

## FA と PA の真の統合化を進める PLC 計装システム

オムロン 吉田 順一

### 1. はじめに

シーケンス制御を目的として開発されたプログラマブルコントローラー（以下 PLC）は FA 分野においてはその安価さと高信頼性が高く評価されており、性能面においても処理速度の向上や高機能化、ネットワークへの対応などを実現し、その適用分野を拡大してきた。また汎用製品として普及してきたパソコンもその機能を飛躍的に高性能化し、そのオープンな接続性が広くユーザーに受け入れられ生産台数は年に 1000 万台数を越えるまでにいたっている。

一方、一般的に計装制御システムとしては分散型制御システム（以下 DCS）が広く採用されているが、市場からはもっと安価でコンパクトな制御システムを求められてきている。この要求に対しては、従来からパソコン + PLC の組み合わせシステムが採用されてきた。しかし高機能化、高性能化してきたとはいえシーケンス制御を目的としたラダー主体の PLC のプログラミング言語はループ制御には向かない上に搭載されている命令の種類がループ制御用としては機能不足であることからユーザーは苦心してプログラミングすることによりその不足している機能を補っている。

この課題に対して、当社は長年培った FA 技術の上に PA の技術を融合した PLC ベースの計装制御システム（以下 PLC 計装システム 写真）を昨年発売し小規模計装制御の分野で高い評価いただいている。PLC 計装システムでは PLC のメリットである低価格、コンパクト性を生かしながらできる限り DCS の優れた点を取り込み、Easy Operation、Easy Engineering、Easy Maintenance を実現した。本稿では、PLC 計装システム開発の背景と当社の取り組みを述べ、商品の特徴と概要を紹介する。

### 2. PLC 計装システム開発の背景

#### 2.1 制御システムの構造改革

依然として厳しい経済環境の中で多くの企業が既存システムの老朽化に伴う設備の更新の時期を迎えている。その一方で企業はグローバル化、自由化により一段と厳しい競争力を求められている。それと同時に市場の要求は HACCP 導入に代表されるように安全性などへの希求はより一層強まっている。このような状況の中で国際競争力を高め生き残っていくためには多様化する市場要求に対していかにして高品質・低価格な商品をタイムリーに市場に提供していけるかがその鍵となる。そのためにはシステムのダウンサイジングはもとより、制御と情報の統合化や需要変化に対して最適に対応できるシステムへの再構築が必要不可欠である。

#### 2.2 現状システムの問題点

こうした中で計装業界をみるとユーザーの要求は複雑で高度な計装技術を必要とし

た大型計装システムから安価でフレキシブルな簡易計装システムへと移行してきた。制御システムの構築に関しても市販制御機器を部品選択し自社作もしくは関連エンジニアリング会社にシステム構築を依頼するなど、選択出来る事でプラントノウハウは漏れず、安価にシステムが構築出来るようになってきたといえる。とりわけ PLC を使用した計装システムは、ハードの安価さとメンテナンスの容易さからその利用範囲を拡大してきている。しかしその一方で PLC ベースでの計装制御はハードウェアコストやメンテナンスコストについては低減できたが、エンジニアリングコストについては高くなる場合が多かった。そこで PLC をより手軽に幅広く扱えるようにする観点から、容易かつ柔軟に扱える機能や商品が PLC に求められていた。

### 3. ブレークスルー

PLC を計装制御の中で本格的に採用していくには DCS と比較して2つの大きな課題を抱えていた。まず一つめの課題として、PLC のプログラミング言語自体が元来シーケンス制御用であり、ループ制御に向いていないことである。用意されている命令種類がループ制御用としては完全に機能不足であり、カスケード制御のように少し高度な制御方式を適用しようとするとは並大抵ではない努力を必要とした。二つ目の理由としてはプロセス信号の入出力部においてチャンネル間絶縁がほとんど用意されていないことである。DCS では常識であるチャンネル間絶縁も従来の PLC ではほとんど用意されていないことが多く、そのためにアイソレータやディストリビュータなどの外付けの変換器が必要となっており省スペースや省コストの妨げとなっていた。

これらの課題に対して当社の PLC 計装システムは DCS の常識を PLC に取り込むことをコンセプトとして企画開発した。開発にあたっては PA 技術ノウハウをもったキャリア人材を積極的に活用することによりキーテクノロジーとなる DCS 機能を取り込み、またそれらと当社が FA の世界で長年培ってきた豊富なノウハウとを統合することで PLC のもつ低価格性とコンパクト性を兼ね備えた PLC 計装システムを実現した。さらにはユーザーが計装システムを導入するにあたり必要とされるエンジニアリングのサポート体制についても豊富な計装ノウハウをもった SI (システムインテグレーター) 等との連携を深めており今後も強化していく予定である。

#### 4. システム構成と特徴

図1にPLC計装システムにおける代表的な構成例を示す。本システムはSYSMAC CS1シリーズに計装用ユニットあるいはソフトウェアを追加して構成される。

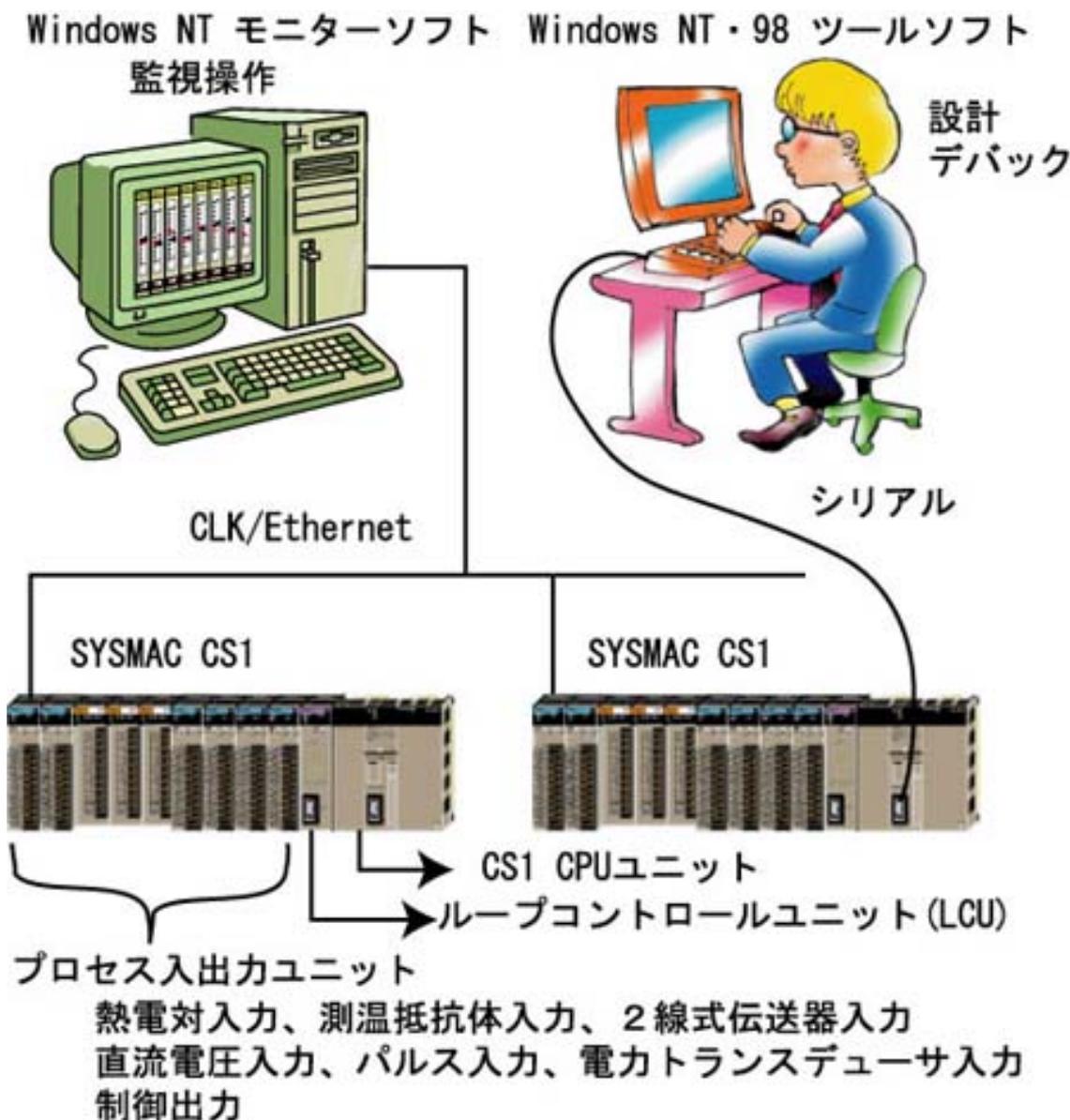


図1 PLC計装システム構成例

以下に各構成要素の特徴を述べる。

##### 1) プログラマブルコントローラ-SYSMAC CS1 (以下 CS1)

設計・開発効率を向上する Windows 上の統合開発環境を提供し、シームレスなネットワークを実現するソリューションコントローラである。PLC 計装システムはシーケンス制御

や通信機能についてはCS1の機能をそのまま使用できる。特にCS1の特徴である異種ネットワーク間のメッセージ通信はトータルな現場情報化の鍵を握る大きな要素の一つとなる。

- ・情報系ネットワーク : Ethernet
- ・FA系ネットワーク : Controller Link
- ・マルチベンダネットワーク : DeviceNet (CompoBus/D)

## 2) ループコントロールユニット (以下 LCU)

CPUがシーケンス制御を実行するのに対して、LCUがループ制御の実行を担当する。LUCは最大32ループのPID演算、最大250個の各種プロセス用演算が可能で、CS1シリーズCPUユニット1台に対して最大3枚まで装着することができる。LCUの特徴はループ制御に必要な機能を計器ブロックという単位で搭載し、その種類がDCS同等レベルに豊富な点である。現在、計器ブロックは100種類以上搭載しており、これらによりすべての機能をフローシート作成の要領で計器ブロックの組み合わせだけで実現できる。表1に仕様概要を示す。

項目		仕様		
名称	ループコントロールユニット			
形式	形CS1W-LC001			
適用PLC	SYSMAC CS1シリーズ			
演算方式	計器ブロック方式			
計器ブロックの使用可能最大数	合計: 最大661ブロック			
	アナログ演算	調節ブロック	基本PID, 高度PID, ブレンドPID, 流量パッチ仕込み, 2位置ONOFF, 3位置ONOFFなどの調節機能 10種類	最大32個
		演算ブロック	上下限警報, 偏差警報, 開閉演算, むだ時間演算, 進み遅れ演算, 折れ線プログラム, パルス列積算などの各種プロセス用演算機能	最大250個
	ステップラダーブロック	論理シーケンスおよびステップシーケンス機能	合計4000コマンド 最大100コマンド/1ブロック 最大100ステップに分割可能	
	入出力ブロック	フィールド端子ブロック	アナログ入出力ユニットとのアナログ入出力機能, 基本I/Oユニットとの接点入出力機能	最大80個
		CPU端子ブロック	CPUユニットとのアナログデータ入出力, 接点入出力機能	最大16個
		ノード端子ブロック	パソコン宛て送信 ネットワーク上PLC宛て送信 ネットワーク上PLCからの受信	最大32個 最大50個 最大100個
	システム共通ブロック	システム共通演算周期設定, 運転指令, 負荷率モニタなど	1個	
	制御方式	PID制御方式	2自由度PID	
		組み合わせ可能制御タイプ	基本PID制御, カスケード制御, フィードフォワード制御, 可変ゲイン制御, サンプルPI制御, スミスむだ時間補償制御, ギャップ付きPID, オーバーライド制御, プログラム制御, 時間比例制御など, 計器ブロックの組み合わせ可能範囲で自由	
警報	PIDブロック内蔵	1PIDブロックあたり, PV警報4点(上限, 下限, 下下限), 偏差警報1点		
	警報ブロック	上下限警報ブロック, 偏差警報ブロック		

表1 ループコントロールユニット(LCU)仕様概要

## 3) ツールソフト

LCUのエンジニアリングを行うソフトウェアである。ワークシート上に必要な計器ブロックを張り付け計器ブロック間の信号をマウスで結線するというグラフィカルなプログラミングスタイルが特徴である。計器ブロックは演算ブロックの組み合わせだけでなくフィールド入出力の指定などすべての機能を実現できる。計装の知識があればDCSを知らなくてもプログラミング可能である。以下にシステム構築手順を簡単に説明する。

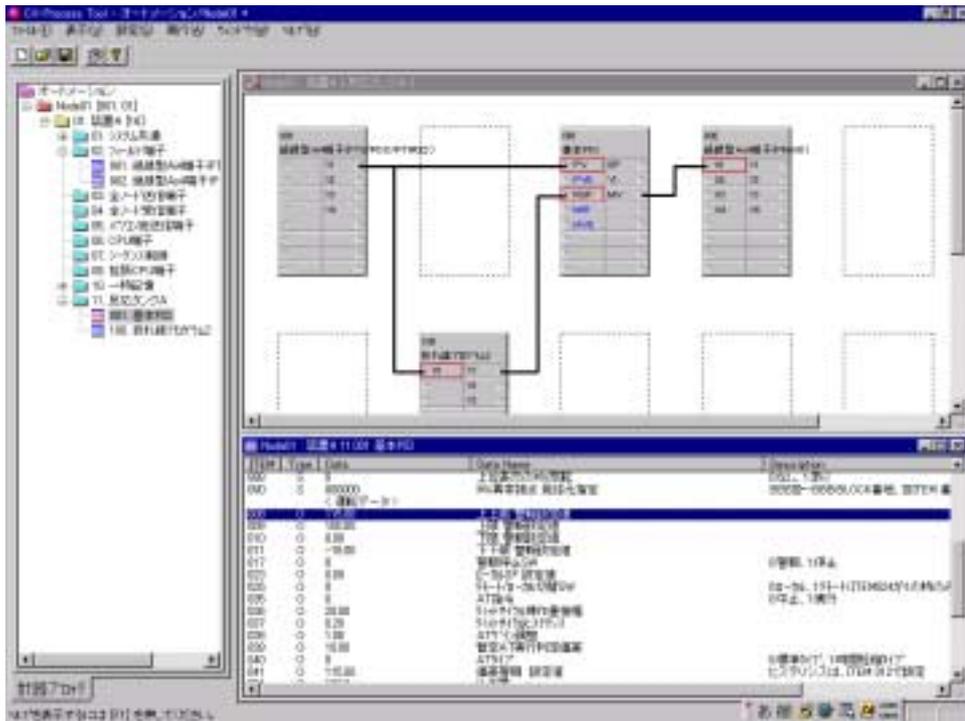


図2 計器ブロック結線図画面

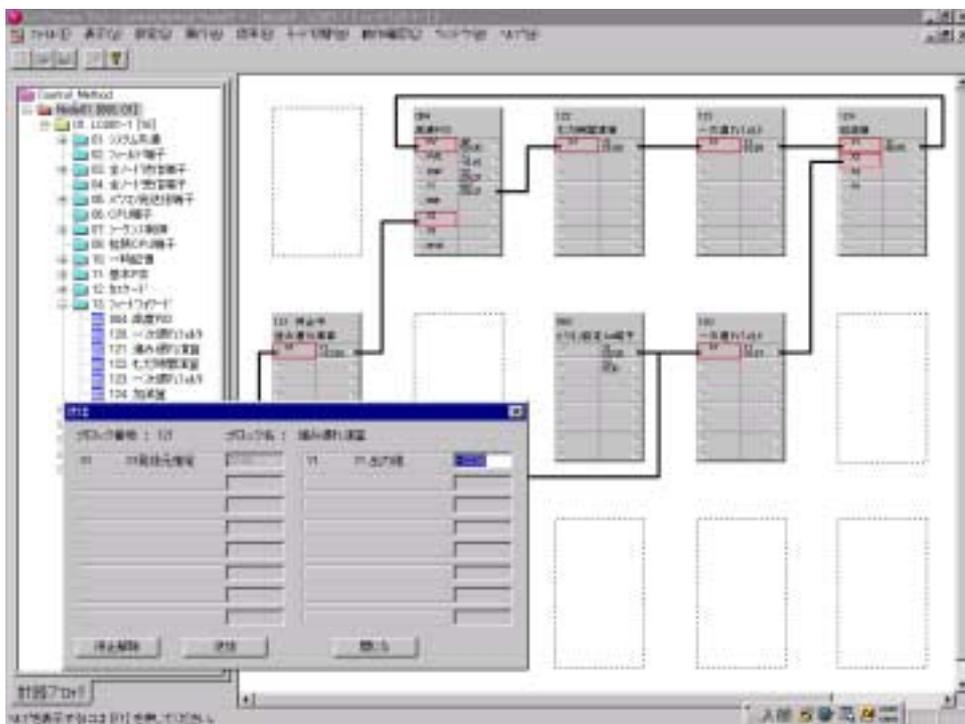


図3 動作確認画面

#### 計器ブロックの登録 (図2)

画面左のウィンドウで使用する計器ブロックをリストから選択し登録を行う。

#### 計器ブロックの張り付け

登録した計器ブロックをマウスでクリックし反転させ右上のワークシートに張り付ける。(ワークシートはループ単位または関連ループをまとめて使用する。)

#### ソフト結線

ワークシートをラインモードに変更し、張り付けた計器ブロックの出力端子と入力したい計器ブロックの入力端子をマウスで接続する。

#### パラメータの設定

右下に選択した計器ブロックの ITEM リストが表示される。デフォルト値が入力されているので、変更したい項目のみ設定値を変更する。

#### 設定データのダウンロード

登録した計器ブロックのソフト結線、パラメータの設定が終了したら LCU にダウンロードする。

#### デバッグ (図3)

動作確認したいループのワークシートを選択表示し、ブロック結線図上でブロックの入出力データを表示する。チェックしたい計器ブロックに入力しているブロックを一時的に停止し出力値を任意の値を出力させる機能を使用すると簡単にループチェックが行える。

#### 4) モニタソフト

簡易的な運転監視用ソフトウェアである。制御画面、チューニング画面、トレンドグラフ画面などの標準画面をあらかじめ搭載しており、すぐに使える手軽さが特徴である。標準画面は基本的には DCS が持つ標準画面と同様である。

またサードパーティ各社の本格的な SCADA を利用する場合も多いとの想定から、本モニタソフトの位置付けは、最低限必要な機能を非常に低価格で提供するというコンセプトとしている。したがって設備だけでなく、各種試験装置などへの組み込み用途にも適している。図4~6に標準画面の例を示す。

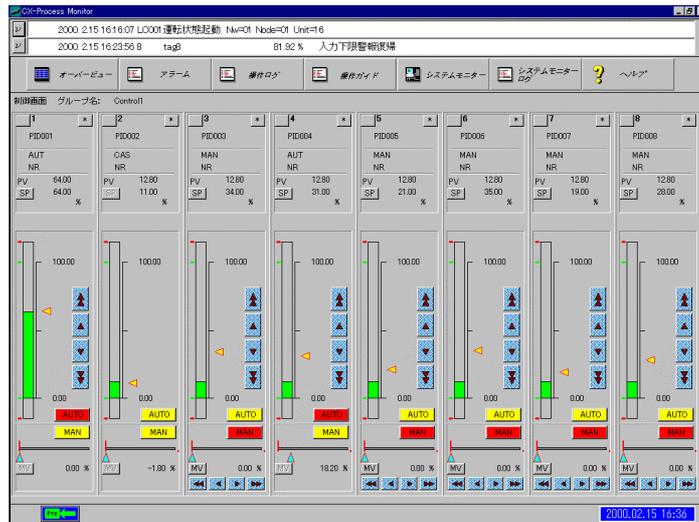


図4 制御画面

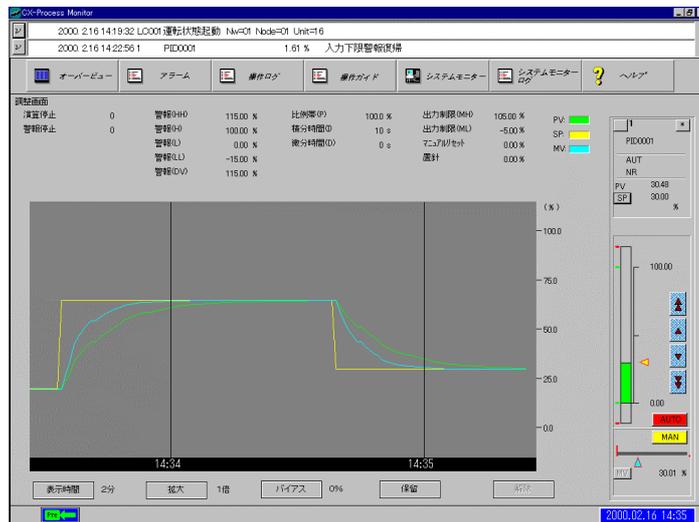


図5 チューニング画面

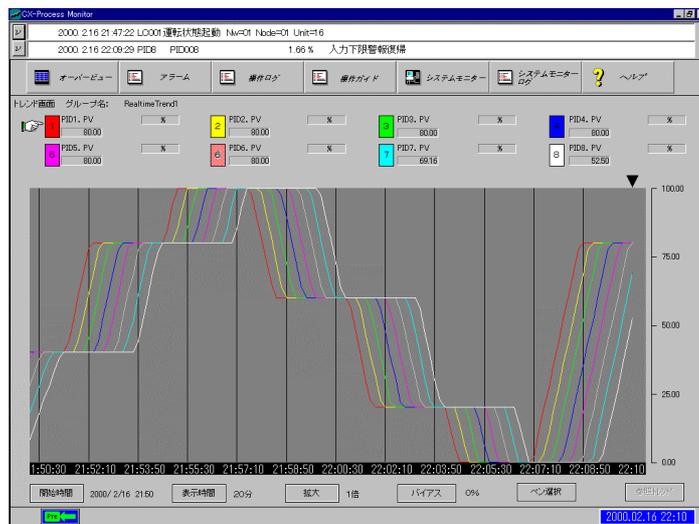


図6 トレンド画面

## 4) プロセス I/O ユニット

全 9 形式のユニットを揃えており、一般的なアプリケーションにはほぼ対応できるものと考えている。表 2 に一覧と仕様概要を示す。

プロセス I/O ユニットは以下の特徴を持っている。

チャンネル間絶縁 (7 形式) : 入力チャンネル間または出力チャンネル間を絶縁していることにより回り込み回路が発生しないのでアイソレータが不要になる。また二線式伝送器では電源を内蔵しているためディストリビュータなどの外付けの変換器を一切不要にできるため、大幅な省スペース、省コストを実現できる。

インテリジェント機能 : プロセス I/O は LCU を使わないシステムでも通常のアナログ I/O としての使用も可能である。その場合の利便性にも配慮しプロセス I/O ユニット側に警報やスケールリングの機能を持っている。

ユニット名称	形式	入出力点数	フィールド入出力の絶縁	入出力種類	精度/有効分解能	主な機能
絶縁型熱電対入力ユニット	形CS1W-PTS01	入力4点	入力点単位に絶縁	B, E, J, K, N, R, S, T DC $\pm 80$ mV任意レンジ	基準精度 $\pm 0.1\%$ 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	フリーレンジ 出力スケールリング ( $\pm 32000$ ) 測定値警報(HH, H, L, LL) 変化率演算・警報 入力断線警報
絶縁型测温抵抗体入力ユニット	形CS1W-PTS02	入力4点	入力点単位に絶縁	Pt100(JIS, DIN, ISO) JPt100	基準精度 $\pm 0.1\%$ または $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ の大きい方 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	フリーレンジ 出力スケールリング ( $\pm 32000$ ) 測定値警報(HH, H, L, LL) 変化率演算・警報 入力断線警報
絶縁型测温抵抗体入力ユニット(Ni508.4 $\Omega$ )	形CS1W-PTS03	入力4点	入力点単位に絶縁	Ni508.4 $\Omega$	基準精度 $\pm 0.2\%$ または $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の大きい方 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	フリーレンジ 出力スケールリング ( $\pm 32000$ ) 測定値警報(HH, H, L, LL) 変化率演算・警報 入力断線警報
絶縁型二線式伝送器	形CS1W-PTW01	入力4点	入力点単位に絶縁	4~20mA, 1-5V	基準精度 $\pm 0.2\%$ 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	二線式伝送器電源内蔵 出力スケールリング ( $\pm 32000$ ) 測定値警報(HH, H, L, LL) 変化率演算・警報 開平, 入力異常警報
絶縁型直流入力ユニット	形CS1W-PDC01	入力4点	入力点単位に絶縁	$\pm 10$ V, 0~10V, $\pm 5$ V, 0~5V, 1~5V, DC $\pm 10$ V 任意レンジ, 4~20mA	基準精度 $\pm 0.1\%$ 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	測定値警報(HH, H, L, LL) 出力スケールリング ( $\pm 32000$ ) 変化率演算・警報 開平 入力異常警報
絶縁型パルス入力ユニット	形CS1W-PPS01	入力4点	入力点単位に絶縁	0~20Kパルス/秒 0~20パルス/秒	-----	センサー電源内蔵 接点バウンス対策用フィルター 単位パルス換算 積算値出力, 瞬時値出力 瞬時値警報(HH, H, L, LL)
絶縁型制御出力ユニット	形CS1W-PMV01	入力4点	入力点単位に絶縁	4~20mA 1~5V	基準精度 $\pm 0.1\%$ (4~ $\pm 0.2\%$ (1~5V)) 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 4000出力	出力断線警報 制御出力アンサーバック入力 出力変化率リミット 出力上下限リミット
電力トランスデューサー入力ユニット	形CS1W-PTR01	入力8点	入力相互間非絶縁	$\pm 1$ mA, 0~1mA	基準精度 $\pm 0.2\%$ 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	モータ起動時の振り切れ防止 測定値警報(H, L) 出力スケールリング ( $\pm 32000$ )
直流入力ユニット(100mv)	形CS1W-PTR02	入力8点	入力相互間非絶縁	$\pm 100$ mV, 0~100mV	基準精度 $\pm 0.2\%$ 温度係数 $\pm 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 12bit相当	測定値警報(H, L) 出力スケールリング ( $\pm 32000$ )

表 2 プロセス I/O の機種一覧と仕様概要

## 5. おわりに

PLC をベースにして計装システムに取り組んだことでその低価格かつ簡単さがうけ、昨年の7月の発売(CX-Process モニタソフトは12月)以来、大変ご好評をいただいている。しかしそれと同時に多くのご要望をいただいております今後順次機能改善と強化を実行していく予定である。

自社または関連エンジニアリング会社でシステム構築をお考えの方、また本稿に興味をお持ちの読者の皆さんからのご連絡をお待ちしています。

ヨシダ・ジュンイチ

オムロン(株) インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー

システム機器統括事業部 PLC 計装事業開発グループ

〒411-8511 静岡県三島市松本 66