

PLC 計装による PA/FA の統合化と装置計装への適用拡大

オムロン（株） 浪江 正樹

1.はじめに

激化するグローバル競争下では、生産システムのトータルコストダウンが改めて求められており、PA / FA 統合化もその対策の 1 つに位置付けられるものとする。PA と FA には、それぞれ適した制御システムあるいはコントローラが存在しており、多くの場合、それぞれが独立に使用されてきた。したがって PA と FA の間には壁があり、トータルコストダウンを追求する際の 1 つの障害になっていた。

PA/FA 統合化のアプローチには様々な形態があるが、大きくは次の 2 つではないだろうか。

- 1) PA 用の DCS (Distributed Control System) と FA 用の PLC (Programmable Logic Controller) をネットワークで接続する形態
- 2) PA と FA を統合コントローラで実行する形態

1)については、オープンネットワークの技術進歩と普及によりかなり進展して来ている。一方 2)については、PLC への計装制御機能の取り込み、または DCS にも PLC にも分類されない新しいコンセプトの統合コントローラの出現によって、ここ数年で一気に盛り上がりを見せている。

なお、DCS はシステムであり、PLC はコントローラであるので、カバーする範囲が違っている。PLC を使用する場合には PC (Personal Computer) と組み合わせた “ PC + PLC ” のハードウェア構成とし、HMI やデータロギングの機能は PC 上の SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) で行うのが一般的である。

2. PLC でのアプローチ

当社は、フィールドネットワークにおける DeviceNet の普及に主導的な役割を果たしている他、Ethernet や FL-net などの情報系 / 制御系のネットワークにおいてもオープン化の対応を積極的に進めている。また、ネットワークゲートウェイ / WEB サーバー / セキュリティなどの各種機能を持ったオープンネットワークコントローラという新しい発想のコントローラも用意しており、異種のコントローラや制御システムを組み合わせる場合のネットワークによる統合化にもソリューションを提供している。しかし、PA と FA の統合化という視点では、PLC をベースに計装制御機能を強化した PLC 計装をベストソリューションとして提案している。

PLC ベースの統合コントローラによる統合化のメリットは以下である。

- 1) 初期導入コストが安価である。

圧倒的な生産台数を誇る汎用コントローラである PLC は、ハードウェアのコストパフォーマンスが抜群に高い。一方、PLC でない PA/FA 統合化のための新しいコントローラでは、DCS と同様に適用領域が限定されるため、生産台数が伸びず、コストや調達性の面で PLC に及ばない。つまり汎用コントローラである PLC ベースの統合コントローラでなければ、統合化によるコストダウンの効果が薄れるのである。

エンジニアリング費については、PLC 計装のエンジニアリング環境が DCS に近づいてお

り、従来からの慣れの問題を除けばほぼ同等である。PLC に慣れていない場合には、初回のエンジニアリング時のみ多少余分の工数が掛る点をご容赦いただきたい。

2) ランニングコストも安価である。

ハードウェアの価格が明確であり、初期導入時だけでなく、保守用部材として購入する場合にも同様に、安価に調達することができる。市場での流通量が多いことによりどこでもすぐに調達できる点もメリットとなる。さらには、PA と FA とで保守用部材を共用できる点も、ランニングコスト低減に貢献する。

また、ハードウェアが安価であることから、故障時には該当ユニットを交換する方法が最も効率的であり、その結果、ユーザ自身でも簡単にメンテメンスができるというメリットもある。

3. PLC 計装のコンセプトと特長

このようにメリットの多い PLC 計装による統合化であるが、次に当社 PLC 計装の特長を紹介する。(図 1) 当社 PLC 計装は、主力 PLC である SYSMAC CS シリーズをベースにして、1999 年 7 月に発売した。以来 4 年半の間に様々な業界やアプリケーションで実績を重ねると同時に、SMARTPROCESS コンセプトに基づき絶えず進化を続けて来た。

SMARTPROCESS コンセプトは、“ダウンサイジング”、“イージーエンジニアリング”、“ハイリライアビリティ”の 3 要素から構成される。(図 2)

1) ダウンサイジング

PLC 計装の開発当初の狙いは、計装制御システムのダウンサイジングであった。DCS が持っている計装制御機能を PLC 上で実現し、コンパクトで安価なシステムを提供することを目指していた。具体的には、以下の機能である。

高度な計装制御機能

基本的な PID 制御だけでなく、カスケード制御、フィードフォワード制御、むだ時間補償制御などの高度な制御方式を簡単に構築することができる。その他、折線リニアライズ、折線プログラム、温度圧力補正、ファジィ推論といった、計装制御で多用される演算機能も計器ブロックとして標準的に用意している。

プロセス入出力ユニット

チャンネル間絶縁型で、4-20mA、1-5V、熱電対、測温抵抗体、パルス、2 線式伝送器用などの各入力ユニットを揃えている。出力についても、4-20mA、1-5V などのレンジを持ったチャンネル間絶縁型のユニットを用意している。

従来の PLC との比較では、外部に設置していた信号絶縁のためのアイソレータが不要となるので、コスト、スペースの両面で大きなメリットを提供することができる。

2) イージーエンジニアリング

機能が充実していても使い易くなければ受け入れられない。すぐに覚えられて、かつ効率の良いエンジニアリング環境が求められる。プログラミング方式は、計装制御システムにおいて一般的な方式を採用している。HMI 部は専用のモニタソフトウェアである CX-Process モニタ Plus を用意する他に、市販 SCADA やタッチパネルとの接続性にも配慮している。

計器ブロック方式のループ制御プログラミング

PID などの制御演算機能がブロック化されており、ブロックを組み合わせることでループ制御を構築する方法である。アナログデータの扱いに適しており、DCS からの移行が違和感なく行える。(図 3)

シーケンステーブル方式のシーケンス制御プログラミング

PLC においては、シーケンス制御用の言語はラダーチャートが主流である。しかし、DCS ユーザにとって、ラダーチャートは馴染みのない言語である。DCS では各社毎に異なる方式を採用しているが、その中で最も利用者が多いと考えられるシーケンステーブル方式を搭載した。(図 4)

専用モニタソフトウェア

専用モニタソフトウェア CX-Process モニタ Plus を使用すれば、プログラミングツールソフトウェア 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、チューニング、トレンド、アラームログ、操作ログなど)が簡単に作成できる。

SCADA / タッチパネル用フェースプレート画面の自動生成

市販 SCADA である RSView32 (1) および当社タッチパネル NS シリーズ用に、フェースプレート画面およびチューニング画面を自動的に生成するユーティリティソフトウェアを用意している。RSView32 用は、LCB (Loop Control Board) / LCU (Loop Control Unit) の計器ブロックに対応したフェースプレートを ActiveX 部品化しており、RSView32 上に貼り付けるだけでモニタリングが可能となっている。(図 5)

3) ハイリライアビリティ

産業用コントローラとして圧倒的な稼働実績を誇る PLC の信頼性については、市場よりすでに高い評価をいただいている。しかし、計装分野で求められるより高い信頼性要求に応えるために、例えば以下の機能を持たせている。

2 重化システム

電源・CPU・通信ユニットの 2 重化を可能としている。当社の 2 重化システムは、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、故障したユニットは、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 6)

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。

出力断線検出機能

4-20mA 出力ユニットでは、出力した電流値をリードバックし、異常の検出を行っている。

校正期限管理機能

校正の有効期限や予告期間を予め設定しておけば、ゼロ / スパン調整の最終実施日を自動的に記録して、有効期限切れ予告通知および有効期限切れ通知を行う。(図 7)

4.装置計装への適用

PLC が統合コントローラのプラットフォームとして適している理由は、安価であることに基づく高いスケーラビリティにある。PLC の価格帯を維持しつつ、高度な計装制御機能を身に付けた PLC 計装は、SCADA との組み合わせで FA から PA までをカバーできる統合コントローラとなった。これにより、従来 DCS が使われて来たプラント設備の計装制御に PLC 計装が使われている。

一方で、コストパフォーマンスの高さと、シーケンス制御とループ制御を PLC だけで実現できる点が評価され、装置計装への採用実績も増えている。この領域は、価格とサイズの点から DCS が使える領域ではなく、PLC と調節計の組み合わせ構成が主流であるが、ここに PLC 計装とタッチパネルの組み合わせがマッチする。つまり、PLC 計装によって、PA と FA の統合に加えて、設備と装置の統合までもが視野に入ってくる。

装置計装として、すでに各種の工業炉や試験装置に採用されているが、プラント設備に比べて、コンパクト化への要求が厳しいため、今後さらなるダウンサイジングを行う。現在、CS シリーズをベースしている PLC 計装の機能を、CS シリーズと同じアーキテクチャを持つ小型 PLC の CJ シリーズへも今後展開して行く。そして、CS シリーズは DCS の領域、CJ シリーズは PLC + 調節計の領域へのソリューションとして提案して行く。

調節計領域で求められるのは、制御性能改善やチューニング工数削減などが多い。特に最近では高速昇温制御での引き合いが多く、10ms 演算周期の LCB と、10ms 変換速度の温度入力ユニットの組み合わせが効果を発揮している。今後とも、新しい制御方式の導入など、装置性能の向上に貢献できる進化をさせて行く所存である。

5.おわりに

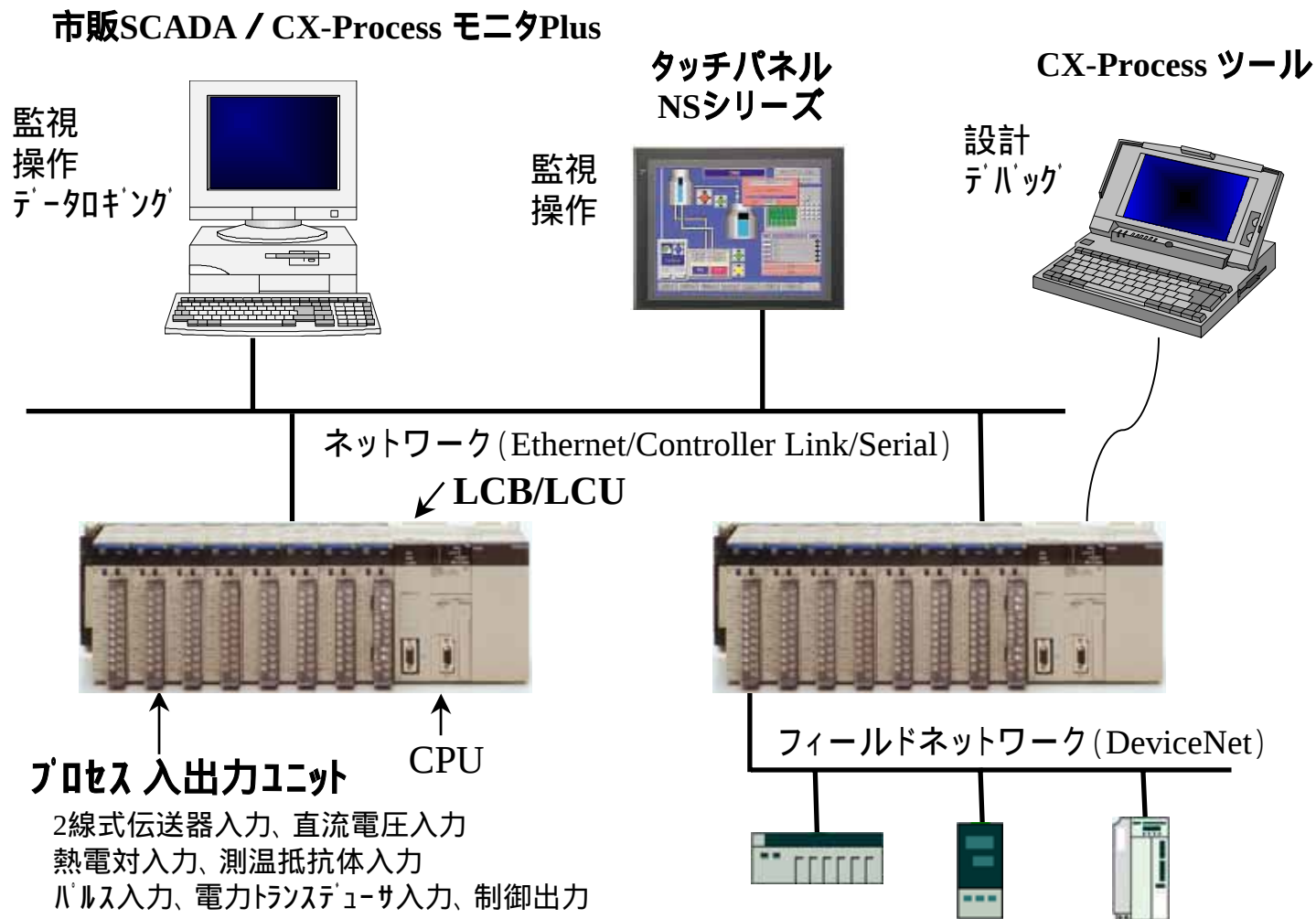
当社の PLC 計装は、ユーザはパートナー企業の声을いただきながら、SMARTPROCESS コンセプトに基づき今後も進化を続ける。読者の皆さんからも、商品強化に関してご意見、ご要望をいただければ幸いである。

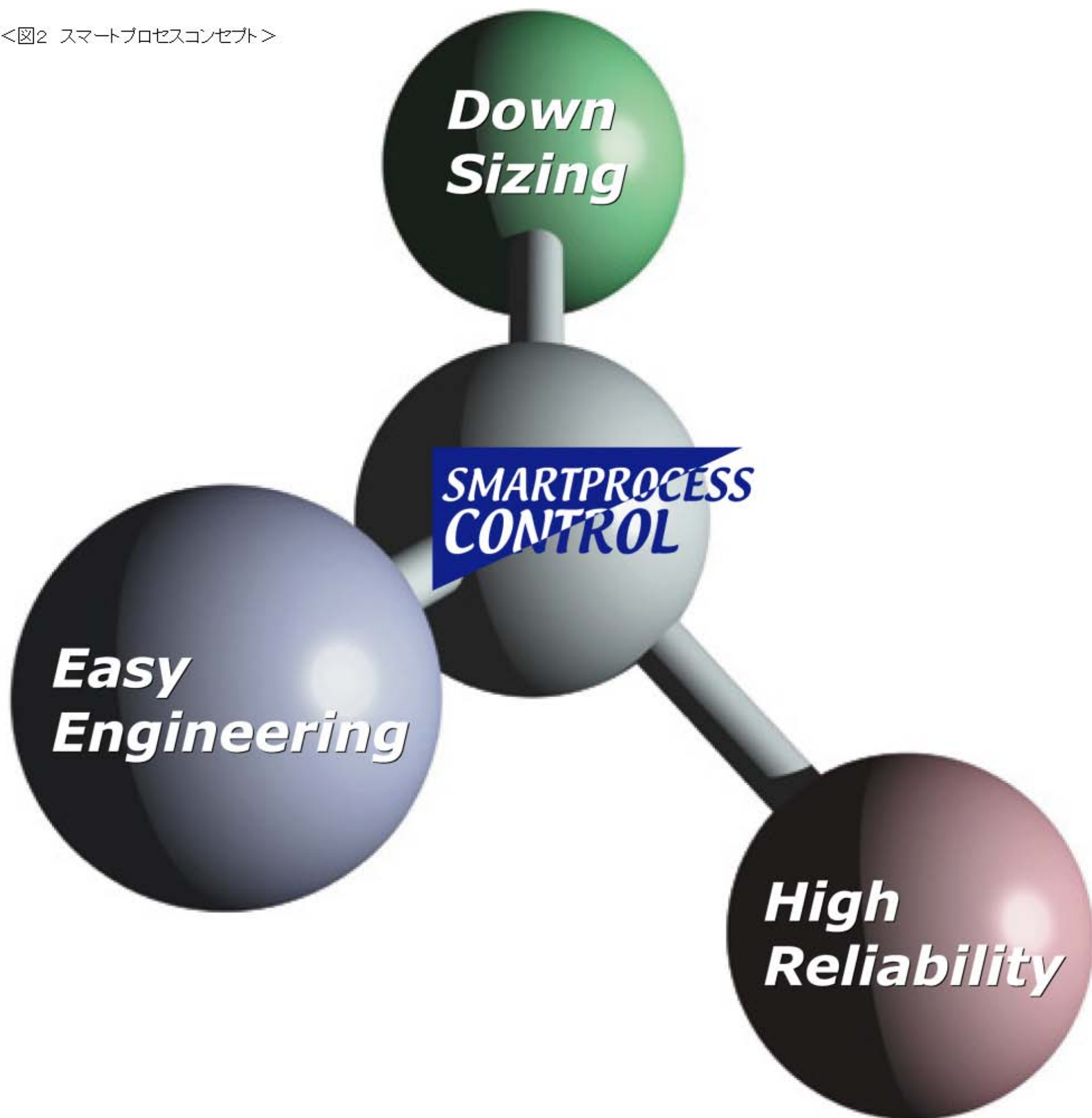
1 : RSView32 は、Rockwell Software Inc の登録商標である。

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

< 図1 PLC計装システム構成例 >





<図3 計器ブロック プログラミング画面>

CX-Process Tool - SmartProcess/Node00 * - [Node00 : LCB05: 10.006 基本PID]

ファイル(F) 表示(V) 設定(S) 実行(A) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

SmartProcess
Node00 [CS1H-H CPU67]
00. LCB05: [225]
01. システム
02. ファイル端子
901. 絶縁型Ai4端子
902. 絶縁型Ai4端子
903. 絶縁型Ai4端子
904. 絶縁型Ao4端子(P)
905. 絶縁型Ao4端子(P)
906. 絶縁型Ao4端子(P)
907. 絶縁型Ao4端子(P)
908. Ai8端子(AD003)

ITEM	Type	ITEM Tag	Data	Data Name	Description
001	S	COMMENT	Basic PID	コメント	半角23文字(全角11)
002	S	MODEL	011	形式:基本PID	
004	S	CNT_TMEX	0.01 sec	演算周期(0:共通、1~8指定)	0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 0.0
005	S	SCAN_NO	2000	演算順序	同一演算周期ブロック
006	S	PV_AD	007.011	PV発信元指定	888H...888H
012	S	HS_SP	1.00	ヒステリシス設定値	
018	S	PVE_AD	000.000	PV異常接点 発信元指定	888H...888H
020	S	ALM_LIM	0	警報制限	0:なし, 1:あり
021	S	RSP_AD	005.087	リモートSP 発信元指定	888H...888H
024	S	CAS_SET	0	SP設定方式(初期設定)	0:ローカルのみ(ITEM02)
025	S	S2	0	ローカル設定のMAN時PVTラッキング	0:なし, 1:あり
032	S	S8	0	1次/2次ループ間のパルス処理	0:なし, 1:あり
043	S	DV_SQ	1	偏差警報の待機シーケンス	0:なし, 1:あり
051	S	PID_RATE	0	PID制御部の処理周期	0:ITEM 004指定の周

CX-Process Tool - SmartProcess/Node00 * - [Node00 : LCB05: [液面制御2]]

ファイル(F) 表示(V) 設定(S) 実行(A) 倍率(R) モード切替(M) 操作(O) 動作確認(C) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

SmartProcess
Node00 [CS1H-H CPU67]
00. LCB05: [225]
01. システム
02. ファイル端子
901. 絶縁型Ai4端子
902. 絶縁型Ai4端子
903. 絶縁型Ai4端子
904. 絶縁型Ao4端子(P)
905. 絶縁型Ao4端子(P)
906. 絶縁型Ao4端子(P)
907. 絶縁型Ao4端子(P)
908. Ai8端子(AD003)
03. シークス制御
04. 反応制御設備_FIC001
05. 反応制御設備_FIC002
06. 時間比例
07. 装置A_TIC001
08. 熱交換器
09. 液面制御1
10. 液面制御2
005. 基本PID
006. 基本PID
007. 開平
010. 高度PID
011. 高度PID
012. 算術演算
013. ファジ推論
014. 折れ線プログラム2
11. ブロック結線図 8
01. LC001-1 [16]

周期: 0.01 sec

903 絶縁型Ai4端子
Y1
Y2
Y3
Y4

005 基本PID
PV SP
PV_ABN Y1
RSP MV
MIE
MV_ABN

006 基本PID
PV SP
PV_ABN Y1
RSP MV
MIE
MV_ABN

907 絶縁型Ao4端子(PM)
X1 Y1
X2 Y2
X3 Y3
X4 Y4

<4号機> 絶縁型Ao4端子入力エント

レベル制御 カスケード一次

流量制御 カスケード二次

<5号機> 絶縁型Ao4端子出力エント

007 開平
X1 Y1

011 高度PID
PV SP
PV_ABN Y1
RSP Y2
X1 MV
MIE
X2
MVTRK
MV_ABN

906 絶縁型Ao4端子(PM)
X1 Y1
X2 Y2
X3 Y3
X4 Y4

<6号機> 絶縁型Ao4端子出力エント

908 Ai8端子(AD003)
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5

012 算術演算
FLT_X1 Y0
FLT_X2 Y1
FLT_X3 Y2
FLT_X4 Y3
FLT_X5

計器ブロック

上上限 警報設定値
上限 警報設定値
下限 警報設定値
下下限 警報設定値
警報停止SW
ローカルSP 設定値
リモート/ローカル切替SW
AT指令
リミットサイクル操作量振幅
リミットサイクルヒステリシス
ATサイン調整
暫定AT実行判定偏差
ATタイプ
偏差警報 設定値
比例帯
積分時間(0:積分なし)
微分時間(0:微分なし)
2自由度PIDパラメータα
2自由度PIDパラメータβ
MVリミット上限値
MVリミット下限値
A/M 切替SW
上位表示MV 出力値
MV置き針位置
札掛け

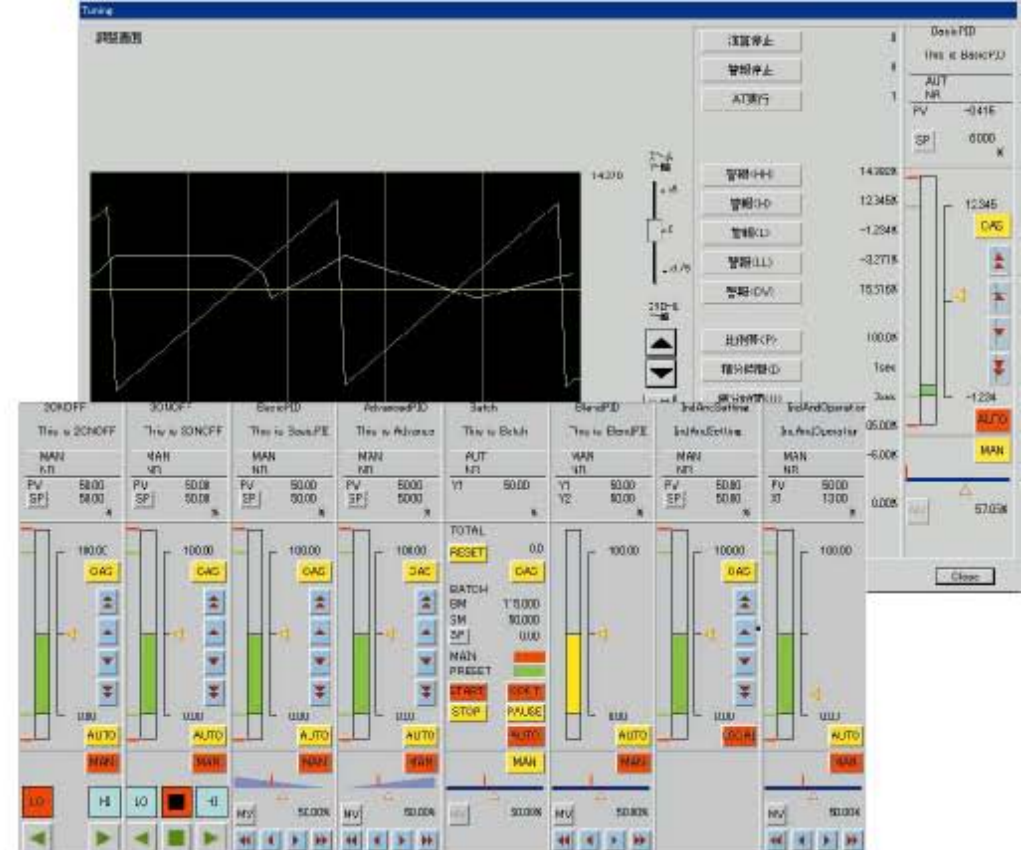
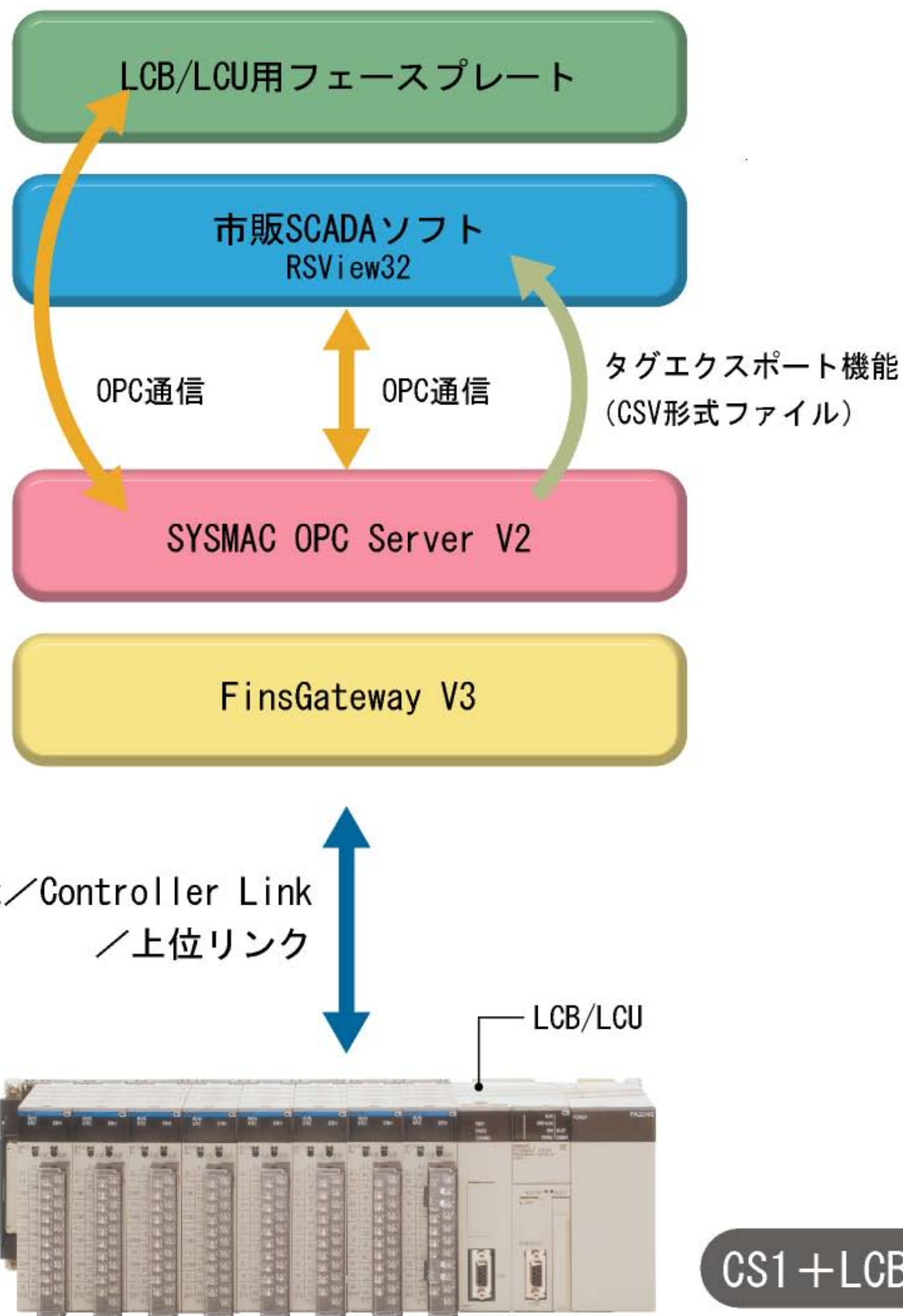
0:警報、1:停止
0:ローカル、1:リモート(ITI)
0:中止、1:実行
0:標準タイプ、1:時間域
ヒステリシスは、ITEM 01
演算周期0.01, 0.02,
演算周期0.01, 0.02,
0:MAN、1:AUTO

SCRL

<図4 シーケンステーブル プログラミング画面>

Sequence Table			実行方式 毎周期	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	
No.	Signal	Comment		00	01	02	03																													
001	IN(未設定.HH)	上上限警報		Y		Y											N			Y																
002					Y					Y																										
003	IN(TIM001.)	TIM001 クレックアップ																N																		
004	IN(CNT002.)	CT001 クレックアップ				Y										Y	N																			
005	IN(002.013)	ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM表示		Y																Y																
006	IN(002.014)	ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM表示			Y													Y											Y							
007	IN(002.015)	ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM表示				Y										Y																				
008	IN(002.016)	ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM表示					Y														Y															
009	IN(A003.HH)	ｸﾗｸﾞNo.表示 A003		N														Y																		
010	IN(A003.H)	ｸﾗｸﾞNo.表示 A003			N					Y			Y				Y																			
011	IN(A003.L)	ｸﾗｸﾞNo.表示 A003				N														Y																
012	IN(A003.LL)	ｸﾗｸﾞNo.表示 A003					N															Y							Y							
013	IN(LNK0009:C0000_00)	ﾘﾝｸﾃｰﾌﾞﾙ表示		N																																
014	IN(LNK0010:C0000_01)	ﾘﾝｸﾃｰﾌﾞﾙ表示			N					Y																										
015	IN(LNK0011:C0000_02)	ﾘﾝｸﾃｰﾌﾞﾙ表示				N							Y																							
016	IN(LNK0012:C0000_03)	ﾘﾝｸﾃｰﾌﾞﾙ表示					N							Y																						
017	IN(TIM005.)	ｴﾚﾒﾝﾄ表示 クレックアップ		Y															Y																	
018	IN(TIM006.HI)	ｴﾚﾒﾝﾄ表示 ﾌﾞﾛｯｸ			Y														N																	
019	IN(TIM007.LO)	ｴﾚﾒﾝﾄ表示 継続中				Y																														
020	IN(TIM008.IO)	ｴﾚﾒﾝﾄ表示 一時停止中					Y									N																				
021	TBL_S(702.001)	ﾃｰﾌﾞﾙ参照 ﾏｸﾞｯﾌﾟ		Y																	Y															
022	TBL_S(702.005)	ﾃｰﾌﾞﾙ参照 ﾏｸﾞｯﾌﾟ			Y																															
023	TBL_NC(702.005)	ﾃｰﾌﾞﾙ参照 ｵｰﾙ				Y																														
024	TBL_NC(702.007)	ﾃｰﾌﾞﾙ参照 ｵｰﾙ					Y																													
025	(001.007 < 002.007)	関係式 ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM		Y																																
026	(未設定.PV ≤ A002.PV)	関係式 ﾌﾞﾛｯｸ・ｸﾗｸﾞNo.			Y																															
027	(#5000 = A002.PV)	関係式 数値・ｸﾗｸﾞNo.				Y																														
028	(LNK0001:A1901001 ≠ 002.007)	関係式 リンｸ・ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM					Y																													
029	(TIM001.PS > A002.PV)	関係式 ｴﾚﾒﾝﾄ・ｸﾗｸﾞNo.		Y																																
030	(LNK0001:A1901001 ≥ LNK0002:A1902002)	関係式 リンｸ・ﾌﾞﾛｯｸ			Y																															
031																																				
032																																				
001	OUT_H(001.086)			Y																																
002	OUT_H(000.019)				Y																															
003																																				
004																																				
005	OUT_H(001.086)	ﾌﾞﾛｯｸ・ITEM表示 保持		Y																																
006	OUT_I(A000.A.M)	ｸﾗｸﾞNo.表示 ｺﾝﾃﾞｲｼｮﾝ																																		

<図5 フェースプレート部品説明図>



Tag Database

Tag Name: DeviceLCU\BasicPID_ALM_OFF Type: Digital Security: [lock icon]

Description:

Off Label: off On Label: on

Data Source Type: ☒ Device ☐ Memory

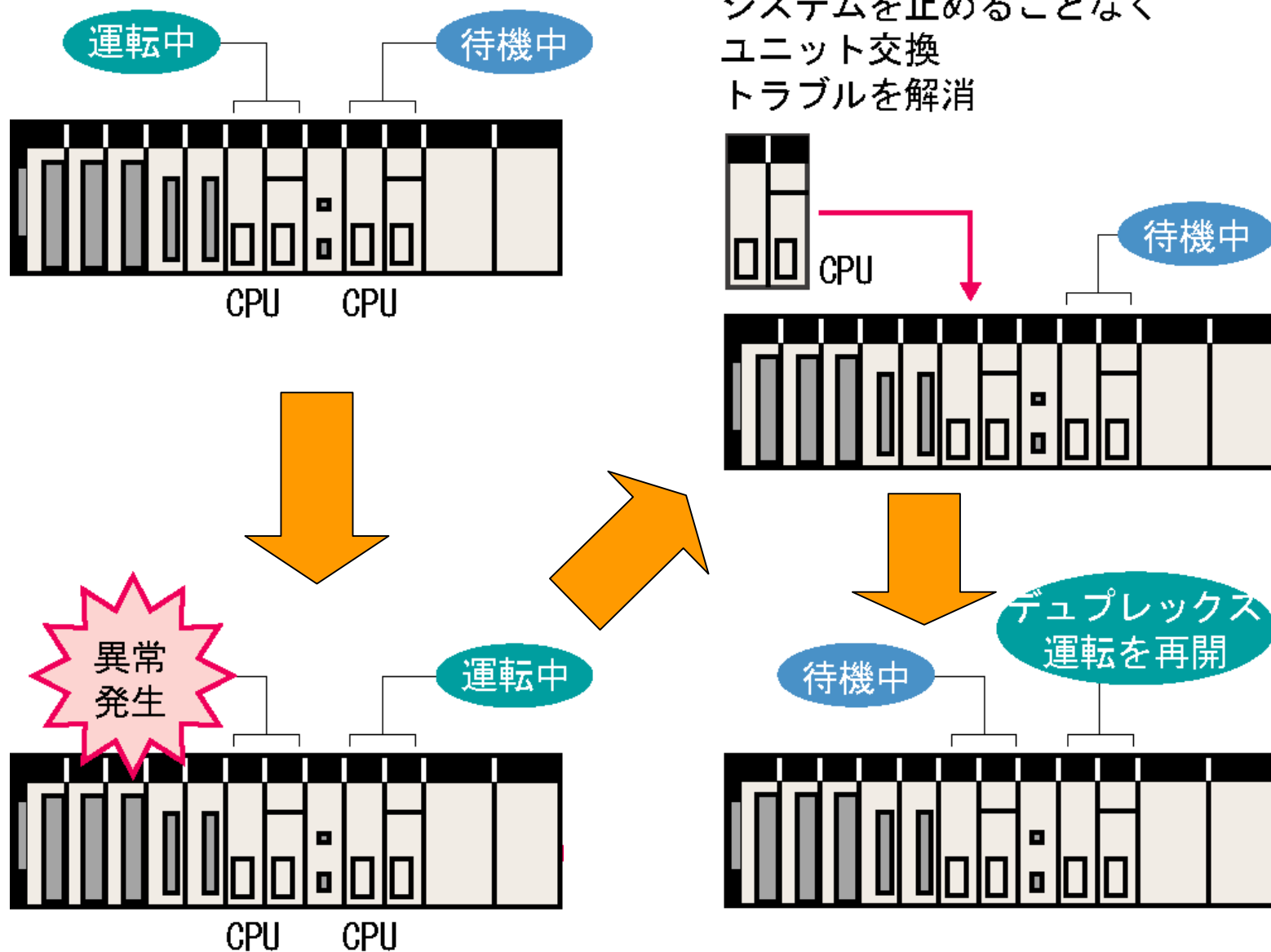
Node Name: Monitor

Address: DeviceLCU\BasicPID_ALM_OFF

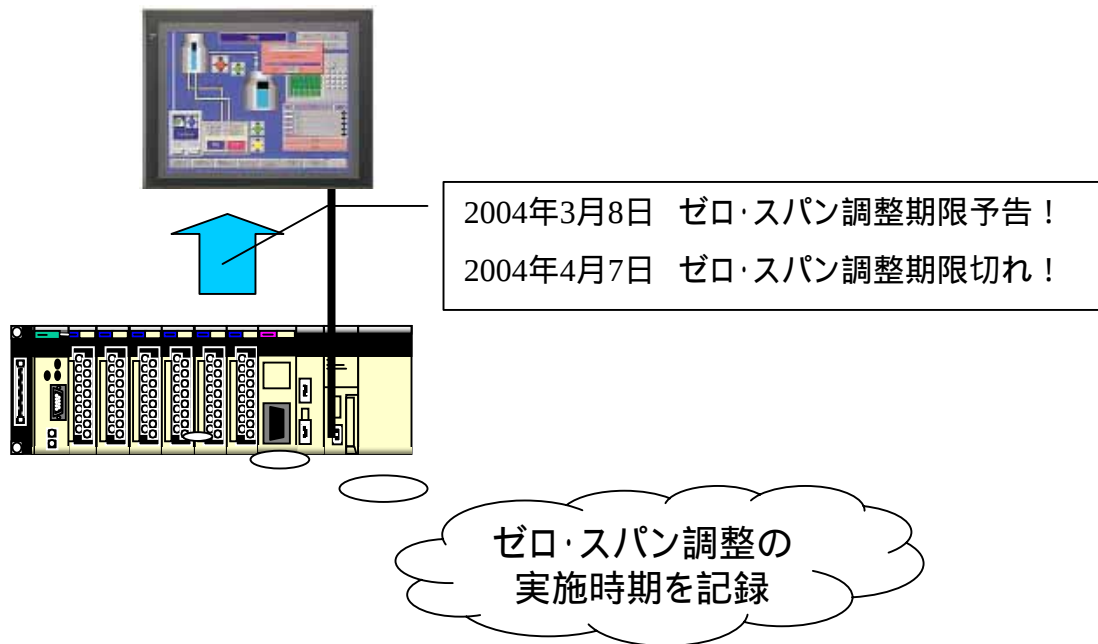
Alm	Tag Name	Type	Description
1	DeviceLCU\BasicPID_ALM_OFF	Digital	
2	DeviceLCU\BasicPID_CASSET	Digital	
3	DeviceLCU\BasicPID_D	Analog	
4	DeviceLCU\BasicPID_DVA	Digital	
5	DeviceLCU\BasicPID_DVA_SP	Analog	
6	X DeviceLCU\BasicPID_H	Digital	
7	DeviceLCU\BasicPID_H_SP	Analog	
8	X DeviceLCU\BasicPID_HH	Digital	
9	DeviceLCU\BasicPID_HH_SP	Analog	
10	DeviceLCU\BasicPID_I	Analog	

CS1 + LCB/LCU

< 図6 二重化システムの動作説明図 >



< 図7 校正期限管理機能説明図 >



設定データ

CH	最終調整日	期限	予告期間
1	03年10月10日	180日間	30日前
2	03年10月10日	180日間	30日前
3	03年8月10日	90日間	30日前
4	03年8月10日	90日間	30日前

変更時に自動的に記録

チャンネルごとに設定