

## 進化を続けるPLC計装

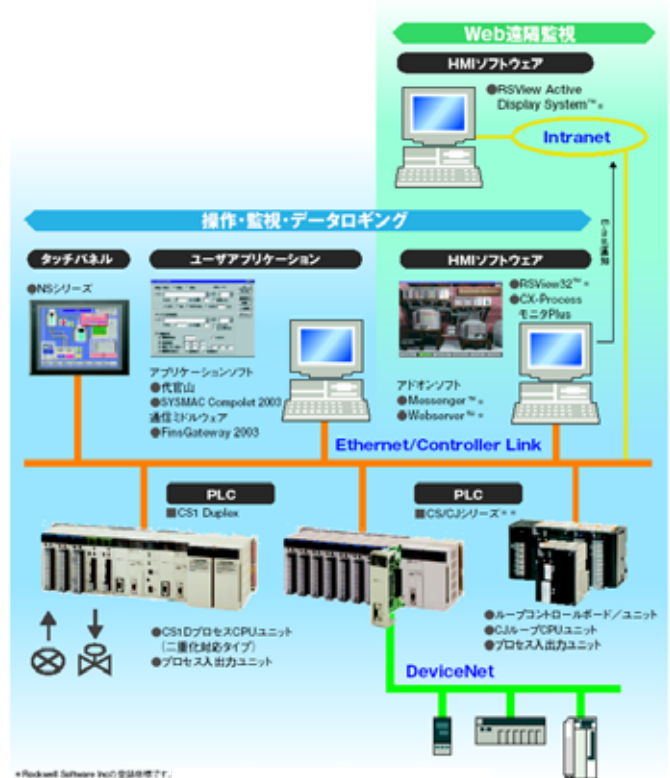
オムロン（株） 浪江 正樹

### 1.はじめに

計装制御システムのコントローラとして PLC を活用する試みは、1980 年代前半より一部のユーザにおいて始まっていたようであるが、本格化したのは 1990 年代後半からである。激化するグローバル競争とデフレ経済により TCO 削減の要求が高まる中、コントローラとしての PLC が計装用の制御機能を強化したこと、HMI としてのパソコンの高性能化と SCADA の機能充実が重なったことから、PLC 計装が認知され普及し始めたのである。

当社は 1999 年 7 月に、SYSMAC CS1 をベースに、本格的な計装制御機能を搭載した PLC 計装システムをリリースした。以来現在まで、機能・性能・使い勝手における進化を続けながら、適用領域を拡大してきた。図 1 に PLC 計装システムの全体構成図を示す。

本稿では、HMI 部とコントローラ部のそれぞれの特長と、最近ニーズが高まっているデータ収集機能について紹介する。



（図 1 PLC 計装システムの全体構成イメージ）

### 2. HMI の進化

PLC 計装の HMI としては、パソコン（パネルコンピュータを含む）上で SCADA を動作させるケースと、専用ハードウェアのタッチパネルを使用するケースがある。また、両者を組み合わせるケースもある。

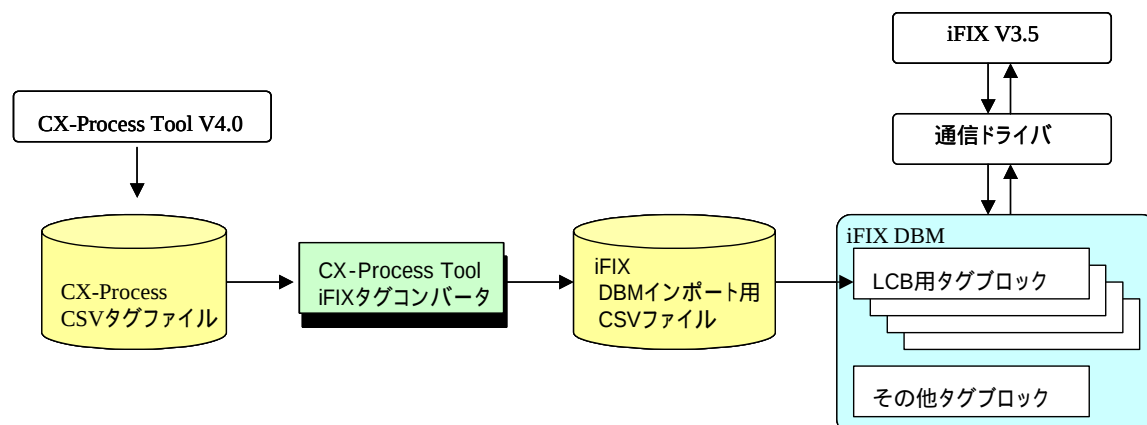
当社の PLC 計装は両方に対応しており、3 タイプの構成がある。主に対象システムの規模や要求される機能に応じて、使い分けがされている。

#### 1) パソコン + 市販 SCADA

最も機能が充実しており、高い拡張性が求められる場合や、システム規模が比較的大きい場合に適する。PLC は以前より各社製 SCADA と組み合わせて使用できる環境が整っており、当社 PLC 計装においても同様である。ただし、その中でも RSView32 との組み合わせを推奨している。RSView32 と組み合わせて使用する場合には、計装ループ構築用エンジニアリングソフトである CX-Process ツールで作成したタグ情報を、RSView32 がそのままインポートできるフォーマットで出力する機能や、DCS で標準的なフェースプレート画面とチューニング画面をタグ情報から自動生成するソフトウェアを提供している。

しかし、オペレータにとっての操作性統一や、HMI 構築資産の継承のために、使用 SCADA を標準化しているユーザも多い。よって当社としても、他の SCADA との連携強化も進め、エンジニアリング効率の向上に努めているところである。CX-Process ツールから iFIX に対して、タグ情報を受け渡

す仕組みを現在開発しており、まもなく提供できる予定である。図 2 にタグ情報受け渡しの仕組みを示す。



(図2 CX-Process ツールから iFIX へのタグ情報受け渡し)

## 2) パソコン + 専用モニタソフト

当社 PLC 計装の専用モニタソフト CX-Process モニタ Plus では、CX-Process ツールで作成したタグ情報を共用でき、標準画面（オーバービュー、フェースプレート、チューニング、トレンド、アラームログ、操作ログなど）を簡単に作成できるという特長を持つ。つまり、DCS 同等の使い勝手を実現している。

市販 SCADA に比べると機能は限定されるが、非常に低コストで提供しているので、小規模システムで機能よりもコスト重視の場合に適している。

今後も、低価格を維持しつつ、機能の充実を図って行く予定である。

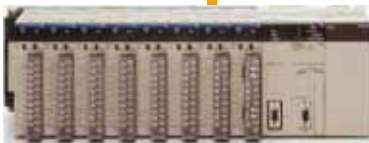
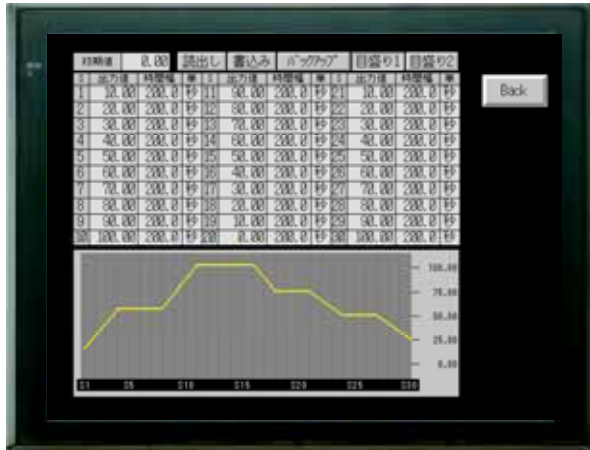
## 3) タッチパネル

小規模システムで機能よりもコスト重視の場合の他、HMI のハードウェアにコントローラと同等の信頼性を求める場合にも適している。当社 NS シリーズとの組み合わせにおいては、CX-Process ツールで作成したタグ情報から、フェースプレート画面とチューニング画面を自動生成する機能を持った、フェースプレート自動生成ツールソフトウェアを提供している。(図 3)



(図3 フェースプレート自動生成ツールソフトウェア)

また、NSシリーズでは、PLCのメンテナンス用画面や通信接続される当社コンポーネント用の設定画面などを、SAP ( Smart Active Parts ) ライブラリとして提供しているの、HMI構築に掛かる工数を大幅に低減することができる。メンテナンス画面のSAPライブラリとしては、異常履歴監視、オンライン電池交換用ボタン、通信ポート設定、などがある。また、通信接続されているコンポーネントの設定画面SAPライブラリとしては、温調器、インバータ、DeviceNetスレーブ用などを用意して



ループコントロールボード/ユニット、CJ1ループCPUユニット内の計器ブロックデータに、SAPからダイレクトアクセス

いる。SAPライブラリ自身に通信処理を埋め込むことができるので、アクセスできるデータはPLCのCPUユニット上メモリに存在していなくても良く、高機能ユニットやタッチパネルに直接接続されているコンポーネントのデータにもアクセスすることができる。

現在、PLC 計装のコントローラ (CS1 ループコントロールボード/ユニット、CJ1 ループCPU) 用としては、バッチ炉などで多用されるプログラム設定用計器ブロック 3 種類に対応した SAP ライブラリを提供している。(図 4)

今後も、タッチパネル自身の進化と併せて、SAP ライブラリを充実させて行く予定である。

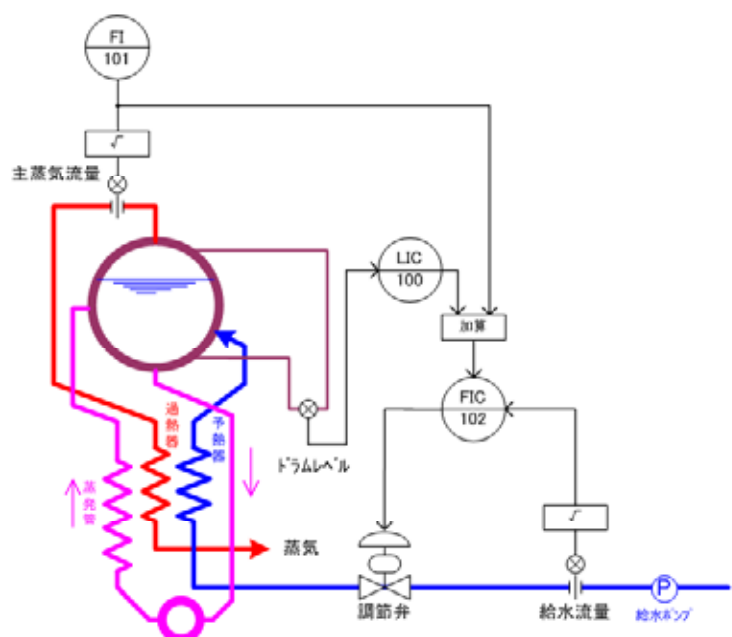
(図 4 プログラムパターン設定用 SAP ( Smart Active Parts ))

### 3.コントローラの進化

#### 1) ループ制御機能

計装に必要な制御・演算機能として、約 70 種類の計器ブロックを取り揃えていることにより、通常の PLC では実現が難しい高度なループ制御を、DCS と同様のプログラミング方法で実現することができる。

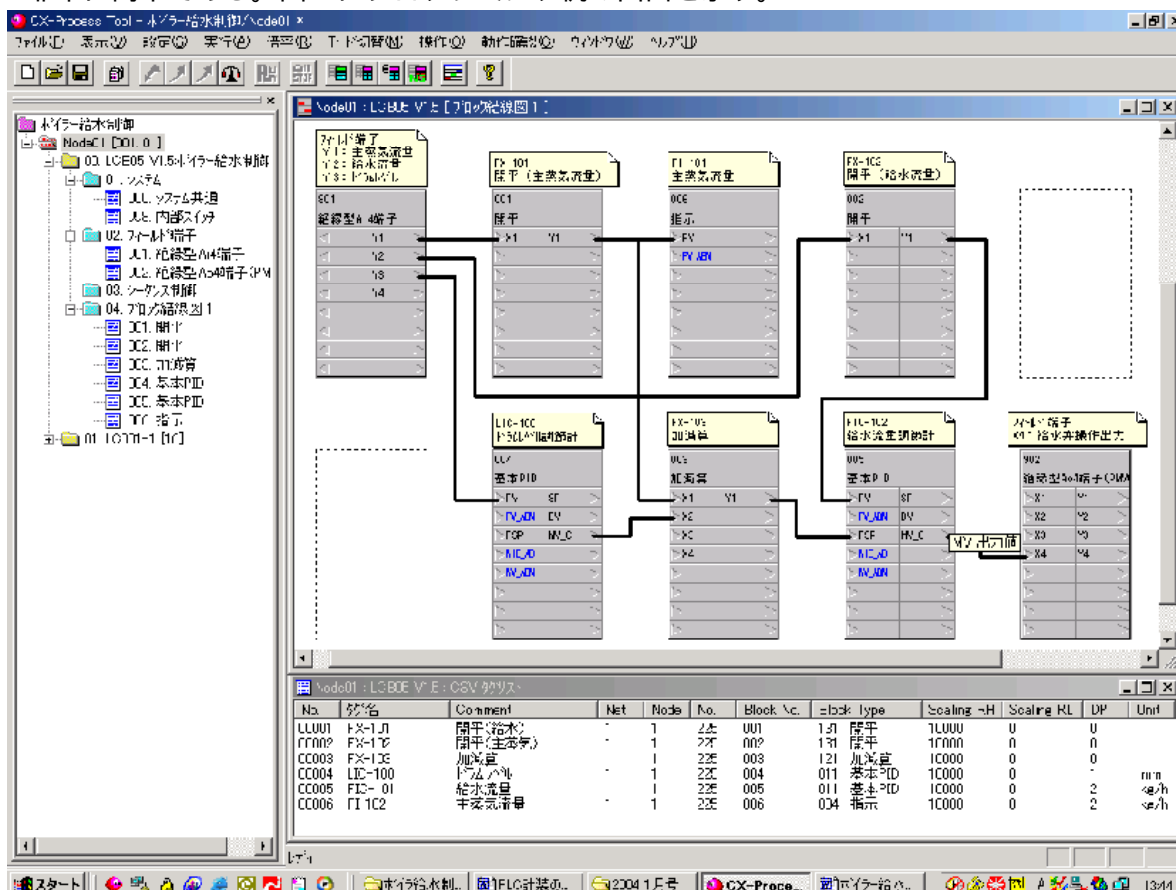
ここでは一例として、ボイラの給水流量制御への適用について紹介する。ボイラの給水流量制御系では、ドラム水位のみによる 1 要素制御、ドラム水位と蒸気流量による 2 要素制御、さらには、ドラム水位、蒸気流量、給水流量による 3 要素制御の 3 タイプがある。ボイラの容量が大きくなって圧力や温度が高くなると、負荷変動による水位への影響が大きく、水位の変化だけで



(図 5 給水ボイラー制御フロー)

応答する自動制御系では負荷変動に十分追従できないため、3要素制御が必要となる。3要素制御では、ドラムから出て行く蒸気流量に、ドラム水位を一定に制御するための調節計出力を加算したものを、給水流量調節計の設定値とする。図5に3要素制御タイプの給水ボイラ制御フローを示す。

CX-Process ツールで、この3要素制御を構築するには、数個の計器ブロックを組み合わせれば良く、非常に簡単である。図6にプログラミング例の画面を示す。



(図6 ボイラ給水制御のプログラミング例)

なお、蒸気流量が急激に増えた場合には、ドラムの内圧が下がるために気泡が増加し、ドラム水位が過度的に上昇するという、「ドラムレベルの逆応答特性」という現象があるため、圧力によるドラム水位の補正演算も必要となる。また、プラントによっては、負荷に応じて1要素制御と3要素制御を切り替える場合や、給水流量調節弁(親弁・子弁)を2台用いて、低負荷から高負荷までスムーズに給水流量を制御できるようにする場合もある。これらの補正演算や切り替えも、CX-Process ツールにより簡単に構築できる。

## 2) シーケンステーブル言語

PLCは元来シーケンス制御を実行するコントローラであり、計装制御のシーケンスを構築するに際しても、機能・性能面では充分である。しかしながら、プログラミング言語としてはラダーが主流であるため、DCSユーザにとっては馴染みがなく、使い易いとは言い難い。

そこで当社のPLC計装は、DCSユーザにとって使い易いシーケンス制御用言語として、シーケンステーブルを搭載している。1テーブルあたり、32条件、32操作、32ルールで、200テーブルまで使用でき、最大4つのテーブルを組み合わせ、条件数、操作数、ルール数を2倍まで拡張することもできる。また、あるテーブルから他のテーブルの起動停止を制御したり、テーブル単位でのオンライン編集ができるなど、DCS同等のエンジニアリング環境を提供している。(図7)

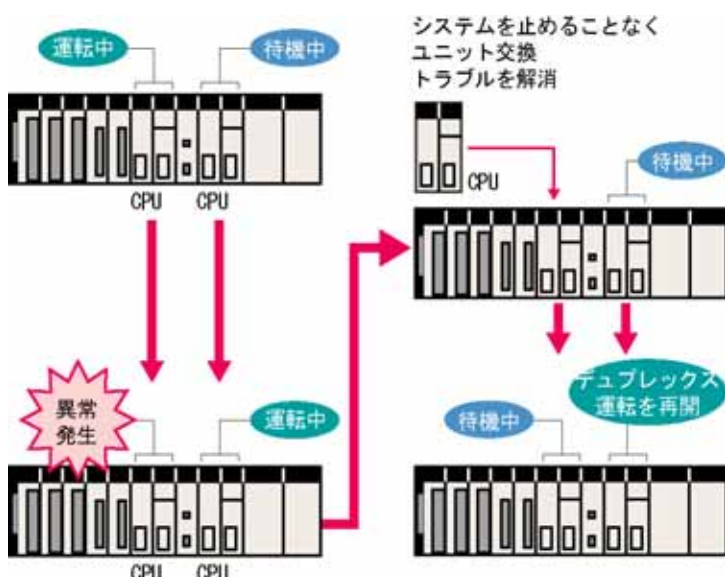
| Sequence table |                         |            | 実行方式<br>強制制 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|----------------|-------------------------|------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| No.            | Signal                  | Comment    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                |                         |            | 01          | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |  |
| 001            | IN( 未設定.HH )            | 二上段急降      | Y           |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 002            |                         |            | Y           |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 003            | IN T1001.1              | TW001 急降急降 |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 004            | IN T1002.1              | CT001 急降急降 |             |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 005            | IN T002.019             | アボカ+13M表示  | Y           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 006            | IN T002.014             | アボカ+13M表示  |             | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 007            | IN T002.015             | アボカ+13M表示  |             |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 008            | IN T002.016             | アボカ+13M表示  |             |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 009            | IN T002.017             | アボカ+13M表示  |             |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 010            | IN T002.018             | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 011            | IN T003.1               | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 012            | IN T004.1               | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 013            | IN T005.1               | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 014            | IN T006.1               | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 015            | IN T007.1               | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 016            | IN T008.1               | アボカ+13M表示  |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 017            | IN T1005.1              | 二上段急降      | Y           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 018            | IN T1006.HH             | 二上段急降      |             | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 019            | IN T1007.LU             | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 020            | IN T1008.LU             | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 021            | IN T1009.LU             | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 022            | IN T1010.LU             | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 023            | IN T1011.LU             | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 024            | IN T1012.LU             | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 025            | ( T001.007 < T002.007 ) | 二上段急降      | Y           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 026            | ( T001.007 < T002.007 ) | 二上段急降      |             | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 027            | ( T001.007 < T002.007 ) | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 028            | ( T001.007 < T002.007 ) | 二上段急降      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 029            | ( T001.007 < T002.007 ) | 二上段急降      | Y           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 030            | ( T001.007 < T002.007 ) | 二上段急降      |             | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 031            |                         |            |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 032            |                         |            |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 001            | OUT H1 001.006          |            | Y           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 002            | OUT H1 000.019          |            |             | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 003            |                         |            |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 004            |                         |            |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 005            |                         |            |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 006            | OUT H1 001.006          | アボカ+13M表示  | Y           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 007            | OUT H1 000.019          | アボカ+13M表示  |             | Y  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

( 図 7 シーケンステーブル プログラミング例 )

シーケンステーブルは、計装用コントローラである CS1 ループコントロールボードに搭載している言語であるが、CPU ユニットにおいては、ラダーの他、FB ( Function Block ) と ST ( Structured Text ) も搭載しており、アプリケーションやエンジニアの好みに応じてプログラミング言語を選択できるシステムとなっている。

### 3) 冗長化対応

PLC 計装をリリースした 1999 年当時は、2 重化が要求されるアプリケーションは対象と考えてい



( 図 8 2 重化システムの動作説明 )

なかったが、PLC 計装が市場での実績を重ねるに従い、2 重化の要求をいただくようになった。そこで、2003 年に PLC 計装の 2 重化システムをリリースし、その後継続して、機能強化と使い勝手向上の両面で進化させている。

電源、CPU、通信ユニット、通信路の 2 重化が可能であり、要求される冗長化レベルに応じて、2 重化する対象を選択することができる。アクティブ側とスタンバイ側が実行サイクルごとに常に同期を取りながら同じ処理を行うホットスタンバイ方式を採用しており、アクティブ側がダウンした際のスタンバイ側への切り換えは瞬時に完了する。また、故障したコ

ニットは、I/O ユニットのみならず CPU ユニットについても、運転を停止することなく交換することができる。図 8 に、異常発生から復旧までの動作を示す。

通信の 2 重化は、当社独自の ControllerLink に加えて、Ethernet も可能であり、通信ユニットと通信回線の両方を 2 重化できる。特に Ethernet の場合には、回線全体を切り換えるのではなく、正常な通信ユニットとノード間の回線を探して通信の継続を試みるので、複数の異常に対しても通信継続できる可能性が高いシステムとなっている。

また、低価格の冗長化システムとして、CPU の 2 重化機能を省き、電源と通信の 2 重化、および運転中のユニット交換ができるタイプも用意している。

#### 4. データ収集機能

従来、PLC のデータ収集は、パソコン上で動作する SCADA が、通信を介して PLC からデータを読み出す方法が一般的であった。したがって、通信速度の限界から、大量のデータを高速に収集することは難しかった。

SPU( Storage and Processing Unit )は、PLC のバス上に装着する高機能ユニットであり、通信を介さないため、大量のデータを高速に、かつ安定して収集することができる。収集したデータは SPU に装着するメモリカードに、CSV 形式のファイルとして自動的に保存される。収集周期は例えば、25 変数なら最短 5ms、500 変数なら最短 20ms が可能である。( 図 9 )

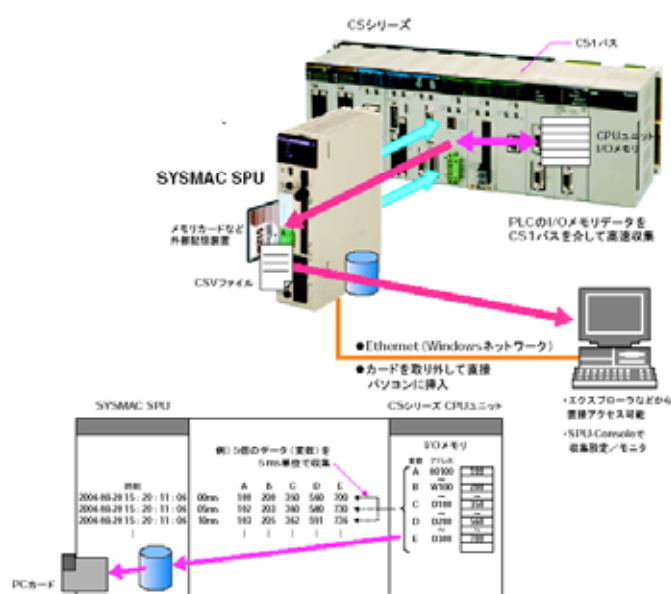
データ収集のためのラダープログラムは一切必要なく、SPU 用の基本ソフトである SPU-Console から、データアドレス、収集周期、収集期間などを設定するだけで良い。SPU は Ethernet ポートを持っており、Windows ネットワークに対応しているので、パソコンから簡単にデータファイルを取り出すことができる。また、SPU-Console を使って、トレンドグラフを表示することもできる。

このように、SPU を使うことで、生産プロセスの状態データ、設備・装置の動作データを、確実に記録することができる。つまり、生産プロセスの解析、異常動作の解析など、品質向上や生産性向上の取り組みに対して、SPU は非常に強力なツールとなる。

#### 5. 今後の展開

PLC 計装は、機能と性能の面では、すでに幅広い適用領域をカバーしていると認識しているが、使い勝手の面では、まだまだ進化をさせなければならない。特に、複数あるエンジニアリングツールの統合化や、コントローラと HMI の連携については、今後も引き続き注力して行く。

PLC 計装は、そのスケーラビリティの大きさから、プラント設備向けだけでなく、機械・装置に組み込まれる装置計装の用途にも採用実績が増えている。この用途では、より小型化が求められるため、当社では小型 PLC の CJ1 にも、計装制御機能を持たせた CJ1 ループ CPU を展開しており、今後 CJ1 用のプロセス I/O のラインナップを充実させて行く予定である。



( 図 9 高速データ収集ユニット SYSMAC SPU )

## 6.おわりに

当社の PLC 計装は、今後も、ユーザやパートナー企業の声をいただきながら、オープン・コンパクト・高速・ユーザフレンドリといった PLC の良さを活かした進化を続ける。読者の皆さんからも、商品強化や適用アプリケーション等に関して、ご意見、ご要望をいただければ幸いである。

1 : RSView32 は、Rockwell Software Inc.の登録商標である。

2 : iFIX は、GE Fanuc International Inc.の登録商品である。

ナミエ・マサキ

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  
システム機器統轄事業部 アナログ・プロセスコントロール事業推進部  
〒411-8511 静岡県三島市松本 66