

プロセス制御用フィールドバスサポートシステム

Fieldbus Support Technologies for Process Control Systems

劉 榴 伊東 雄 川本 淳一

■ LIU Liu

■ ITO Yu

■ KAWAMOTO Junichi

東芝の産業用コントローラであるユニファイドコントローラnvシリーズは、高度な技術を用いたコントローラ、I/O (Input/Output) モジュール、情報・制御LAN、及びエンジニアリングツールを備えている。

今回、その技術を生かし、プロセス制御用フィールドバスサポートシステムとして、インテリジェントI/OであるHART^(®)対応I/Oモジュール及び国際規格IEC 62453 (国際電気標準会議規格 62453) に準拠したFDT (Field Device Tool) / DTM (Device Type Manager) をユニファイドコントローラnvシリーズに搭載した。FDT/DTMは、プラントを構成する様々な設備を企業資産として管理するPAM (Plant Asset Management) を構築するための技術である。これにより、ユーザーは既設設備からのマイグレーション (設備の更新) や設備の新設において、配線作業などの省力化による導入コストの低減と、設計効率の向上によるエンジニアリングコストの低減を実現できる。更に、現場監視・保守も容易に実現できる。

Toshiba has been expanding its product lineup of the Unified Controller nv series. This advanced industrial controller consists of input/output (I/O) modules, an information/control LAN, and engineering tools.

We have now applied these technologies for the Unified Controller nv series to the development of the following fieldbus support equipment for process control systems: an intelligent I/O module that complies with the HART^(®) communication protocol, and a plant asset management (PAM) system to manage all facilities in a plant as a company's assets that adopts the FDT/DTM (Field Device Tool/Device Type Manager) interface specifications of the IEC (International Electrotechnical Commission) 62453 standard. These fieldbus support technologies make it possible to meet users' requirements including low initial cost and reduced engineering work due to improvement of design efficiency when implementing the migration of an aging plant and new plant construction.

1 まえがき

産業用コントローラは、鉄鋼や、紙パルプ、石油化学プラントなどの一般産業システム、通信や、交通、上下水道、ビルなどの社会インフラシステム、及び電力システムといった各分野で、多岐にわたって使用され、制御システムの中核として社会基盤を支えている。

こうした制御システムが、マイクロプロセッサを応用して開発されてから35年以上が経過した。機械化や自動化による省力化に端を発した制御システムの高度化は、情報系技術の進展に伴ってますます加速している。

東芝は1975年に分散形デジタル制御システムTOSDICを製品化して以降、分散型制御システム (DCS: Distributed Control System) やプログラマブルロジックコントローラ (PLC) を中心とした様々なシステム製品群を提供している。1989年に製品化したCIEMACではIE (I: 計装制御, E: 電気制御) 融合型コントローラを、1997年に製品化したCIEMAC-DSではオープン化への対応を、更に1999年に製品化した統合コントローラVシリーズでは装置産業系PA (Process Automation) 用制御システムと組立・機械系FA (Factory Automation) 用

制御システムの統合をそれぞれ実現した。これらのシステム製品によりエンジニアリング作業の効率化や、省スペース・省配線化、低コスト化といった時代の変化に応じたニーズに応えてきた⁽¹⁾⁻⁽³⁾。更にユニファイドコントローラnvシリーズでは、フルリモートI/OによりI/Oモジュールを統合することで、よりいっそうの省スペース・省配線化を実現した。

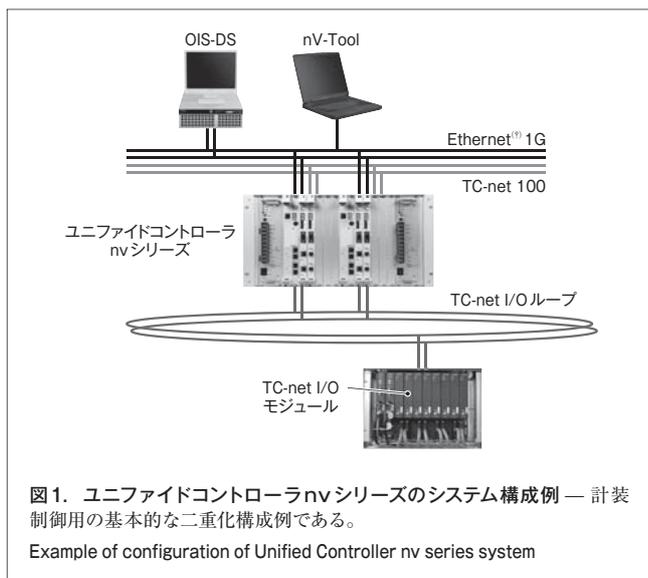
近年、TOSDICやCIEMACといった既設のDCSの多くが更新時期を迎えており、アプリケーションを含めたシステムの更新が、いかに低コストで行えるかが課題となっている。当社は、この課題に対して、既設のDCSを最新のDCSであるユニファイドコントローラnvシリーズへ低コストで更新するために、様々なハードウェア (周辺機器) 及びソフトウェア (エンジニアリング環境) を提供している。

ここでは、最新のDCSであるユニファイドコントローラnvシリーズの特長、及び既設DCSのI/Oモジュールに接続されたフィールドバスのマイグレーションに適用して低コスト化を実現した技術について述べる。

2 ユニファイドコントローラnvシリーズの特長

ユニファイドコントローラnvシリーズのシステムの構成例を図1に示す。計測・制御システムのうち、フィールド機器間を構成するネットワークがフィールドバスである。

コントローラの基幹部は、計装制御用のコントローラモジュールと、Gigabit Ethernet[®](Ethernet[®] 1G)の伝送モジュールを組み合わせた二重化構成となっている。Ethernet[®] 1Gでは、エンジニアリングツール nV-Tool、上位のコンピュータなどの情報系、及び上位のオペレーターインタフェースステーション(OIS-DS)などの監視系との通信において1Gビット/sのEthernet[®]伝送ができる。コントローラとI/O間のTC-net I/Oループは100 Mビット/sの伝送速度と100 μsのスキャン周期により高速性を実現し、同時に二重ループにより信頼性を高める構成となっている。更に、図1のユニファイドコントローラnvシリーズを複数設置した場合、それぞれのコントローラ間はTC-net 100の制御LANを経由して情報を授受できる。



3 フィールドバス (HART[®]) サポート

フィールドバスの規格は約20種類あるが、プロセス制御で多く使われているのは、Foundation FieldbusやHART[®]である。その中で、HART[®]は直流4～20 mAのアナログ信号にデジタル信号を重畳させる方式を採用している。フィールド機器は広範囲にわたって多数が散在していることから従来の信号線を利用できるHART[®]は、敷設工事を省略でき、コストを抑えたDCSの更新が可能のため、世界中に広く普及している。

HART[®]対応のI/Oモジュールは、1章で述べたCIEMACでラインアップとして提供しているが、ユニファイドコントローラ

ラnvシリーズでもTC-net I/Oモジュールのラインアップとして、高速処理用のHART[®]対応入力モジュール AI9H9B、HART[®]対応出力モジュール AO9H9B、及び低価格版のHART[®]対応入力モジュール AI9H9Cを開発した。

4 フィールドバス (HART[®]) のマイグレーション

従来は、HART[®]対応フィールド機器が持っている情報の中で、プロセス制御に直接関係ない保守情報については、コントローラを介さず、HART[®]対応フィールド機器とAMS (Asset Management System)を直接配線して構築するケースが多かった。また、AMSは各社が独自の通信方式を採用しているため、マイグレーションの対象外になることが多かった。その接続例を図2に示す。

そのようななか、様々なフィールド機器、通信プロトコル、及び設定環境をユーザーとベンダー間で統一し、機器の設定やアセットマネジメント環境を提供する技術であるFDT (Field Device Tool)が開発され、2009年にIEC 62453として規格化された。FDTはDTM (Device Type Manager)を使って、フィールド機器の設定や、操作、保守、自己診断の確認などができる。

3章で述べたHART[®]対応I/Oモジュール AI9H9B、AO9H9B、及びAI9H9C、並びにFDT/DTM搭載について、次に述べる。

4.1 HART[®]対応入出力モジュール

高速処理用のHART[®]対応入力モジュール AI9H9B及びHART[®]対応出力モジュール AO9H9Bは、1モジュール当たり

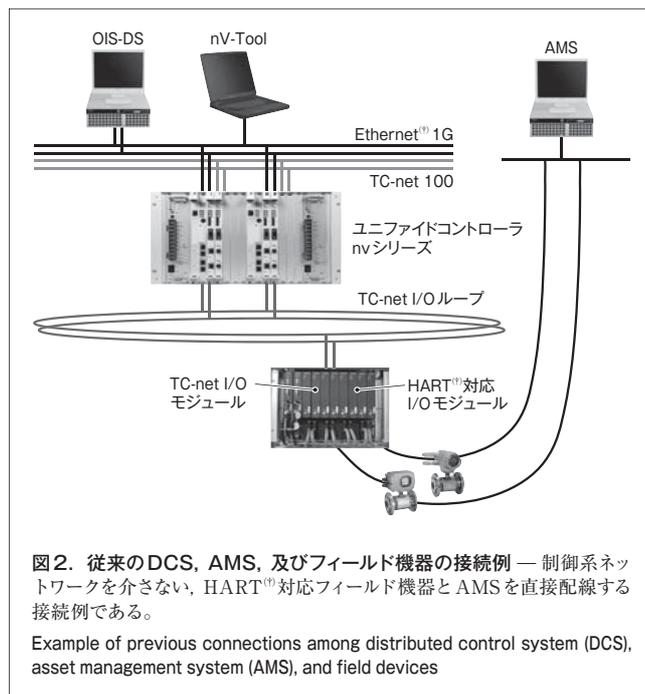


表1. AI9H9Bの仕様

Specifications of AI9H9B HART[®]-compatible input module

項目	内容	
入力チャンネル数	16チャンネル	
定格入力信号	直流1～5V (HART [®] 通信対応)	
変換サイクル	50ms以内 (16チャンネル合計)	
A/D変換データ	12,800～64,000カウント (1～5V)	
基準入力精度	±0.1% (フルスケール以内のとき)	
CMRR	100dB以上 (交流100V-50/60Hz)	
入力インピーダンス	1MΩ以上	
入力断線特性	ダウンスケール	
最大入力電圧	+10V	
故障診断	アナログ基準電圧、通信バス、HART [®] 通信、CPU、及びメモリ*1、アナログ入力値比較診断*2	
HART [®] 通信	通信信号	FSK変調方式
	通信速度	1,200ビット/s
	通信符号	ロジック1：1,200ビット/s ロジック0：2,200ビット/s
	データ構造	1スタートビット、8データビット、及び1バリティビット
	通信性能	指定チャンネルのHART [®] 通信要求 最大遅れ時間約21s
冗長化	二重化可	
許容瞬停	1ms以下	

A/D変換：アナログ/デジタル変換
CMRR：同相信号除去比
FSK変調方式：周波数変換式変調方式

*1：電源投入時の初期化診断
*2：二重化構成時だけ

16チャンネルで、チャンネルごとにHART[®]モデムを内蔵しており、複数のHART[®]対応フィールド機器と同時に通信できる。このため、プロセス制御に高速性を求められるデータを扱う場合に適している。AI9H9Bの仕様を表1に示す。

一方、低価格版のHART[®]対応入力モジュール AI9H9Cは、チャンネル数はAI9H9Bと同じ16点であるが、HART[®]モデムは1個でマルチプレクサ方式を採用している。高速性能を必要としないデータは、コストを抑えた低価格版であるAI9H9Cを適用し、最適なコストでシステムを導入できる。

これらをTC-net I/Oモジュールとして開発したため、故障診断や冗長化対応などの機能によりフィールド機器をインテリジェント化でき、システム全体として性能、品質、及び保守性に優れたシステムを構築できる。

また、nV-Toolを使うことで、HART[®]対応フィールド機器を接続するかしないかを1点ずつ設定できるため、導入時はHART[®]対応機器ではない場合でも、将来、設備を更新するときに、HART[®]対応フィールド機器への変更を容易に実現できる。

4.2 FDT/DTM搭載

FDT/DTMは前述のようにフィールド機器のインタフェース統一を実現する技術である。このFDT/DTMにより、監視及び管理の範囲は、AMSを用いた従来の構成よりも広がってきた。このため、プラントを構成する全ての設備が企業資産と考えられるようになり、これらを管理する呼び名としてPAM

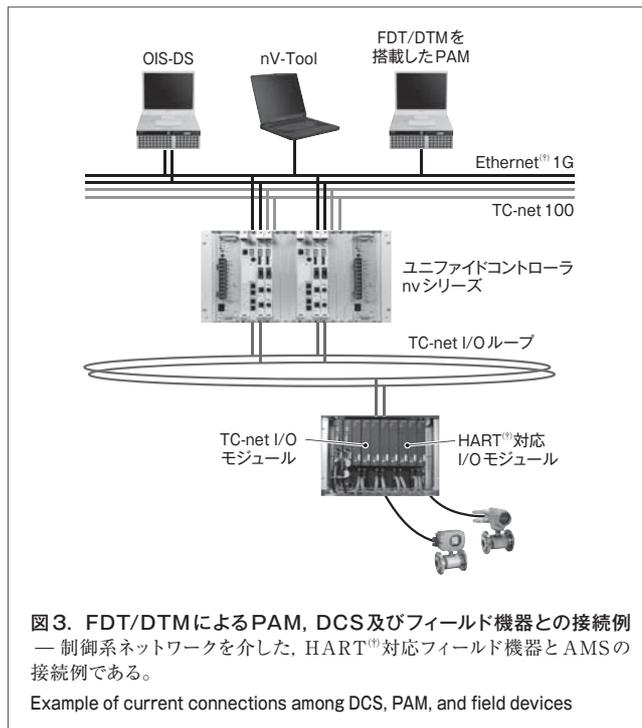


図3. FDT/DTMによるPAM, DCS及びフィールド機器との接続例
—制御系ネットワークを介した、HART[®]対応フィールド機器とAMSの接続例である。

Example of current connections among DCS, PAM, and field devices

(Plant Asset Management) という概念が出てきた。PAMは、設備の運転状態を監視して診断した情報を基に効果的な予防保全を計画し実施することで、ライフサイクルコストを最小とし、最適な資産管理を実現するものである。

FDT/DTMの搭載により、ユーザーにとって従来のシステムでは必要であった、AMSとHART[®]対応フィールド機器を接続する専用の配線を省略してシステムを構築できる。また、FDT/DTMはPAMとフィールド機器間で情報を伝送する際に情報をカプセル化するため、PAMとフィールド機器の間に位置するコントローラは情報の授受に処理を割く必要がなく、DCSの性能に影響を及ぼさずに通信できる。これらのメリットにより、ユーザーはシステム構築時の導入コストを抑えることができ、システム性能も従来と同等の速度を維持することが可能になる。したがって、DCSのマイグレーションと合わせて、AMSのマイグレーションを容易に実施できるようになった(図3)。

更に、従来は、融合コントローラCIEMACからのマイグレーションを容易に実現し、ユーザー及びシステムインテグレーターのエンジニアリングコストを低減するための手段として、CIEMACツールからのコンフィグレーション情報の変換や制御アプリケーションの変換の機能を用意していた。

これに対し、ユニファイドコントローラnvシリーズでは、nV-Toolで設定した資産をFDT/DTMへ引き継げるようにしたため、PAMの構築に関するエンジニアリングを省略できる(図4)。これにより、マイグレーションを実現しやすい環境を提供するとともにDCSとFDT/DTMの親和性を高めること



ができるため、設計作業の効率化によるエンジニアリングコストの低減及びPAMの容易な構築が可能になった。

5 あとがき

ユニファイドコントローラnvシリーズのTC-net I/OモジュールにHART^(*)対応I/Oモジュールを追加したことにより、HART^(*)対応I/Oモジュールをインテリジェント化でき、監視、管理、診断、及び保守が容易になる。また、従来のAMSとフィールド機器間の配線工事を省略できることから導入コストの低減も可能になった。

更に、FDT/DTM搭載によりPAMの構築が容易になり、設備全体の監視、管理、及び診断を一元管理でき、予防保全に活用できる。また、nV-ToolとFDT/DTMの情報連携により、システム構築の親和性を高めたため、エンジニアリングコストの低減を実現できる。

今後は、HART^(*)のほかにもFoundation Fieldbus対応やFA系で広く使われているProfibusについてもFDT/DTMの対応を進めていきたいと考えている。また、現状は、nV-ToolとPAMの監視画面は別のGUI (Graphical User Interface) であるが、将来的にはnV-Tool自体がFDT/DTMをサポートすることにより、GUIの融合を図り、動作環境の統合によるパソコンの台数削減や操作の統一を実現した統合エンジニアリング環境を開発し、更なるエンジニアリング効率の向上と導入コストの低減に寄与していく。

文献

- (1) 柴宮 理 他. 高度化するユーザーニーズに応える産業用コントローラの新技术と展開. 東芝レビュー. 68, 10, 2013, p.14 - 17.
- (2) 真島道明 他. プロセス制御システム用ワンループコントローラ LC531. 東芝レビュー. 67, 7, 2012, p.46 - 49.
- (3) 梶原 繁 他. 産業用コントローラの新技术と標準化. 東芝レビュー. 64, 10, 2009, p.6 - 9.

- HARTは、HART Communication Foundationの登録商標。
- Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標。



劉 榴 LIU Liu

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 計測制御機器部。ユニファイドコントローラ及び統合コントローラのエンジニアリング環境の設計・開発に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



伊東 雄 ITO Yu

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 計測制御機器部。ユニファイドコントローラ及び統合コントローラのファームウェアの設計・開発に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



川本 淳一 KAWAMOTO Junichi

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 計測制御機器部主務。ユニファイドコントローラ及び統合コントローラのエンジニアリング環境の設計・開発に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems