

近年、産業分野で利用される監視・制御システムは、メーカー独自の集中型システムから、省配線、マルチベンダ、オープン化をねらった分散型システムの採用が盛んになってきた。また、ERP (Enterprise Resource Planning) などの企業における生産活動の改革を遂行するためには、生産現場システムと操業計画システムとの円滑な情報交換が行える“シームレスな統合”が必要である。ネットワーク、システムLSI、WWWサーバ、Java^(注1)などの新技術の適切な導入は、新しい概念の監視・制御システムや操業計画システムを提供するとともに、これらのシームレスな統合を実現し業務改革などへの貢献が期待できる。

Monitoring and control systems for industrial use have been moving from centralized systems to open architecture distributed systems with multiple vendors. In order to promote corporate innovation such as enterprise resource planning (ERP), seamless information exchanges are necessary between control systems and manufacturing execution systems (MES) as well as other business systems. Recent computer technologies such as system RISC chips, Java, and WWW servers are expected to contribute to business innovation.

情報系ネットワークと制御系ネットワークの技術動向

近年のネットワーク技術の進展は、“新産業革命”とまで言われるほどこれまでにないスピードで展開しており、インターネットに代表されるように地域のボーダレス化や企業活動におけるグローバル化に貢献している。ネットワークによるボーダレス化は地域的な観点だけでなく、異なった管理区分・業種区分もボーダレスに統合する点が注目されている。

図1に示すように産業分野での生産や設備管理などを行うシステムは、①現場を扱う監視・制御システム、②操業計画・統合監視システム、③企業基幹系の情報システム、の3階層から構成され、各層で利用されているネットワーク技術はおおむね次のとおりである。

操業計画・統合監視系システムや、工場・企業の基幹情報システム

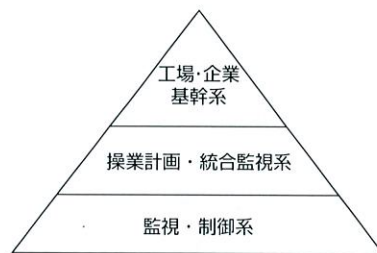


図1. 生産システム・設備管理システムの構成 工場やビルなどの生産・操業管理システムおよび設備管理システムは、三つの階層から構成されている。
Configuration of manufacturing system

では、ホストコンピュータやデータベース、これらを利用するための端末間を接続するネットワークとして、数多くの実績からEthernet^(注2)・TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) (以下、Ethernetと略記) が広く採用されデファクトスタンダードとなっている。

現場を扱う監視・制御システムでは、I/O(入出力)部・制御部と監視操作部を結ぶネットワークがメーカ

ー独自のものから、徐々にオープンなものへと移行し始めている。業界でのオープン化対応は、以前からいくつものアプローチで展開されてきたが、メーカーの独自性から抜け切れずデファクト化が難しかった。しかし、近年は情報系における実績とパソコンとの親和性などから、中小規模プラント向け監視・制御システムやFA (Factory Automation) システムに利用されるシーケンサ(PLC)などでは、Ethernetが広く採用されてきている。

制御部においてはI/O信号を1か所で集中管理する方式から、現場のセンサや操作端をネットワークで接続し分散管理する方式へ展開されてきている。これは、配線数の削減による工事費用の削減と、制御処理自体の分散化・オブジェクト化によるシステムの開発効率向上をねらったものである。この現場機器レベルのネットワークを“デバイス・ネットワーク”と総称し、その代表として

(注1) Javaならびにその他のJavaを含む商標は、米国Sun Microsystems社の商標。

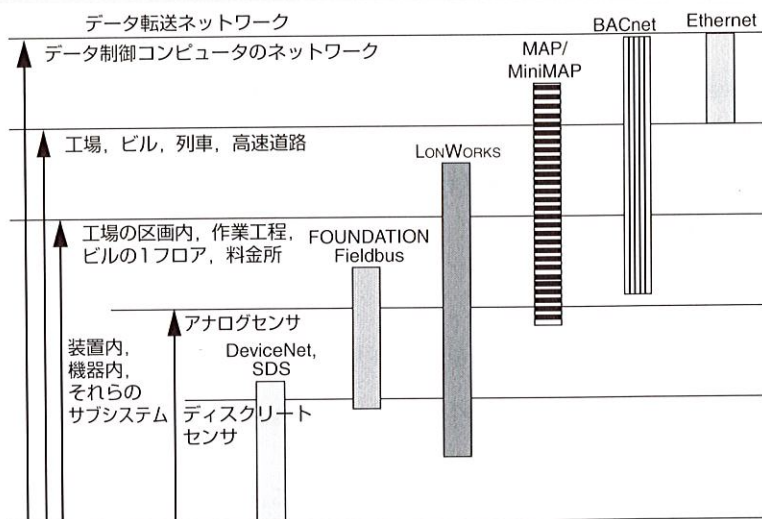
(注2) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。

知的分散ネットワークシステムLonWorksの概要

LONWORKSとは、米国 Echelon 社が開発した知的分散制御のためのネットワーク技術とその周辺も含めた技術群の総称である。

LONWORKSでは、Neuronチップ^(注6)と呼ぶ専用LSIをセンサ・操作端に埋め込み、各機器にインテリジェンスをもたせてこれらをネットワークで接続し、相互に情報を交換し、ネットワーク全体として制御システムを構成するものである。

LONWORKSでのネットワークプロトコルはLonTalk^(注7)と呼ばれ、その仕様は公開されている。LONWORKSはネットワーク仕様を公開しているというより、センサや操作端などの機器どうしを難しい通信規約を意識せずに、接続し運用できることが最大の特長である。LONWORKSが産業分野で適用されている範囲を他のネットワークと合わせて図に示す。



SDS：Honeywell社が開発したネットワーク。
 FOUNDATION Fieldbus：プラント計装用のフィールドネットワーク
 MAP/MiniMAP：General Motors社が提唱し、ユーザー主導で開発されたFA向けのネットワーク。
 BACnet：米国暖房冷凍空調エンジニア協会(ASHRAE)で制定されたビルディングオートメーション用の通信プロトコル。

産業分野におけるネットワーク比較 縦軸は適用対象の規模を示す。LONWORKSは機器の運転・故障などの状態情報から温度や流量などのアナログデータの情報、さらには短いテキストデータなど比較的広い範囲に適用されていることがわかる。

は、LONWORKS^(注3) (囲み記事参照)やDeviceNet^(注4)、INTERBUS^(注5)などがある。

情報系と制御系の統合

■ハードウェアに対する要件

近年、操業計画や統合監視などの情報系と制御系システムの統合は、パソコンを利用したゲートウェイにより低価格化が進んでいるが、さらなるハードウェアの低価格は追求すべき要件である。

また、システムとシステムを接続して情報交換を行ったり、データのサービスを行うデータサーバには、高い信頼性が要求される。

■ソフトウェアに対する要件

広い工場内に設置される設備管理システムでは、ゲートウェイやデータサーバが点在することが多々ある。十分なネットワーク機能がなければ、システムの増設・改造のつど各ゲートウェイやデータサーバの設置場所に出向き作業を行うことになる。このためネットワークを活用した保守・改造作業が実現できるしくみをもっていることが強く要求されてきている。

アプリケーションソフトウェアの開発では、情報系システムと制御系システムでその開発体系が大きく異なっているのが現状である。情報系システムはC言語やVisual Basic^(注8)

などが主流であり、制御系システムでは、表示部はGUI(Graphical User Interface)パッケージやVisual Basic、制御部は機能ブロック言語やラダー言語で構築するといったぐあいである。このためシステムのアプリケーションを開発するためには、個々の言語に精通したエンジニアが対応するか、対象機器ごとに専門のエンジニアが対応することになり、生産性向上の阻害要因の一つとなっている。このため統一したエンジニアリング環境が期待されている。

また、ソフトウェア開発言語自体での生産性や保守性などの高度化も要求されている。

(注3)、(注7) LONWORKS, LonTalk は、米国 Echelon 社の商標。

(注4) DeviceNet は、Allen-Bradley 社の商標。

(注5) INTERBUS は、PHOENIX CONTACT 社の商標。

(注6) Neuron チップは、Echelon 社がライセンスをもち、当社が製造しているLSI。

(注8) Visual Basic は、Microsoft 社の商標。

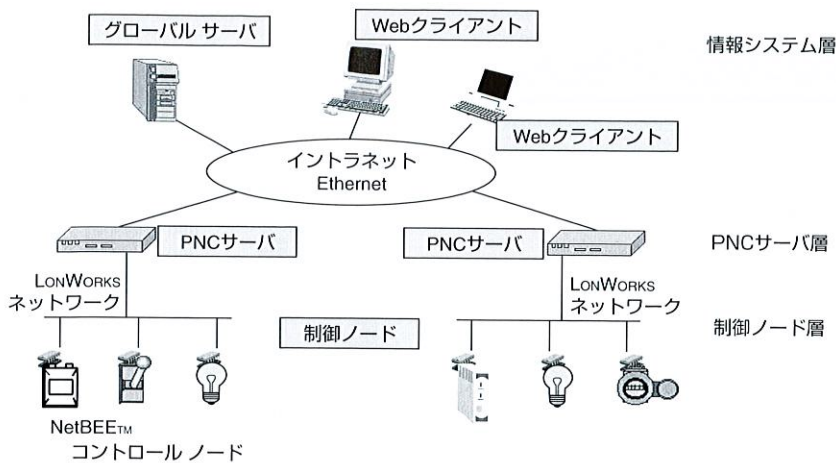


図2. ENCの基本構成例 ENCは、制御ノード層、PNCサーバ層、情報システム層から構成される。

Typical system configuration of enhanced network computing architecture

ENC 構想

当社はこれらの現状を踏まえ、操業計画・管理のための情報系と現場制御系をシームレスに統合し、計画・管理・生産・製造・監視活動におけるボーダレス化をねらうアーキテクチャとしてENC(Enhanced Network Computing)構想を提案した。

ENC構想で基本となる制御系としては、FA分野や設備管理分野などで広く利用されてきているLONWORKSを対象とし、情報系ネットワークとしては業界標準であるEthernetを対象とした。

ENCの基本構成を図2に示す。ここに示すようにENCの基本構成は、制御ノード層、PNC(Process Network Computer)サーバ層、情報システム層の3階層構造から成る。

- (1) 制御ノード層 現場のセンサや操作端と入出力を行いデータ収集や制御を行うもので、LONWORKSネットワークを利用して分散制御系を構成する。
- (2) PNCサーバ層 下位のLONWORKSネットワークと上位のEthernetを接続する機器群で

ある。

この機器は、制御ノード層からのデータを受け取り、上位の情報システム層に転送したり、情報システム層からの指令内容を下位の制御ノード層に転送する。このPNCサーバは、WWWサーバ機能や電子メール機能をもち、Java言語によるアプリケーションソフトウェアを搭載し、ENC構想の中核的な位置におかれる。

- (3) 情報システム層 Ethernetをネットワークとする情報システム層は、PNCサーバ層からのデータを統合的に管理するグローバルサーバと、各サーバからの情報をオペレータに提供するWebクライアントから構成される。

汎(はん)用ブラウザをもったWebクライアントからは、各サーバのWWWサーバ機能を利用して現場系の状況監視や遠隔操作が可能である。

これにより中央監視室などの固定された場所での監視操作から、一般事務所やモバイル端末での監視保守

が可能となる。

ENCの特長とHEXABINE™

ENCは制御系ネットワークと情報系ネットワークをシームレスに統合することを目的としたものであるが、その開発コンセプトは、①ネットワーク機能の活用、②高信頼性、リアルタイム性の確保、③ライフサイクルコストの最小化、である。

そして、これらの特長を具体化する手段として、Java言語、専用システムLSI、リアルタイムOS、ハードディスクレス化を採用し、PNCサーバとして産業用ネットワークコンピュータHEXABINE™を製品化した。

- (1) Javaの採用 ENCの最大の特長は、Javaの全面的な採用である。制御機能を実行する制御ノード、各ノードからのデータを収集するPNCサーバの各種アプリケーションプログラムを単一のJava言語で構築できるようにした。

監視用の表示機能をJavaアプレット^(注9)で作成し、PNCサーバからクライアントパソコンに配信すれば、どのパソコンも監視用の表示装置として利用できるようになる。

また、各層のアプリケーションを単一のプログラミング言語で作成することは、ソフトウェアエンジニアの負担を軽減し生産性の向上が図れる。

オブジェクト指向のJavaでは各機能を容易にソフトウェア部品化でき、部品の再利用やパソコン上でのビジュアルな開発ツールの利用によりシステムの開発工数の大幅な低減が期待できる。

- (2) 専用システムLSIの採用

(注9) Java アプレット

WWWブラウザ上で実行されることを目的として作成されたJavaプログラムのこと。WWWサーバからネットワーク経由でダウンロードされWWWブラウザ上で実行する。

HEXABINE™のエンジンは、32ビットRISC(縮小命令セットコンピュータ)プロセッサをコアとし、LonTalkコントローラ、Ethernetコントローラを実装した専用システムLSIである。これにより高信頼性とリアルタイム性の確保およびハードウェアの低価格化を実現した。

また、この専用システムLSIは、制御ノードへの実装も計画しており、従来のNeuronチップでは処理能力が不足し分散制御化を見送っていたようなアプリケーションに対しても、分散制御ネットワークによるソリューションを提供できるようになる。

(3) リアルタイムOSの採用 リアルタイム性と信頼性が要求されるHEXABINE™には、組み込み型リアルタイムオペレーティングシステム(OS)として実績が豊富なVxWorks^(注10)を採用した。

不安定なOSはシステムの信頼性を損ねるばかりか、アプリケーション開発の生産性や品質に大きく影響してしまう。安定したOS上で開発できることで、高品質のものを適正な価格で提供できるようになった。

(4) ハードディスクレス化 FA分野などの産業用途で利用するには、24時間連続運転や耐環境性を十分に配慮することが必要である。HEXABINE™ではハードディスクの代わりにフラッシュメモリを採用し連続運転、耐環境性を高めた。

ここに掲げた手段は一つのユニットレベルの特長とも言えるが、これらを複合してネットワークシステムを構成するENCでは、それらが相互に影響し合いながら大きな特長となっていく。

ENC/HEXABINE™の適用事例

HEXABINE™は、各種アプリケーションにさまざまな形態で柔軟に対応できるのが特長であるが、その代表的な適用事例を紹介する。

■プラント、設備管理システムへの応用(WWW機能応用)

プラントや設備の監視は専用の表示装置を用いて中央管理室で行われているが、中央管理室以外の事務所や遠隔地などから監視操作を行うことが潜在的なニーズとしてあった。

従来のシステムでは、これを実現するために大きな投資が必要であったが、インターネット/イントラネット、WWWサーバ、ブラウザソフトウェアなどの技術がこのニーズを満たすレベルまで発展し、HEXABINE™がこれを現実のものとした。

HEXABINE™では、LONWORKSネットワークやシリアルインタフェースからデータを収集し、WWWサーバ機能によりこれらをEthernet上のパソコンの汎用ブラウザで表示さ

せたり、制御系へ操作することができるようになった。この構成を図3に示す。さらに、電子メール機能やファイル伝送機能などにより、監視対象で異常が発生した場合の通報や保守メンテナンスなどを事務所のパソコンやモバイル端末などから行うことができる。

■生産管理システムへの応用(シリアルインタフェース応用)

組立加工産業や消費材産業における各製造工程では、自動化機器の導入により徹底的な自動化が図られている。しかし、これらの自動化機器は専門メーカーがその工程を自動化する目的のために製作したものが多く、生産状況や稼働率など企業・工場経営の指標となる情報をオープンに提供できるしかけをもつものは決して多くはないのが現状である。最新の自動化機器はネットワーク機能をサポートしているものもあるが、既存の機器の多くは、ネットワーク機能はもっていない。一方、これらの機器の多くは、保守のためにシリアルインタフェースを備えているの

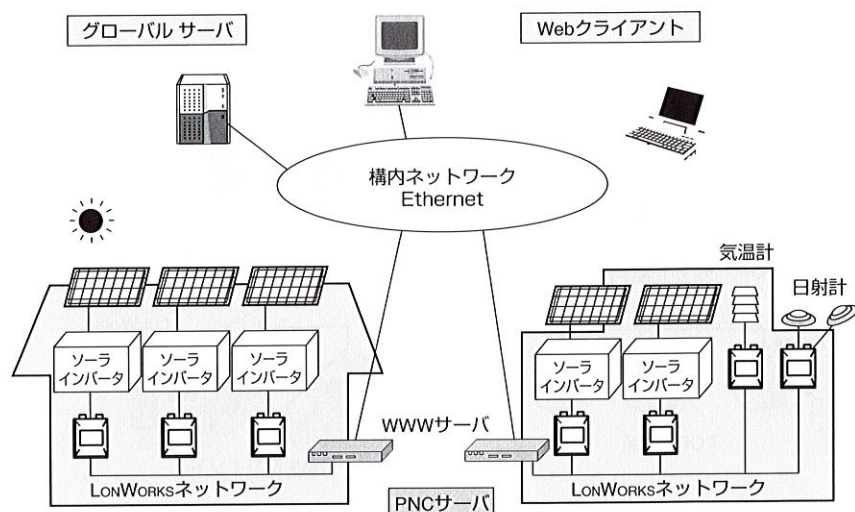


図3. プラント・設備管理システムへの応用(WWWサーバの応用) WWWサーバ機能とWebクライアントの汎用ブラウザは、プラントや設備の遠隔監視を行うことができる。
Application of HEXABINE™ to process management system

(注10) VxWorksは、米国Window River Systems社の商標。

で、これとHEXABINE™のシリアルインタフェースポートを接続し、各機器がもっている生産状況や稼動状況の情報を収集し、Ethernetに送信する自動化機器用Ethernetゲートウェイとして利用することができる(図4)。

なかった。また、複数のシステムが同じLONWORKSで構成されていても容易に実現できるものではなかった。しかし、HEXABINE™を利用すると、LONWORKSシステムのデータをカプセル化して授受できるためLONWORKSネットワーク間の協調制御が実現できるようになった(図5)。

■協調制御への応用 (LonTalk/IP ルータ応用)

製造ラインや設備管理システムなどでは各専門ベンダーが独自のシステムを導入しているため、システム間の協調制御を十分に行える環境が

■発展を続けるネットワーク技術

“The Network is the Computer.”^(注11) というフレーズが出現するほどネットワーク技術は情報化社会において

重要なものとなってきている。また、監視・制御システムの分野においても“The Network is Control.”というフレーズも出現し、ネットワークとコントロールが密接なものとなってきている。

ここに紹介したENC構想と産業用ネットワークコンピュータHEXABINE™は、このような時代の最先端を行く技術を“機能面”と“実用面”の両側面から実現したものである。

当社は、生産・製造・管理・保守などの現場において、今後ますます発展していくネットワーク技術と、これを的確に利用できるソリューションの提供を旨とし開発、商品化を推進していく。

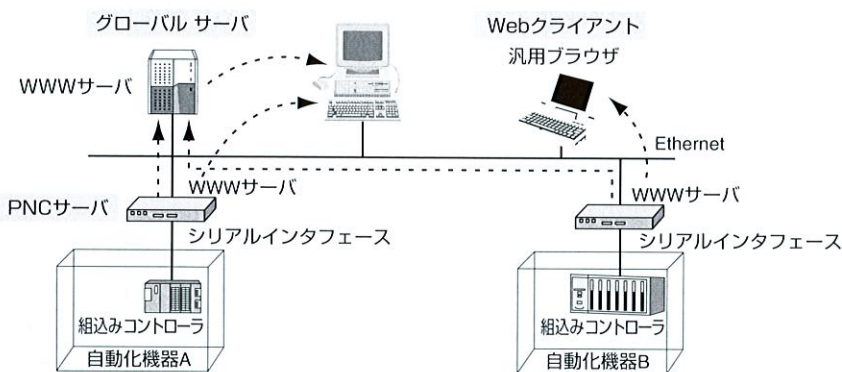


図4. 生産管理システムへの応用(シリアルインタフェース応用) 各種FA自動化機器とHEXABINE™をシリアルインタフェースで接続し、HEXABINE™を自動化機器のEthernetゲートウェイとして利用する。
Application of HEXABINE™ to factory automation line

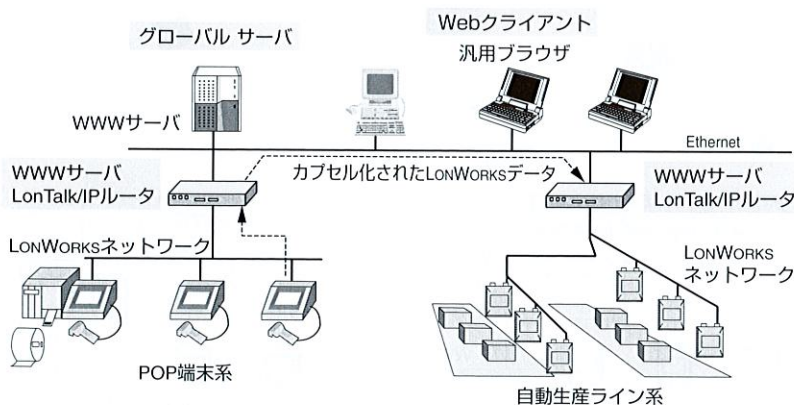


図5. 協調制御への応用(LonTalk/IP ルータ応用) Ethernetを経由して複数のLONWORKSネットワーク間でのデータ授受は、LonTalk/IP ルータ機能を利用し、LONWORKSデータをカプセル化して行う。
Data communication between two LonWorks networks



小島 文夫
KOJIMA Fumio

情報・社会システム社 産業・電機・計装システム事業部 産業システム部主幹。
産業計装・制御システムの技術業務に従事。
計測自動制御学会会員。
Industrial Systems Div.



加名生 雄一
KANO Yuichi

情報・社会システム社 産業・電機・計装システム事業部 情報システム電力部参事。
電力会社向け情報システムの技術業務に従事。
Industrial Systems Div.



小池 建郎
KOIKE Tatsuro

情報・社会システム社 産業・電機・計装システム事業部 産業システム部LON技術担当グループ長。
産業計装・制御システムの技術業務に従事。
計測自動制御学会、電気学会会員。
Industrial Systems Div.

(注11) The Network is the Computer は、米国SunMicrosystems社の商標。