情報制御システムの現状と展望

橋本　親（はしもと　しん）　中島　千尋（なかじま　ちひろ）　黒江　潤一（くろえ　じゅんいち）

1　まえがき

日本経済はバブル崩壊後の10余年間，今まで経験したことのない低成長の時代を過ごしてきた。しかしながら，2004年度4～6月期の法人企業景気予測調査[(1)]では，2004年度の製造業の設備投資は前年比19.8％と増加見通しとなっている。先行きの明るさが見えてきたものの厳しい経営環境には変わりなく，低成長下でも勝ち残れる企業体質の改善が求められている。一方，デフレ傾向にある日本市場での材料，製品の低価格化を背景として，製造拠点のグローバル化は中国をはじめとするアジアを中心にますます拡大している。

このような状況において製造業が直面している課題は，国内では高付加価値製品へのシフト，高効率生産システムの構築，省エネルギーを含む環境負荷対応などであり，国外では資材調達の安定化，生産拠点の構築，流通販売網の立上げ，さらには製品，製造プロセスの国際規格への対応などであり，これらの解決が急務となっている。

従来，基幹業務システムやMES（製造実行管理システム）はIT技術の発達に支えられ，生産管理，運用管理の最適化を志向してきた。一方，PAS（プロセスオートメーションシステム）は，監視制御を中心とした製造プロセスの最適化を目指し実績を上げてきた。生産システム全体を考えると，これらの機能は本来一体のシステムとして取り扱い，全体を最適化する仕組みを構築することが情報制御システムの役割である。

このような背景から情報制御システムの目指すべき方向は，**図1**に示すようなフィールドレベルから生産管理，経営レベルまでを有機的に結合する垂直統合と，製造プラントの上流プロセスから下流プロセスまでをシームレスに統合する水平統合をトータルに実現する垂直水平統合ソリューションと考える。

本稿では，情報制御システムの市場動向とユーザーニーズの分析および技術動向を踏まえ，垂直水平統合ソリューションを提供する富士電機の情報制御システムへの取組みについて述べる。

2　情報制御システムの市場動向とユーザーニーズ

情報制御システムにおいて中心的な役割を果たすDCS（分散型制御システム）に対する世界，アジアおよび日本の市場予測を**図2**に示す。今後数年間の平均の年成長率は世界市場で2.5％，アジア市場で6.4％，日本市場では0.5％と予測されている。日本市場の伸びは小さくほぼフラットである一方，アジア市場は中国を中心に今後も成長を続ける[(2)]。

業種別の市場予測データによると，世界，アジア，日本に共通して，素材産業がおしなべて平均成長率以下であるのに対し，医薬品，食品・飲料の伸びは平均成長率に比べて最も大きく，次に電力，上下水道であると見込まれている。

これらの市場状況において，鉄鋼・金属，石油精製・化学，セメント・ガラスなどの素材産業では，新規プラント建設の需要は少なく，設備の更新期間は長期化しつつあり，これまでに投資されたプラントを維持するための設備更新の需要が大半となる。

このような市場環境の中で，情報制御システムに対するユーザーニーズはここ数年で大きく変化してきている[(3)]。すなわち，従来の機能，性能の向上あるいは初期投資時点でのコスト削減から，ライフサイクルでの経済性の向上へと移ってきている。これはシステムの構築（構想，設計，製作，試験）から運用・保守，設備更新，そして廃棄に至るまでに要するいわゆるライフサイクルコスト[(5)]を低減することを意味する。プラント設備のライフサイクルコストを最適化するためには，初期投資を抑えることはもちろんのこと，運用以降の保全・保守コスト，設備更新コストをいかに引き下げるかがポイントとなる。

保守・保全においては，そもそも情報制御システムの素材ともいうべきハードウェア，ソフトウェアプラットフォームが高い信頼性を確保していることを前提に，いかにアセットマネジメント（設備管理）をシステム化できるか，また，設備更新においては，IT技術によって進化し続ける監視操作系の最新技術・製品をいかに既存設備を部

橋本　親

情報制御システムの製品企画・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長。電気学会会員。

中島　千尋

制御用ネットワークシステムおよび分散型制御システムの企画・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長。計測自動制御学会会員。

黒江　潤一

計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在，富士電機システムズ(株)産業・交通システム本部計測プラント統括部長。

図１　垂直水平統合ソリューション

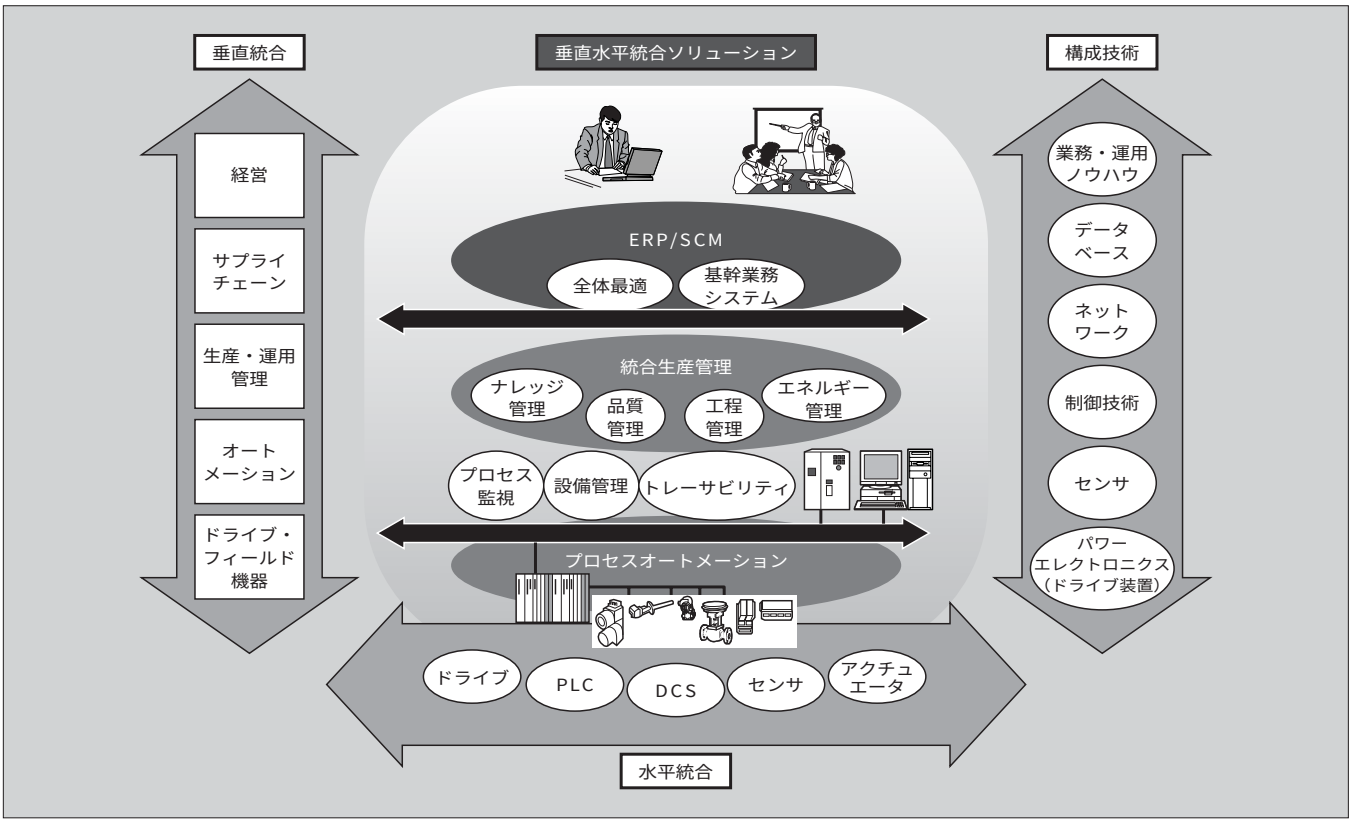
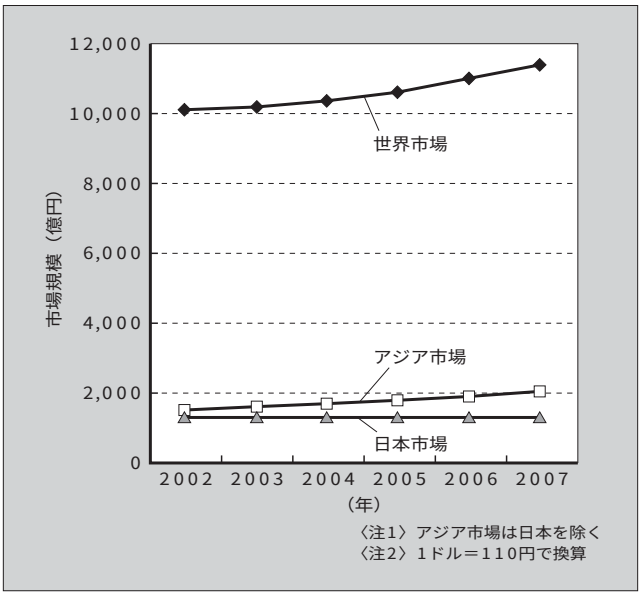


図２　世界，アジアおよび日本のプロセスオートメーション市場予測



分更新しながら調和させていくか，さらには既存設備のユーザーノウハウをいかに新規設備に移行するかが，今日におけるユーザーの大きな関心事項といってよい。

3　情報制御システムの技術動向

情報制御システムは，先に挙げたユーザーニーズに応えるべく，最新の情報制御技術を取り入れながら発展している。以下に，ここ数年の代表的な技術動向と将来への展望を述べる。

3.1　生産システム統合化の進展

PAS は今や単独では存在しえず，基幹業務システムである ERP（Enterprise Resource Planning），SCM（Supply Chain Management），MES との効率的な連携動作，すなわち垂直方向への広がり（垂直統合）と，プロセスを原料搬入，プロセス制御，搬送制御，梱包（こんぽう）搬出，さらにはユーティリティ管理までをトータルに管理する水平方向の広がり（水平統合）が必須となっている。これらは，製造拠点の海外へのシフトにおいても，現地での資材調達を含めて重要な課題である。

垂直統合において，監視制御システムとの結合が強い MES においては，以下の 2 点が重要視されてきている。

(1)　MES の本来の使命は，生産システムの工程管理，仕掛管理，進捗（しんちょく）管理，実績管理，生産設備管理，品質管理などであるが，今日ではそれだけにとどまらず，工程改善やその改善効果の解析など，プロセスのパフォーマンス評価に基づいた経営判断のツールとして着目されており，従来の管理機能に増して実績データの分析，可視化に力点が移ってきている。

(2)　従来は MES を構築する方法として，ソフトウェアを個別に作り上げるオーダメードのソリューション対応が主流であった。今後はシステム設計のさらなる効率化と信頼性の確保のために，標準的なコンポーネントを組み合わせた実行環境を提供する MES のプラットフォーム

化が進むと考えている。

3.2　DCS の技術動向

(1)　オープン技術の導入

IT 技術の急速な進展によってもたらされた，いわゆるオープン技術が DCS の分野にも急速に普及してきている。導入が進んでいる代表的なオープン技術を以下に記す。

① パソコンおよびデファクトスタンダード OS（Windows〈注1〉）

② 標準 LAN 技術（Ethernet〈注2〉，PROFIBUS，Foundation Fieldbus〈注3〉など）

③ 標準インタフェースプロトコル（TCP/IP，OPC など）

④ インターネット技術

⑤ オブジェクト指向ソフトウェア技術

(2)　汎用製品の活用

従来，DCS 専用に開発設計していたコンポーネントに替えて，汎用製品を素材としたコンポーネントを使用する一方，システム製品としての機能，性能，信頼性，安全性をソフトウェアにてトータルに確保し，コスト面でもメリットを出す取組みが多くなってきている。例えば，監視操作系では，SCADA（監視操作ソフトウェア），制御系では PLC（プログラマブルコントローラ）をベースとすることなどが代表例である。

〈注1〉Windows ：米国 Microsoft Corp. の登録商標

〈注2〉Ethernet ：米国 Xerox Corp. の登録商標

〈注3〉Foundation Fieldbus ：フィールドバス協会の登録商標

(3)　国際規格への対応

製造拠点の海外へのシフトおよびプラントの海外輸出において，国際規格に準拠した設備を要求されることが増えてきている。これは海外でのシステム構築，保守部品調達のしやすさに加え，例えば，海外のエンドユーザーからの指定に基づく対応が必要になる場合がある。さらに，JIS の国際化の流れから，IEC 規格の内容が JIS に反映されつつあり，国内でのプラント設備も国際規格に適合した技術・製品を取り入れるケースが多くなっている。

4　富士電機の取組み

情報制御システムは 1970 年代に DCS が出現したことにより，高度化，高性能化し現在に至っている。富士電機は**図 3** に示すように，DCS の初期から製品を市場に投入してきた。1980 年前半の第一・第二世代において個別に発展した E（電気），I（計装）に，第三世代では C（コンピュータ）機能を結合し EIC 統合を果たした。1990 年代後半には，オープン化および進化と継承をコンセプトに，第四世代である MICREX-AX（Advanced System）を発表した。2004 年では，これまでのコンセプトを踏襲しつつ垂直水平統合および統合化エンジニアリングを特長とする次世代情報制御システムとして MICREX-NX（Next Generation System）を開発し市場投入した。MICREX-NX による垂直水平統合ソリューションを**図 4** に示す。また，富士電機の既存の情報制御システムと MICREX-NX の位置づけを**図 5** に示す。

MICREX-NX は，富士電機とドイツ・シーメンス社の

図3　富士電機の情報制御システムの発展

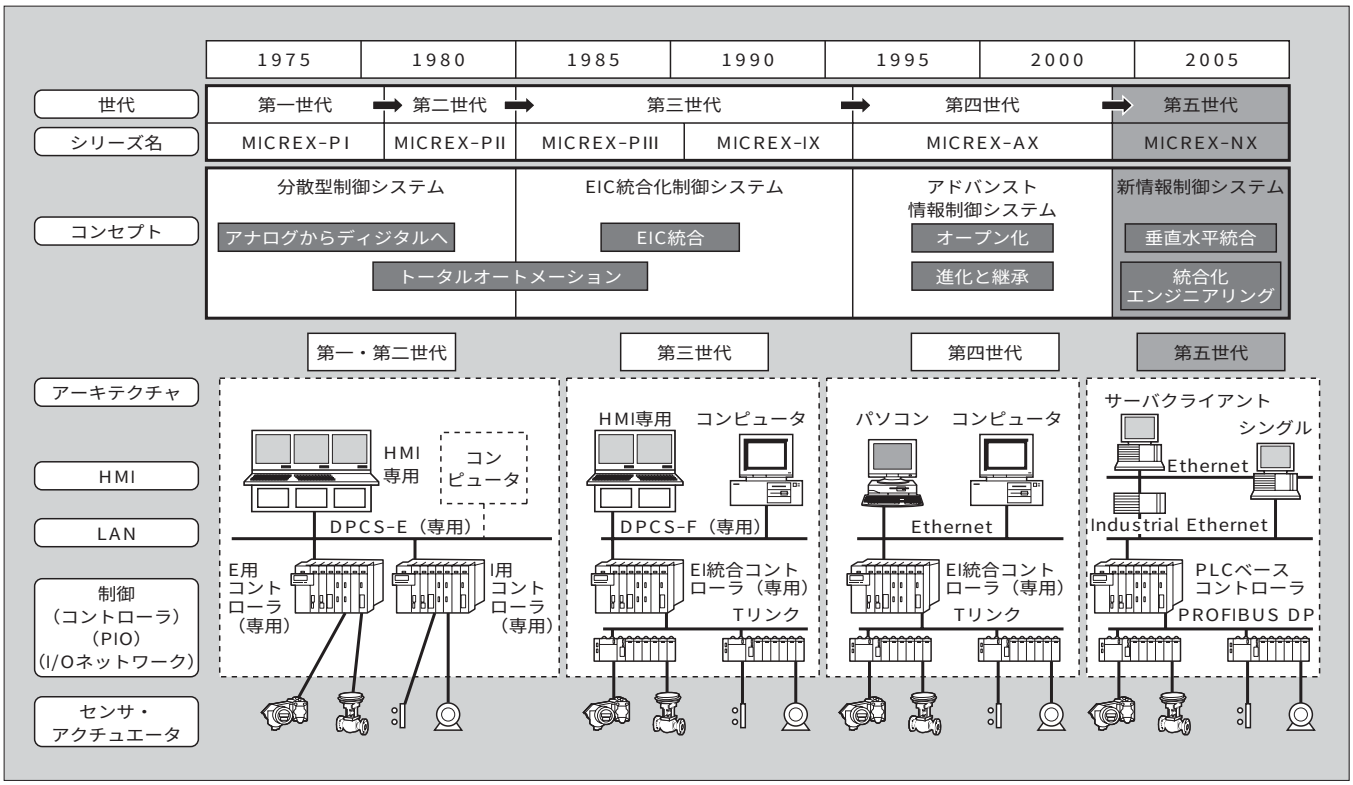
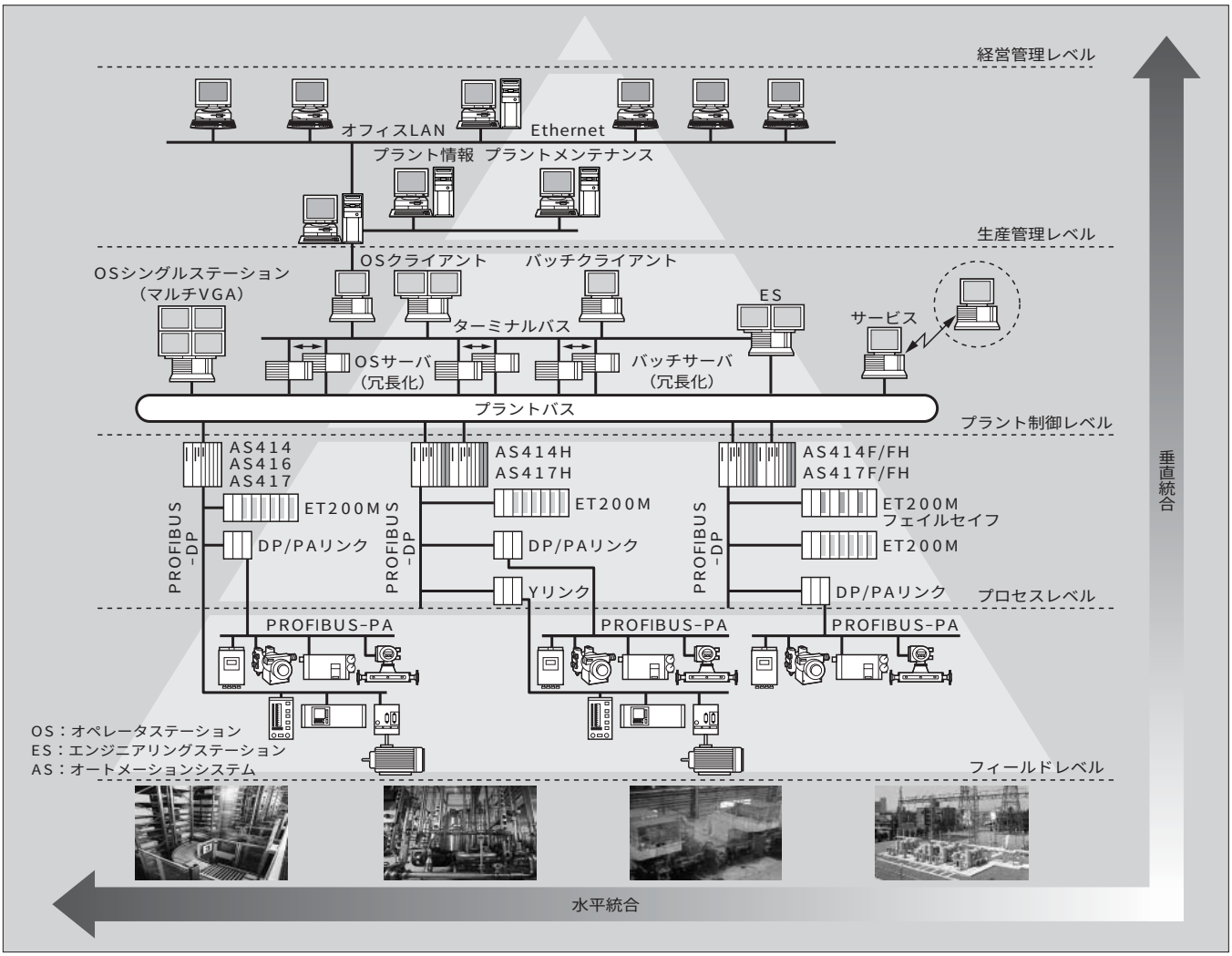


図4　MICREX-NX を核にした情報制御システム



PAS 事業での協業の一環として，シーメンス社の DCS である PCS7 をベースに共同開発した次世代の情報制御システムであり，2004 年 9 月から販売を開始した。

ユーザーニーズに立脚した次世代の DCS である MICREX-NX を核にして，富士電機の情報制御システムは次のような点が強化されている。

4.1　垂直水平統合の進展

(1)　垂直統合システム

富士電機の MES は，製造ワークフローに基づきフレキシブルかつ高効率な生産計画を実現するとともに，PAS とシームレスな連携が可能である。以下に主な特長を記す。

①　設備・機器，品質検査，操業などに関する作業指示・操業実績を一括してリアルタイムに管理し，全体最適を実現している。

②　製造現場で発生する情報を統合化し，実績分析（工程ロットフロー，相関解析，工程内挙動解析など）による操業改善および製造プロセスのトレーサビリティを確保している。

③　MES のプラットフォーム化により，標準的なコンポーネントを組み合わせてシステム構築できる環境を整備している。

④　MES と DCS を統合的にエンジニアリングする環境を提供している。

⑤　TCP/IP，OPC などのデータ交換に関する国際規格に基づいたインタフェースにより，MES と DCS のデータ連携を容易に実現している。

(2)　水平統合システム

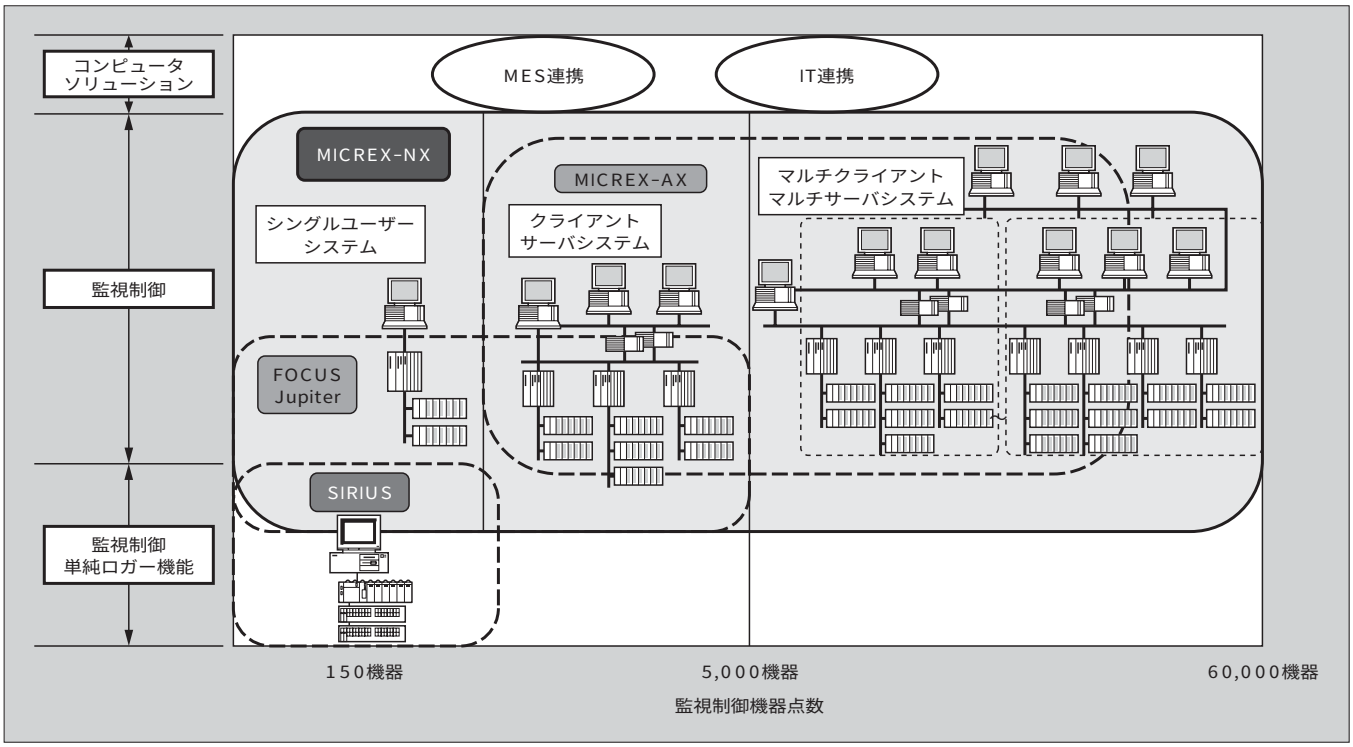
従来の EI 統合の概念を一歩進め，製造工程内のプロセス制御と電機制御にとどまらず，材料搬送から物流，ユーティリティまでも含めた一貫したフィールドレベルでの統合を果たす。

富士電機の水平統合システムは次のような特長を持っている。

①　制御コンポーネントは高性能な PLC をベースとしたものであり，高速応答が要求される電機制御と定周期性が要求されるプロセス制御を共通のプラントバス（IE ： Industrial Ethernet）を介して協調動作させることができる。さらに，統合化されたエンジニアリングツールにより，システム設計，試験を連携させて実施できる。

②　フィールドレベルのネットワークは国際規格である

図5　MICREX-NX の位置づけ



PROFIBUS-DP および PROFIBUS-PA であり，ドライブ装置から計測機器までを用途に応じてフラットに接続し，監視制御できる。

③　垂直統合された MES と DCS の連携により，プロセスラインの運転状況と連動した前後工程（材料搬送，物流，ユーティリティなど）のフレキシブルな運用が可能である。

4.2　ライフサイクルにおけるトータルソリューションの提供

MICREX-NX はプラントの各ライフサイクルフェーズにおいてコストを低減し，安定したプラント操業を確保するために次のような仕組みを持っている。

(1)　システム構築フェーズ（構想，設計，製作，試験）

(a)　スケーラブルなシステム構築

システム規模に応じて，小規模プラント向けのエントリシステム「BOX シリーズ」と小中規模から大規模まで 150 機器から 60,000 機器までのスケーラビリティを持つ「PRO シリーズ」の二つのシリーズをラインアップした。これらのシリーズは同一のエンジニアリング環境によって，最小規模の投資で構築した設備や獲得したノウハウをプラントの拡張の際にも継承できるため，ユーザーは投資を確実に回収できる。

(b)　国際標準，業界標準の規格に対応

プラントの各階層での国際規格 LAN（Ethernet, Industrial Ethernet, PROFIBUS-DP/PA, HART, AS-i, MODBUS〈注4〉など）への対応や国際標準言語 IEC 61131-3 の採用は当然ながら，グローバル化に向けた競争力を高めるバッチプラント向けの制御パッケージ SIMATIC BATCH〔IEC61512（ISA S88）に適合〕，米国食品薬品局（FDA）が定めた電子記録・電子署名に関する規定（FDA 21 CFR Part11）に準拠した食品・医薬品製造プロセス向けの電子記録・電子署名・監査記録対応システム，安全計装システム（IEC61508 準拠）などを用意している。

(c)　統合化エンジニアリング

①　これは MICREX-NX のコンセプトの一つである。統合化されたエンジニアリングデータベースにより，監視操作系，制御系，設備管理に加え，SIMATIC BATCH，安全計装システムなどの高付加価値機能が統一されたエンジニアリング環境で構築できる。

②　ユーザーの知的財産であるソフトウェアをライブラリ化し蓄積・再利用しやすい仕組みにより，ノウハウの作り込みと活用が加速できる。

③　実機を使用しないデバッグにより設計・試験の効率向上・高品質化を実現できる，コントローラ，PIO，プラントの 3 段階のシミュレータを利用できる。

(2)　運用保守フェーズ

(a)　稼動率の向上

MICREX-NX はネットワーク，データベースサーバ，オペレータステーション，コントローラ，PIO，電源のあらゆるレベルにおいて多重故障に対応できる完全冗長化を実現した。また，ハードウェア自体の堅ろう・高信頼設計に加え，プラント運転，エンジニアリング，試験，ソフトウェア変更などのさまざまな作業を行う場面でログオン機能によるセキュリティ対策にも配慮するなど，

〈注4〉MODBUS ： Gould Modicon 社の登録商標

あらゆる角度から高い稼動率を確保している。

(b)　保守の容易化

システムの故障診断と状態表示の充実に加え，次のような特長ある仕組みによって日常保守のしやすさと故障時の復旧時間の短縮を図っている。

①　統合化された設備管理システムによる水平統合された設備機器の診断と予防保全

②　変更履歴管理機能によるアプリケーションソフトウェアの世代管理のシステム化

③　最小 10 ms（分解能 1 ms）のタイムスタンプ機能による障害発生時の原因特定の迅速化

④　コントローラ，PIO モジュールのオンライン交換と交換後の自動バックアップ

(3)　設備更新フェーズ

段階的なマイグレーションにより，ユーザーの設備更新計画に応じてフレキシブルにプラントを維持，発展させることができる。また，既設 MICREX と MICREX-NX を連携させるハードウェア群とユーザーのソフトウェア資産を継承させるソフトウェアコンバータにより，最小限の投資で設備やノウハウをロングスパンで継承することができる。

4.3　プラントノウハウおよび制御技術の継承と進化

長年培ってきたプラントのノウハウや制御技術をいかに継続的に活用しかつ進化させるかは，ユーザーのみならずメーカーにおいても重要な課題の一つである。プラント運転ノウハウ，制御ノウハウ，かつこれらのノウハウを活用するツール環境を含めた，いわゆるコンテンツに対して富士電機は次のように取り組んでいる。

(1)　産業分野，環境分野，水処理分野，エネルギー分野などで長年にわたって蓄積してきた制御および監視用のソフトウェア部品を MICREX-NX の統合化エンジニアリング環境の下で共通ライブラリ化している。特に，制御ライブラリはコントローラ部品，HMI（Human Machine Interface）部品に加えて制御アルゴリズムなどの付加情報を一つのオブジェクトとしてパッキングし，ライブラリの再利用時の効率化と合わせてノウハウの継承を容易にしている。

制御コンテンツは PID 制御，アドバンスト制御からモデル予測制御まで用途に応じて最適に使い分けできるメニューを用意した。

(2)　プラント運転のノウハウは主にユーザー側に存在する。MICREX-NX ではユーザーが持つプラント運転ノウハウを最大限に生かす運転支援パッケージを充実させている。例えば，ルートコントロールパッケージは，食品，飲料，薬品，化学などの分野における複雑な配管ルートやタンクヤードの運転に大きな効果を発揮する。

5　あとがき

情報制御システムは IT 技術の急速な進歩と世界的な技術標準化の波に乗り，年々進化し続けている。海外生産に象徴される製造のグローバル化は周知のことであるが，プラントを支える情報制御システムに関してももはや 1 社ですべてを完結させるより，よりグローバルな視点でユーザーニーズを取り込みながら進化させる時代が来たといえる。すなわち，情報制御システムに対する付加価値は単なるハードウェア，ソフトウェアプラットフォームだけではなく，個別の地域，産業分野に即したノウハウをいかに整理統合し将来にまで継承・進化できるかにかかっている。この観点に立って，富士電機はドイツ・シーメンス社と相互の強い技術を活用し，さらに共同開発，製造分担を行うことでスピーディに成果を出し，グローバルな製品展開を進めている。

今後もさらにユーザーニーズに立脚したソリューションを提案し，ユーザーが将来にわたって満足し続けられるシステムを開発，提供していく所存である。

参考文献

(1)　第 1 回法人企業景気予測調査（平成 16 年 4 ～ 6 月調査）について．内閣府・財務省報道発表．2004-06-24.

(2)　O'Brien, L. DCS Worldwide Outlook. ARC Advisory Group. 2003.

(3)　2003 計装制御技術会議．日本能率協会．2003-11-12 ～ 14.

(4)　宮田淳ほか．鉄鋼プロセスにおける制御システムの変遷と今後の課題．計装．vol.47, no.8, 2004, p.17-20.

(5)　石井信明．制御システム更新におけるライフサイクルコストと経済性評価．計装．vol.47, no.8, 2004, p.34-37.

(6)　松浦由武ほか．情報・計測制御システムの現状と展望．富士時報．vol.76, no.9, 2003, p.508-512.

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。