

統合コントローラ Vシリーズ

V Series Integrated Controller

村井 三千男
MURAI Michio

福本 亮
FUKUMOTO Akira

小梁川 尚
KOYANAGAWA Takashi

PA・FAシステムの中核を担うコントローラにおいて、製造業の生産性向上とともに、エンジニアリングにかかわるライフサイクルコスト低減へのニーズはますます高まってきている。当社は、このような背景に基づき統合コントローラ Vシリーズを商品化した。このコントローラは、エンジニアリングの並列化とプログラムの再利用性を高め、ループ制御、シーケンス制御、コンピュータ制御を一体化し、制御の内容と規模に応じフレキシブルに対応できる。

In the field of controllers, which are one of the major components in process automation (PA) and factory automation (FA) systems, greater efforts are being made to achieve higher productivity and reduce engineering costs. Based on this background, Toshiba has developed the V series integrated controller which realizes concurrent engineering, enables greater reuse of programs, and allows flexible construction of loop control, sequence control, and computer control systems.

This paper provides an outline of the new V series integrated controller.

1 まえがき

近年、制御システムには高効率でフレキシブルな生産を目的とした制御処理の多様性や、生産管理、品質管理、保守および診断といった通信・データ処理を中心とする情報処理機能が求められており、これとともにシステムのライフサイクルを通じたエンジニアリングコストの低減が重要な課題となってきた。

このような状況の下、制御コンポーネントは高速化、多機能化だけでなくソフトウェアの面でも高度化してきているが、オープン化、スタンダード化への対応も強く求められている。特にPLC (Programmable Logic Controller) の国際電気標準会議の規格であるIEC 61131^(注1)では、基本的な仕様、試験方法、言語、ネットワークの標準化が鋭意進められている。

そこで当社は、このような要請にこたえる新しい統合コントローラ Vシリーズを開発したので以下に述べる。

2 Vシリーズコントローラのねらい

一般的に、産業制御分野は大別してPA (Process Automation) 制御, FA (Factory Automation) 制御に分けることができる。前者にはループ(L) 制御を主としたDCS (Distributed Control System) があり、後者にはシーケンス(S) 制御に向けたPLCが適用されてきた。DCSはPID(比例, 積分, 微分) 制御を主とした連続制御系を対象とし、プラントで制御される流体の流量, 圧力などのパラメータを制

御する。一方、PLCにおいては、機械系の制御をシーケンス制御の基本言語であるラダー言語にて記述し、その組合せ論理、順序動作を入力条件により決定していく。

また、DCS, PLCに加え近年のパソコン(PC) 技術の飛躍的發展と普及により、データ処理を主とした様々な付加的機能が実現可能となっている。

従来のように、S制御, L制御, コンピュータ(C) 処理をそれぞれ別々に処理している場合は、プログラミングを含むエンジニアリングのツールもそれぞれ異なったものとなっていた。この場合、多種の制御をそれぞれ別々の環境で扱うこととなり、システム全体を統括して扱うことが困難で、プログラミングも個別なものとなり、システム全体を統一して記述し

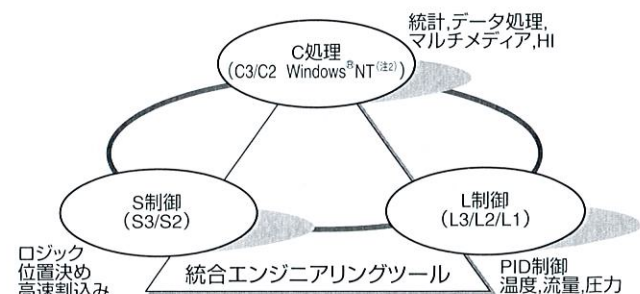


図1. 統合コントローラのコcept S, L, Cの機能を包含し、エンジニアリングを統合する。

Concept of V series integrated controller

(注1) IEC (International Electrotechnical Commission) の規格の一つ。

(注2) WindowsNTは、米国Microsoft社の商標。

把握することも難しかった。さらに、情報処理データを高速かつ大量に処理する必要性とともに、マルチメディアによる情報機器との活用も望まれるようになっており、これを含む合理的なシステム構築が必要となっている。

Vシリーズ コントローラはこのような状況(図1)の下、以下のような目標の実現を目指している。

- (1) S制御, L制御, C処理を一つのアーキテクチャ^(注3)でスケラブル^(注4)に実現
- (2) 規模, 制御内容にかかわらず統一したエンジニアリング環境の実現
- (3) 再利用性の高いエンジニアリングの提供
- (4) DFS(De Facto Standard:事実上の業界標準)ネットワークによるオープン性とタイムクリティカル制御技術によるリアルタイム性の確保。

3 シリーズ構成と特長

3.1 Vシリーズのラインアップ

Vシリーズ コントローラは、システム規模によりスケラブルに構成できるコントローラで、大型、小型は制御機能別に3種類のCPUモジュールが準備されており、さらに超小型もラインアップされている(図2)。大型および小型については、制御内容により単独または自由に組み合わせることができる。

L制御用のCPUモジュール(L3/L2/L1)はPID制御を主とした連続制御を行い、S制御用のCPUモジュール(S3/S2)は機械制御を主とした高速S制御を行う。C処理用のCPUモジュール(C3/C2)はDOS/V互換のスタンダードなCPUで、豊富な汎用ソフトウェア資産の活用ができる。監視制御レベルの伝送装置においてはオープンなネットワークとしてEthernet^(注5)を採用しつつも、当社独自にネットワークの二重化や伝送路の診断など、システムとして信頼性を確保するための仕組みが織り込まれている。

一方、制御レベルのネットワークでは、コントローラ間で制

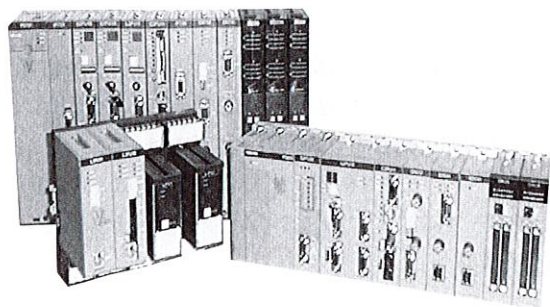


図2. 統合コントローラ Vシリーズ 大型, 小型, 超小型までスケラブルなコントローラをそろえている。

V series integrated controller

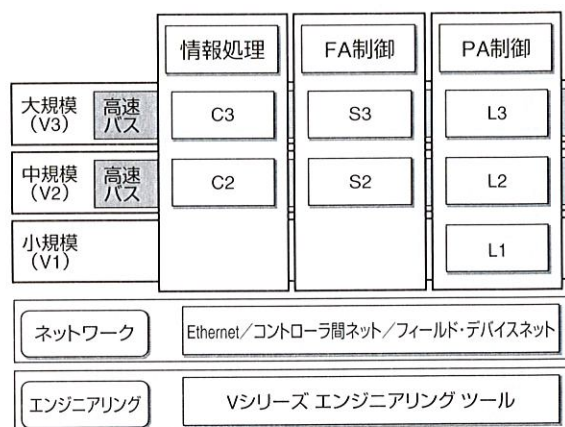


図3. Vシリーズの位置付け 情報処理, FA制御, PA制御の統合を高速バスで実現できる。
Positioning of V series

御データを高速伝送可能な伝送装置も準備されている。S制御用CPUモジュール, L制御用CPUモジュール, C処理用CPUモジュール, ネットワークモジュールは高速システムバス上でデータを共有することができ、制御目的に合った統合システムを構築することができる(図3)。高速性を生かして機械制御系に適用も十分にこたえうるコントローラである。また、電気制御, 計装制御を統合した監視制御システムにも適用できるほか、当社の統合制御システムCIEMACTMシリーズのコントロールステーションとして接続できる。

3.2 Vシリーズ コントローラの特長

Vシリーズ コントローラには、以下の特長がある。

- (1) S制御, L制御, C処理の各CPUによるマルチホスト制御を実現した。これにより各CPUを単独, あるいは自在に組み合わせ、最適な機能構成をフレキシブルに実現できる。
- (2) 国際電気標準会議の標準言語であるIEC 61131-3を採用し、制御対象に依存しない共通的なプログラム表記と、統一したエンジニアリングを実現した。
- (3) コンピュータをネットワークに接続せず、単独で利用する形態である小規模スタンドアロン構成による機械制御から、大容量・高速性を生かした監視制御システムまでスケラブルに適用できる。
- (4) C処理用のCPUモジュールとの組合せで汎用PCソフトウェア活用や大容量のデータ処理も容易に行える。
- (5) 基幹LANの二重化Ethernetとコントローラの冗長化構成^(注6)により頑健なシステムを構築できる。

(注3) ハードウェアおよびソフトウェアを含めた、コンピュータ全体に関係する基本的な設計思想。

(注4) 規模に応じて、自由に選択・構成できること。

(注5) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。

(注6) CPUモジュール(CPUを含む)を二重またはそれ以外に並列に構成すること。これにより、よりシステムの信頼性を上げることができる。

表1. Vシリーズコントローラを構成する各コントローラの概要仕様
Main specifications of V series integrated controller

項目	V3	V2	V1
プログラミング言語	IEC61131-3 準拠 LD, FBD, SFC, IL, ST		
プログラム数	2,048POU	512POU	64POU
スキャン	超高速/高速スキャン, フローティングスキャン		
I/O装置	パラレル/シリアル	パラレル/シリアル	シリアル
デバック・保守	オンライントレース, モニタ, 各種ログ, フォース		
HI	汎用HI, OIS-DS/1200 (当社CIEMACTMシリーズ)		
エンジニアリングツール	コントローラ直接/ネットワーク経由		
特殊機能	I/O縮退運転, 部分シミュレーション機能		
自己診断機能/ 監視機能	停電監視, バス監視, I/O監視, シーケンス渋滞監視, CPU温度警報, 基板レビジョン(改版履歴)管理, ECCチェック		
制御LAN	二重化Ethernet (10BASE2/10BASE5) TC-net, TOSLINE™-S20 (光), フィールドバス H1, DeviceNet		

POU : Program Organization Unit OIS : Operator Interface Station
DS/1200 : CIEMACTM-DS/CIEMACTM-1200

詳細については、表1に示す。

次に各コントローラの特長を述べる。

(1) S制御コントローラの特長

- (a) IEC 61131-3 言語を直接処理可能な言語プロセッサにより、シーケンスの高速制御を実現した。シーケンス命令 (0.04 μ s/接点) に加え浮動小数点演算 (0.2 μ s/加算) も高速実行できる。
- (b) 割込みプログラムやタスク制御プログラムにより、機械制御など応答性を必要とするシステムにも適用できる。
- (c) IEC 標準言語に加え、従来の当社コントローラの命令をライブラリとして準備し、既存言語に対応できる。
- (d) 当社 T シリーズの入出力カード (I/O) 資産を継承できる。

(2) L制御コントローラの特長

- (a) 高速および大容量なループ制御機能として256ループを最短10ms (L3コントローラ) で演算できる。
- (b) ハイパーPIDなどの当社計装制御技術を継承している。
- (c) PA向けの、シリアルI/OおよびFA向けのパラレルI/Oをサポートできる。
- (d) コンパクトな実装形態 (DIN (ドイツ工業規格) レール取付け) であり、パネル計装にも対応 (超小型L1) している。

(3) C処理コントローラの特長

- (a) DOS/V 互換機能をオールインワン、かつコンパクトに実現した。
- (b) ウォッチドックタイマ^(注7)などのRAS (Reliability, Availability and Serviceability) 機能を充実し、かつメンテナンス性を向上させた。

表2. 各コントローラの概要仕様
Main specifications of each controller

■ S制御コントローラの概要仕様

項目	S3	S2
プログラム容量+ データ容量	64KS, 128KS/ 64KW, 128KW	64KS/32KW
速度	接点 (μ s)	0.04
	フローティング (μ s (加算))	0.2

■ L制御コントローラの概要仕様

項目	L3	L2	L1
制御ループ プログラム容量 (KS)	256 512	96/32 32/64	8 6
タグ	指示計/調節計/デジタル/シーケンス 最大1,920タグ		

■ C処理コントローラの概要仕様

項目	C3	C2
メインプロセッサ	AMD K6-2 166 MHz	
OS	WindowsNT®, μ ITRON	
メモリ	主記憶メモリ (最大128Mバイト), フラッシュメモリ, キャッシュメモリ, バックアップメモリ	
表示機能	VGA, XGA, SVGA	
ポート	キーボード, マウスポート, USB	
補助装置	FDDインタフェース	
	ハードディスク	フラッシュディスク
周辺機器 インタフェース	RS232C : 1チャンネル Ethernet : 10BASE T	
	PCMCIA II×2	オプション

KS : Kilo Step KW : Kilo Word VGA : 640×480ドット
XGA : 1,024×768ドット SVGA : 800×600ドット
USB : Universal Serial Bus FDD : フロッピーディスク装置
PCMCIA II : PC Memory Card International Association II

- (c) 基本ソフトウェア (OS) にWindowsNT®, もしくは制御用リアルタイムOSである μ ITRON^(注8)を採用し、安定性の高い制御ができる。

各コントローラの詳細については、表2に示す。

4 コントローラのアーキテクチャ

4.1 システム構成

統合コントローラVシリーズで構成したシステム構成を図4に示す。監視制御LANはエンジニアリングツール、ヒューマンインタフェース (HI) やPCとコントローラ間で監視データを伝送するネットワークであり、オープンなEthernetを採用した。当社独自の伝送路の二重化技術により高信頼性を必要とするシステムにも適用が可能である。制御LANはコントローラ間や、機器とコントローラ間の制御情報を高速に更新するネットワークである。当社は従来のTOSLINE™-S20 (光) シリーズに加え、リアルタイム性を確保できるTC-netを

(注7) CPUなどが、一定時間特定処理をしないことによりソフトウェア暴走を発見する仕組みで、監視・診断機能の一つ。

(注8) ITRONは、Industrial The Realtime Operating system Nucleusの略称。 μ ITRONは、シングルチップマイクロコントローラユニット用にITRON仕様のサブセット化したもの。

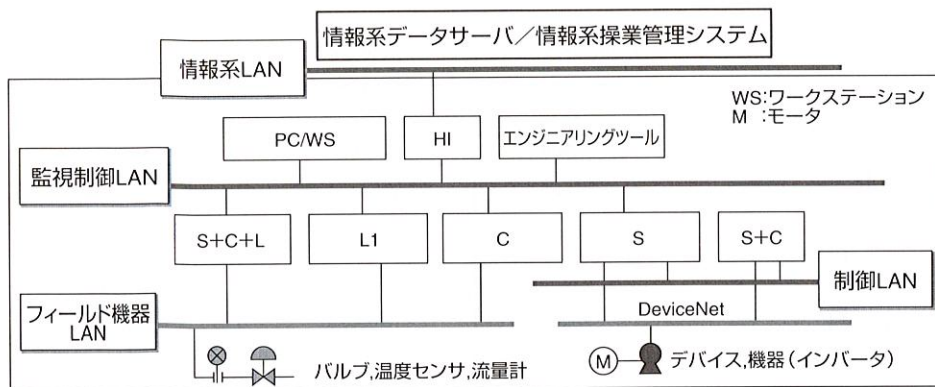


図4. Vシリーズ コントローラによるシステム構成。オープン性とクリティカル性によるフレキシブルなシステムを構築できる。
Example of V series network architecture

準備した。フィールドおよびデバイスレベルのネットワークでは、計装制御機器向けのフィールドバスH1、FA制御向けにDeviceNet^(注9)が接続できる。

Vシリーズのエンジニアリングツールは接続されたネットワークを介して各ステーションのコントローラにリンク可能で、遠隔で集中したエンジニアリングをすることも可能である。

4.2 IEC言語プロセッサ

IEC言語では、ラダーダイアグラム(LD)、ファンクションブロックダイアグラム(FBD)、シーケンシャルフローチャート(SFC)、ストラクチャードテキスト(ST)、インストラクションリスト(IL)の5言語が定義されている。Sコントローラには、IEC言語を直接実行できる言語プロセッサを搭載している(図5)。約300kゲートのカスタムLSIで乗算器やメモリを搭載し、命令語を高速に直接実行することができる。

また、ICE 61131-3ではグローバル変数、ローカル変数が定義されている。Vシリーズでは、従来のコントローラ変数であるグローバル変数だけでなくローカル変数も高速に扱うことができる機構を取り入れた。ローカル変数はそのプログラムやコントローラ内の変数で、外部と独立している。したがって、変数が内部と外部で厳密に管理されるため、モジュール化プログラミングが可能となり、ソフトウェアの再利用性を高めることができる。また、複数のプログラマによるプログラムの並行開発にも有効である。



図5. 言語プロセッサ IEC言語を高速処理するカスタムLSIを示す。

Language processor

4.3 高速システムバス

Vシリーズ コントローラはS、L、CそれぞれのコントローラのCPUを機能、規模に応じてスケラブルに構成できるコントローラである。このシステムバスは、コントローラ間のグローバルデータや伝送装置間での応答性を実現するため高速なバスを採用している。PCの標準バスであるコンパクトPCI(Peripheral Component Interconnect)技術と当社の制御技術、半導体技術により、産業用にも使用できる高性能なカスタムチップを開発した。

最大8台までのCPUがマルチホスト機能、相互の割込み機能、CPUを介しないバースト転送により高速のデータ授受を実現している。したがって、S、L、CのCPUの組合せ、または同種のCPUを4台まで実装し、システムバス上で制御を分担構成させることができる。また、伝送モジュールも同一のシステムバスに実装が可能で、これにより高速な通信機能を実現できる(図6)。また、システムバスの異常監視やトレース機能によりバスの状態を監視し、異常発生時には即時に通知される信頼性の高い機構が組み込まれている。

4.4 信頼性技術

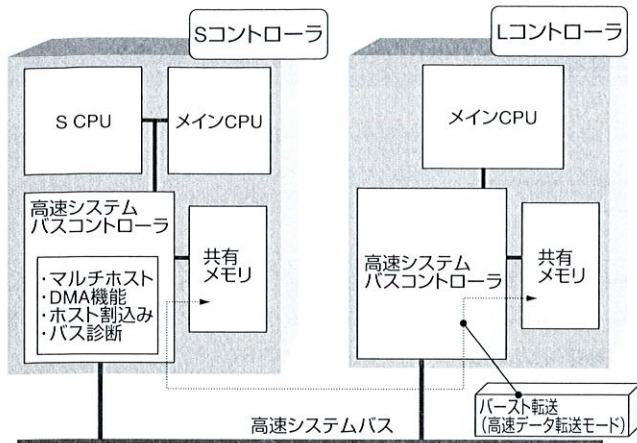
Vシリーズ コントローラはその適用分野から、信頼性の高いシステムを実現できるよう考慮している。

(1) コントローラの信頼性技術

- (a) メモリやI/Oバスのパリティチェック^(注10)はもとより、ECC(Error Correction Code)機能によりデータの正当性チェックおよびエラー検出時にデータの修正を行い、信頼性を高めている。
- (b) 24時間通電をする産業用制御機器においては、いかに温度上昇を低減するかが機器の信頼性や製品寿命に大きく影響する。このコントローラでは、CPUなどの高発熱部品に専用の熱伝達経路を設け、アルミニウム製のベースボードへ放熱している。部品の配置も、シミュレーションにより決定されたもつ

(注9) DeviceNetは、米国Allen-Bradley社の登録商標。

(注10) データを送信する際に、そのデータが正しく送られたかをチェックする方法の一つ。



DMA : Direct Memory Access

図6. Vシリーズコントローラのハードウェア グローバル変数をCPU間で高速に処理する高速バスコントローラである。

Hardware architecture of controller

とも温度分布の良い配置とし、低消費電力部品の採用にも配慮している。

(2) システム信頼性技術

- (a) コントローラの二重化だけではなく、伝送路の二重化にも対応し、システムとしての冗長化が図れる。
- (b) システムの状態(異常発生)により、一部のI/Oをコントローラから切り離して運転を継続する縮退運転が可能となっている。

5 Vシリーズのネットワーク技術

Vシリーズ ネットワークの特長を以下に述べる。Vシリーズのネットワークは、上位計算機やHIとコントローラ間のデータ伝送や監視データを更新するための監視制御LANと、コントローラ間的高速制御データを扱う制御系LAN、およびセンサ/アクチュエータ(制御信号を受けて制御する装置)や制御機器と接続されるフィールド/デバイス系のLANがある。オープンなネットワークと当社のリアルタイム制御技術を応用し、高性能で信頼性のあるシステムが構築できる。

監視制御LANの特長を以下に示す。

- (1) オープンなネットワークであるEthernetを採用した。
- (2) メディアの冗長化と異常検出、伝送路診断が可能である。

制御LANの特長を以下に示す

- (1) サイクリック伝送(スキャン伝送)と、事象が発生した場合それに同期して動作するイベントドリブによるプログラム転送などのテキスト伝送用のメッセージ伝送をサポートできる(伝送速度は10/20 Mbps)。
- (2) スキャン伝送には高速スキャンと中速スキャン伝送があり、高速性と効率性の良いシステムが構築できる。

表3. TC-netの概要仕様

Main specifications of TC network

項目	バスタイプ	ループタイプ
構成	バス(伝送路二重化可)	光二重ループ
接続台数	最大64台/システム 最大30台/セグメント	最大64台/システム
伝送距離	10km/システム 400m/セグメント	全長:最大64km ステーション間:最大1km
ケーブル	電気ケーブル 石英GIケーブル	石英GIファイバケーブル
伝送速度	10Mbps	20Mbps
伝送機能	スキャン伝送, メッセージ伝送	
ネットワーク機能	TC-netおよび当社Ethernetとの間を中継可能	

GI : Granded Index

- (3) ネットワーク中継機能により当社TC-net(表3)およびEthernetシステムの階層間接続が可能で、ネットワーク間の自由な情報交換が可能である。
- (4) 伝送路を二重化/二重ループ化することにより、高信頼性が要求されるシステムにも対応できる。

6 あとがき

以上、統合コントローラ Vシリーズのコントローラについて概要を述べた。統合コントローラは“PA”、“FA”の制御に加え、“コンピュータ”の柔軟かつ豊富なデータ処理機能を統一したアーキテクチャで構成でき、制御内容と規模により、機械組み込みのスタンドアロン制御から大規模な監視制御システムに至るまで幅広くカバーできるコントローラである。

当社では、産業分野での豊富な実績の下、ユーザーの立場に立ったVシリーズの強化、拡充に注力する所存である。

文献

- (1) 広井和男, 他. スーパー自由度PID. 計測技術2月号,1997, p.63-67.
- (2) 広井和男, 他. 本紙継承・速度形PID. 計測技術3月号,1997, p.69-73.
- (3) 広井和男, 他. 改良形デジタル微分. 計測技術4月号,1997, p.62-68.



村井 三千男 MURAI Michio

情報・社会システム社 府中情報・社会システム工場 計測制御機器部グループ長。産業用マイクロエレクトロニクス制御装置の開発・設計に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations-Information and Industrial Systems & Services



福本 亮 FUKUMOTO Akira, D.Eng.

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター 情報処理・通信技術担当グループ長, 工博。プラント監視制御システムの研究開発に従事。IEEE, ACM, 電気学会, 原子力学会会員。

Power and Industrial Systems Research and Development Center



小梁川 尚 KOYANAGAWA Takashi

生産技術センター 実装技術研究センター研究主務。電子機器の実装設計技術の研究・開発に従事。エレクトロニクス実装学会会員。

Electronic Component & Assembly Technology Research Center