新情報制御システム「MICREX-NX」

酒井　敏（さかい　さとし）　坂上　浩一（さかがみ　こういち）　鈴木　哲雄（すずき　てつお）

1　まえがき

DCS（Distributed Control System：分散型制御システム）は二十数年前から，プラントの監視制御装置として幅広く使用され，水処理分野や計測システム分野を中心とする，プラントビジネスを支える中核コンポーネントである。

従来は，全分野を最大公約数的にカバーする機能を専用ハードウェア，専用ソフトウェアを中心に構築した高性能・高信頼性 DCS である Heavy DCS が主流を占めてきた。

近年，長期低迷する経済情勢の中で生産現場の情報を全社的に共有し，製造計画や生産計画に適用することで，プラントをより効率的に運用したいという要求が強くなってきた。また，保守やエンジニアリングにかける費用の削減要求もますます大きくなってきており，オープン技術と先進ソフトウェアにより，フィールドレベルから MES（Manufacturing Execution System：生産実行システム）まで垂直統合され，FA（Factory Automation：工場自動化）分野まで適用可能な水平統合ソリューションビジネスの展開に適した，用途に応じた使い分けが可能な自由度の高い DCS である Light DCS が求められている。

これに対応するため，新情報制御システム「MICREX-NX」を開発した。ここでは，MICREX-NX のシステム構成およびその概要について説明する。

2　MICREX-NX システムアーキテクチャ

MICREX-NX システムは，富士電機とシーメンス社との共同開発のベースとなったシーメンス社 PCS7 の思想および実績に裏付けられた高い信頼性・機能性を持つシステムである。「垂直水平統合」の思想のもとに，統一化されたプラットフォームを持つハードウェアとソフトウェアにより，一つのシステムで広範囲な制御対象をカバーするように考えられている。さらに，既設システムと接続可能なコンポーネントも準備する予定である。

2.1　システム構成

MICREX-NX システムは，操作監視装置であるオペレータステーション（OS），各種設定を行うエンジニアリングステーション（ES），制御装置であるオートメーションシステム（AS），プロセス入出力をつかさどる ET200 シリーズで構成されている。OS には工業用パソコンを使い，Windows〈注1〉ベースのオープンインタフェースを実現している。ES は，制御プログラムや画面部品を容易にライブラリ化でき，生産性向上を狙っている。AS および ET 200 には高信頼性プログラマブルコントローラ（PLC）および I/O を使用している。これらを接続するネットワークには Ethernet〈注2〉ベースのプラントバス（Industrial Ethernet）を，フィールドネットワークには PROFIBUS を使用し，汎用性と信頼性を確保している。また，IEC 61512（ISA S88）に準拠したバッチシステムや米国食品医薬局（FDA）が定めた電子記録・電子署名に関する規定（FDA 21 CFR Part11）の対応，安全計装システム（IEC61508）の実現など，最新の国際規格，業界標準に対応している（**図1**参照）。

2.2　垂直統合と水平統合

MICREX-NX システムは統一化されたデータ管理，コミュニケーションを有している。メインプロセスに MICREX-NX コンポーネントを据え，補助プロセスや入出庫管理にはそれらを得意とする種類豊富なソフトウェアパッケージを使用することで，生産現場での上流から下流まですべてを同じ製品アーキテクチャで統一することができる。これらはエンジニアリング・操業トレーニング・保守といった各フェーズにおいて，作業の容易化・費用削減に寄与する。同様に，これらの統一された豊富なコンポーネントにより，プロセス産業分野，機械加工分野，およびハイブリッド分野（連続・バッチ・ディスクリートプロセスが混在しているような分野）に対してすべて同じアーキテク

〈注1〉Windows：米国 Microsoft Corp. の登録商標

〈注2〉Ethernet：米国 Xerox Corp. の登録商標

酒井　敏

分散型制御システムの開発設計に従事。現在，富士電機システムズ(株)機器本部制御統括部商品開発部担当課長。

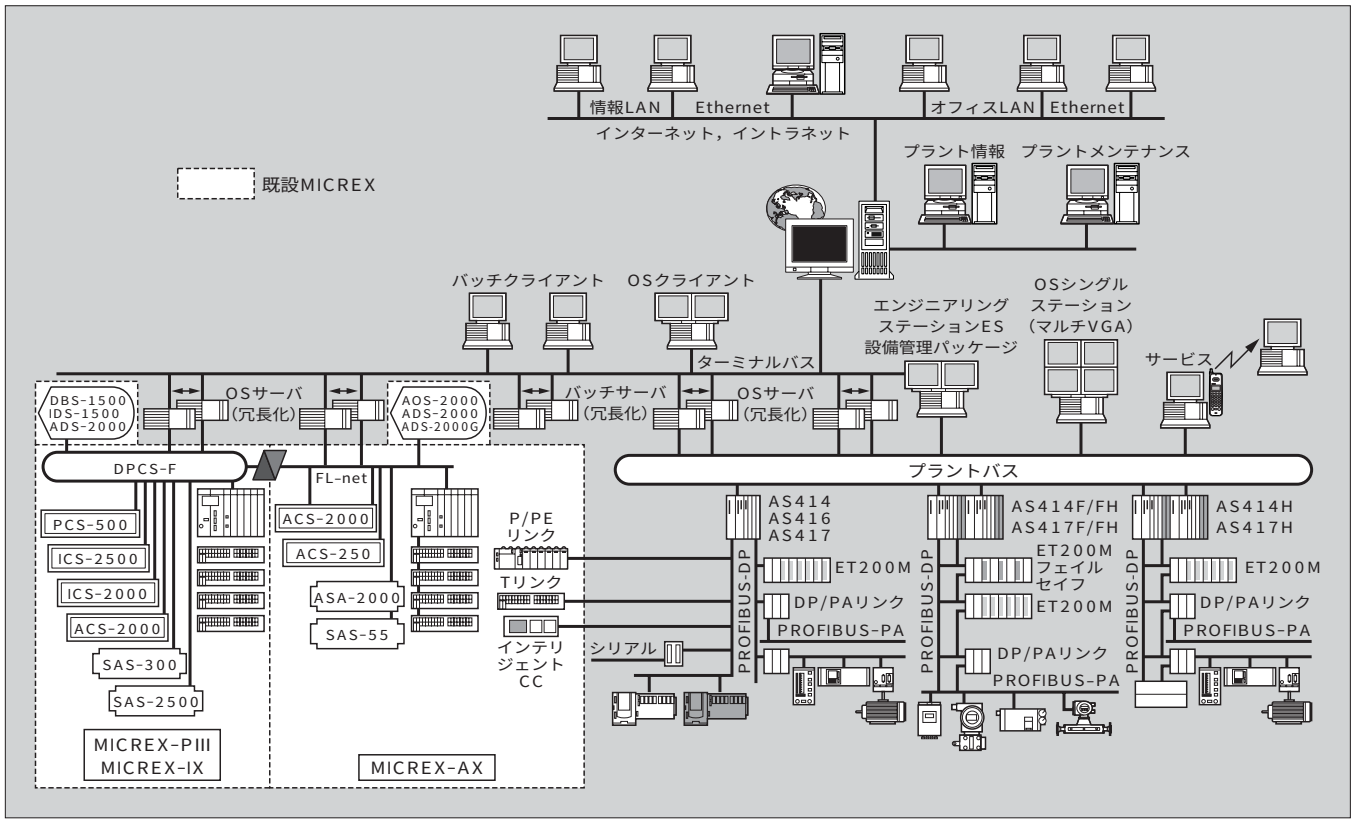
坂上　浩一

分散型制御システムの開発に従事。現在，富士電機システムズ(株)機器本部制御統括部商品開発部主任。

鈴木　哲雄

制御システムおよび制御コンポーネントの開発に従事。現在，富士電機アドバンストテクノロジー(株)MES・DCS 統合開発部主任。

図1　MICREX-NX システムの全体像



チャの製品を供給することが可能である。

また，これらデータ管理の統合化により ERP（Enterprise Resource Planning：企業資源計画）や MES レベルからフィールドレベルまでの情報を共有することが可能である。

2.3　高信頼性

MICREX-NX は，完全冗長化に対応可能なシステムである。操作監視装置からネットワーク，制御装置，I/O に至るまですべてを二重化でき，システムの多重故障に対応している。また，イベント管理機能，高度な時刻同期とタイムスタンプ付加機能，強化された自己診断機能により，障害発生時にも迅速な対応が可能となっている。

3　エンジニアリングステーション（ES）

3.1　統合化されたエンジニアリングシステム

従来のシステムでは制御系・監視系のエンジニアリングは別々に行われ，両者間のインタフェースを定義することに時間を割いていた。これに対し，MICREX-NX では，フィールドデバイス，ネットワーク，コントローラアプリケーションから，オペレータステーションまでのすべてのエンジニアリングを統合化された環境で行える。コントローラアプリケーションの作成には，SFC（Sequential Function Chart）と CFC（Continuance Function Chart）が使用できる。CFC のブロックには，メッセージや，監視操作に関連したすべてのデータが含まれており，CFC によるコントローラアプリケーションから自動的に監視操作用のブロックアイコンとフェースプレートを生成できる。これらにより，オペレータステーションのエンジニアリングを効率的に行えるうえ，標準化された画面部品を利用できるので，単体試験の工数削減を図れる。

図2 に監視操作用部品の自動生成を示す。

3.2　エンジニアリングの効率化

(1)　豊富なライブラリ

モータ，バルブ，PID コントローラなどの標準的なコンポーネントは，あらかじめソフトウェアオブジェクトとしてライブラリに準備されている。

また，容易にユーザーライブラリが作成できるので，コントローラアプリケーションの再利用が行え，効率的である。

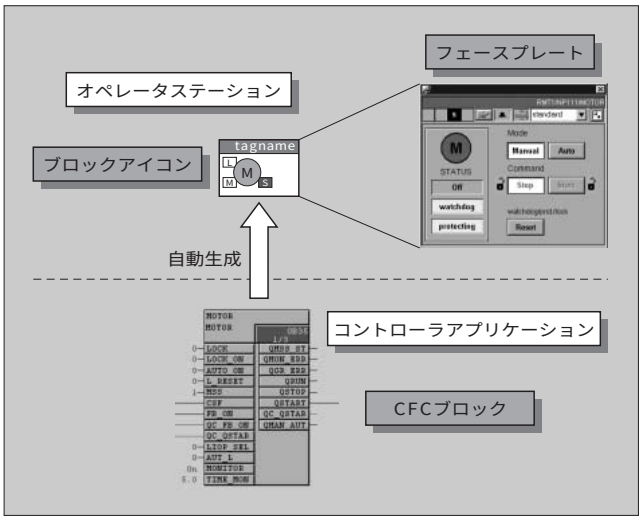
(2)　シミュレーション環境の充実

シミュレーションソフトウェアを使用して，CFC/SFC によって作成されたコントローラアプリケーションはエンジニアリングシステム上で，実機を使用しない試験が可能である。これにより，早い段階でのエラー検出・除去が行え，結果として早い現地調整・低コスト・高品質のプログラム生産が可能となる。

3.3　マルチプロジェクトエンジニアリング

幾つかのチームが並行してプロジェクトを構築するために，プロジェクトをサブプロジェクトに分割し，個別にエンジニアリングが行える。個別のサブプロジェクトはいつ

図２　監視操作用部品の自動生成



でもプロジェクトに挿入・削除が行える。

4　オペレータステーション（OS）

4.1　システム構成

従来システムの監視操作装置では，構成要素や構成台数の組合せが決められたものであったのに対し，MICREX-NX では，監視対象の規模や拡張に対応して，下記のスケーラブルな構成をとることができる。

(1)　シングルユーザーシステム

1 台のオペレータステーションで構成されるシステムである。

(2)　クライアントサーバ構造のマルチユーザーシステム

最大 12 台の OS サーバと最大 32 台の OS クライアントで構成されるシステムである。オプションでサーバの冗長化や大量の時系列データを収集するためのアーカイブサーバを設置する構成をとれる。

4.2　オペレータステーションの特徴

従来システムでは設備ごとのオペレーション画面をメニューにより管理するにとどまり，実体に即した「分かりやすいオペレーション」を実現するためには多くのエンジニアリングを必要とした。これに対し MICREX-NX では，次の特徴がある。

(1)　標準的機能として，プラント全体を設備単位に分割し，これらを「エリア」として管理できる。

(2)　エリア内の最大五つの階層構造に対応した表示により，直感的な対象設備の監視操作が可能である。

(3)　エリアごとにオペレーターの監視・操作の権限設定により，セキュリティを強化できる。

(4)　ループインアラーム機能により，ワンタッチで発生したアラームのプラント画面を表示することが可能である。

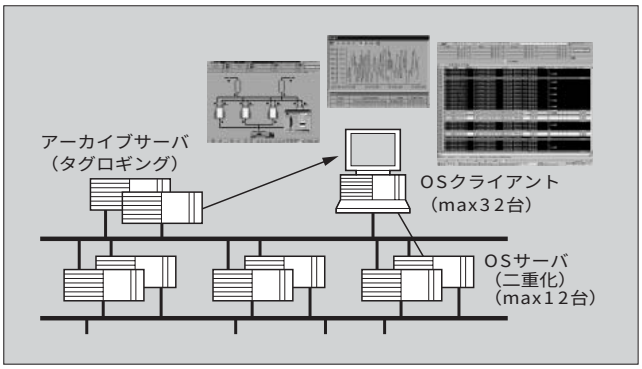
また，その他の特徴としては下記 2 点がある。

(1)　SFC ビジュアライゼーション機能により，プラント画面を監視しながら SFC 記述されたシーケンス制御の表示および操作ができる。

(2)　オンラインで日本語と英語の言語切替えが可能である。

図３にオペレータステーションの構成を示す。

図３　オペレータステーションの全体像



4.3　プラント監視画面作成機能

プラント監視画面は，下記の特徴を持つ専用の作画ツールにより，従来よりさらに容易に作成することができる。

(1)　カスタマイズオブジェクト機能により，表示用部品（オブジェクト）を作成できる。

(2)　ダイナミックウィザード，コンフィグレーションダイアログによる動作設定の簡素化が行える。

(3)　OLE コンポーネントの組込みが容易である。

(4)　多種描画用部品ライブラリを標準装備している。

(5)　VB スクリプト，C スクリプトの 2 種類のスクリプト言語によるデータ処理機能と充実した標準ライブラリを持っている。

5　MICREX-NX BOX

MICREX-NX BOX は，制御機能を搭載したパソコンカードを工業用パソコンに実装したシステムである。エンジニアリングステーション，オペレータステーション，オートメーションシステムの機能を一つのコンポーネントで実現している。制御機能パソコンカードは，リモート I/O を PROFIBUS により接続可能で，パソコン本体とは電源系統・制御信号系統（リセット信号など）ともに分離されており，パソコン側での Windows フリーズや電源断などの異常発生に影響されず制御が継続できる仕組みとなっている。使用用途は，小規模プラントやユーティリティプラント，テスト・教育・訓練・研究用システムである。ソフトウェアおよびエンジニアリングデータは OS クライアントサーバシステムのものと共通であり，これらシステムとの連携や機能拡張も容易な設計となっている。

図４に MICREX-NX BOX システムの構成を示す。

6　ネットワーク

MICREX-NX のシステムバスには，プラントバスが使用されている。

図4　MICREX-NX BOX システムの構成

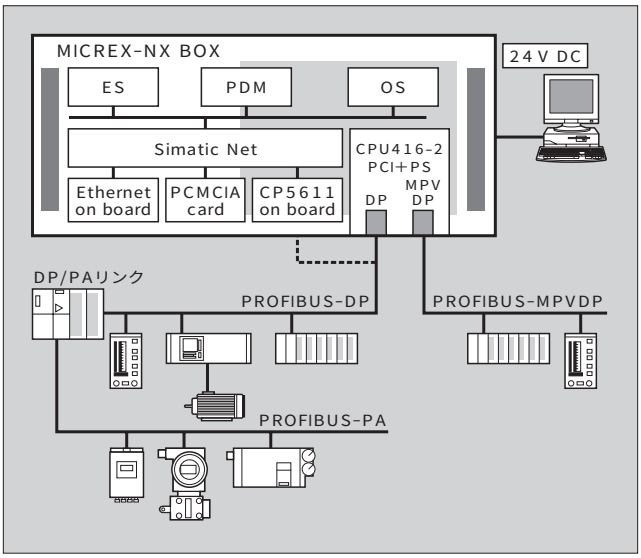
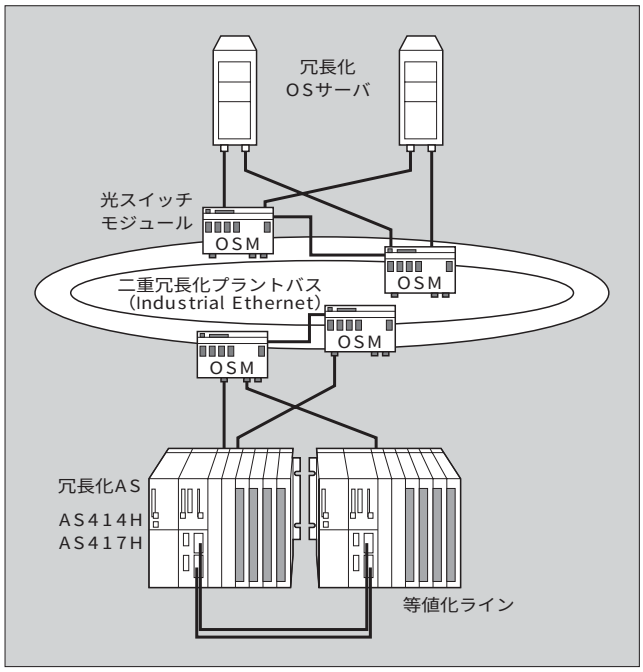


図5　冗長化リング構成



6.1　特　徴

プラントバスは，IEEE802.3 規格に基づく強力なセルネットワークである。プロトコルは通常の TCP/IP ではなく，ISO プロトコルを用いている。

プラントバスの特徴は，以下のとおりである。

(1)　100 Mbps の高速通信が可能である。

(2)　工業用として専用設計され，耐環境性に優れている。

(3)　光および電気でのリング構成による冗長化が可能である。異常発生時の切替えは 0.3 秒と高速である。

(4)　総延長：電気 5 km，光 150 km

6.2　構成ハードウェア

プラントバスには，以下のようなハードウェアコンポーネントが用意されている。

(1)　光スイッチモジュール（OSM）

光ファイバケーブルによるリング構成をとる場合に使用する。リング構成での異常検出からループバックまでを最大 0.3 秒で行うことが可能である。1 リングあたり OSM は 50 個接続できる。

(2)　電気スイッチモジュール（ESM）

電気ケーブルによるリング構成をとる場合に使用する。その他の仕様は OSM と同様である。

(3)　コミュニケーションモジュール

コミュニケーションプロセッサモジュール（CP443-1）はオートメーションシステムをプラントバスに接続するためのカードである。オペレータステーションではコミュニケーションプロセッサカード（CP1613）を実装することで同様にプラントバスへの接続が可能となる。

(4)　ケーブル

使用できるケーブルにはマルチモードおよびシングルモードの光ファイバケーブル，ツイストペアケーブルおよび電気的に強化した工業用ツイストペアケーブルがある。

図 5 に冗長化リング構成を示す。

7　オートメーションシステム（AS）

7.1　CPU の二重化

従来，コントローラ二重化は部分的なデータ等値化によるウォームスタンバイ二重化方式であったのに対し，MICREX-NX では，イベント同期によるものである。これは，外部 I/O などのデバイスアクセスや割込み処理によるメモリエリアの同期および処理実行タイミングの同期を取る方式であり，これまでスタンバイ側への切替えに 1 秒程度要していたものを 100 ミリ秒以下で切替え可能となり，短時間の運転停止も許されないようなプラントにも適用可能である。またこれらの仕組みによりアプリケーション作成時に二重化システムを意識する必要がなくなっている。

本二重化システムの構成は，2 台の冗長化 CPU と CPU 間の同期ケーブル，2 系統の PROFIBUS，その両方の PROFIBUS に接続するリモート I/O（ET200M）である。

CPU 間の同期は，2 本の同期化ケーブル（光ファイバケーブル）と 4 個の同期化モジュールによって行われる。

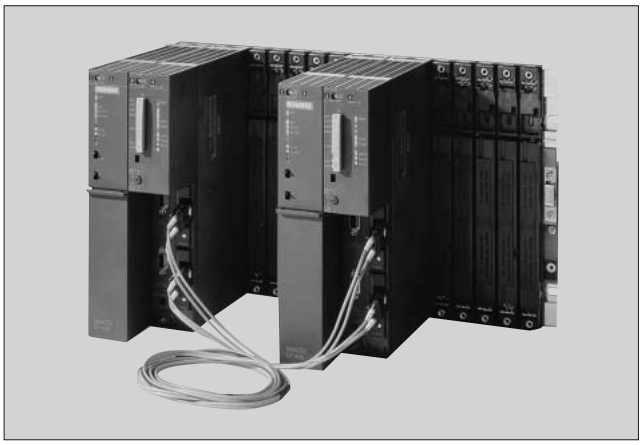
リモート I/O にも PROFIBUS スレーブインタフェースモジュール（IM153-2）を 2 台使うため，インタフェースも二重化されている。

図 6 にオートメーションシステムの外観を示す。

7.2　ネットワーク

CPU 間の通信や上位のコンピュータとの通信は PROFIBUS またはプラントバスを採用，リモート I/O やモータドライブなどのフィールド機器との通信は IEC 準拠の PROFIBUS-DP を使用している。

図6　オートメーションシステムの外観



7.3　制御向け言語

プログラムの標準化，モジュール化を進めるにあたりさまざまな言語を用意している。

(1)　CFC（Continuance Function Chart）

プロセスフローチャートのイメージであり，各ファンクションブロック同士を，エディタ上の線でつないで作成する。

(2)　SFC（Sequential Function Chart）

IEC61131-3 の SFC に準拠し，工程が段階的に分割しやすい制御に向いている。

(3)　SCL（Standard Control Language）

IEC61131-3 の ST（Structured Text）に準拠している。高級言語で複雑なデータ処理に適している。

8　プロセス入出力（PIO）

MICREX-NX の PIO には，リモート I/O と直結 I/O が用意されている。リモート I/O は，PROFIBUS により分散制御を実現できる。PROFIBUS は，ヨーロッパにおいて規格化された優れたリモート I/O 用ネットワークであり，世界標準の一つになりつつある。またシーメンス社製およびサードパーティー製の豊富なコンポーネントによりいろいろなプラントに容易に対応できる。この PROFIBUS は 12 Mbps までの用途に応じた伝送速度の選択が可能であり，1 セグメントあたり 100 m までケーブル拡張が可能である。

リモート I/O の ET200M は，電源モジュール，PROFIBUS モジュール，最大 8 枚実装可能な I/O モジュールで構成されている。ET200M は，豊富な種類の I/O を用意してあり，この I/O モジュールは，ソフトウェア設定・メジャリングレンジにより基本 I/O レンジを設定することが可能である。また CPU ラックの二重化にも対応しており，PROFIBUS の I/O 伝送ラインの二重化も対応可能である。そして，冗長化可能な I/O も用意されている。各 I/O は自己診断機能を持っている。それゆえ OS，ES で詳細な I/O の診断情報を表示可能である。また当然ながら運転中に I/O モジュールの追加，パラメータ変更も可能である。

9　プラント制御パッケージ

MICREX-NX では，バッチ制御や配管ルート制御などの各種プラント制御パッケージが豊富に用意されている。ここでは代表例としてバッチ制御パッケージであるバッチシステムについて説明する。

9.1　バッチシステムの概要

バッチシステムはバッチ制御の国際規格である IEC 61512（ISA S88），医薬品業界で強く求められている FDA 21 CFR Part11 に対応しており，現在の市場のニーズと適合するパッケージである。

9.2　バッチシステムの特徴

(1)　プラントハイアラーキー

バッチシステムは ISA S88.01 に対応した階層構造設計が可能である。階層構造による表現により，どの機器が何の工程で利用されているか明確に分かり，製造品目に応じた機器のフレキシブルな利用が可能である。

(2)　FDA 21 CFR Part11 対応

バッチシステムは FDA 21 CFR Part11 で求められるアクセス管理，電子署名，データ保存，監査記録などに対応したパッケージである。アクセス権限を設定することにより操作権限のないオペレーターによる操作からプラントを保護し，オペレーターの操作履歴の記録，実行した製造工程の履歴データの保存などを行うことが可能である。

(3)　レシピの作成・変更

オペレーターが通常監視・操作を行うバッチシステム・コントロールセンターを用いてレシピの作成・変更が可能である。生産量や使用する機器または製造工程に至るまですべてのバッチプロセスにかかわる項目について，オペレーターによるカスタマイズが行える。

10　あとがき

今後は，垂直水平方向の情報融合がますます進み，プラント個々に応じた自由なシステム構築（オープン化・マルチベンダー化）が求められていくと考える。

その中でメーカーとして今後ともユーザーニーズに応えるべく，より信頼性の高い，柔軟性のある，長期保守が容易な DCS 製品の実現と最適なソリューションの提供に向けて，さらに尽力していく所存である。

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。