

小島 文夫
KOJIMA Fumio

加名生 雄一
KANO Yuichi

長谷川 哲夫
HASEGAWA Tetsuo

情報システムのネットワーク化とオープン化をサポートする情報インフラはすでに整備されている。制御監視システム分野でもオープン化が進んでおり、当社では制御ネットワークと情報ネットワークをシームレスに結合するアーキテクチャ^(注1)として Enhanced Network Computing (ENC) を提案した。ENC は分散型制御ネットワーク LONWORKS^(注2) (以下、LON^(注3)と略記) とプラットフォームに依存しないオブジェクト指向技術 Java^(注4)を融合したアーキテクチャである。

現在、ENC アーキテクチャのハードウェアコンポーネントである Process Network Computing (PNC) 制御ノードと PNC サーバ、およびソフトウェアコンポーネントである Event Centric for JavaTM (ECJTM), Java Standard Application Set (JSAS), JDevice の開発を進めている。

Information infrastructures for business systems have already established facilities which make systems network-wide and open. These facilities are being set up for control and monitoring systems.

Toshiba has proposed an open system architecture called enhanced network computing (ENC) for control and monitoring systems. ENC seamlessly integrates control networks and business networks by adopting the platform-independent, object-oriented Java technology for the LONWORKS (LON) distributed control network. ENC consists of the process network computing (PNC) control node and the PNC server as hardware components, together with ECJTM (Event Centric for Java), JSAS (Java Standard Application Set), and JDevice as software components.

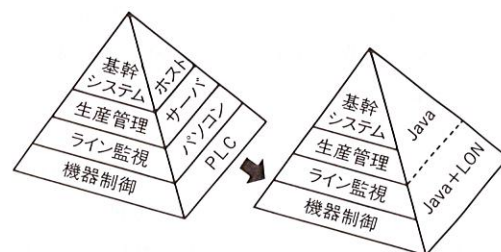
1 まえがき

次世代の統合監視制御ネットワーク アーキテクチャとして当社は ENC を提案し、ENC に必要なハードウェアコンポーネントやソフトウェアコンポーネントを順次開発している。ENC は制御システムと情報処理システムをシームレスにネットワーク結合するアーキテクチャである。

近年、情報処理システムではグローバル化への対応としてネットワーク化とオープン化をサポートするさまざまな情報インフラが整ってきた。さらに、制御監視システムでもオープン化が進みつつある。そこで当社では、分散型制御ネットワーク LON とプラットフォームに依存しないオブジェクト指向技術 Java を融合することにより、オープンでグローバルな監視制御システムを構築するためのアーキテクチャを開発している。この開発は LON の技術ライセンス元である Echelon 社と共同で、また Java の提唱推進元である米国 SunMicrosystems 社の協力を得て進めている。

2 ENC の目的

ENC の目的はシームレスでオープンな情報制御統合システムの実現である。まず個別の監視制御対象、例えば、製造、物流、販売、防災、セキュリティ監視などを相互にネ



PLC: Programmable Logic Controller

図1. ENCによる製造システムのインフラの統合 ENC アーキテクチャでは、上位システムから下位システムまで、Java で統一されたインフラ上に構築される。

Unification of infrastructure for manufacturing system by ENC

ットワークで接続し、さらにイントラネット、インターネット経由で遠隔の監視、操作などを行う情報システムと接続する。次に接続されたどの部分からどの部分へも自由なアクセスができるようにアーキテクチャの統一化を図る。図1は、システム階層ごとに何種類もの情報インフラ上に構築されている従来の製造システムが、Java と LON を融合

(注1) 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する基本的な設計思想。

(注2), (注3) LONWORKSおよびLONは、Echelon社の商標。

(注4) Javaは、米国SunMicrosystems社の商標。

した単一インフラ上に構築されるようすを示す。

これらにより、以下に示す効果が得られる。

- (1) 情報処理技術の適用 Web ブラウザ^(注5)を通してサービスを提供するという、情報系システムでは一般化しつつある形態を制御監視システムに適用し、遠隔地のマシンやモバイル端末からターゲットシステムの監視、操作や保守ができるようにする。
- (2) 統一されたソフトウェア開発・保守環境 表示や操作を行うためのヒューマンインタフェース (HI) 画面から機器の監視制御を行う制御ノードまでのすべての部分のプログラムを単一の Java 言語で実現できるようにし、生産性の向上を図る。
- (3) 小型化、保守簡便化 操作端末から制御ノードまでの大部分のコンピュータを、小型で保守がほとんど不要であるとされているネットワーク コンピュータ化して、設置場所や設置形態などの自由度を高める。
- (4) 制御システムの連携 複数の制御システムがインターネット/イントラネットを経由して単一インフラ上で接続されるため、制御システム間の連携が容易になる。

3 ENC アーキテクチャ

3.1 ENC の基本構成

ENC の基本構成は PNC 制御ノード層、PNC サーバ層、情報システム層の 3 階層構造である。図 2 に構成例を示す。この例では情報システム層はグローバルサーバと Web クライアントで構成されている。

PNC 制御ノードは対象機器のセンサ情報を入力したり、機器への制御信号の出力を行う。LON 制御ネットワークをとおして他の PNC 制御ノードと情報交換をすることで機器

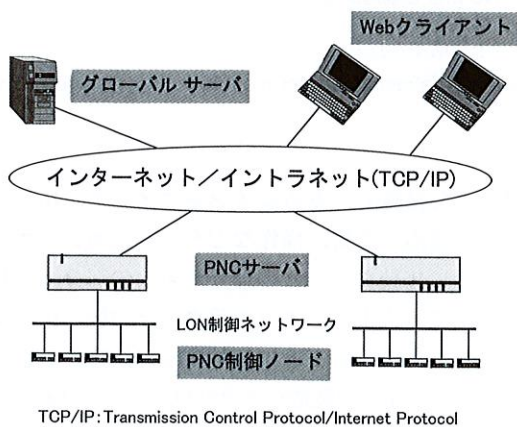


図 2. ENC の基本構成例 情報系のグローバルサーバ/Web クライアント、制御系の PNC 制御ノード、両者を接続する PNC サーバから構成される。

Example of ENC architecture

群から成る対象システムを監視制御できる。

PNC サーバは、LON 制御ネットワークと情報系ネットワークのインターネット/イントラネット相互の接続装置である。PNC 制御ノードからデータを取り出し、ネットワーク依存のフォーマットを変換するだけでなく、必要に応じて一時保存やデータ加工、あるいは、即時的な監視制御などの処理をしたうえで情報システムに渡す。逆に情報システムから受け取ったデータを必要に応じて加工して PNC 制御ノードに渡す。また、PNC 制御ノードから受けたデータをインターネット/イントラネット経由で他の PNC サーバに渡し、さらに PNC 制御ノードに渡すことにより、異なる制御ネットワークにつながる PNC 制御ノード間のデータ交換も実現する。

グローバルサーバでは複数の制御対象の情報を集め、総合的な監視制御処理を行う。PNC サーバによって加工された情報だけでなく、PNC 制御ノードの生のデータもアクセスできるため、目的に応じた種々の監視制御処理が実現できる。

Web クライアントでは、運転員が HI アプリケーションプログラムをとおして監視制御活動を行う。

具体的なシステム例としては、例えば、ビルの監視システムの場合には、各階各ゾーンごとの空調ユニットなどの機器を LON 制御ネットワークで連結し、これらをイントラネットで結合して保安管理室にグローバルサーバと Web クライアントが置かれる。

3.2 ENC のハードウェア コンポーネント

PNC 制御ノードは JavaOS^(注6)を搭載したボードコンピュータとして提供される。このノードは LON 制御ネットワークへのアクセス機能と I/O (入出力) 機能を提供する。LON 制御ネットワークには新たに開発する PNC 制御ノードだけでなく、従来の LON 用ノードを混在させることもできる。

PNC サーバは JavaOS を搭載したネットワーク コンピュータとして提供される。PNC サーバは、LON 制御ネットワークへのアクセス機能と、インターネット/イントラネットの代表格である Ethernet^(注7)へのアクセス機能をもつ。PNC 制御ノード同様 PNC サーバもディスクなどの稼働部をもたず、24 時間稼働や保守簡便化を目的としている。

グローバルサーバや Web クライアントなどの情報系システムのハードウェアとしては、通常用いられるネットワーク コンピュータやパーソナル コンピュータ、あるいはワークステーションを利用する。

3.3 ENC のソフトウェア コンポーネント

図 3 は ENC の各構成要素に用意されているソフトウェアコンポーネント群を示している。

(注 5) Web ブラウザは、WWW (World Wide Web) のサイトを閲覧、利用するためのソフトウェア。

(注 6) JavaOS は、米国 Sun Microsystems 社の商標。

(注 7) Ethernet は、富士ゼロックス社の商標。

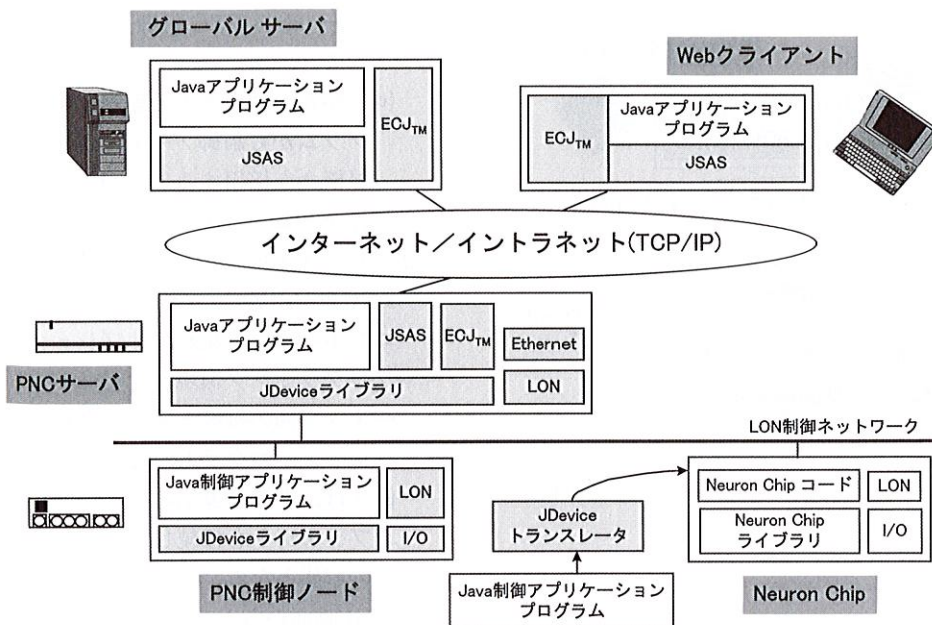


図3. ENCのソフトウェアコンポーネント イベント処理を行うECJ_{TM}、画面や入出力機能を用意したJSAS、JavaでLON制御機能を扱うJDeviceが用意される。

ENC software components

以下に、各ソフトウェアコンポーネントの機能を述べる。

3.3.1 ECJ_{TM} ECJ_{TM}はJavaによる非同期イベント駆動型システム構築のためのフレームワークである。制御分野では一般にイベント駆動型のプログラミングモデルが用いられ、LON制御ネットワークにおける通信もイベント型の通信体系が用いられている。しかし、現状の標準Java環境にはイベント駆動型のシステムを構築するためのフレームワークがなく、制御システム階層から情報システム階層までシームレスにイベント駆動型で通信することはできない。そこでECJ_{TM}を用意することで、イベント駆動型の監視制御システムをJavaで構築できるようにした。

これにより、PNC制御ノードやPNCサーバからグローバルサーバやWebクライアントに時々刻々イベントをプッシュ（通知）することが可能となり、Webクライアント上の監視制御画面でのリアルタイムな情報表示ができる。同様に監視制御画面の操作を逐次制御機器に反映することもできる。

現在、ENCはLON制御ネットワーク用のPNCサーバだけを提供しているが、将来的には、LON以外の制御ネットワークを接続した場合もECJ_{TM}により制御ノード群が直接通信できるようにすることを考えている。図4にLON制御ノードからのイベントがECJ_{TM}を経由してENCの全構成要素に搬送されるようすを示す。

3.3.2 JSAS JSASはENCの情報システム層の監視制御アプリケーションプログラムを容易に構築するためのソフトウェアコンポーネント集である。これらのコンポー

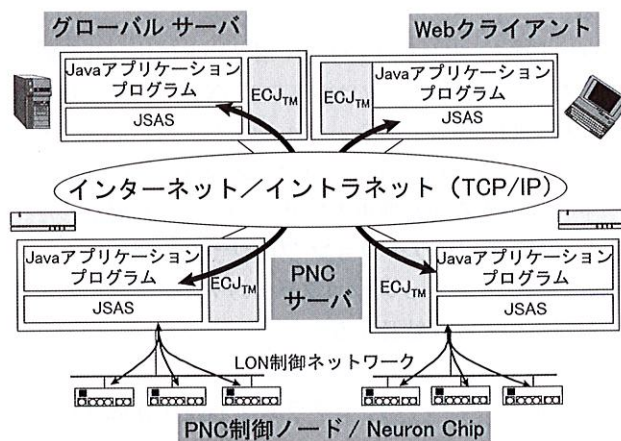


図4. ECJ_{TM}によるイベント搬送 ECJ_{TM}により、機器の入出力イベントが直接監視制御画面まで届けられる。

Event delivery by ECJ_{TM}

ネントを組み合わせることでアプリケーションプログラムが構築できるようになる。情報システム層やPNCサーバ層におけるアプリケーションプログラムのためのコンポーネントとして、将来的には、標準的な監視制御機能やHI画面のコンポーネントを用意する予定である。図5に各構成要素に配置されたコンポーネントの例を示す。

3.3.3 JDeviceとJavaプリプロセッサ LON制御ネットワークにつながるLON用ノードのプログラム環境として、現在C言語（プログラミング言語）のNeuron^(註8)とそのライブラリを提供している。このNeuron C言語はLON制

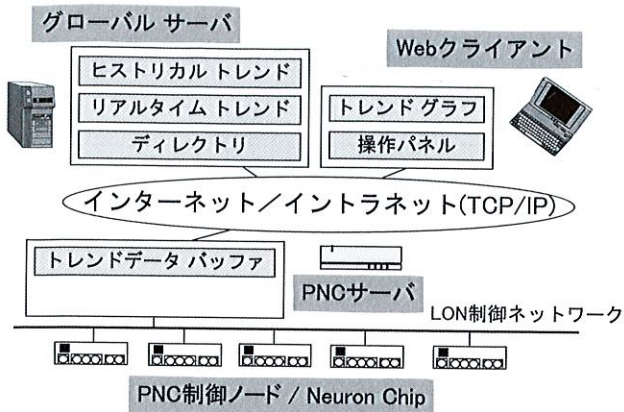


図5. JSAS コンポーネントの例 アプリケーションを構成する JSAS コンポーネント群がグローバルサーバ/WebクライアントやPNCサーバに配置される。

Example of JSAS software components

御ネットワークアクセスや制御アプリケーションプログラムに必須(す)な機能をもっている。これらの機能をもつ Java のプログラム環境を JDevice ライブラリ^(注9)として用意する。JDevice ライブラリは、PNCサーバ、PNC制御ノードで動作する。

PNC制御ノードは従来のLON用ノードに比べ計算能力が高いため、一部のノードは従来のLON用ノードを用いたほうが現実的な場合もある。これらのノードはJavaの実行環境をもたないため、JavaプログラムをNeuron Chip^(注10)コードに変換する前処理用のプリプロセッサを用意した。

3.4 ENCアプリケーションプログラムの開発

ENCアプリケーションプログラムのプログラミングスタイルは以下のような特長をもつ。

- (1) Javaをベースにしたプログラミング ENCアーキテクチャのすべてのプログラムはJavaで作成される。開発がJavaで統一されることのメリットをあげる。
 - (a) 従来LON用ノードのシミュレータ上で行っていた制御ノードプログラムのデバッグがJava実行環境をもつプログラム開発マシン上でできるようになる。
 - (b) Javaで書かれたモジュールは、I/Oなどハードウェア依存の処理を含まない場合は他のコンピュータへ移動できる。そのため、システム立ち上げ後の負荷変動に応じて、PNC制御ノードに割り当てた処理をPNCサーバに移したり、応答性を上げるためPNC

(注8) Neuronは、Echelon社の商標。
 (注9) JDeviceライブラリは、JDevice用の標準的なソフトウェア部品。
 (注10) Neuron Chipは、Echelon社がライセンスをもち、当社が製造しているLSI。

サーバからPNC制御ノードに移したりなどが容易になる。

- (c) 情報システム上の監視制御アプリケーションプログラムから制御ノードまで統一したオブジェクト階層概念を採用することができ、システム全体の整合性をとることが容易になる。
- (2) ビジュアルプログラミング 情報系システム層とPNCサーバ層のアプリケーションプログラムでは、JSASコンポーネント集が、オブジェクト指向のビジュアルプログラミング環境をサポートする。これは、コンポーネント間の接続と属性を定義するだけで、アプリケーションプログラムの大部分を開発できるものである。例えば、グラフ表示のオブジェクトにアナログ入力のオブジェクトを接続してトレンドデータ表示を行うなどの形態となる。

HI画面からセンサ入力までシームレスにつながりつつも、オブジェクト化されているために、画面の変更や機器制御プログラムの変更がシステムの他の部分にほとんど影響を与えない。このビジュアルなオブジェクト指向プログラミング環境により、開発効率や再利用性がよりいっそう向上する。

4 あとがき

ENCアーキテクチャとENCを構成するハードウェア、ソフトウェアの概要を述べた。情報システムと制御システムのシームレスかつオープンな統合の必要性は、情報処理技術の進歩、市場に直結した製造の必要性、全体を最適化するための広域な管理の必要性により急激に増えてきている。ENCはこれらの市場の要求にこたえるソリューション(解決策)を提供することができる。



小島 文夫 KOJIMA Fumio

産業システム事業部 産業システム技術第二部主幹。
 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

産業システム事業部 情報システム電力担当参事。
 電力会社向け情報システムの技術業務に従事。
 Industrial Systems Div.



長谷川 哲夫 HASEGAWA Tetsuo

研究開発センター S&S研究所研究主務。
 ネットワークコンピューティング技術の研究・開発に従事。
 情報処理学会会員。
 Systems & Software Research Labs.