

計装保全の効率化，生産ロスの低減を実現する， プラントライフサイクルを通じた価値を提供する機 器管理システムの開発

Development of the device management system which offers the value which actualizes the improvement of efficiency of instrumentation integrity, and the decrease of production loss passes through plant life cycle

株式会社 山武
アドバンスオートメーションカンパニー

渡邊 桂
Kei Watanabe

株式会社 山武
アドバンスオートメーションカンパニー

尾形 竜太
Ryota Ogata

株式会社 山武

尾形 知美
Tomomi Ogata

キーワード

HART, FOUNDATION フィールドバス, フィールド機器, 調節弁, 点検, 工数削減, 生産ロス

HART 通信や FOUNDATION フィールドバスをサポートした調節弁や計測機器は国内でも普及段階となったが、豊富な機能をいかに活用していくかが課題となっている。フィールド機器の初期導入時や、プラントシャットダウンメンテナンス時の機器の調整、点検作業を支援し作業の効率化（工数削減）をはかるとともに、プラント運転時の機器の監視および診断によって機器異常を起因とする生産ロスを低減するなど、プラントのライフサイクルを通して価値を提供する機器管理システムを開発したので報告する。

While control valves and measurement equipment which support HART communications and FOUNDATION fieldbus are widespread in Japan, putting their abundant functions to practical use is still a challenge. In this paper, development of an equipment management system that provides value throughout the lifecycle of the plant is reported. The system reduces production losses due to equipment irregularities by observing and diagnosing equipment during regular plant operation. In addition, it reduces the time required for initial field equipment installation and plant shutdown maintenance by supporting inspection and adjustment.

1. はじめに

HART 通信や FOUNDATION フィールドバスをサポートした調節弁や計測機器（以降フィールド機器）は国内においても採用されるケースが増え普及段階となってきた。HART 通信や FOUNDATION フィー

ルドバス通信を利用することによって、フィールド機器の初期導入時やプラントシャットダウン時に必要不可欠な調整・点検作業をシステムとして扱うことができるようになり、作業の効率化（工数削減）が可能となる。

またフィールド機器自体が持つ診断機能を活かしてより早期に異常を把握したり、データを継続的に蓄積す

ることにより、フィールド機器の故障時の前兆となるデータを把握することにより、故障を予知したりすることにも繋がる。このように情報を活用することによって、機器異常を起因とする生産ロスを低減することが可能となる。

このようなプラントのライフサイクルを通して価値を提供する機器管理システムを開発したので報告する。

2. 製造現場における課題

プラントのライフサイクルは一般的に、①設計・建設、②据付・調整、③運転、④保全、⑤廃棄の流れとなるが、通常②から④を繰り返し行い、必要な改造を行い、場合によっては廃棄することになる。

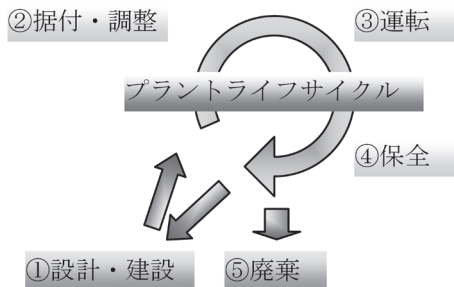


図1. プラントライフサイクル

プラントを構成するフィールド機器はプラントライフサイクルの中で様々な点検や整備が必要となる。

- ②据付・調整時
設計通りに計装されているかどうか、設定は適切かどうかの確認
- ③運転時
異常により運転に影響を与えていないかどうかの点検。さらには生産に影響を与えるような異常がないかの点検
- ④保全時
フィールド機器の検査や予防保全部品交換

これらの調整、点検、整備の作業は、計器室で分散制御システム (Distributed Control System, 以降 DCS) 上に表示されるフィールド機器のデータを確認する人と、実際にフィールド機器が設置されている現場に行って、携帯型端末などを接続して状態を確認する2人1組で実施している場合が多く、工数が多くかかることが課題である。

またフィールド機器が異常になる前に点検や整備、フィールド機器の定期交換部品の交換を行うと、運転や生産に影響を与えないが、コストが高くなってしまいます。逆に十分に点検や整備、部品交換を行わないと運転時に

フィールド機器の異常を起因とする生産の一時停止、生産しているものによってはその製品のロスを発生させてしまうことになる。点検、調整の時期を明確にし、無駄な点検を減らしつつ、必要な整備、部品交換を行うことが課題である。

これらの課題に対し、機器管理システムは、次の機能を提供することによって、フィールド機器導入時およびシャットダウンメンテナンス時の調整、点検作業の工数削減や、機器異常を起因とする生産ロスの低減を目指して開発された。

- (1) フィールド機器の管理を一元化
- (2) 計器室に置かれたシステムから調整作業を行うことによる調整作業の工数削減
- (3) 計器室に置かれたシステムから点検作業を行い自動化することによる点検作業の工数削減
- (4) アラートの発生状況やフィールド機器の各種データを監視し適切なメンテナンス時期の決定を支援

3. システム構成

3.1. ハードウェア構成

まずシステムのハードウェア構成について説明する。今回開発した機器管理システムは、DCS に接続して使用することができる。

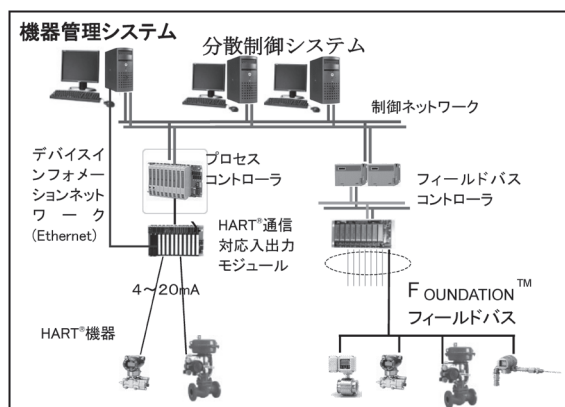


図2. システム構成

HART 通信を利用する場合は、プロセス・コントローラと HART 通信対応入出力モジュールを使用し、入出力モジュールとフィールド機器間はアナログ信号 (DC4 ~ 20mA) で接続、入出力モジュールと機器管理システム間はデバイスインフォメーションネットワーク (Ethernet) で接続する。

FOUNDATION フィールドバスを利用する場合は、FOUNDATION フィールドバス対応プロセスコントローラを介して、フィールド機器と機器管理システムを接続する。

3.2. ソフトウェア構成

次に機器管理システムのソフトウェア構成について説明する。機器管理システムは主に次の5つのソフトウェアで構成されている。

(1) 機器監視画面

機器の接続状態、アラート状態を表示する画面。DTM (Device Type Manager)、ループチェック画面、調節弁管理 PLUG-IN 画面の呼び出しを行う。

(2) ループチェック画面

フィールド機器の点検を行うループチェックを行う。

(3) 調節弁管理 PLUG-IN

調節弁に特化したメンテナンス支援アプリケーション

(4) アラート履歴データベース

フィールド機器のアラートを蓄積するデータベース

(5) プロトコル共通通信インターフェイス

FOUNDATION フィールドバス, HART の区別なく通信可能なように配慮された通信インターフェイス

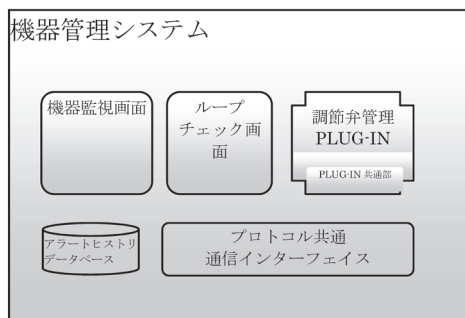


図3. 機器管理システムソフトウェア構成

4. 機器管理システムの特徴

4.1. 機器の一元管理

従来、フィールド機器の設定確認および調整には、現場で機器を操作する必要があった。そのため、プラントの制御値とフィールド機器の実際の値を確認するためには、プラント制御を行う計器室と現場とでトランシーバーなどを利用し、連絡を取り合う必要があった。

そこで、機器管理システムでは、各フィールド機器ベンダーが提供する、機器の設定や管理に必要なすべてのユーザーインターフェイスを含むソフトウェアコンポーネントであるDTMを起動することができる仕組みを実現した。また、各フィールド機器ベンダーが提供する、機器が提供できる機能や情報が記述された電子ファイルであるデバイスディスクリプションを機器管理システムで解釈し、機器の調整や設定を行う仕組みも実現した。このことにより、現場作業の回数を低減し、作業員の作業負荷軽減および作業時間短縮を実現する一方、ベンダーを問わずあらゆるフィールド機器の設定確認および調整を計器室で行うことが可能となる。そのため、従来は現場でなければ確認できなかったフィールド

機器の設定を計器室で直接管理することができるようになり、計器室におけるフィールド機器の一元管理を実現している。

4.2. マルチベンダーサポート

機器管理システムでは、フィールド機器との通信プロトコルにHART通信および、FOUNDATION フィールドバスを採用している。そのため、HART通信または、FOUNDATION フィールドバスをサポートしているフィールド機器であれば、ベンダーを問わずに管理することが可能である。

また、各フィールド機器ベンダーが提供するDTMまたは、デバイスディスクリプションを利用することにより、各フィールド機器への接続に特別な専用ソフトウェアを使用しなくても、同じ操作性でフィールド機器に接続できる環境を実現している。

4.3. フィールド機器の点検作業支援機能

機器管理システムはフィールド機器の点検作業を支援するために次の2つの機能を持つ。

- (1) HART対応フィールド機器が正しく設置、接続されているかどうかの確認を支援するためのループチェック機能
- (2) 当社調節弁の調整・設定機能

4.3.1. ループチェック

ループチェックは次の4つの機能からなる。

- (1) フィールド機器の接続状態確認
- (2) コミッショニング
- (3) AI/AOチェック
- (4) 点検作業進捗管理

ループチェックの機能はHARTユニバーサルコマンドを利用しているため各社のフィールド機器に対して使用可能である。

(1) フィールド機器の接続状態確認

接続されているフィールド機器のステータスを取得し、一覧に接続、切断、不明、不一致のいずれかの状態を表示する。



図4. 機器の接続状態確認

(2) コミッショニング

コンフィギュレーションされたフィールド機器の情報と、接続されているフィールド機器から取得した情報(ライブラリスト)とを比較し、一致しているかどうかの判定を行う。比較項目はデバイスタグ、デバイスタイプ、モデル名、HARTバージョンなどである。接続ミスや定義ミスなどを容易に検出することができる。

(3) AI/AO チェック

Analog Input (AI) チェックは、HART コマンドを用いてフィールド機器に疑似入力を指定し(入力値①)、プロセスコントローラに渡されるAD変換後の出力値(出力値①)と、HARTコマンドで読んだ出力値(出力値②)とを比較し、一致しているかどうかの判定を行う。

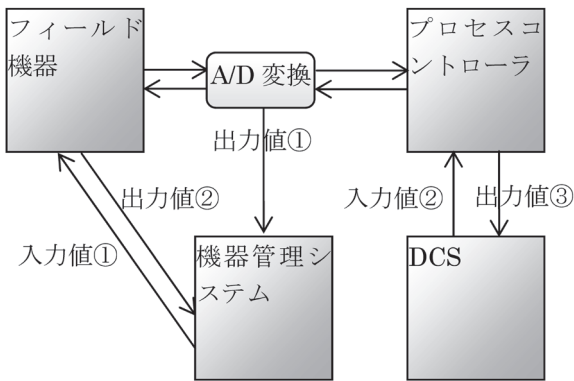


図5.AI/AO チェック

Analog Output (AO) チェックはDCSで出力値を指定し(入力値②)、プロセスコントローラからのアナログ出力値(出力値③)とHARTコマンドで読んだ出力値(出力値②)を比較して一致しているかどうかの判定を行う。

(4) 点検作業進捗管理

フィールド機器の接続確認、コミッショニング、AI/AOチェックの実施状況をフィールド機器毎に一覧表示しループチェックの一連の作業がどこまで完了したかの確認をすることができる。

4.3.2. 調節弁の調整・設定支援アプリケーション

ポジションの調整・設定作業を支援するためのいくつかのアプリケーションについて説明する。

(1) 調節弁のステップ応答検査アプリケーション

プラント停止時に調節弁にステップ応答を与え、その応答波形をグラフや数値指標で可視化することで、調節弁の劣化や異常の判定を支援するアプリケーションである。同じステップパターンで検査を行った応答波形をグラフで重ね合わせて比較することができるため、調節弁に発生している劣化や不具合を視覚的に確認するこ

とができる。また、応答波形から求めた時定数や遅れ時間、整定時間などの定量的な数値指標は、調節弁性能の定量的な評価にも役立つことができる。

さらに、あらかじめ複数台の調節弁とステップパターンをプログラムすることができるため、多数の調節弁に対するステップ応答検査を夜間などに連続で自動実行させることで、効率的に作業を行うことができる。

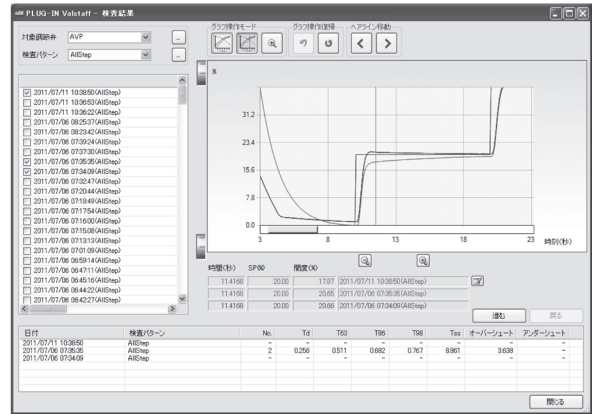


図6. 調節弁のステップ応答検査

(2) ポジショナのパラメータ管理アプリケーション

ポジションの調整・設定を容易に行い、その情報を管理するためのアプリケーションである。ポジションからデバイス情報や調整・設定データを読み、それらを一つの画面で確認・変更することができる。また、パラメータ管理の画面では、調整・設定情報を一括で管理することが可能である。管理された情報は、ポジション交換時などのデータの置き換えや、一つのポジションに対して異なる調整・設定を適用することが容易になる。

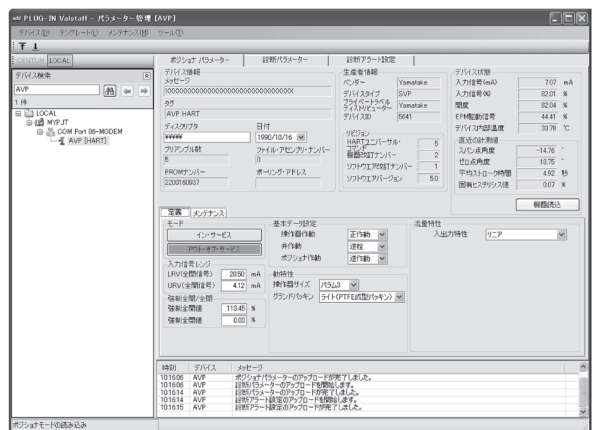


図7. ポジショナのパラメータ管理

(3) ポジショナのオートセットアップアプリケーション

当社のポジションが持つ自動調整機能であるオートセットアップを実行させるアプリケーションである。オートセットアップ中の調節弁の挙動を画面のグラフ

でモニタリングすることができるため、自動調整のプロセスに異常が無いかどうかを確認しながらの調整作業を可能にする。

また、オートセットアップの画面では、ポジションの調整項目や、平均動作スピード、ヒステリシス差指標値といった計測値を表示する。オートセットアップの前後でデータを比較表示するため、調整の良否や計測値に関連する異常の有無の推定に役立てることができる。

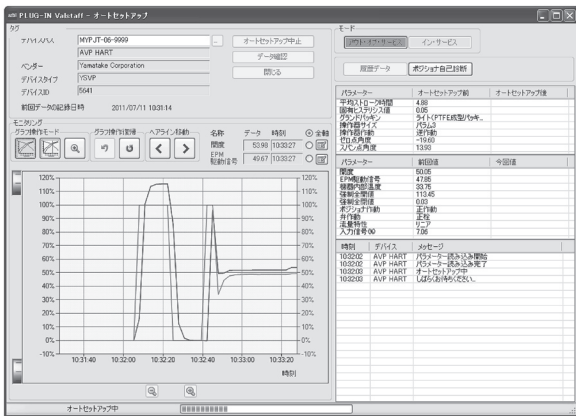


図8. ポジションのオートセットアップ

4.4. 機器の監視

4.4.1. アラート発生状況の把握

機器管理システムでは、フィールド機器のアラート発生状況を素早く把握するために、フィールド機器をツリー形式で表示する方法を採用した。

ツリー形式でフィールド機器を表示することにより、実際のフィールド機器を俯瞰的に把握し、アラートがどこで発生しているかを認識しやすい表示としている。ツリー表示にはプラントのシステム構成を元にした視点の表示および、プラントの管理単位を元にした視点の表示を用意し、フィールド機器の監視視点による切り替えを可能としている。

フィールド機器で発生したアラートは、対処の優先度を視覚的に判断できるよう、NAMUR NE107^{※1}で定義されたシンボルに準拠した優先度付けを行い、ツリーに表示する方法を採用した。

NAMUR NE107に準拠したシンボルは優先度の高いものをツリーの上位階層に表示することとし、どの場所で優先度の高いアラートが発生しているかを素早く把握することを可能としている。

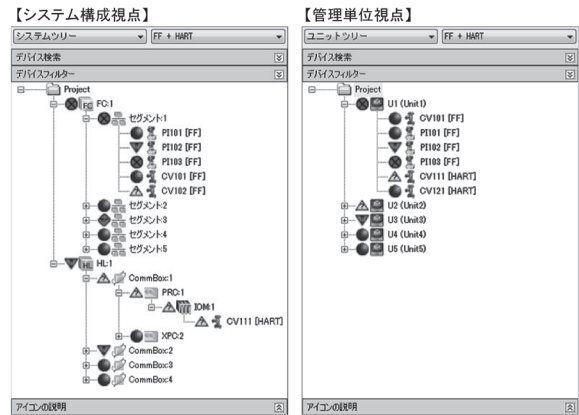


図9. 機器管理システムのツリー表示

また、ツリー表示はフィールド機器の種類別、ベンダー、デバイスタイプなどを使用してフィルタリングできるようにし、特定のフィールド機器のみをツリーに表示して、アラート発生状況を監視できることを可能とした。



図10. ツリー表示のフィルタリング

※1 NAMUR NE107 :

ドイツのプロセスオートメーションに関するユーザー団体NAMURが発行したフィールド機器アセット管理に関してまとめた要求仕様書。フィールド機器アセット管理に関しては世界的にデファクトスタンダード的存在として認知されている。

4.4.2. アラート監視

フィールド機器で発生したアラートは、データベースに蓄積することにより、フィールド機器で発生したアラートの履歴を管理することが可能となり、日時、NAMURシンボルなどの検索条件を使用して、アラート履歴から必要なアラート情報のみを素早く取り出すことを可能とした。また、フィールド機器で発生したア

ラートは、履歴の一覧から発生傾向や発生順序を分析・検証することができる。

アラート履歴に対して検索条件を指定して一覧表示することにより、例えば、不具合が発生したフィールド機器において、不具合発生直前1週間で発生した重大アラートのみを表示するということが可能となり、フィールド機器で発生する膨大なアラート情報の中から、必要な情報のみを取り出すことが可能である。

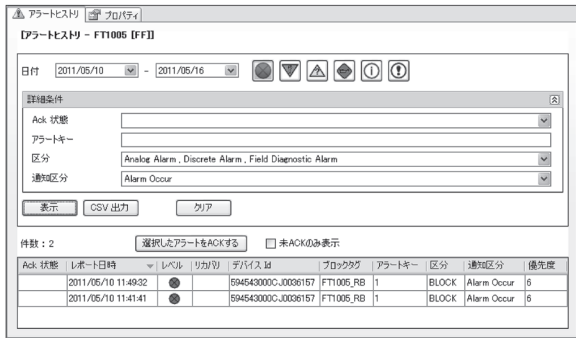


図 11. アラート履歴のフィルタリング

また、アラート履歴を、CSV (Comma Separated Values) ファイルに出力する仕組みを用意し、発生アラートに対して詳細な分析を行うためのデータを提供することを可能としている。

4.4.3. オンラインモニタリング

オンラインモニタリングは、調節弁の稼働状況に関わる診断データをプラント運転中にポジションナから収集し、診断データとして表示、管理する機能である。診断の項目には、摺動部の劣化によるグラウンド漏れや操作器の動作異常の診断、プラグヤシート部の異常の診断、また、当社オリジナルの診断アルゴリズムを用いたスティックスリップ (固着・かじりなどによる調節弁動作異常) の診断などがある。

収集した診断データをリアルタイムでグラフ表示することで、劣化の進行や異常の兆候をプラント運転中に早期に検知することが可能になる。設定された周期で常時収集される診断データは、日常保全における参照データとしても活用できる。また、グラフ表示による視覚的な確認だけでなく、あらかじめしきい値を設定しておくことで、しきい値を超えた診断データが検出された場合にアラートを発生させることができ、異常の早期発見を助ける。

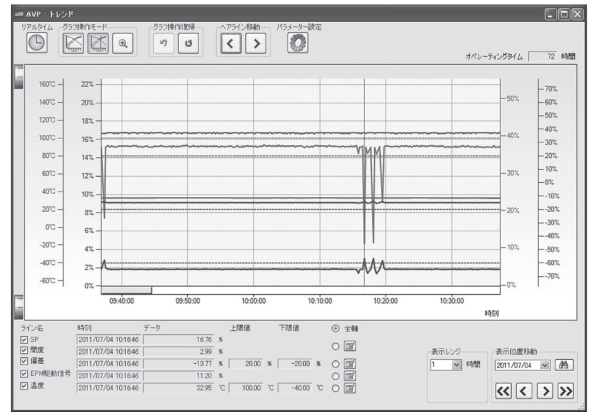


図 12. ポジションナのオンラインモニタリング

5. 機器管理システムの開発技術

5.1. フィールド機器メンテナンスアプリケーションのプラグイン化

フィールド機器のメンテナンス機能を機器管理システムからは独立したプラグインソフトウェア (以下、プラグイン) として開発することにより、さまざまなフィールド機器毎のそれぞれのメンテナンス支援機能をより容易に追加可能なシステムとしている。

最初のプラグインとして調節弁に特化したメンテナンス支援アプリケーション PLUG-IN Valstaff を開発した。開発したプラグインは、プロトコルの違いによる通信処理の差異を内部で吸収する仕組みになっている。そのため、ユーザーは HART 機器と FOUNDATION フィールドバス機器との違いを意識せずにアプリケーションを利用することができる。

また、調節弁に特化した画面や処理とそれ以外の汎用的な処理とを分離した仕組みとしているため、将来的に他のフィールド機器を対象としたアプリケーションを開発する場合にも利用可能であるような拡張性が高い内部構造になっている。

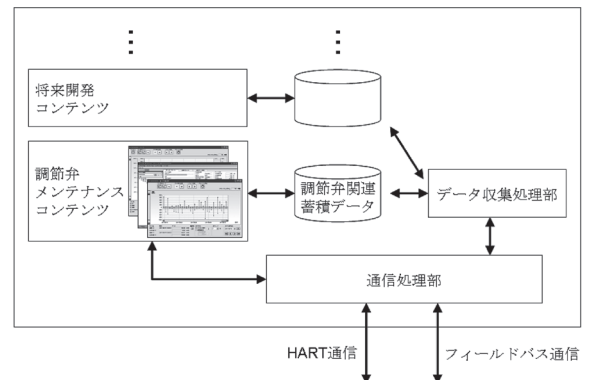


図 13. プラグイン化

5.2. フィールド機器に対する操作の動的切り替え

機器管理システムで管理するフィールド機器は、多種におよぶため、機器ごとに実行できる操作が異なる。そのため、機器管理システムでは、フィールド機器ごとに、操作メニューの内容、操作メニューの利用権限管理、操作メニューから起動されるアプリケーションの実行監視、DTM やデバイスディスクリプションの特定などを動的に切り替える仕組みを開発した。

フィールド機器ごとの異なる操作を管理するため、機器管理オブジェクトと呼ばれる操作内容などの情報を保持したオブジェクトを機器ごとにインスタンス化している。メニュー表示や DTM の起動時など、機器ごとに切り替える必要がある操作を実行する際は、この機器管理オブジェクトに従って、メニュー表示や DTM の起動が行われる。このことにより、実行時におけるフィールド機器ごとの操作内容の動的切替えを実現している。

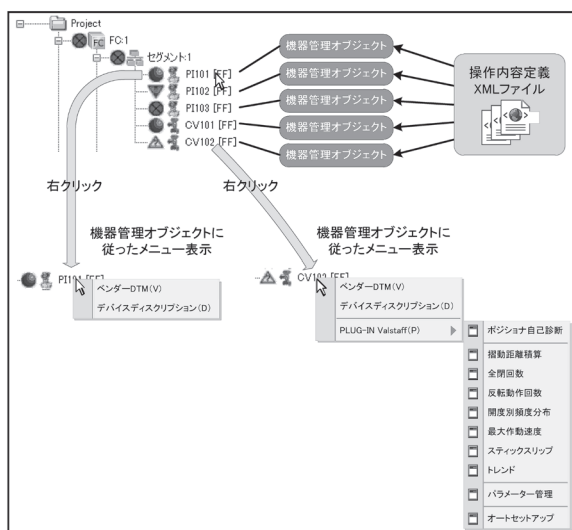


図 14. メニュー表示の動的切り替え

フィールド機器ごとの操作内容は、XML (Extensible Markup Language) ファイルで定義されている。この XML ファイルは拡張性を考慮し、プロトコルごと、ベンダーごと、モデルごとなどの区分で定義できる仕組みとしている。そのため、将来フィールド機器に対する操作内容が変更された場合でも、機器管理システムに影響をおよぼさず、XML ファイルの追加、拡張のみで柔軟に対応できるよう配慮されている。

6. おわりに

本稿では、プラントのライフサイクルを通して価値を提供する機器管理システムの機能および開発技術を解説した。

今後は、調節弁以外のフィールド機器に対応したプラグインを増やしメンテナンス機能の充実や、最新の

HART, FOUNDATION フィールドバス規格の対応を通してさらなる価値をユーザーに提供していきたいと考えている。

<商標>

- Ethernet は、富士ゼロックス株式会社の商標です。
- FOUNDATION は、Fieldbus Foundation の商標です。
- HART は、Highway Addressable Remote Transducer の略語で、HART Communication Foundation の商標です。

<著者所属>

渡邊 桂 アドバンスオートメーションカンパニー 開発部

尾形 竜太 アドバンスオートメーションカンパニー 開発部

尾形 知美 技術開発本部商品開発部

計装保全の効率化、生産ロスの低減を実現する、プラントライフサイクルを通じた価値を提供する機器管理システムの開発