

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

Industrial Controllers Meeting Sophisticated User Requirements

柴宮 理 弘田 達夫 柴田 浩司

■ SHIBAMIYA Toru ■ HIROTA Tatsuo ■ SHIBATA Koji

産業用コントローラは、一般産業、社会インフラ、及び電力の各分野における制御システムとして、製造設備や環境関連の監視管理機器など多岐にわたって適用されている。近年、制御システムの安全を確保するための機能安全の適用、省エネなど環境調和性の向上、及び操業の効率化を目的として、産業用コントローラに対し、既存の技術を有効に活用し継承しながら、更に、先進技術の適用によるいっそうの高度化が求められている。

東芝は、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ の製品ラインアップ及び機能の拡充を図ることで、高度化するユーザーニーズに応えている。

Industrial controllers are used in control systems in manufacturing facilities and environment-monitoring equipment in a variety of fields including general industry, social infrastructure systems, and electric power plants. In order to meet the growing demand in recent years for control systems offering greater safety through enhanced functional safety, environmental harmony by means of energy saving, and more efficient operation, there is an ongoing need for the application of the latest technologies as well as the effective utilization and inheritance of existing technologies for industrial controllers.

To satisfy these increasingly sophisticated user requirements, Toshiba has been expanding its lineup of the Unified Controller nv series™ with further strengthened functions.

1 まえがき

産業用コントローラは、鉄鋼、紙パルプ、石油化学プラントなどの一般産業、上下水道、通信、交通、ビルなどの社会インフラ、及び発電、送配電などの電力、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。

東芝は、1975年に分散形デジタル制御システムTOSDIC™を製品化して以来、DCS (Distributed Control System) や PLC (Programmable Logic Controller) を中心とした様々なシステム製品群を提供している。1989年の統合制御システム CIEMAC™ではIE (I: 計装制御, E: 電気制御) 融合型コントローラを実現し、また、1997年のCIEMAC™-DSと1999年の統合コントローラVシリーズでは、オープン化技術への対応と、コンピュータ、計装制御、及び電気制御を同じプラットフォーム上で動作させることを実現した。これら製品群により、効率化、省スペースと省配線、及びコスト低減といった時代の変化とともに高度化するユーザーニーズに対応してきた。更に2007年のユニファイドコントローラ nv シリーズ™では、DCSとPLCが同一プラットフォーム上で動作するコンセプトを維持しつつ、コントローラ処理速度を向上させ、また、フルリモートI/O (Input/Output) によりI/Oを統合することで、よりいっそうの省スペースと省配線を実現した。

ユニファイドコントローラ nv シリーズ™では、電気制御製品群として、安全PLCや中小型PLCへとラインアップを広げ、各種のアプリケーションへ対応できるようにしている。また計装制御製品群としても、SOE (Sequence of Event)^(注1)表示・診断機能や、アラーム管理パッケージ、プロセス制御最適化ツールなどを製品化して、各種のアプリケーションに対応できるようにして、適用範囲を広げている。

ここでは、近年更に高度化するユーザーニーズに対応し続けている、当社産業用コントローラの新しい製品展開について述べる。

2 産業用コントローラに求められる要件

制御システムに使われる産業用コントローラには、近年、次の3点が求められている。

- (1) 安全・安心 従来の信頼性の確保に加えて、機能安全系も同一システムとして構築する
- (2) 継承性と発展性 既設のコントローラの置換を低コストかつ少工数で実施可能にするとともに、先進技術の適用によりシステムを高度化する
- (3) 省エネと操業効率化 プラント操業にかかるエネルギー

(注1) プラントで発生する自動停止などの事象前後の、関連する要因の時系列データ。

ギー消費を最小限にしつつ、かつプラントオペレーターの負担を低減するなど操業を効率化する

当社は、産業用コントローラに求められるこれら三つの要件を具体化して、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ で製品化した。

3 ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ の拡充

ここでは、2章で述べた三つの要件に沿って、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ で実現した、新技術によるラインアップの拡充と各種アプリケーションへの対応について述べる。

3.1 安全・安心

3.1.1 安全コントローラ PLCの機能安全個別規格

IEC 61131-6 (国際電気標準会議規格 61131-6) が制定されるなど、近年、社会インフラシステムに対しても、機能安全への要求が高まっている。当社はこれに応じて、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ の信頼性に加え機能安全基盤技術を確立して搭載した、ユニファイドコントローラ nv-safety シリーズ安全コントローラ type1s をラインアップに追加した (図1)。

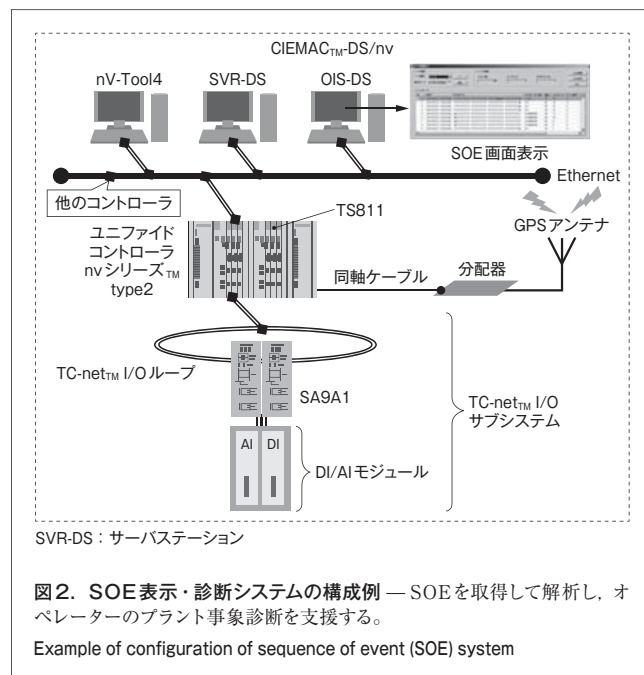
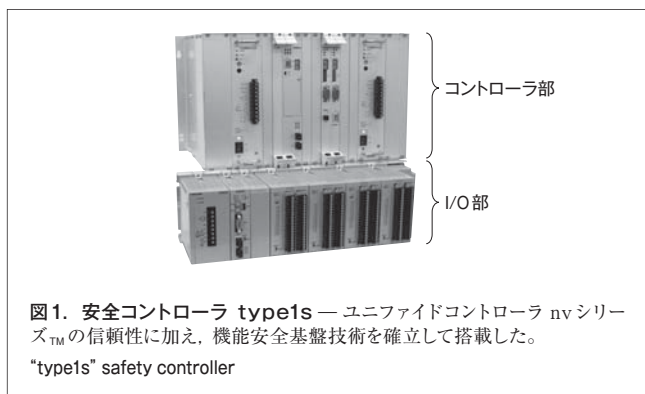
nv-safety シリーズはCPU、インタフェース (I/F)、及び I/O の各安全モジュールの自己診断機能と、I/O データ更新時に行う自己診断機能を強化した。また、16種の安全ファンクションブロックにより安全シーケンスを容易に実現できるとともに、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ エンジニアリングツール (nV-Tool) やコントローラ間ネットワーク TC-net™ 100 の採用など従来機種との親和性を確保することで、より多くのシステムへの適用が可能になっている。

3.1.2 プラント事象診断パッケージ

プラントを安全・安心に操業するためには、プラントが緊急自動停止した場合など、プラント事故や機器の不具合及び故障の要因を調査して解明し、再発防止策を講じ日々改善していくことが重要である。

CIEMAC™-DS/nv では、nV-Tool4 を用いて設定されたプラント事象要因の SOE を表示し、オペレーターのプラント事象診断を支援する。

SOE 表示・診断システムの構成例を図2に示す。SOE 表



示・診断システムは、CIEMAC™-DS/nv の一部として、TC-net™ I/O サブシステムのイベントデータを収集するための SOE 用アダプタ SA9A1 を追加して構成される。また、複数コントローラの SOE を同時に診断する場合には、システム時刻を同期させるためのタイムサービスモジュール TS811 が更に追加される。SOE 表示・診断システムを構成するこれら機器の詳細を、次に述べる。

- (1) SA9A1 ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ の type2 コントローラと TC-net™ I/O ループを介して接続され、サブシステムのイベントデータを収集するためのアダプタで、デジタル入力 (DI) の変化を 1 ms 周期で監視する。DI に変化を検出したとき、データにタイムスタンプを付けて保存する。また、DI に変化を検出した場合にアナログ入力 (AI) も取得可能である。
SA9A1 は、nV-Tool4 で設定された事象要因を検出したとき、データの収集を停止する。収集したイベントデータは、監視制御用ヒューマンマシンインタフェース OIS-DS の SOE 画面表示で確認できる。
- (2) OIS-DS の SOE 画面表示 オペレーターが SA9A1 の収集したイベントデータを確認するための標準画面である。プラントで特定の事象要因が発生すると、OIS-DS はオペレーターにガイダンスを提供し、オペレーターは必要に応じて SOE 画面表示を確認できる。また、SOE 画面表示の内容を CSV (コンマ区切り) 形式で保存し、他のアプリケーションを使って詳細に分析することもできる。
- (3) TS811 GPS (全地球測位システム) から協定世界時 (UTC) を取得し、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ type2 コントローラにミリ秒単位の時刻データを供給する

モジュールである。TS811が取り付けられたtype2コントローラ配下のTC-net™ I/OサブシステムのイベントデータはUTCでタイムスタンプされるため、オペレーターは複数のコントローラが収集したSOEを標準時刻で取り扱うことができる。

3.2 継承性と発展性

3.2.1 中小型コントローラ nv type1 light 当社は、統合コントローラ S2及びS2T/S2Eの後継機種として、中小型コントローラ nv type1 light PUM11 (標準型), PUM12 (高性能型), 及びPUM14 (二重化対応型)をラインアップした(図3)。

また同時に、TC-net™ I/Oサブシステム経由で、統合コントローラ model 2000のI/Oモジュール群 (G2 I/O)の接続数を拡大できるアダプタ GA922と、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™のコントローラ間ネットワークを実現するTC-net™ 100LP伝送モジュール TN623を開発した。

更に、統合コントローラ model 3000及びPROSEC-T3/T3HのI/Oモジュール群も使用できる。

nv type1 lightの特長は、次のとおりである。

- (1) 統合コントローラ model 2000からの継続性を確保
統合コントローラ model 2000の電源や、ベース、G2 I/Oなどを継続して使用できる。エンジニアリングツールにはnV-Toolを適用し、統合コントローラとユニファイドコントローラ nv シリーズ™で共通のシステムコンフィグレーションを実現し、使用言語もIEC 61131-3に準拠して共通化している。
- (2) ユニファイドコントローラシステムへの融合 TC-net™ I/Oサブシステム経由でI/O点数を拡張可能で、TC-net™ 100LPによりnvコントローラ間のネットワーク伝送が可能になる。また、各種コントローラ間の接続を実現するために、通信ネットワークのサポートを拡充した。
- (3) 耐環境性能の向上 TC-net™ I/Oサブシステムを光ケーブル化して耐ノイズ性を向上させ、高信頼性メモリの採用により可用性を向上させた。

3.2.2 ワンループコントローラ LC531/LC532

上下水道などの計装制御システムにおける小規模プラントに

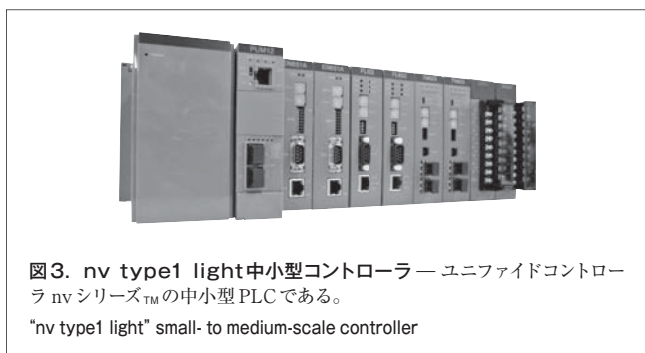


図3. nv type1 light中小型コントローラ — ユニファイドコントローラ nv シリーズ™の中小型PLCである。
"nv type1 light" small- to medium-scale controller



図4. ワンループコントローラ LC531/LC532 — 従来の製品に比べて2倍の高速化と約60%の省電力を実現した計装制御用コントローラである。
LC531 one-loop controller

対応したワンループコントローラとして、電流出力タイプのLC531に加え、パルス出力タイプのLC532を製品化した(図4)。

従来の製品に比べて2倍の高速化と約60%の省電力を実現した。計装制御に必須の、電流出力タイプとパルス出力タイプのコントローラがともにラインアップに加わったことにより、小規模のパネル計装や分散制御系などの計装分野に、簡単なエンジニアリングで幅広く適用できる。当社独自のECバス伝送を介してLC531/LC532を接続することにより、従来機種であるEC300シリーズを使用した既設システムの更新を効果的に行うこともできる。

更に、世界的に普及しているModbus RTU (Remote Terminal Unit)に対応する拡張出力機器を対象として、汎用リモートI/O接続機能を搭載した。現在対応しているリモートI/O機種は、ME1000 (エムティティ (株) 製)とR3シリーズ ((株)エム・システム技研製)で、リモートI/O側が検出したリードバック異常などの警報を検出可能である。TC-net™ I/Oとほぼ同じ操作でリモートI/Oの登録が可能であり、前述の2機種以外のリモートI/O群でも、“Modbus汎用”の指定により接続できる。

3.3 省エネと操業効率化

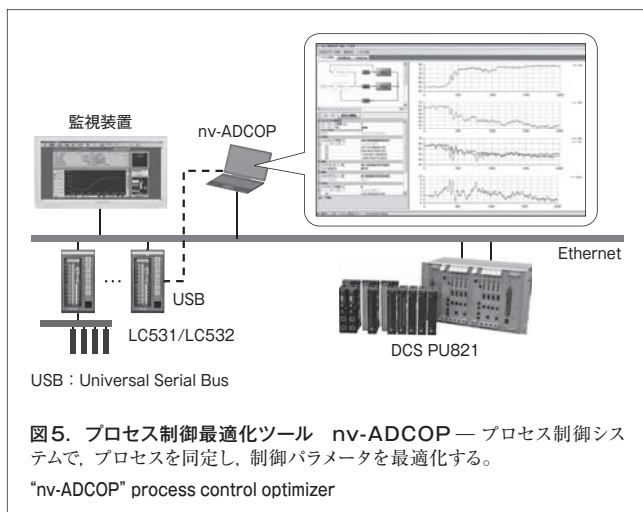
3.3.1 モデル駆動PID制御とプロセス制御最適化ツール⁽¹⁾

プロセス制御分野では、制御ループ全体の約90%を占めるとされるPID (比例, 積分, 微分) 制御を最適化することが、生産性や省エネ性を向上させる一つの課題となっている。

当社はこのニーズに応えるため、ユニファイドコントローラ nv シリーズ™において、従来のPID制御に比べて優れた制御性能を備えるモデル駆動PID (MD-PID) 制御^(注2)のファンクションブロックを開発した。また、これを含むプロセス制御性能を最適化できるプロセス制御最適化ツール nv-ADCOPを開発した(図5)。

MD-PID制御は、特にむだ時間の長いプロセスに対する制御性に優れている。また、nv-ADCOPは、自動的に特定プロセスのパラメータを同定でき、最適な制御性能となるよう制御

(注2) モデル駆動制御システムは、木村英紀氏 (元東京大学教授) により2000年に提案された制御概念。



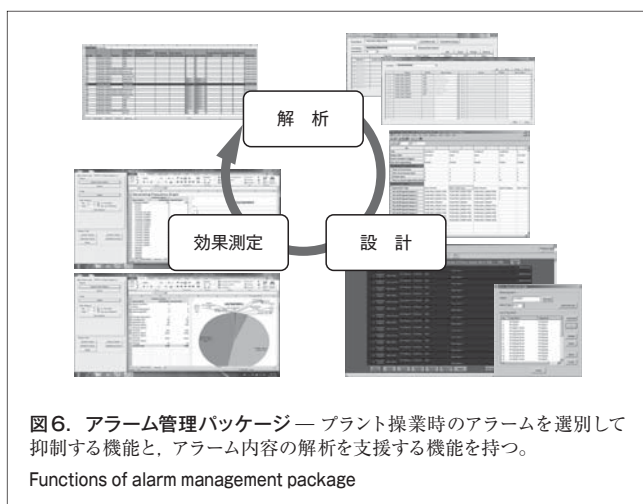
パラメータの値を求めることができる。

3.3.2 アラーム管理パッケージ 近年、プラントの安全かつ効率的な操業を実現するため、EEMUA (Engineering Equipment and Materials Users' Association) から発行された EEMUA No.191 や ISA 18.2 (国際計測制御学会規格 18.2) など、プロセス産業におけるアラーム管理のガイドラインや規格が発行され、プラントの操業状態に応じたアラームの適正な管理が注目されている。

アラームの役割は、プラントの操業状態の変化をオペレーターへ伝達してプラントの維持管理を補助することである。一方、プラント装置の故障などによって発生する大量のアラームは、オペレーターによるプラントの維持管理を阻害する要因であるとされている。

アラーム管理パッケージは、アラームの解析、設計、及び効果測定というアラーム管理の運用サイクルで次に述べる重要な機能を果たすことで、プラント操業の安全で効率的な維持管理に貢献する (図6)。

- (1) アラーム抑制 スタートアップやシャットダウンなど



のようにプラントの状態が変化すると、アラーム発生のおしきい値もそれに応じて変化する。こうしたプラントの状態変化の過渡期に不要アラームがしばしば発生し、オペレーターにとって不要な負担となっている。アラーム管理パッケージには、あらかじめ設定されたイベント条件などに従い不要アラームを自動抑制する、アラーム抑制機能を実装した。これにより、オペレーターが本来対処すべき重要なアラームを見逃すのを防止できる。

- (2) アラーム解析支援 アラーム解析では、不要アラームの特定や抑制機能の効果測定だけでなく、他の工程との情報交換も必要になる。アラーム管理パッケージは、市販の表計算スプレッドシートソフトウェアの帳票形式に対応しており、アラーム解析を支援する。

4 あとがき

安全・安心、継承性と発展性、及び省エネと操業効率化の要件項目を中心に、当社ユニファイドコントローラの新技術による機能と性能の改善や、信頼性の確保、スケーラビリティの向上など、その特長について述べた。

今後、無線技術の応用による適用システムの拡大、セキュリティ強化による信頼性の向上、国際標準化推進に基づくグローバル化、及び環境関連規格への対応強化による環境への調和を積極的に推進していく。

今後も制御システムユーザーからの要求や標準化の動向を的確に捉え、いっそうの機能向上とソリューションの提案を行っていく。

文 献

- (1) 小野将英 他. フィールド指向型プロセス制御最適化ツール <nv-ADCOP>. 計測技術. 41, 2, 2013, p.9-13.
- (2) 柴田浩司 他. 産業用コントローラの新技術と標準化. 東芝レビュー. 66, 10, 2011, p.19-22.



柴宮 理 SHIBAMIYA Toru

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 計測制御機器部主査。ユニファイドコントローラ、統合コントローラ及びPLCの設計・開発に従事。

Fuchu Operations-Social Infrastructure Systems



弘田 達夫 HIROTA Tatsuo

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の設計・開発に従事。

Fuchu Operations-Social Infrastructure Systems



柴田 浩司 SHIBATA Koji

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 計測制御機器部グループ長。ユニファイドコントローラ及び監視制御ネットワーク装置の設計・開発に従事。計測自動制御学会会員。

Fuchu Operations-Social Infrastructure Systems