

自動化システムの動向

吉田 昌弘(よしだ まさひろ)

香川 崇明(かがわ たかあき)

① まえがき

企業の生産活動の歴史は、"自動化"の歴史であった。いかに外部環境が変化しようとも、生産活動の基軸は、昔も今も、そして今後も"自動化"であることに変わりはない。"自動化"とは、広い意味での生産性向上のための理念であるからである。したがって、"自動化システム"はいつも存在し続けてきたのであるが、その決定版があるわけではなかった。それは今後も終わることのない挑戦テーマであり続けるであろう。現時点で"自動化システム"をいいかえれば、「知的生産」も含めた生産活動に対する生産性向上のための、コンピュータによる情報処理機構を主体とした「ホロニック」な体系であることができる。"ホロニック"とは、ここではシステムを構成する「部分」の協調・完結性と「全体」としての同期・統合性」を意味し、我々が多年にわたって実績を積んできた「分散形制御システム」を更に進めた、より高度な柔軟性の実現を表す概念として用いている。これは、この「高度な柔軟性」こそ今後の生産設備及びその自動化システムに求められる最重要課題であると考えることによる。

本稿では、自動化システムの動向についてやや広くとらえ、富士電機の具体的な対応については別稿による。

② 生産活動の動向

高度成長の成果としての生産力の向上により、物を主体とした基本需要が充足されるものとなった我々の社会は、今、高度な成熟化社会へ向かっている。現在、この過渡期としての大きな産業構造の転換が進展しつつあるが、これと同時に、個々の産業における事業構造は、それを支える生産活動とともに大きく二極分化の様相を見せ始めている。

一つはコスト重視形事業としての生産活動であり、今一つはソフト重視形事業としてのそれである。

(1) コスト重視形事業の生産活動

これは、成熟形・必需形商品を対象とするものであり、コストダウンに徹することにより市場価格競争力を確保し、

市場占有率を高め、スケールメリットをもっぱら追求する事業となる。生産活動としてはコストダウンに徹することを第一義とする単品大量生産方式がとられ、そのための徹底した省力化、高効率化を目指した自動化システムが採用され、事業が維持されるものとなる。また円高、貿易摩擦などの国際環境の厳しさを考えれば、このかなりの部分は海外を含めた最適な拠点が選択されて行くものである。

(2) ソフト重視形事業の生産活動

これは、高付加価値形商品を対象とする事業であり、これは更に次の2種、先端技術（先端シーズ）直結形事業と先端マーケット（先端ニーズ）直結形事業とに分けられる。

すなわち、先端シーズ、先端ニーズに直結することに徹し、高い柔軟性と高い付加価値を維持することを第一義とする生産活動となる。

先端シーズ直結形事業は、先端技術、すなわち、"特・超・極"技術とシステム技術を応用することによりマーケットの潜在ニーズに対応する"高技術度商品"により高い付加価値を追求する。この"高技術度商品"には、先端技術による環境下（"特・超・極"なる生産環境下）で生産されるものと、商品そのものに先端技術を適用したものとがある。

先端ニーズ直結形事業はマーケットインに徹した企画・開発と、タイムリーな提供でマーケットのニーズに対応する"高感性度商品"により高い付加価値を追求するものである。

③ 自動化システムの動向

事業構造として、コスト重視形事業とソフト重視形事業に分けたが、生産方式としては、装置産業系と電機・機械産業系に分けることができる。自動化システムとしては、従来から、主として装置産業系をPA、電機、機械産業系を（狭義の）FAと呼んできたものである。この二つの軸で自動化システムの動向を見ると図1のようになる。

(1) コスト重視形事業での自動化システム

現状では、通常状態における自動化システムは、装置産業系、機械産業系ともに、十分な成果を上げている。今後



吉田 昌弘

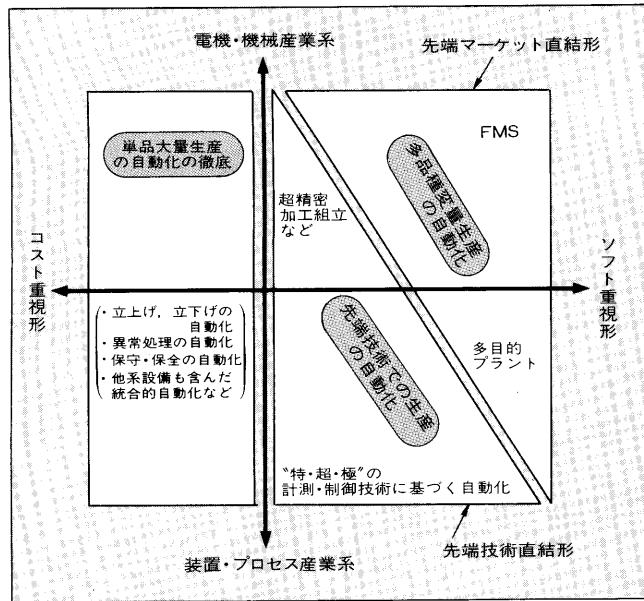
昭和31年入社。情報処理・制御システム及び自動化機器の商品企画に従事。現在、システム事業本部企画部長。



香川 崇明

昭和42年入社。産業システム制御用コンピュータシステムの応用ソフトウェア、パッケージソフトウェアの開発・設計に従事。現在、システム事業本部企画部担当課長。

図1 自動化システムの動向



は更に次の各点に注力することにより自動化の枠を広げ、コストダウンの徹底を図ることになるであろう。すなわち、

- 過渡時・異常時の運転の自動化
- 保守・保全の自動化
- 工場全体を統合した自動化

である。

(a)は通常状態のみでなく、立上げ・立下げ時の運転とか設備に異常が発生した時の運転を自動化システムの中へ取り込んで行こうとするものである。これらは、そのメカニズムが多様であり、明確なアルゴリズムになっていないものが多いことによる技術的・経済的困難さにより、あらかじめ自動化システムに組み込まれていることはまれであり、そのほとんどが運転員まかせになっている。操作にあたっている運転員といえども、このような特殊ケースについては遭遇の経験も少なく、模擬訓練も難しいため、実際の画面では“誤操作”による、より重大なトラブルを引き起こす危険性も多いと考えられる。自動化システムとしては、この過渡時・異常時の処置・対応を求められているが、最近の知識情報処理技術と従来の情報処理技術との連携により、これらの問題に対応して行くことが徐々にではあるが可能となりつつある。

(b)は現在全く人まかせになっているものである。設備の寿命予測を含めた診断のノウハウの利用が必要であり、(a)と同様に問題の構造が明確にしにくく、その解決方法を定義しやすい悪構造・悪定義と呼ばれる問題が主体であるため、知識情報処理を応用して対応して行くものとなる。

(c)は、個別的な自動化からより統合的な自動化への進展を意味するものである。プラント - プラント間とか、プラント - ユーティリティ間とかの結合を自動化して行こうとするものであり、装置産業であっても FA 的自動化の要素が強くなるものである。

(2) ソフト重視形事業での自動化システム

これは、更に2種の事業、「先端技術直結形」と「先端マ

ーケット直結形」とに分けられる。

(a) 先端技術（シーズ）直結形

“高技術度商品”的生産の自動化システムの構築がなされるものであり、“特・超・極”技術を使うものとなる。

“特・超・極”技術とは、例えば、超高压、超真空、超電導、超精密、超クリーン、超微粒子、極微重力、極限純度、表面・界面技術、分子・原子ハンドリング、等々のような技術分野をさしている。

装置産業系では、“特・超・極”状況の計測技術と制御技術に基づいた新規素材生産の自動化システムの構築になり、機械産業系では、例えば超精密位置決め制御技術に基づいた超精密加工組立の自動化システム構築といったものになる。

(b) 先端マーケット（ニーズ）直結形

“高感性度商品”的生産の自動化システムの構築がなされるものである。現在、マーケットは多様化する商品需要と短期化する商品寿命という二つの様相を呈しており、これに対応するためには生産活動の高度な柔軟性が極めて重要となっている。これは多品種変量生産の自動化システムであり、装置産業系では多目的プラント、機械産業系では FMS (Flexible Manufacturing System) と呼ばれているものである。

この高度な柔軟性の確保のためには、設備のモジュール化とその可能な限りのソフト化が必要である。これはインテリジェントの分散とその統合の問題となり、自動化システムはこれに最適に対応することが求められる。更に、マーケットとの直結という意味で、販売管理、市場調査をも含めたオフィスオートメーション (OA)、タイムリーで効率的的商品開発の必要性からエンジニアリングオートメーション (EA)、ラボラトリーオートメーション (LA) との連携が必要である。

事業展開と自動化システムとの動向を図2に示す。

④ 自動化システムを実現する技術

(1) ホロニックなオートメーションシステム

今後の事業の重点は、大きな方向としてコスト重視形事業からソフト重視形事業へ移行して行かなければならない。

この時、これらの生産設備及びその自動化システムに求められる最重要設計思想の一つとして、“高度な柔軟性”的確保がある。このために設備のモジュール化とそれらのソフト化が行われ、インテリジェントの構造化された分散が必要になるが、より高度な柔軟性を確保するために、この分散された“部分”が更に自己完結性を、その協調性とともに兼ね備えねばならない。ここでいう自己完結性とは、

“全体”としての目的に沿った“マクロ的指示 (What to do)”と、分散データベースと分散知識ベースに基づく処理機能と自己診断/回復機能により合目的的処理がとれることを指すものである。更に“全体”としては、これら“部分”間の動作やデータの同期と統合をとっていかねばなら

図2 事業展開と自動化システム

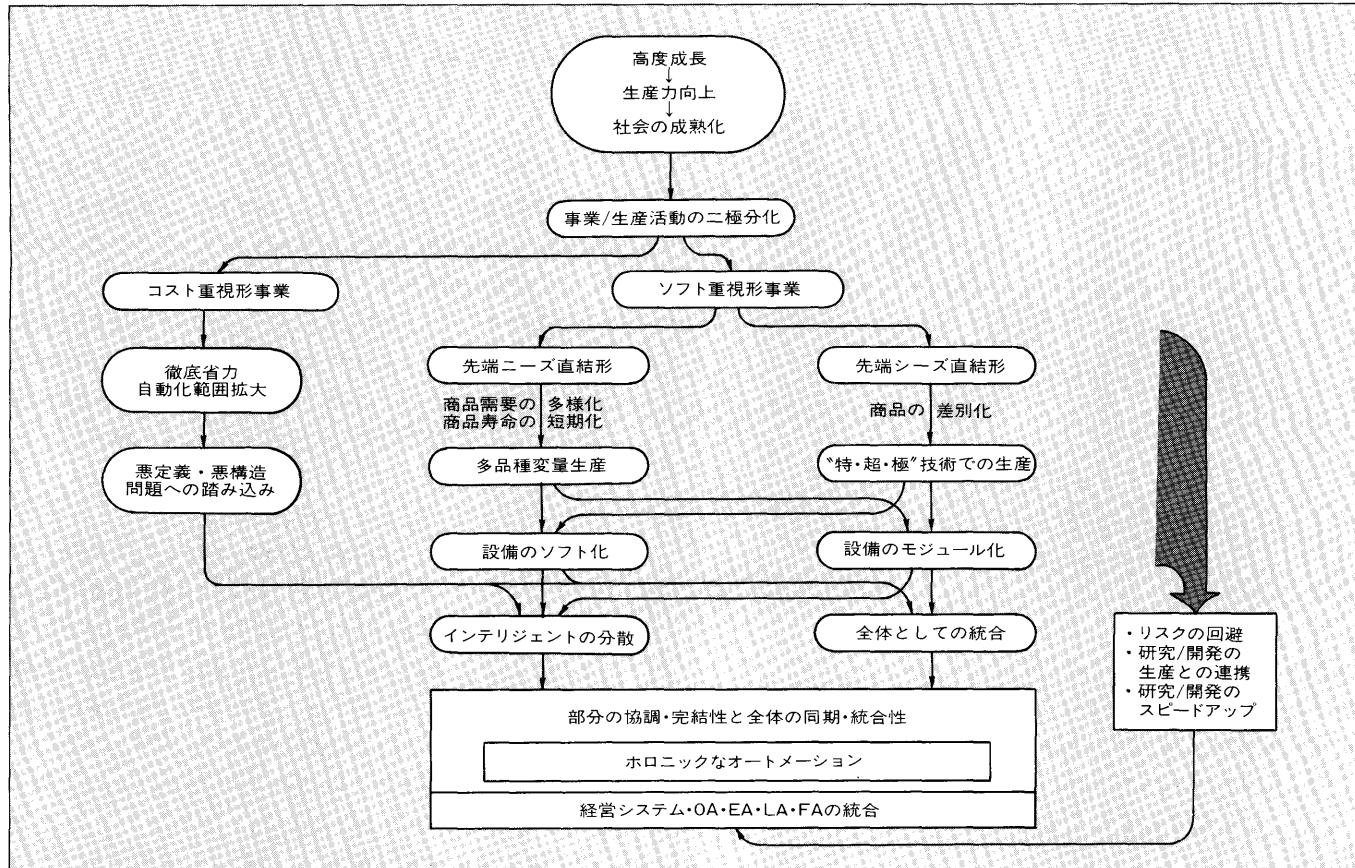


表1 ホロニックなオートメーションシステムの要素機能

全体として	部分として
<ul style="list-style-type: none"> 人間のマンマシンインタフェース 統括処理 (数理的知識と経験的知識の連携処理) 統合されたDB 統合されたKB 総合自己診断/回復 オープニアーキテクチャ 互換性のあるネットワーク 移植性のあるソフトウェア 互換性のあるハードウェアバス 	<ul style="list-style-type: none"> インテリジェントセンサ インテリジェントアクチュエータ 分散処理 <p>(数理的知識と経験的知識の連携処理)</p> <ul style="list-style-type: none"> 分散DB 分散KB 自己診断/回復

ない。ここでは、このイメージを“ホロニックなオートメーションシステム”と呼ぶ。

(2) 要素機能

これからのホロニックなオートメーションシステムに必要な要素機能を表1に示す。

(a) インテリジェントセンサ、アクチュエータ

センサとして単なる信号変換から認識、理解に至る処理を、また、単独信号の処理から複合された情報の処理を行うことなどによる外部環境のセンシングが求められている。

アクチュエータについても同様であり、一段と機能実現のソフト化が進む。これらはいずれも、それ自身ホロニックな要素となるものである。

(b) 人間のマンマシンインタフェース (MMI)

設備がモジュール化、ソフト化されることにより、複雑大規模化とともにブラックボックス化してくるため、運転員とのインターフェースが非常に重要なものとなる。それは運転員のやらねばならない操作が少なくなればなるほど、その操作の意味が重大化するためである。

(c) 分散知識ベース形処理との統合

従来のコンピュータ処理は、良くアルゴリズム化された良構造の問題のみを扱ってきたが、実際の世界は圧倒的に良構造でない問題が多く、これへの対応が今後の自動化システムの大きな課題となっている。知識情報処理技術の利用によって、この悪構造の問題の対象を限定しつつ対応していくものとなる。

(d) 分散データベース (DB), 知識ベース (KB)

DB, KBは“部分”へ分散されているとともに“全体”としては統合されて見えねばならない。DBとKBは明確に区別できるものではないが、DBは“何がどうである”という対象の状態のシステム内への写像であり、KBは“何をどうする”という対象への操作のシステム内への写像とも考えられる。KBを利用する処理は手続き形プログラムに比べて人に分かりやすい表現が可能であり、今後の一層の技術開発が期待されるものである。また部分的な知識の集積として、対象へのオペレーションが生成されるため、ホロニックなオートメーションの実現手段として重要となる。

(e) 自己診断と回復

診断は一般的には悪構造をしており、手続きプログラ

ムとして組み込むことは極めて難しく、知識情報処理技術を使って対応して行くのが実用的である。

(f) オープンシステムアーキテクチャ

自動化システムの柔軟性を確保する上で次の3点が重要である。

- ・ネットワークへの相互接続性
- ・ソフトウェアの移植性
- ・ハードウェアの互換性

オープンシステムアーキテクチャは相互接続性を保つことにより、個々のシステム又は機器間のコミュニケーションを保証し、各システム内では固有の目的に沿った高度化や最適化を独立に実現するものであり、部分と全体の進化を独立的かつ相乗的に達成できる重要な概念である。

⑤ あとがき

これからの事業展開の考え方を大別し、それらに応じた自動化システムの動向を考察した。事業の考え方として、

コスト重視形事業とソフト重視形事業があり、後者は更に先端技術直結形事業と先端マーケット直結形事業に分けられる。企業は、事業にあたり、これらの理念を明確に意識し、対応して行かねばならないものとなっている。また、大きな動向としてソフト重視形事業にその重点が移って行くものとなる。したがって、今後の自動化システムに最も要請されるものは、“高度な柔軟性”である。これは、インテリジェントの分散とそれらのネットワークにより“部分”の協調・完結性と“全体”的同期・統合性によって実現される。この概念は“ホロニックなオートメーションシステム”となる。

長年にわたって積み上げてきた“分散形制御システム”的経験に基づき、このようなより高度な自動化システムが実現されてくるものと期待される。これを支えるものは、飛躍的に高性能化しているマイクロプロセッサ、低価格化している大容量メモリ、高速化している大量データ処理技術、高性能化するネットワーク用LSI、進展するソフトウェア工学・知識情報処理技術などである。

技術論文社外公表一覧

題 目	所 属	氏 名	発 表 機 関
COMEXによるオンライン型エキスパートシステム —油中ガス分析による変圧器自動診断システム—	富士電機エンジニアリング 富士ファコム制御 システム事業本部	伊藤欣二郎 原田 利博 香川 崇明	人工知能学会誌 1, 2 (1986)
クリーンルーム温湿度制御システム	システム事業本部	諏訪 延行	センサ技術 6, 12 (1986)
光伝送を使った計測監視制御システムの原理と実際	東京工場	湯原 忠徳	電気計算 54, 15 (1986)
エポキシ樹脂の精密成型	富士電機総合研究所	元起 巍	熱硬化性高分子の精密化(1986)
DLTS法によるZnOバリスタ界面準位の解析	富士電機総合研究所 "	津田 孝一 向江 和郎	エレクトロニク・セラミクス No.85 (1987)
高効率アモルファスシリコン太陽電池の大面積化	富士電機総合研究所 "	酒井 博 内田 喜之	サンシャインジャーナル 8, 1 (1987)
汎用物流コントロールシステムΦNET	富士ファコム制御 システム事業本部	田口 嘉之 川合 成治 香川 崇明	オートメーション 32, 1 (1987)
水道事業における技術革新と計装設備	システム事業本部 電機事業本部 富士ファコム制御	伊東 祐輝 伊藤 晴夫 上本 憲嗣	水道協会雑誌 56, 1 (1987)



*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。