

最近のエレクトロニクス制御の展望

The View of Recent Electronics Control

この論文は、制御システムの全体において占めるエレクトロニクス制御の位置づけを行ない、エレクトロニクス制御の歴史的発展経過を跡づけ、将来を展望するとともにその特長を述べ、日立製作所における研究開発の成果としてのエレクトロニクス制御のコスト パフォーマンスと、応用分野からみた適用について総説した。

金原和夫* Kazuo Kinbara
石川知雄* Tomoo Ishikawa
斉藤奎二* Keiji Saitô
村上啓一** Keiichi Murakami

1 緒 言

産業や社会施設におけるプロセス、プラント、システムを制御の立場から見た場合、基本的な技術として、計測を中心としたプロセス制御、電動機を中心とした電動力応用制御、及び手順操作ともいべきシーケンス制御の3本柱が、それぞれ固有の技術的発展を遂げてきた(図1)。しかし、近年システム化の要請が強まるとともに、これら技術の統・複合化が求められるに至り、且つ電子計算機制御導入の発展普及とともに、電子計算機とこれら技術を媒介するサブシステムとしての独自の技術分野として、エレクトロニクス制御がクローズアップしてきている。それをサポートする技術の中核をなすものは、近年、目覚ましい進歩を遂げた集積回路(以下、ICと略す)、大規模集積回路(以下、LSIと略す)応用技術である。

一方、これを制御装置の製造技術(メーカー)、及びユーザーの立場から見ると、制御システムの多様化、複雑化に対し信頼性の向上を図り、保守を容易にしシステムの設計及びハード(制御盤)の製作と、試運転調整における被制御本体側とのスケジュールの同期化を実現しなければならない課題がある。その方法として、鋭意開発に努めてきたのが従来の労働集約的専用制御装置に代わる、制御内容の多様化にはソフト的に対処でき、信頼性・保守性などには標準汎用化でこたえるプログラマブル ロジック コントローラ(PLC)やマイクロ コントローラであり、また集約化されたアナログ制御システムである。

以下、個別論文に先だち、日立製作所におけるエレクトロニクス制御の現状と将来の展望について述べる。

2 エレクトロニクス制御の動向

昭和29年、ゲルマニウム トランジスタの出現により、それまでの回転増幅機、磁気増幅器に代わって、エレクトロニクス制御の本格的幕開けとなったが、その後の半導体技術の進歩発達は、その都度、制御技術に急激なインパクトを与えながら、発展を続けている。図2に一例としてアナログ制御要素の変遷を示す。エレクトロニクス化に伴い、制御要素の性能(Figure of Merit)も急激に増大し、理想的制御を制御対象に加えることができるようになった。すなわち、従来の制御素子単体で高次の遅れをもっている磁気増幅器などに対して、素子自身としては時間遅れがないため、制御対象の要求する制御機能[例えば比例、積分、微分(P.I.D)制御]を自由に構成することが可能となり、アナログ制御は全く理論どおりの制御系を提供することができるようになって、メー

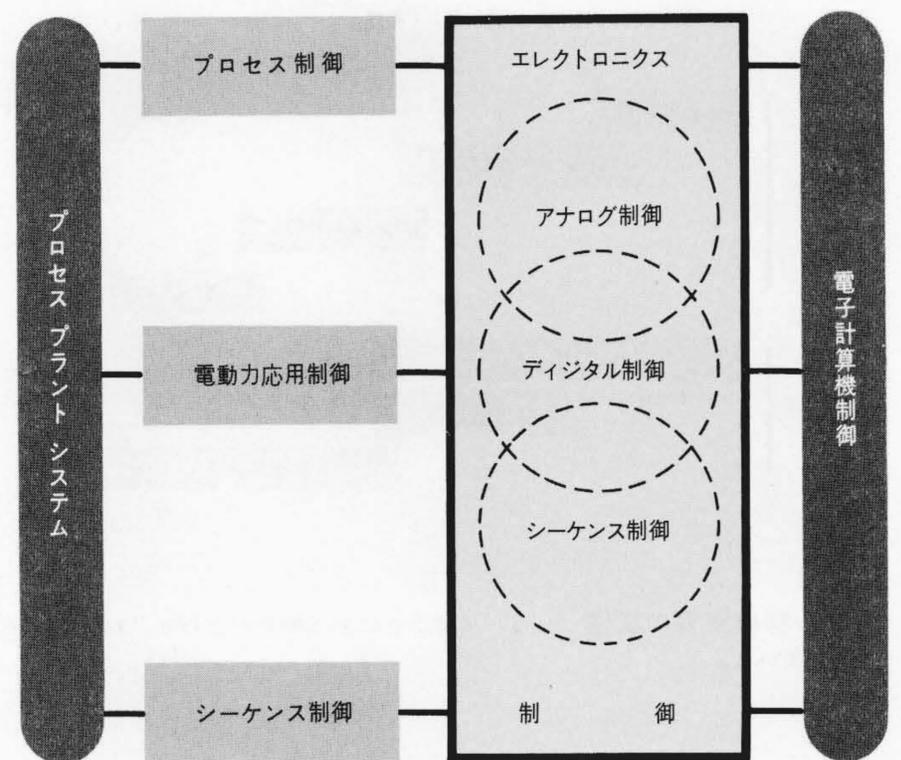


図1 エレクトロニクス制御の位置づけ プラント側からみた場合は、三つの技術を総合化するもの、電子計算機側からみれば、仲介をするものの位置を占める。

カー、ユーザーともその恩恵を受けている。

特に電動力応用分野におけるアナログ制御系は、信頼性の向上、保守性の向上のニーズから、標準化がこの数年急速に進められ、日立製作所においても「アサイクロール」、「ハイレクトール」などのシリーズを提供している。このように制御対象、例えば電動機、電磁弁などを駆動するパワーエレクトロニクス部分の標準化が順次進むにつれて、これらに指令を与えるいわゆるシーケンス部分の構成が、全体のシステム技術の優劣を制するようになる。システム全体の運転動作を円滑に行なわせるためには、メーカーとユーザーとで、製作に先だち十分な運転法を吟味検討し、その結果によってハードウェアを製作する必要があるが、機械側の仕様決定の遅延、計画と実際との差などにより、現地における機械との組合せにおいて変更改造が発生し、かなりの時間をこのために費やすことがしばしば発生する。またこのシーケンス部分は、各用途ごとにより標準化が不可能の部分もあるため、製作工程上のネックともなっていた。しかし、電子計算機技術やLSIの製造技術の進歩により、このシーケンス部のストアード ロジック化が可能となり、変更改造を容易に吸収し得るブ

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所機電第一事業本部

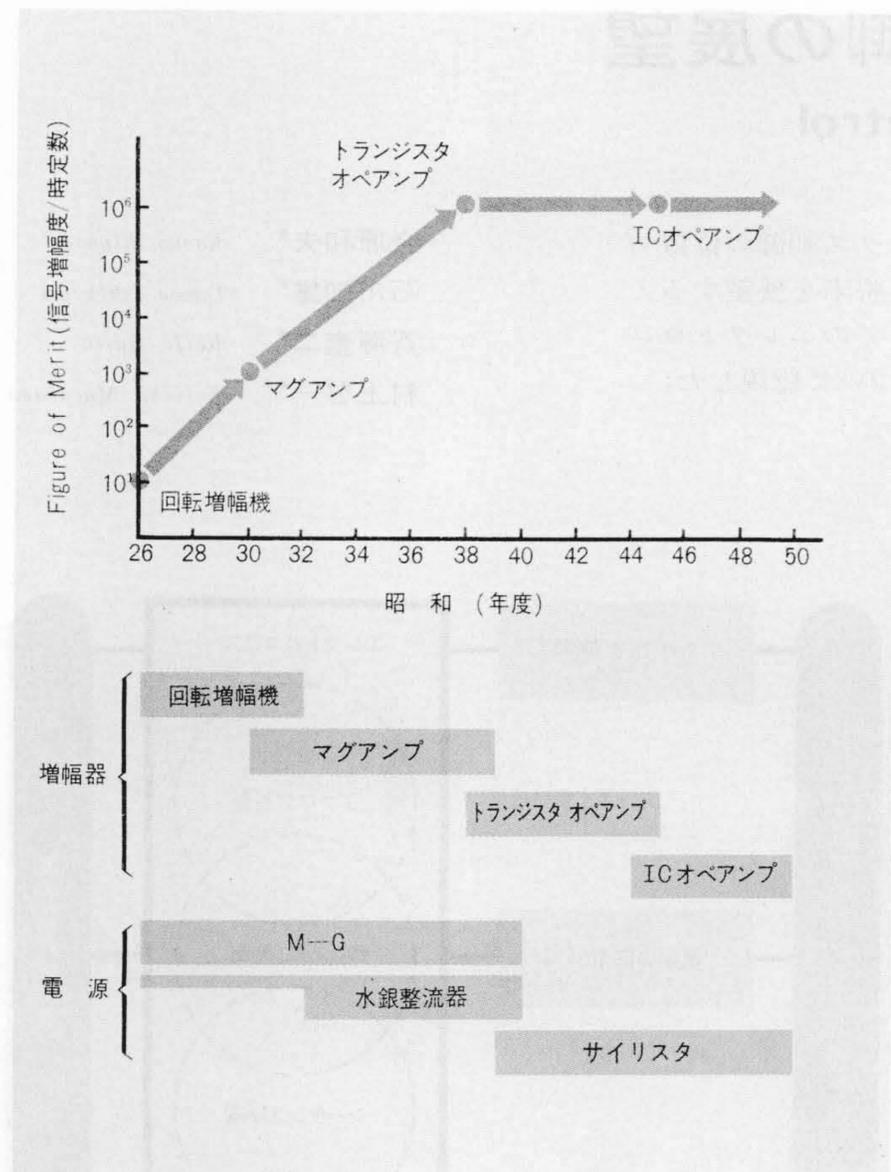


図2 制御要素の変遷 3-4年ごとに制御要素が変わり、制御性能が向上している。

プログラマブル コントローラなどの出現をみるようになった。更にマイクロ コンピュータの出現により、より高度の機能が可能となり、まさしくシステム構成上の変革期をもたらすことになった。しかし、これらの機器をどのように組み合わせるかは、ユーザーはもとより、メーカーにとってもシステム エンジニアリング上の当面する最も重要な課題である。これに対する一つの適用指針を図3に示した。また、今後の制御システムのシステム構成としては、図4にその一例を示すDistributed Intelligence System (DIS) が挙げられる。デジタル化、高機能化された制御装置を分散配置し、これらを高速の伝送路により相互に、また中央電子計算機に結ぶシステム構成であり、システムの巨大化に対応し、拡張性、融通性の向上、及び危険分散による信頼性の向上を意図するものである。

3 エレクトロニクス制御の特長

(1) エレクトロニクス制御の共通的特長

以上に述べたようにエレクトロニクス制御は、IC、LSIを中心とする素子の進歩、及び対象となる制御システムの複雑化、機能向上要求への対応として、今後ますます普及、発展に向かう趨勢にある。以下、アナログ制御、デジタル制御、機能向上への対処などにつき順を追って、それらの特長及び動向について述べる。初めにエレクトロニクス制御のもつ共通的特長を挙げる。

- (a) IC、LSIの採用による高密度実装、及び装置の小形化、
- (b) 本質的に高速であり、制御性の向上が可能、
- (c) 精度が高くまた複雑な制御の実現が容易、
- (d) 無接点、且つ可動部分がな

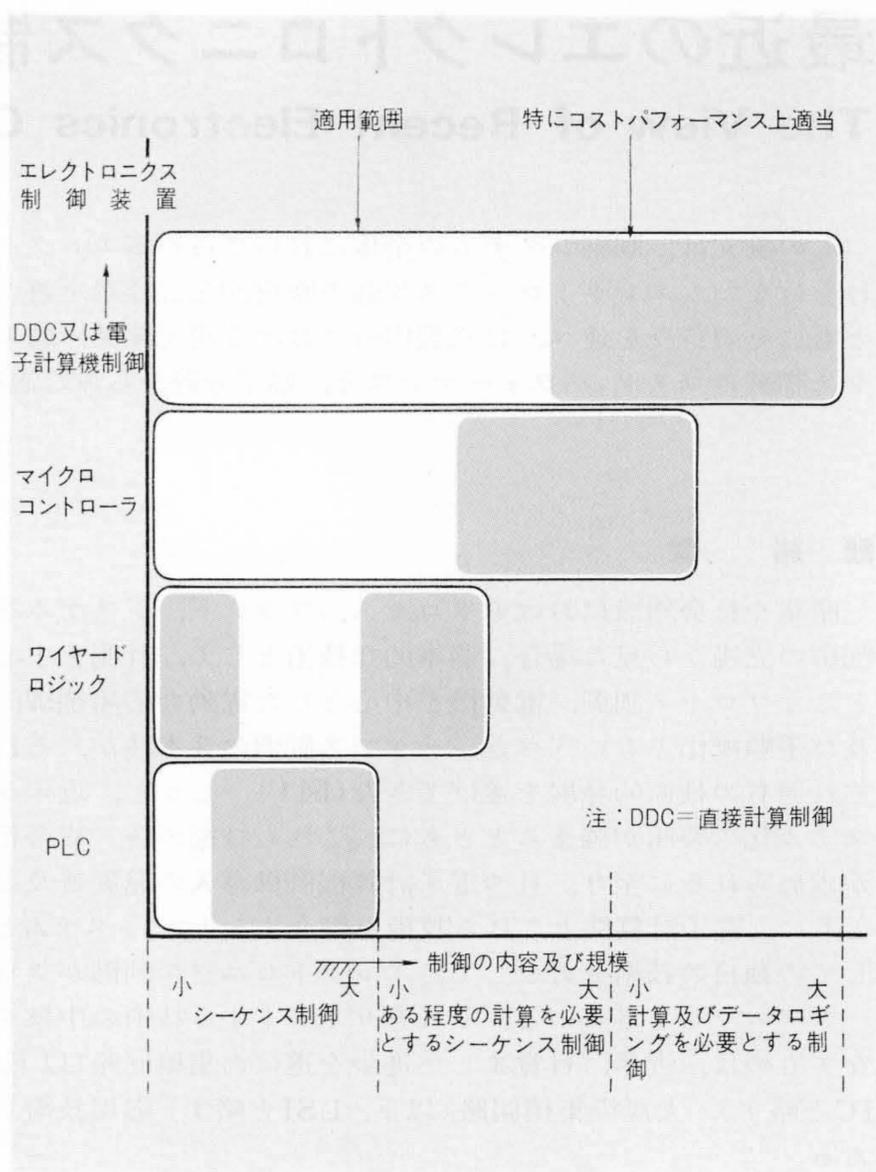


図3 制御内容と制御機器との関係 各種制御内容により、コストパフォーマンス上好ましい制御機器を選定する必要がある。

く、信頼性が高い、(e)大量生産が可能であり、経済的なハードウェアを提供できる。

一方、エレクトロニクス制御の導入に当たり留意しなければならない事項としては、故障モードが偶発故障形であり、プリベンティブ メンテナンスが一般的に困難であることで、この点については十分な配慮と対策が必要である。

(2) アナログ エレクトロニクス制御

アナログ制御は簡単な閉ループ制御を容易に構成でき、小規模な制御から大規模な制御までをビルディング ブロック式に容易に実現できる。一般的傾向として今後、デジタル制御が急速に普及、増大の傾向にあるが、アナログ制御は基本的な制御として今後も継続して使用されるものと思われる。

アナログ制御の展望と動向について述べると、制御要素としてのICが全面的に採用されてきたことにより、構造的にはモジュール化が容易となり、また制御精度も向上し、個々の標準アナログ モジュールをシステムの方式、規模に応じて、モジュール、ユニット、及びキャビネットの単位でビルディング ブロック式に構成する方向にある。

また、制御の多様化に応じて、制御用電子計算機と結合したハイブリッド制御や、遠隔制御装置との結合が考えられつつある。これらの手法により、監視操作部分と制御部分とを分離し、監視制御盤を小形化する傾向にある⁽¹⁾。

(3) デジタル エレクトロニクス制御

半導体技術の進歩、及び電子計算機技術の発展に伴い産業分野の制御においてもデジタル技術の導入が急速に進められている。従来、この分野におけるシーケンス制御は、大部分は電磁リレーを使用した装置により構成され、また圧延機

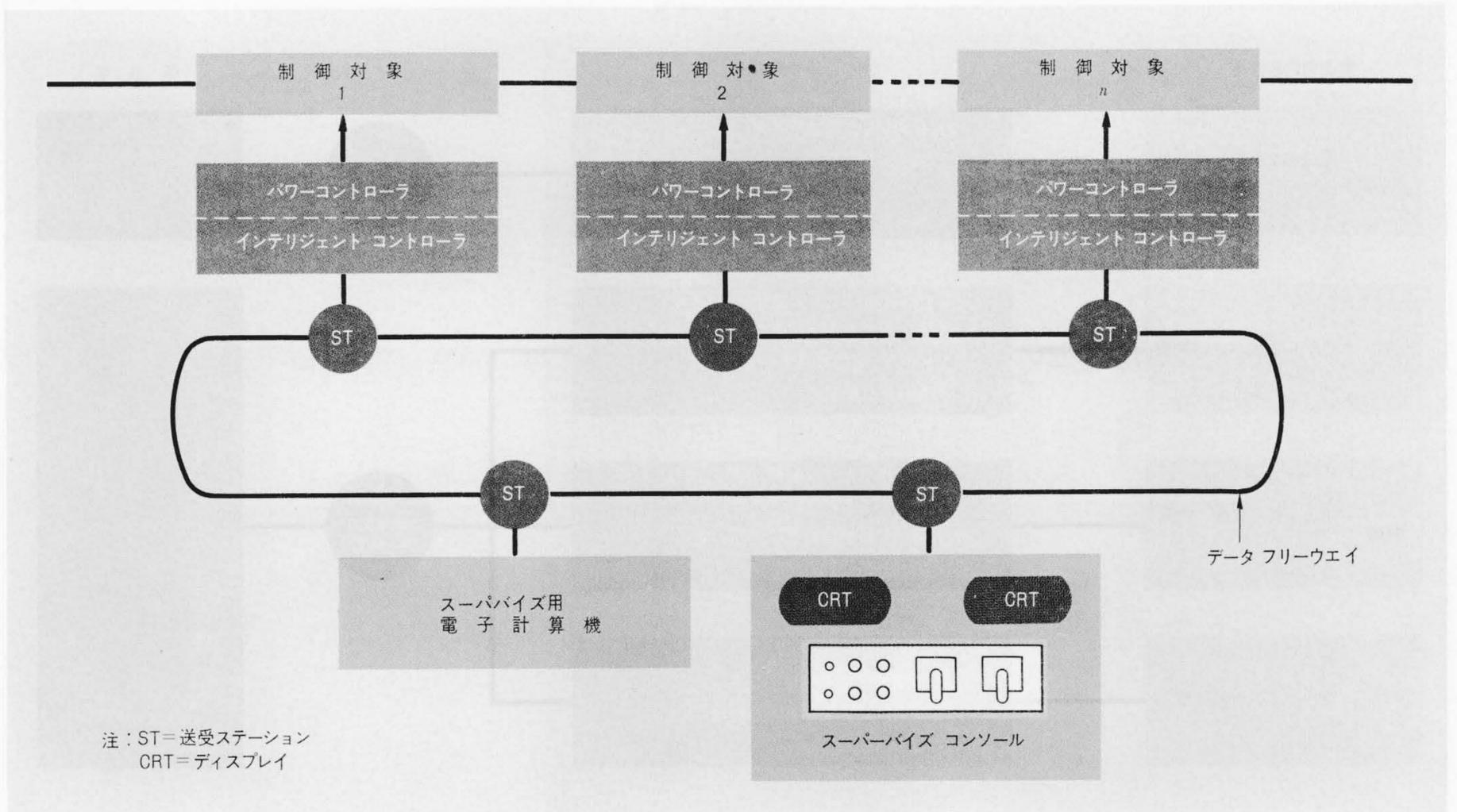


図4 DISシステムの一構成 高度の機能をもつ制御装置を分散、配置したDISシステムの一例を示す。従来の点及び線の制御から面(網)の制御への変革となる。

の制御など比較的高速、高頻度を要求される用途に対しては、半導体素子によるワイヤード ロジックの装置が利用されてきた。しかし、前述したように、これらの装置は急速に電子計算機技術を駆使したプログラマブル ロジック コントローラ (以下、PLCと略す) により置換される趨勢にある。PLCの特長は、ハードウェアが標準化されており、各用途に必要な制御機能はメモリに格納されたプログラムにより具現される点にあり、次のようなメリットをもつ。

(a)ハードウェア及びソフトウェアの製作が、併行して進め得るので工期が短縮できる。(b)シーケンスの変更が製作の後半でも可能であり、また納入後においても変更が容易である。(c)シーケンスの複雑化に対して、ハードウェアは大きくなり信託性が高い。

以上のほか、プログラミングが簡単であることも合わせて、PLCは今後ともますます多用される傾向にある。

(4) 性能及び機能の高度化

一般産業の分野、特に鉄鋼、化学、上・下水道、運搬設備などの分野で、顕著な傾向として制御対象設備の大規模化、広域化及び制御内容の複雑化・高度化が挙げられる。従って、今後の制御装置としては従来のシーケンス制御、アナログ制御の機能に加え、演算、データ処理、記録、上位・下位システムとのデータ交換機能を備えることが要求される。従来、これらの機能は制御用電子計算機により実現されてきたが、最近実用期に入ったLSIのマイクロ コンピュータの利用により、これらの要求を経済的に実現する装置の製作が可能となった。このような制御装置を、マイクロ コントローラと総称する⁽²⁾。

(5) 信託性向上諸施策

エレクトロニクス制御の場合、その故障モードは偶発故障形であり、予防的メンテナンスが困難であること

は前述したが、ここではエレクトロニクス制御に対する信託性向上のための基本的な諸施策について述べる。システムが大規模化するに従って、全体システムとしての信託性向上策を講じておく必要がある。

制御要素レベルの信託性向上策としては、(a)部品のLSI化による接続点数・部品点数の減少、(b)部品のスクリーニング、及びエージング、(c)部品使用に際してのディレーティング、(d)耐環境性の向上などがある。

一方、装置のレベルにおける信託性向上策としては、(a)モジュール ユニットごとの故障検出手段の整備、及び故障個所の表示、(b)プログラムによる故障診断、(c)モジュール ユニットごとの交換容易な構造、(d)防塵構造ないしは密閉構造による耐環境性の向上策が挙げられる。更にシステムのレベルでは、対象に応じたケース バイ ケースの方策となるが、(a)装置の分散化 (Distributed Intelligence) による危険分散、(b)バックアップ システムの採用、(c)フェールセーフ システムなどによる信託性、及び安全性の向上がとられる。

日立製作所のエレクトロニクス制御は、上記の諸施策を総合的に採用し、安心して使用できる高信託度制御システムの実現に努めている。

4 エレクトロニクス制御の応用

エレクトロニクス制御のカバーする制御システムの分野は極めて広く、系統的に紹介することは困難であるが、経験的判断によれば、大略図5に示すようになるであろう。

すなわち、従来シーケンス制御を主体とした総括制御やバッチ プロセス制御などは、PLCに置き換えられ、アナログ又はデジタルの専用制御装置を主体とした化学プロセスや、速度ないし位置制御は下位に“HIACS”のようなアナログ集約システムをかかえながら、より高性能高精度のフレキシブ

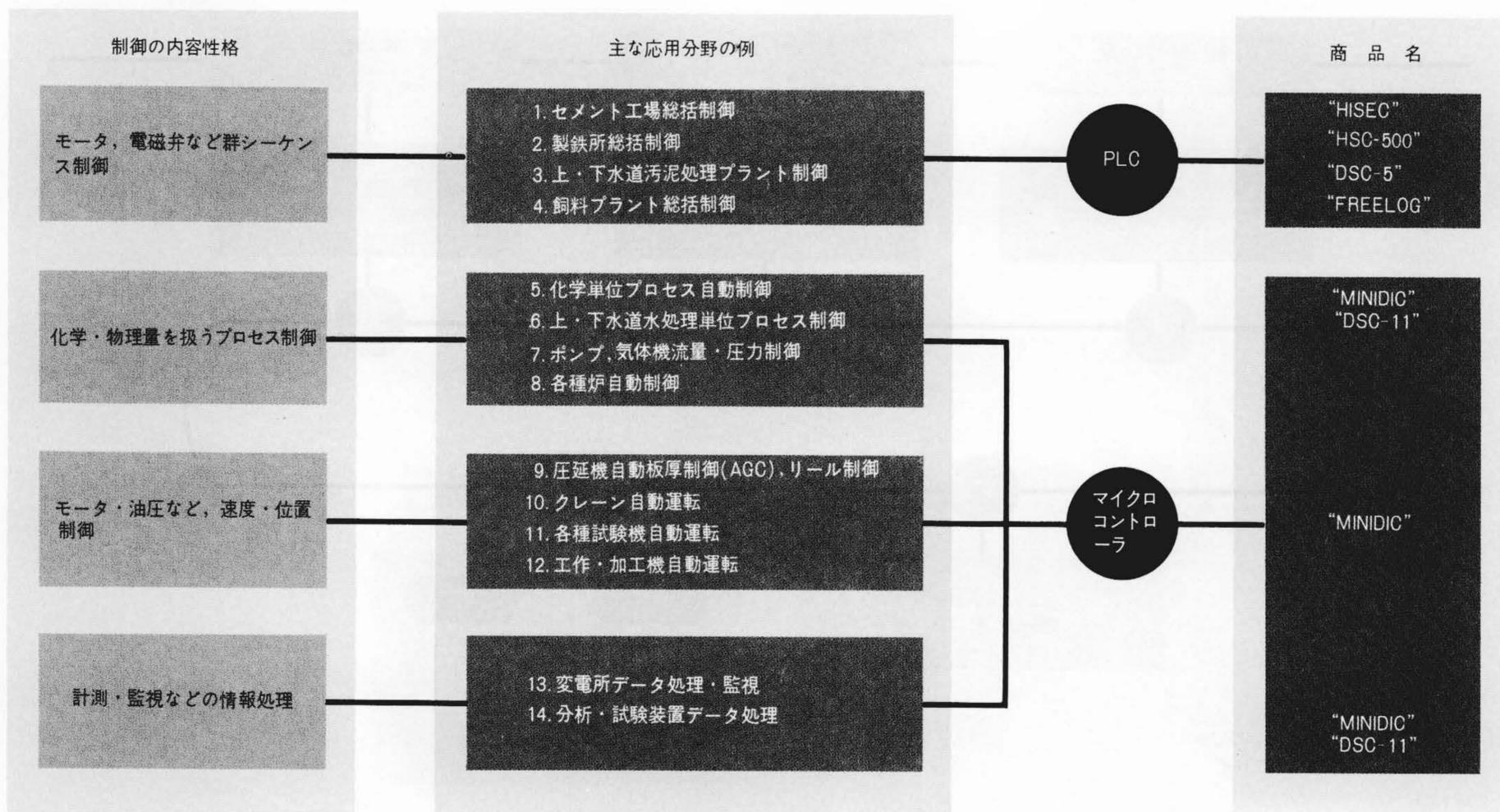


図5 エレクトロニクス制御の応用 制御対象の性格により、シーケンス制御分野と演算制御分野に分かれる。

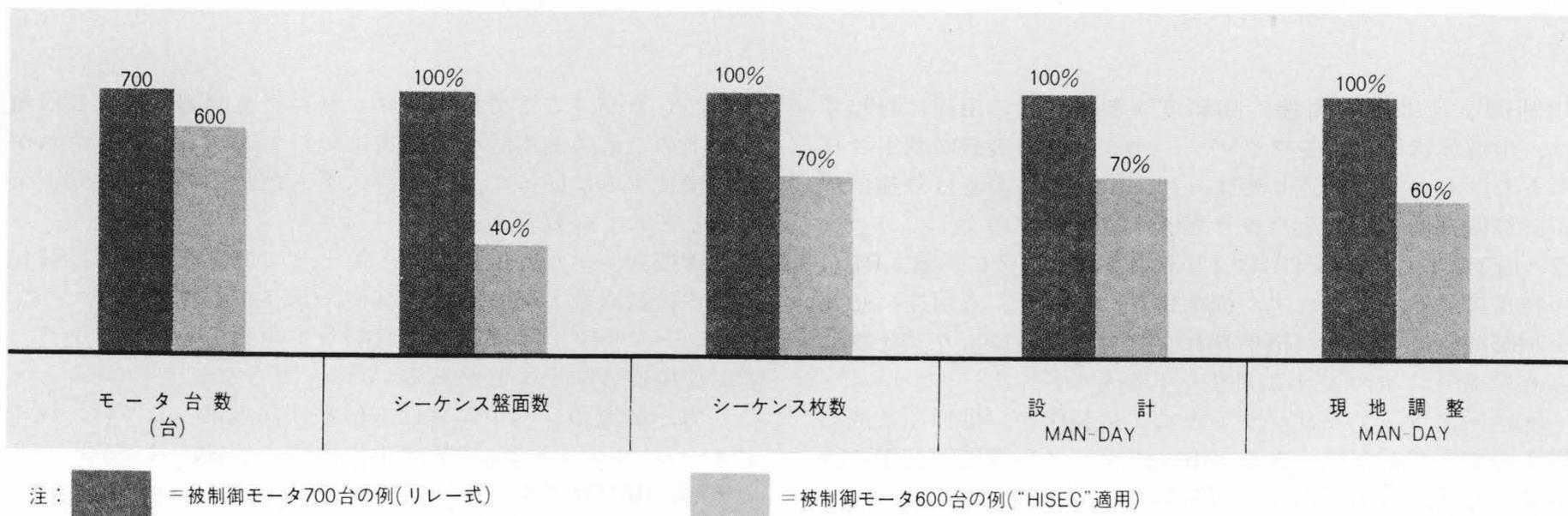


図6 エレクトロニクス制御による効果 総括制御に対する従来のリレー式の実績と、"HISEC"(PLC)式の実績との比較を示す。

ルなマイクロコントローラが適用されるであろう。全般的な趨勢として、デジタル化の方向に向かっていることは言うまでもない。

なお、ユーザーに関心が深いと思われる従来の制御と、エレクトロニクス制御との概括的な比較を、大規模な総括制御に例をとり紹介したのが図6である。

5 結 言

エレクトロニクス制御の動向を中心に、その展望について述べた。電子計算機制御からみれば、これを支える広大なすそ野であり、また制御対象から見れば、従来、固有の発展を遂げてきた各種個別技術の統・総合化の位置を占め、今後急激な適用普及をみるものと信ずる。特に従来の「ハード」の

「ソフト」化に特長をもち多様な仕様にソフト的に対処できるものゆえに、その発展、普及にはユーザー各位の御理解と御支援が欠くことのできない条件となる。終わりに、今後もユーザー各位の御協力を切にお願いするとともに、深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- (1) 飯岡、西村ほか、「電子式ボイラ自動制御装置 "HIACS-1000"」日立評論 55, 687 (昭48-7)
- (2) 石川、浴、今井、「マイクロコンピュータのロジック制御装置への応用」計測自動制御学会関西支部シンポジウム「マイクロコンピュータの動向と計測制御」テキスト (昭49-9)