDDへの拡張)

アナログ信号線に重畳されたデジタル信号は中央制御室まで伝送され、制御室内のジャンクションボックスにあるモデムを介してコンピュータに接続される。そのため、制御室のコンピュータは現場のフィールド機器と通信が可能となり、フィールド機器のデータへのアクセスが実現する。プロセスデータはもちろん、ベンダー提供のプロファイルDDを学習することで設定情報や診断データにもアクセスができる。こうしてフィールド機器のアセット管理のソリューションも実現が見えてきた。

HART通信で使用されたDDLはテキストによる会話型の操作を前提としていた。すでに、コンピュータのユーザインターフェースはテキストベースからグラフィカルに移行していたため、それに追随するべくDDLの拡張がしばしば行われてきた。

HART通信は、制御に使用しているアナログ信号ケーブルをそのまま利用できる利点があった。しかし、デジタル通信は、設定、調整および診断情報やアセット情報の取得に一時的に利用される程度に留まっていた。アナログ通信からの置き換えはなかなか進まなかった。そこで、従来のピアツーピア型配線から、複数の機器を数珠つなぎで連結するデジーチェーンの通信方式が検討された。既存ケーブルの活用はできないが、省配線が可能となる。このためには、制御用のプロセスデータも含めてすべてデジタル方式で通信を行う必要がある。FOUNDATION fieldbusやPROFIBUSは、こうした背景から開発・導入された。

これらの通信プロトコルにおける機器のプロファイルの記述には、HARTを参考に独自のDDLを使用していた。このDDLはElectronic Device Description Language(EDDL)として後にIEC SC65EのWG7で国際標準化 (IEC 61804 Part3) された。このEDDLで記述されたプロファイルの端末向け表現をElectronic Device Description (EDD) と呼ぶ。EDDバイナリファイルは会話型端末に書き込まれ、現場では端末がEDD Interpreterを使ってEDDを逐次翻訳してプロファイルを解釈する。同様に、DCSなどのホストシステムは、EDDバイナリファイルをシステム内部に登録し、エンジニアリングシステムなどのツールがこのEDDファイルを解釈してシステムおよびフィールド機器を設定する (図1)。

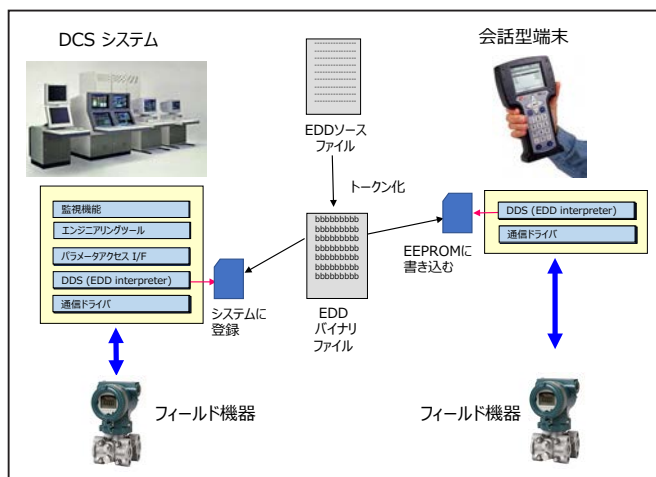


図1 EDDによるインテグレーション

EDD のプロファイルデータは、各パラメータのデータタイプを含む属性情報、フィールド機器の動作実行記述、ユーザインターフェースを記述した構造化文書である。動作実行記述には、ユーザに inputs を促し対話的に操作を進める仕組みも含んでいる。

EDDはプロセスオートメーション分野の3つの通信プロトコルに使用されていたが、その三者間で機能の違いや異なる表現などがあり統一性がなかった。その後、各通信プロトコルを管理する3つの団体が、2003年にEDDL Cooperation Team (ECT) を結成し、ユーザインターフェースのグラフィック表現やストレージ機能の拡張、さらにプロトコル間での共通化を進めた。

なお、ECTの結成の背景には、フィールド機器のシステム統合の技術FDT (Field Device Tool、5章参照)への対抗策としての意図がある。

5. フィールド機器インテリジェントの高機能化 (FDT技術の登場)

1990年代に入り、CPUの能力が飛躍的に伸び、多くのフィールド機器でCPUが採用されるようになった。各ベンダーは差別化のため、CPUを利用したベンダー独自の付加機能を機器に搭載するようになった。単なるフィールドのセンサーや操作器でなく、これまでよりも高度な診断機能や保守サポート機能、それを利用するための多くの設定機能を持つフィールド機器が現れた。コンピュータを使ったグラフィカルな操作性や、EDDLで用意されている文法セットでは表現できない機能が求められ、会話型端末では対応が難しくなってきた。そこで、各ベンダーは、Personal Computer(PC)で動作するフィールド機器の設定や管理のための専用ソフトウェアを提供するようになった。

マルチベンダー環境下ではベンダーごとの専用ソフトウェアが多数インストールされるため、これらの専用ソフトウェアの管理も煩雑になる。マルチベンダーの多様なフィールド機器種類(タイプ)をサポートするソフトウェアを一元に管理・運用できる仕組み、そして、エンジニアリング、保守、運転などの様々なフェーズにおいて共通に利用できるソフトウェアが求められた。この問題を解決するため、FDT技術が開発された。

EDDLと異なり、FDTは最初からPCで利用することを前提に開発が進められた。1990年後半に普及していた最新技術COM/Active-Xを実装技術とし、オブジェクト間のデータ交換にはXML(eXtensible Markup Language)構造化記述を使用して、最初のFDT仕様が発表された。FDTの概念は、フィールド機器のアプリケーションをDTM (Device Type Manger) として実装し、このDTMをPC側ホストアプリケーションのFDTフレームアプリケーションが統一的に管理、実行する。FDT仕様は、このFDTフレームアプリケーションとDTM間のソフトウェアインターフェースを規格化している。フィールド機器ベンダーは、この規格に準じて専用アプリケーションを実装することで、フィールド機器のすべての機能をDTMとして提供できる。

なお、ホストシステムがフィールド機器と通信するための通信ハードウェア(通信モデム、通信カード、通信ゲートウェイ)もFDTに統合すべく、DTMはフィールド機器および通信ハードウェアも視野に入れた共通のモデル化を行った。フィールド機器をモデル化したDTMを機器DTMと呼び、通信ハードウェアをモデル化したDTMを通信DTMと呼ぶ。このようにハードウェアを個別にDTMで表現することで、DTMをFDTフレーム

アプリケーション上で通信トポロジに応じて論理的に接続し、特別なエンジニアリングをすることなくシステムを構築することができる。

以上の説明をPC用プリンタで置き換えると、WindowsなどのPCのOSはプリンタドライバをサポートしており、プリンタメーカーから個別のプリンタドライバが提供される。OSはインストールされているドライバを認識し、このドライバを使って、印刷の実行、プリントジョブのステータス確認、プリンタの設定、調整、保守の機能を行っている。FDTもほぼ同様の方法で、OS側の処理をFDTフレームアプリケーションが、プリンタドライバの役目をDTMが行っている。

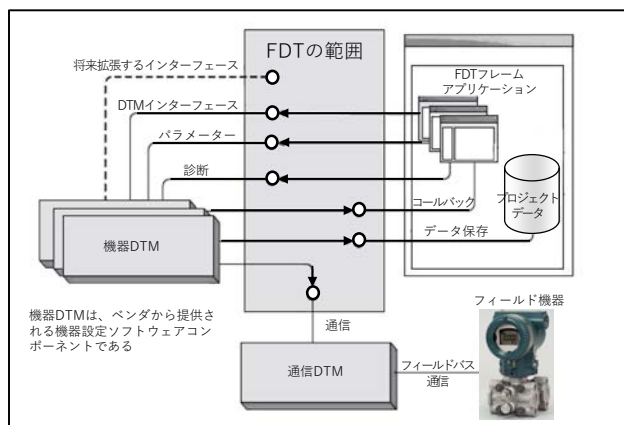


図2 FDTの基本アーキテクチャ

2001年にFDT仕様1.2がリリースされると、多くのDTMが市場に投入され、特にフィールド機器ベンダーが多く集まるヨーロッパ市場においてDTMの利用が広がった。

この動きを背景に、SC65E/WG4は2005年10月より標準化活動を開始し、2009年10月にIEC 62453 (Field device tool (FDT) interface specification)を国際標準として発行した。FDTはフィールドネットワークに接続される様々な機器の設定ツールであり、資産管理システムにおけるフィールド機器パラメータの管理や、保守点検用のタブレット端末を使用したフィールド機器の調整、設定に使用されている。

FDTは、マルチベンダー、マルチプロトコルのサポートを目的としていたため、既存の通信プロトコルにFDT関連仕様を付加することでFDT対応できるようにした。図2において機器DTMと通信DTM間のインターフェースでプロトコル固有の情報が交換されており、この内容を付加仕様として規定している。

FDT仕様IEC 62453では、プロトコル付加仕様を独立した標準文書として発行している。FDTの基本仕様（オブジェクトやサービスモデルの定義）から実装技術へのマッピングに関する仕様はIECのTR(Technical Report)として発行している。なお、FDTのフレームアプリケーションやDTMのプログラム実装にはMicrosoft社の技術を利用しているが、これは国際標準としての規格要求ではない。

6. EDDLとFDT

こうして、フィールド機器アプリケーションのホストシステムへの統合のための規格として、FDTとEDDLの2つの規格が標準化された。エンジニアリングツールは、いずれかまたは両方の規格を採用している。

EDDLは、プロトコル標準化団体がフィールド機器の相互接続性のために採用したため、多くの機器で広く利用されている。フィールド機器ベンダーは、自社製品のEDDを開発し、標準化団体に相互接続性の認証審査を受ける必要がある。また、多くのホストシステムがEDDLを使用していたことから、ベンダーもEDDLを使ったプロファイル記述は容易に導入ができるので、EDDLは徐々に普及していく。

一方、FDTは、DTMを利用するための安価なFDTフレームアプリケーションが必要であった。そこで、複数のフィールド機器のベンダーはコンソーシアムを結成し、FDTフレームアプリケーションPACTwareを開発して無償配布した。さらに、ベンダーは自社製品のDTMを無償公開し、PACTwareにインポートできるようにした。一般のPCに容易にインストールして導入ができたため、FDT/DTMは瞬く間に普及した。FDTは、EDDLの記述力を超える高度な機能を持つフィールド機器のエンジニアリングにおいて効果を発揮する。ところが今や、高度な機能を持たない一般のフィールド機器に対してもDTMが開発され、FDTは汎用性の高いエンジニアリング技術として認められるようになった。ただし、DTMの開発ではCOMやXMLの開発スキルが求められ、機器の組み込みプログラムの開発エンジニアには敷居が高く、PCのソフトウェア開発エンジニアや外部に開発委託する必要があるが、ベンダーにとっては開発の負担が増えていった。

EDDL規格とFDT規格を利用者視点から比較する（表1）。

表1： EDDL規格とFDT規格の比較

利用者視点の項目	EDDL規格	FDT規格
ホストシステムの信頼性	高い	劣る
	ホストシステムがEDDを解釈して実行するので信頼性はホストシステムが保証する	ホストシステムの信頼性はDTMの影響を受ける
ファイル容量	コンパクト	大きい
	EDDはEDDLで記述された機器プロファイルをホストシステムの内部表現に変換されたドキュメントであり、容量は小さい（1機器タイプあたり数キロバイト）	DTMの実体はプログラムであり、アプリケーション並みのファイルサイズを必要とする（DTM一つにつき数十メガバイト）
ファイル提供形態	ドキュメントタイプ	プログラムインストーラ
	EDDドキュメントとして機器タイプ、レビジョン単位で提供される	DTMは提供されたインストーラを使ってホストシステムにインストールを行う。DTMによっては一つのDTMで複数のプロトコル、機器タイプ、レビジョンをサポートするが、多くは機器タイプごとにDTMのインストールが必要

ファイルの入手性	容易 ベンダーやプロトコル協会のページからダウンロードができる	必ずしも容易でない ベンダーのWebサイトからダウンロードできるものもあるが、輸出規制を受ける機器もあり、DTMの入手方法はベンダーによって異なる
	すべての機器タイプで共通 ホストシステムがEDDを解釈してユーザインターフェースに展開するためLook&Feelは統一されている	DTM独自 DTM自身がユーザインターフェースを提供 DTMによるユーザインターフェースの差異を最小限にするためFDTスタイルガイドが仕様として提供されている
ホストシステム間でのユーザインターフェースの差異	あり ユーザインターフェースはホストシステムに依存するため、ツールによって操作性や視認性が異なる	なし ユーザインターフェースはDTMに依存するため、異なるホストシステムやツールでも同じ操作性と視認性が保証される
	なし ホストシステムによっては独自のプラグイン機能を用意し、フィールド機器ベンダーがこの機能を使って追加機能をサポートするものがあるが、例外である。	あり DTM自身が高度な機能や表現を提供するので、ホストシステムを問わず機能を利用できる
ホストシステムの入手性	高価 会話型端末やホストシステムは直接ベンダーから入手するため高価であり、個人で占有することは困難	安価（フリーで入手できるものもある） 市販のPCが利用でき、タブレットの利用も可能である。 無償でダウンロードして利用できる FDTフレームアプリケーションも選択できる 各人のPCで占有して利用することができる

信頼性に関しては、EDDLが有利である。ホストシステムは、フィールド機器プロファイルEDDを逐次解釈して実行するので、自身のシステムに悪影響を与えないよう保護（実行の制限）することができる。一方、FDTホストシステムは、動作中のDTMフリーズなどのDTM異常動作の影響を受けることがある。

フィールド機器の管理の点でも、EDD自体がフィールド機器のプロセスデータやアセットデータの辞書としても利用できるため、多くのフィールド機器を横断的に管理・運用ができるメリットがある。FDTホストシステムは、すべての機器データをホストのストレージに保存するが、そのデータの解読は該当するDTMしか解釈できないため、ホストシステム側でのデータ利用には適していない。

高機能性、付加価値性の点では、FDTが勝る。FDT規格に基づくDTMの実装にはEDDL以上のスキルを必要とするものの、機器の高度な機能提供、洗練されたユーザインターフェースによるユーザエクスペリエンス、高度な外部ライブラリの活用、インターネットを使ったアセットサービス連携など、高機能、付加価値を図る上で重要な規格である。

7. まとめ

本号では、フィールド機器のインテリジェント化の経緯と、これをシステムとして統合するための国際標準化までの流れと、標準化された2つの規格(EDDL規格とFDT規格)の特徴を解説した。

両規格の成立により、エンドユーザーはフィールド機器および計測制御システムのエンジニアリングを一元化および統合化でき、会話型端末・専用ソフトウェアのコストや作業効率が大きく改善された。次回7月号では、これらの標準化された規格のその後動きと、将来に向けた展望について解説する。

BRAINは横河電機の登録商標です。

FDTおよびDTMはFDT Group AISBLの登録商標です。

HARTおよびFOUNDATION fieldbusはFieldComm Groupの登録商標です。
PACTwareは、PACTware Consortium e.Vの登録商標です。
PROFIBUSは PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) の登録商標です。

参考文献

- [1] FDTグループ日本支部,
“FDT技術の基礎”,
早稲田大学理工学術院IONL FDT体験セミナー 2020資料
- [2] R. Simon et al.,
“FDT Field Device Tool”,
Oldenbourg Industrieverlag
- [3] Tetsuo Takeuchi,
“General Information of FDT2 and FDI”,
SICE Annual Conference 2015, pp1149-1155
- [4] 池田 卓史(富士電機), 山崎 洋(アズビル),
“[解説] デジタルファクトリとIEC SC65Eの電子情報統合化について”,
計測と制御2012年6月号 (Vol.51. No.06)

執筆

IEC/TC65/SC65E/WG4 国内委員会幹事、国際エキスパート
IEC/TC65/SC65E/WG7 国内委員会委員、国際エキスパート
竹内 徹夫 (横河電機)