

異種ネットワークとの接続を可能にする ユニファイドコントローラ nv シリーズのアダプタ技術

Adapter Technology for Connecting nv Series Unified Controller to Various Networks

深井 英五 柴田 浩司 毛利 文隆

■ FUKAI Eigo

■ SHIBATA Koji

■ MOURI Fumitaka

一般産業、社会インフラ、電力プラントなどにおける監視制御システムの基幹コンポーネントである産業用コントローラは、ネットワークを介してフィールド機器（工場内などの計測機器）とのデータ通信が必要になるが、ネットワーク仕様は地域及び製造メーカーにより異なっている。

東芝は、高速演算かつ高信頼性を特長としたユニファイドコントローラ nv シリーズを2007年に製品化している。今回、多種多様なネットワークに対応するため、オープンネットワークであるTC-net™ I/Oループを基盤技術とし、異種ネットワーク上のフィールド機器データを画一的に扱うことができるアダプタ技術を確認した。これにより、ユーザーは接続機器のネットワーク仕様を意識することなくエンジニアリング（システムの構築及び保持）を行うことができる。

Industrial controllers are key components of control systems used in various fields including general industrial infrastructure, social infrastructure, and electric power plants.

Toshiba released the nv series unified controller, an advanced industrial controller featuring high-speed processing, highly reliable functions, and fast transmission to equipment in the field, in 2007. In response to the demand for interconnection between the nv series unified controller and equipment in the field via several types of networks, we have developed an adapter technology based on the TC-net™ I/O Loop international standard, and realized a station adapter corresponding to various networks in the global market.

1 まえがき

一般産業、社会インフラ、電力プラントなどの大規模システムでは、広域又は高密度にフィールド機器が設置されている。フィールド機器には、センサや、ドライブ装置、分析計、バルブなどが存在する。これらの機器を一括監視及び制御する基幹コンポーネントとしてコントローラがある。システムでは、多くのフィールド機器からのI/O (Input Output) データを一括処理し、かつ、それらのデータを正確に処理し、速くフィールド機器に伝える応答性が要求される。この要求に応えるため、東芝は、最新のユニファイドコントローラ nv シリーズ（以下、ユニファイドコントローラと略記）を2007年に製品化している。

システム規模が大きくなると、多様なフィールド機器が用いられる。また、コントローラからフィールド機器までの距離が離れることで、その間はネットワークを介して接続されることになる。フィールド機器が持つネットワークやインタフェースは世界各地で多様なメーカーにより製造されているが、ケーブル形状をはじめとしてネットワーク仕様など画一化されていないのが現状である。ユニファイドコントローラをグローバルな市場に投入するには、フィールド機器の持つ多種多様な異種ネットワークと接続できることがコントローラに求められる。また、コントローラが持つ高速及び高信頼性という特長を損なわないまで、高い応答性能も併せて求められる。

ここでは、今回開発した、多様な通信ネットワークとユニファイドコントローラを接続するためのアダプタ技術と、その適用事例について述べる。

2 ステーションアダプタのコンセプト

フィールド機器が持つ多様なネットワークやインタフェースに接続するためのアダプタ技術のコンセプトを図1に示す。コントローラとフィールド機器の間に接続機能（アダプタ）を持つステーションを配置する。コントローラとステーションアダプタ間は、高速大容量の伝送性能を持つ基幹ネットワークで接続する。

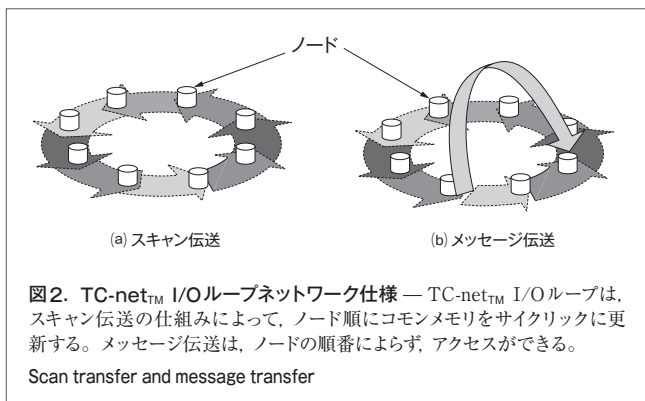
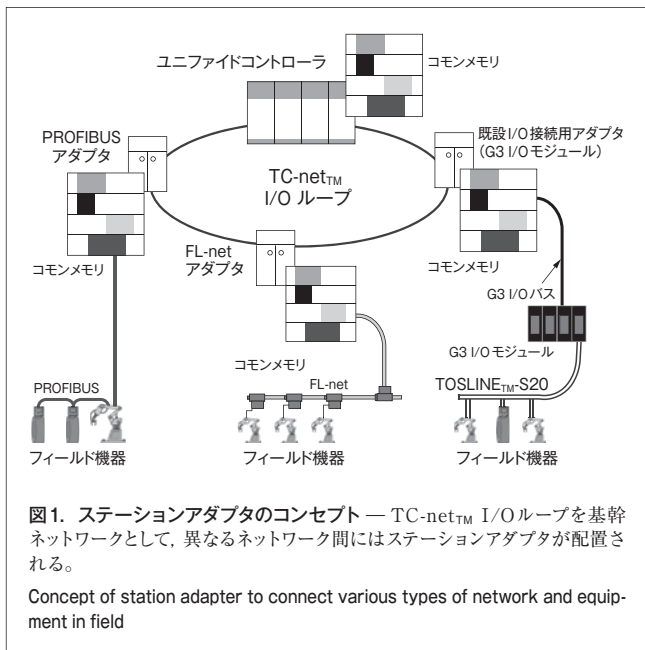
2.1 拡張性と柔軟性

最大34種類の異種ネットワーク形式を持つフィールド機器と接続できる。ステーションアダプタをシステムが稼働中でも追加、削除できるようにし拡張性と柔軟性を持たせている。

2.2 基幹ネットワークTC-net™ I/Oループ

IEC（国際電気標準会議）で2010年10月に国際標準規格化が予定されているTC-net™ I/Oループを基幹ネットワークとする⁽¹⁾。ネットワーク仕様としては、スキャン伝送とメッセージ伝送から構成されている（図2）。

スキャン伝送は、基幹ネットワークで接続されたノード（コントローラ及びステーションアダプタ）上のデータを共有させる仕組みである。各ノード上に同一容量のメモリ（コモンメモリ）が



ある。このメモリの内容は、周期的に行われている同報通信（スキャン伝送）によって同一内容に更新される。

メッセージ伝送では、ノードのスキャン順序をまたがって直接、ノード間のデータ交換が行える。

2.3 画一化されたデータ

ネットワークを介してフィールド機器から取得したI/Oデータ及びRAS (Reliability Availability Serviceability) 情報といった画一的に扱えるデータを抽出し、TC-net™I/Oループのスキャンメモリ上に同一の仕組みを使ってセットする。基幹ネットワーク上にはネットワーク仕様に依存しない画一化されたデータだけが存在する仕組みとなる。

2.4 エンジニアリングツールによる一元管理

ユニファイドコントローラを用いたシステムでは、ユーザーはシステム構築及び保守のためにエンジニアリングツールを用いる。ユーザーはフィールド機器のネットワーク方式や経由するステーションアダプタ機能の存在を意識することなく、エンジニアリングツール上でフィールド機器をすべて変数名として登

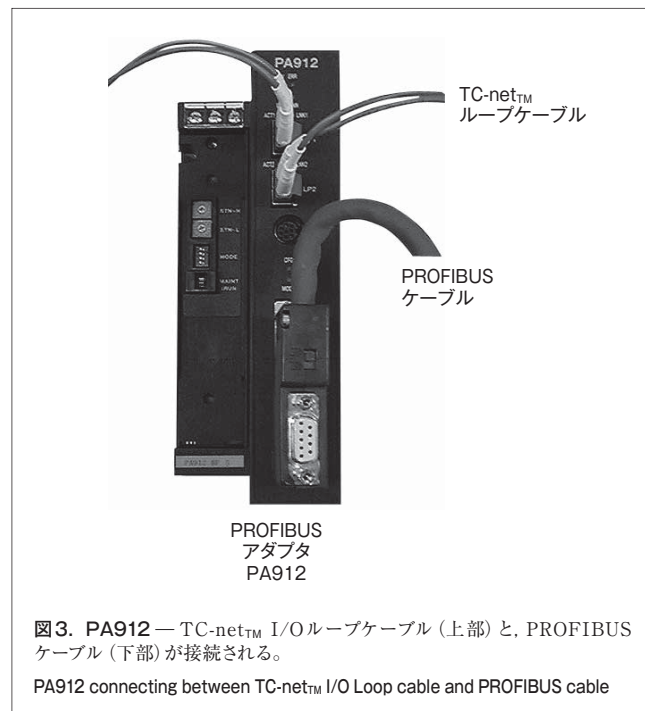
録できる。この結果、ユーザーはエンジニアリングツールを用いることで、フィールド機器を一元管理できるようになる。

3 PROFIBUSとの接続

センサやアクチュエータの高機能化に伴いインタフェース部は、従来のアナログ電流 (4-20 mA) 方式から、デジタル化と進んでいる。特に、欧州をはじめ中国ではPROFIBUS^(注1)を備えたフィールド機器の事例が増えている⁽²⁾。

PROFIBUSの伝送は、まず、マスター機器がフィールド機器であるスレーブ機器に対してデータ交換要求を送信する。受信したデータ交換要求に対してスレーブ機器が、データの応答をマスター機器に対して行うことで実現される。PROFIBUSのステーションアダプタとして、当社はPA912を2009年に製品化している。PA912の外観を図3に示す。

PA912は、TC-net™ I/OループとPROFIBUSの二つのネットワークやインタフェースの差異を埋めるために双方向からアクセス可能なメモリを持ち、両者のI/Oデータ及びRAS情報だけを抽出してデータを交換させる仕組みを持つ。また、ユニファイドコントローラを接続したシステムとして高速応答を実現するため、互いのインタフェースからの新たなデータ入力を常時監視している。TC-net™ I/OループからPROFIBUSに対して新たな出力データがあった場合、PA912をマスター局としてスレーブ局に対して出力データをPROFIBUS伝送形式でデータ交換要求を送信する。また、PROFIBUS伝送形式で



(注1) 工場内などでの、フィールド機器に用いるデジタルネットワークの一つ。

表1. PA912がサポートするPROFIBUSの仕様

Specifications of PA912 PROFIBUS module

| 項目 | 仕様 |
|----------------------|---|
| PROFIBUS規格 | EN (欧州統一規格)50170準拠, IEC 61158準拠 |
| PROFIBUSプロトコルバージョン | DP-V0 |
| トポロジ* | バス型 |
| 伝送ステーション数 (PA912を含む) | 最大124ステーション |
| データ伝送速度 | 9.6 k~12 Mビット/s |
| 物理層 | RS-485 (フォトカプラ絶縁あり) |
| 伝送符号 | マンチェスタ |
| 変調方式 | ベースバンド |
| アクセス方式 | トークンパッシング |
| 通信サービス | サイクリック伝送 入力: 768ワード+ RAS情報 35ワード 出力: 768ワード |

*コンピュータネットワークの接続形態

スレーブ機器から新たにデータの応答が入力された場合は、PROFIBUS伝送形式から入力データだけを取り出し、TC-net™ I/Oループへ新たなデータを更新する仕組みを持っている。PA912がサポートするPROFIBUSの仕様を表1に示す。

PA912の主な特長を以下に示す。

- (1) システム応答性の高さ ユニファイドコントローラからの出力指令からフィールド機器までの出力データ到着時間は最短4 msを実現した。
- (2) 多点数のフィールド機器のサポート 通常のPROFIBUSネットワーク仕様として、従来は256ワードのデータ入出力量であったのに対し、最大768ワードデータまで転送量を持つ。これにより、多点のフィールド機器に接続可能にした。
- (3) 強固なRAS機能 TC-net™ I/Oループ断線及びコントローラ故障などを監視する。異常検出時には自動で出力を停止し、フィールド機器を安全に停止させることができる。

4 FL-netとの接続

FL-netは、特にOA機器で標準となっているEthernetをベースとしたインターフェースである。日本を中心に広まっているネットワーク仕様で、主にFA (Factory Automation) 機器で広く使用されている。

FL-netと接続するステーションアダプタとして、当社はFL911を製品化している。ユニファイドコントローラのI/Oモジュールを接続する標準アダプタを共有化し、FL911を標準アダプタ配下のI/Oモジュールの一種として扱うことで、汎用性の高いFL-netステーションアダプタを実現している。

FL911がサポートするFL-netの仕様を表2に示す。

表2. FL911がサポートするFI-netの仕様

Specifications of FL911 FL-net module

| 項目 | 仕様 |
|------------------------|------------------------------------|
| 準拠規格 | IEEE (電気電子技術者協会) 802.3u 100BASE-TX |
| メディアアクセス方式 | CSMA/CD方式 |
| データ伝送速度 | 10 Mビット/s及び100 Mビット/s |
| トポロジ | スター形 |
| 伝送路 | シングルバス |
| 伝送ケーブル/ケーブル長 | カテゴリ5 ツイストペアケーブル: 最大100 m |
| ノード (ネットワーク上のステーション) 数 | 最大254ノード |
| FL911モジュール最大実装数 | 最大16モジュール |
| インタフェース | RJ-45コネクタ |

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

5 既設フィールド機器との接続

ユニファイドコントローラを2007年に製品化する以前は、統合コントローラVシリーズを用いた監視制御システムが構築されてきた。

統合コントローラVシリーズのバスインタフェース仕様はG3 I/Oバス方式^(注2)で、このG3 I/Oバスへ接続するステーションアダプタとして、当社はIA931を製品化している。

統合コントローラVシリーズでは、G3 I/Oバス上にある機器に対して直接アクセスを行うことで、データ伝送を行うモジュールもある。IA931では、同機能を実現するためTC-net™ I/Oループが持つメッセージ伝送の仕組みを用いている。ユニファイドコントローラからIA931のG3 I/Oバス上の機器に対してメッセージ伝送を行いG3 I/Oバス上の機器に直接アクセスすることで、データ伝送を実現している。IA931によりサポートされるG3 I/Oバス上のモジュールの種類を表3に示す。

IA931の主な特長を以下に示す。

- (1) システムのリプレース (更新) が容易 既設の監視制

表3. IA931とサポートインターフェース

G3 input/output (I/O) module interfaces supported by IA931

| IA931サポート インターフェース | モジュールタイプ | 種類数 |
|-----------------------|-------------|-----|
| | デジタル入力モジュール | 14 |
| | デジタル出力モジュール | 11 |
| | アナログ入力モジュール | 8 |
| | アナログ出力モジュール | 8 |
| | バルス入力モジュール | 13 |
| | 通信モジュール | 14 |
| 特殊モジュール | 9 | |

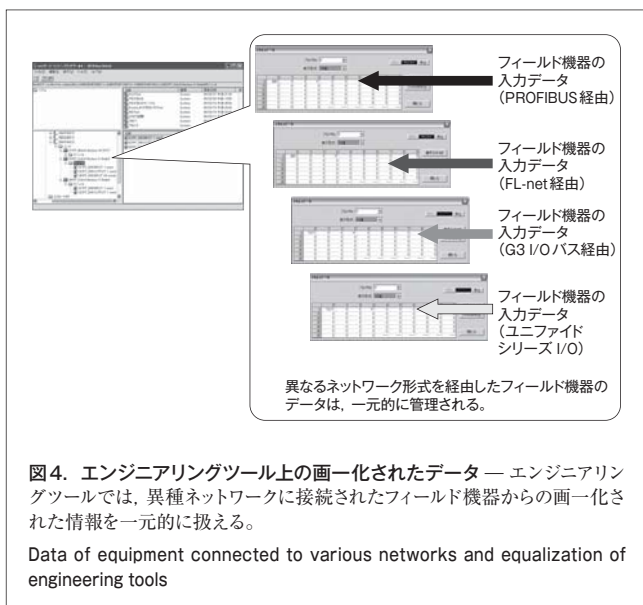
(注2) 統合コントローラVシリーズmodel 3000のI/Oモジュールが接続されるバス方式。

御システムのリプレースでは、コントローラの本体コンポーネントだけを最新機種とし、フィールド機器、フィールド配線を含むI/Oシステム以下はそのまま継続利用する段階的なリプレース需要も多い。IA931を用いることで、統合コントローラシステムから最新のユニファイドコントローラシステムへの段階的なリプレースを効率よく短期間に行うことができる。

- (2) 従来ネットワークをサポート TOSLINE™-S20, テレメータ通信など, 14種類の既存ネットワークやインタフェースと接続が可能である。
- (3) 強固なデータ誤りチェック機能 ECC (Error Check and Correct) チェックを付加し, 入出力データを符号化することで, ネットワーク上のノイズなどによるデータ化けの防止機能を持つ。

6 画一化されたフィールド機器の情報

システムの構築及び保守は、ユニファイドコントローラ用のエンジニアリングツールで行う。異なったネットワーク及びインタフェースを経由したフィールド機器データは、エンジニアリングツール上で、画一的に扱えることを確認している。その結果を図4に示す。



7 あとがき

ユニファイドコントローラは、大容量、高速演算、及び高信頼性を特長としている。世界各国のフィールド機器の多様なインタフェースに対して、コントローラの性能及び特性を損なうことなく接続でき、フィールド機器の情報をその機器が持つネットワークやインタフェースを意識することなく接続できるアダプタ技術を確立した。TC-net™ I/Oループとステーションアダプタを基盤技術として用いることで、異種ネットワーク間のアダプタ技術としてプラットフォーム化を実現した。適用した事例としてPROFIBUS, FL-netなどについて述べたが、今後は更に、Devicenetなどの各種ネットワークに対して機能拡張を図っていく。

文献

- (1) 高柳洋一. Real-Time Ethernet “TCnet™” の国際標準化への取り組み. 東芝レビュー. 64, 4, 2009, p.64-67.
- (2) 米本 郷, ほか. グローバル市場に対応する最新のフィールド計測技術. 東芝レビュー. 64, 10, 2009, p.14-17.



深井 英五 FUKAI Eigo

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部。ユニファイドコントローラなど産業用コントローラの開発・設計に従事。計測自動制御学会, 日本リモートセンシング学会会員。Fuchu Complex



柴田 浩司 SHIBATA Koji

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主務。TC-net™ 100, TC-net™ I/O ループ, 産業用ハブなど産業用ネットワークの開発・設計に従事。計測自動制御学会会員。Fuchu Complex



毛利 文隆 MOURI Fumitaka

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主務。ユニファイドコントローラ, 統合コントローラ, PLCなど産業用コントローラの開発・設計に従事。Fuchu Complex