

火力発電プラント最新形監視制御システム “HIACS-3000”

Modern Monitoring and Control System “HIACS-3000” for Thermal Power Plants

飯岡 康弘* Michihiro Iioka
二川原 誠逸** Seiitsu Nigawara

マイクロプロセッサを用いた分散形制御システムは火力発電分野で着実に発展し、多くの運転実績を重ねてきた。複合サイクル発電や石炭火力の増大に伴い運用性の向上などのニーズが増大する一方、エレクトロニクス技術の進歩によって制御システム構成の最適化に向けて新しい道が開けた。これらの情勢変化に呼応し、デジタル第II世代の分散形総合監視制御システムHIACS-3000を完成させた。本システムは系統単位分散を基本構成とし、サブシステムの自律化、制御の非干渉化を可能とし、石炭火力をはじめとするプラントの高信頼化、中間負荷運用、低NO_x燃焼などの課題との対応を図る。本稿では、システム構成の基本的な考え方を中心に述べる。

1 緒言

我が国の火力発電プラントの監視制御システムは、プラントのニーズの変化とエレクトロニクス技術を中心とするシーズの進歩と密接な関係をもって発展してきた。その動向を図1に示す。

日立製作所は、昭和52年にデジタル式電子油圧调速装置を175MWプラントに、昭和53年にデジタル式ボイラ制御装置を250MWプラントに、また昭和57年には分散形総合デジタル制御システムを700MWプラントに納入するなど、国内外でデジタル制御の運転実績を数多く重ねてきた。

これらの経験を通して得たデジタル制御技術と最近の高速化、大容量化が進んだマイクロコンピュータと通信の技術を生かし、火力発電プラントでの上記の新しいニーズに適合する新分散形総合監視制御システムHIACS[※]-3000を完成させた。本システムは、その構成手法に新しい概念を導入するなど、従来形のシステムに比べて性能、運転保守性、信頼性などの向上を図ったもので、デジタル第II世代の監視制御システムとして位置づけられる。

本号で小特集を組み、HIACS-3000システムの特徴、適用例を紹介する。本稿では本システムの開発思想とシステム構成上の考え方を中心に述べる。

2 監視制御システムの方向

火力発電プラントの監視制御システム構成の推移状況を図2に示し、システム基本構成の変化を概観する。

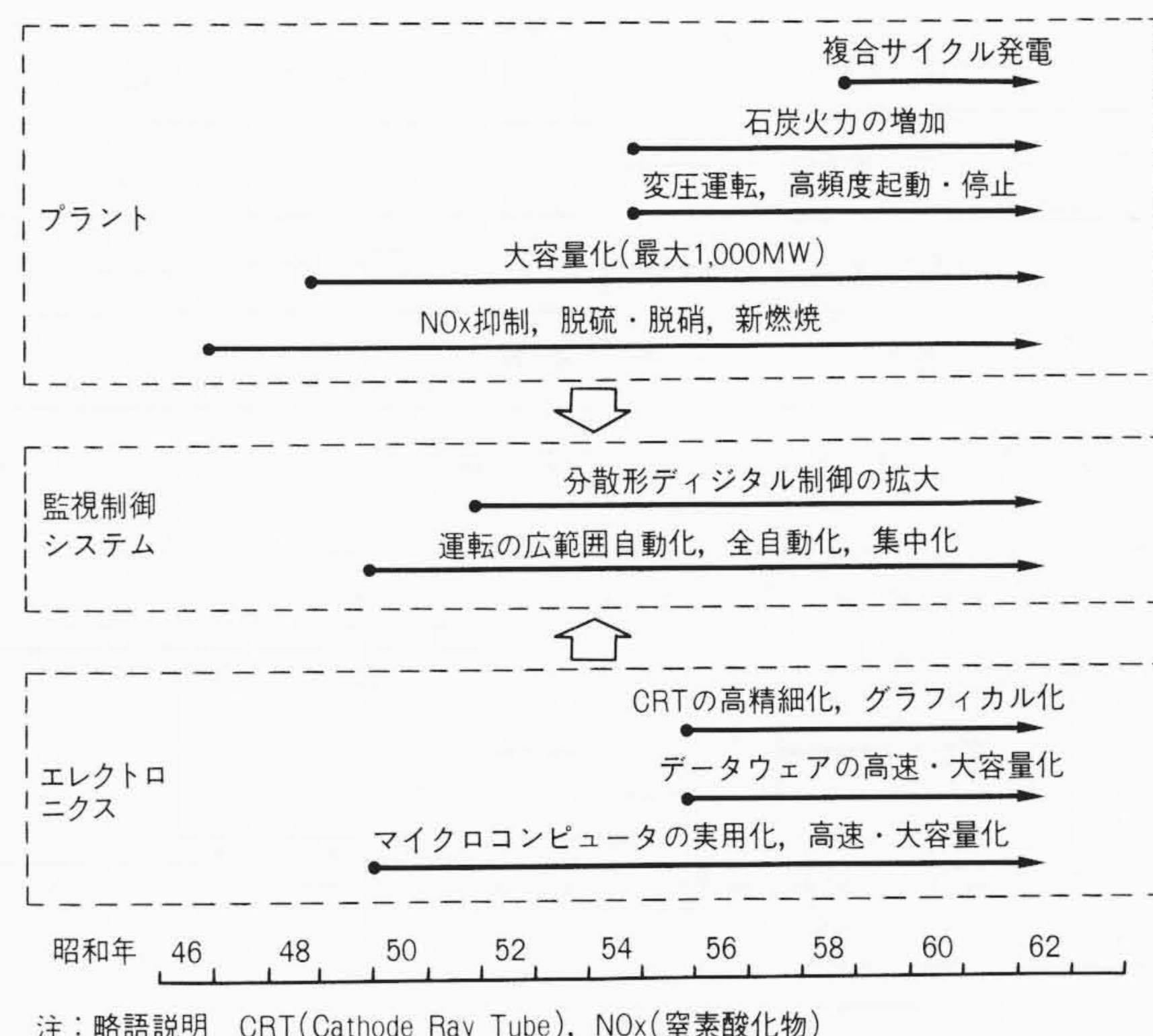
アナログ世代では、主機や補機それぞれに対応して制御装置を配置し、調整制御とシーケンス制御の両機能を独立した装置で処理する、いわゆる機能単位分散方式を適用した。

次いで、デジタル第I世代へ移行したが、その際はシステムの構成方式に二つの選択肢があった。すなわち、大形計算機を使ってプラント全体の直接制御を行なわせるいわゆる

集中方式と、マイクロコンピュータを使ってサブループの制御を行なう分散方式があり、両方式について比較評価を行なった結果、信頼性や保守性で優る分散方式を選択した。

分散方式そのものの構成法について、昭和50年代初期でのマイクロコンピュータや伝送装置の処理速度、容量などの性能とプラントプロセスの特性との対応をとる観点で検討した。その結果、タービンなど速いプロセスからボイラなど相対的に遅いプロセスまで、異なる特性をもつプロセスが存在することを勘案して、制御対象別に専用のマイクロコンピュータを適用する方式が実際に最も即した方式であるとの結論を得て、アナログ世代と類似の機能単位分散方式を選択した。

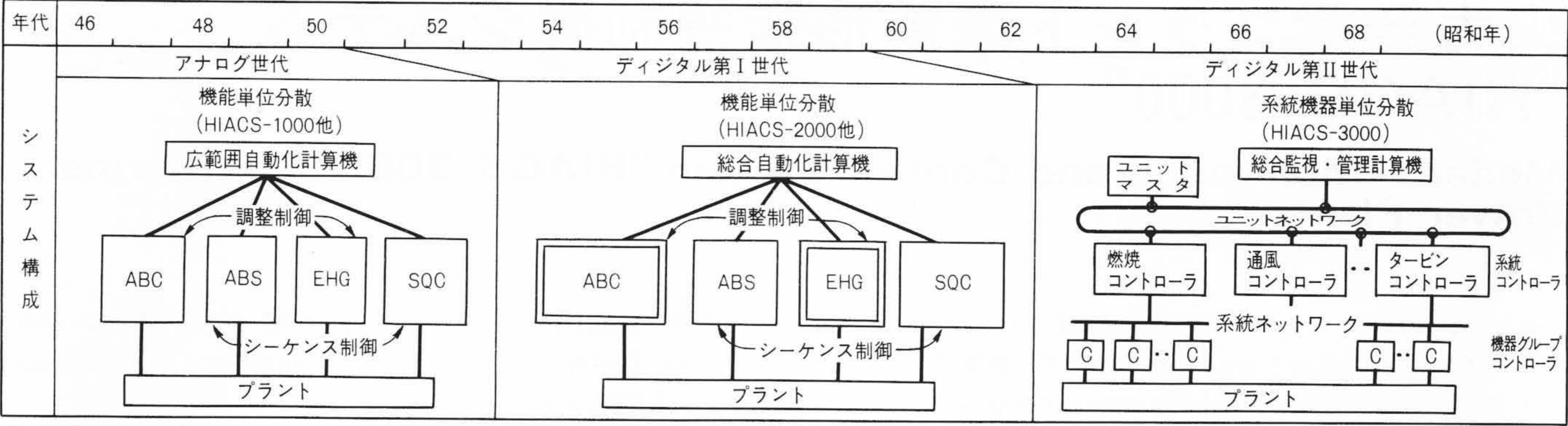
今日のデジタル第II世代への移行に際しては、マイクロ



注：略語説明 CRT(Cathode Ray Tube), NO_x(窒素酸化物)

※) HIACS：システムの名称であり、Hitachi Integrated Automatic Control Systemの略称で、これを商標とした。

図1 火力発電プラントと関連技術の動向 制御システムは、発電プラントの変化とエレクトロニクス技術の進歩と密接な関係をもって発展してきた。



注：略語説明 ABC(ボイラ制御装置), ABS(バーナ制御装置), EHG(電子油圧式調速装置), SQC(補機制御装置)
図2 火力発電プラント監視制御システム構成の推移 システムの基本構成は、機能単位分散から系統機器単位分散へと向かっている。

コンピュータと通信装置の技術進歩を生かし、プラントのプロセス構成に合わせてシステムを構築する系統単位分散方式を選択した。本方式の内容については次章に述べる。

3 新監視制御システムの構築

3.1 システム構築の方針

新監視制御システムHIACS-3000を構築するに当たって、図3に示す方針でアプローチした。

- (1) 信頼性面では、部分的な異常があってもシステムの機能を停止させないようにするため、各サブシステムの自律性の強化を図る。
- (2) 運転保守面では、省力化、省スペース化などのため、グラフィカルな表示機能の強化、CRT(Cathode Ray Tube)オペレーションや中央集中メンテナンスの機能を加える一方、コントローラをプラント全体にわたって均質なものとする。
- (3) 制御性の面では、特にプラントの起動・停止時や通常運転時(例：バーナや補機の増減を伴う負荷変化過程)での制御性を改善するため、調整とシーケンスの両制御機能を一つの

コントローラに融合させ、制御の非干渉化を図る。
(4) 経済性面では、ケーブルも含めインタフェース量の低減を図ることに重点をおき、伝送路のデータウェイ化、プロセス入出力部のソリッド化、ワイヤレス化を図る。
一方、システム構成の最適化へのアプローチに当たっては、プラントプロセスの特性の見直しを行なうとともに、生体メカニズムに学ぶ方法も併用した。

3.2 システム構成の最適化

発電プラントプロセスの主要部の構成を図4に示す。これは各プロセスの独立性に視点をおいて分類したものである。ここで、プロセス相互間の関連性に着目してグルーピングし、これを一般化してみると図5に示す構成となる。プラントは燃焼、水・蒸気、発電などの大きなプロセスに分類され、各プロセスは更に水・蒸気プロセスや復水プロセスなどのサブプロセスに分類される。また、そのサブプロセスは3組みの給水ポンプ系と高圧加熱系などの小プロセスに分類され、その小プロセスは更にポンプや出口弁などを単位とする複数の機器に分類される。

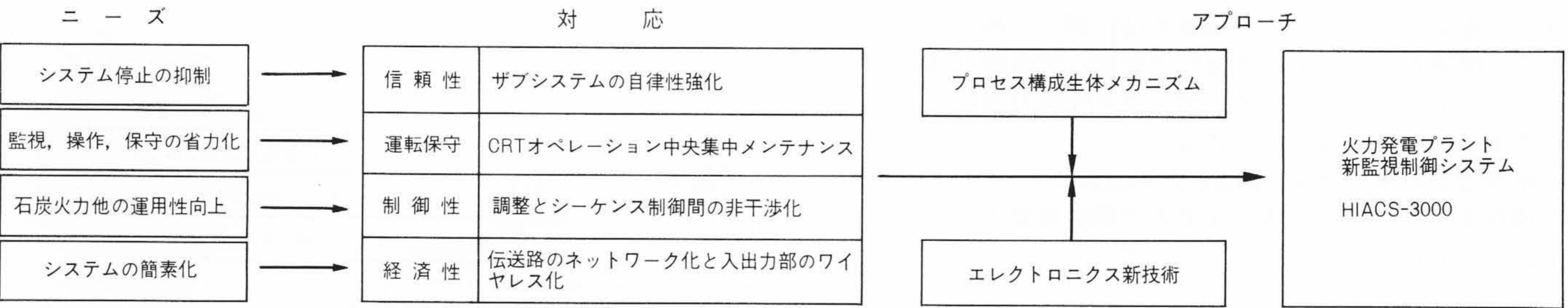


図3 最適制御システム構築へのアプローチ プラントのプロセス構造に適合させることを基本に据え、システム構成の最適化を図る。

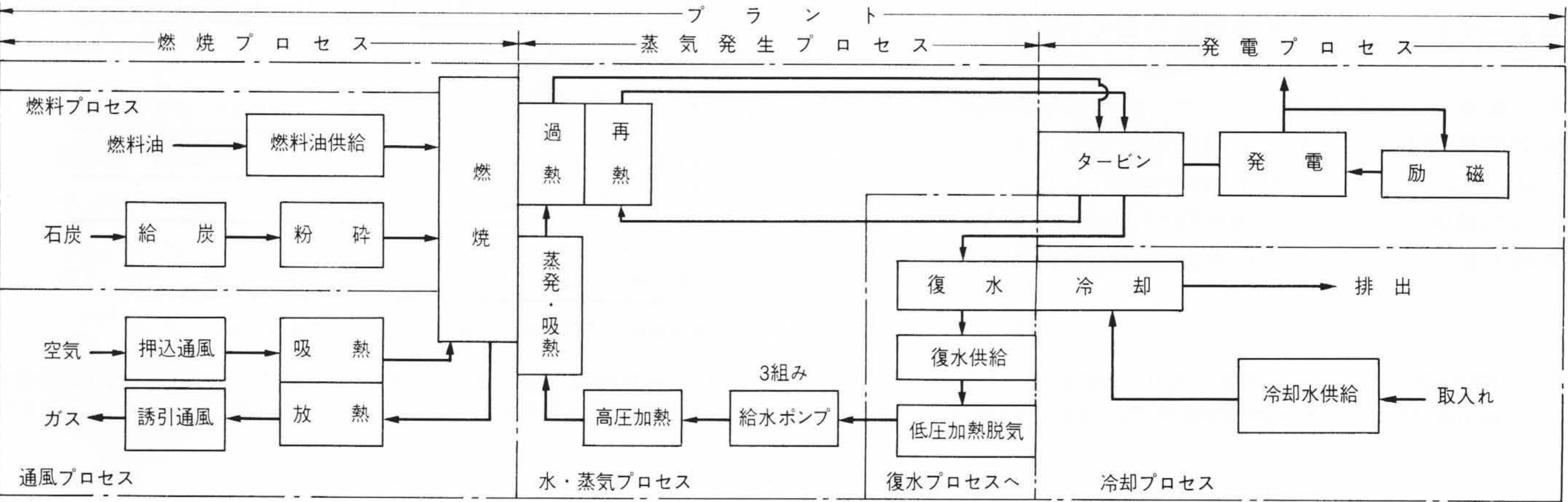


図4 プラントのプロセス構造 プラントのプロセスは、独立した機能をもつサブプロセスから成り、それらは孫プロセスをもった小プロセスから成る。

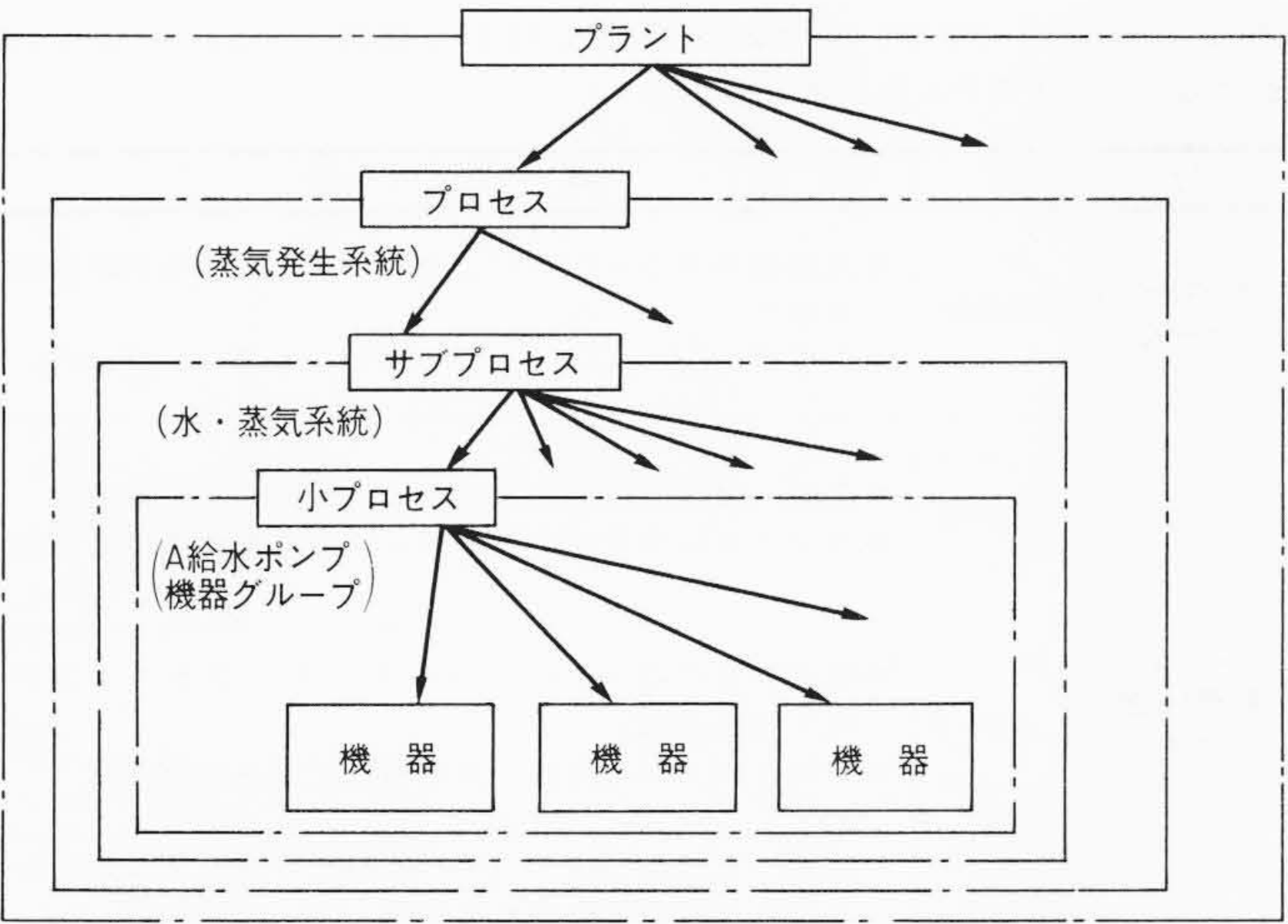


図5 プラントのプロセスの相関 系統、機器グループ、機器は密接な関係を持ち、一つの独立したグループを形成する。

一方、生体での合理的なシステム体系には注目すべきものがあり³⁾、火力プラントの制御システムに関連する特性を取り上げ、システム構成最適化の参考とした。その主なものは次のようである。

- (1) 生体は器官とその構成要素である細胞などの個体から構成されている。
- (2) 各個体は対等な立場で、各々が独立して作動している。
- (3) 生体内には通常不稼働な個体が存在する。
- (4) 中枢部は多量の情報を収集、記憶、判断して指令を出している。

このように、自律性をもった個体から成る生体系の分散的な構成、及びプラントプロセス系の機能階層・系統単位分散的な構成との相関をとってシステムを構成することが最も合理的であるとの結果を得て、機能階層自律形系統単位分散方式を新監視制御システムの基本理念とした。

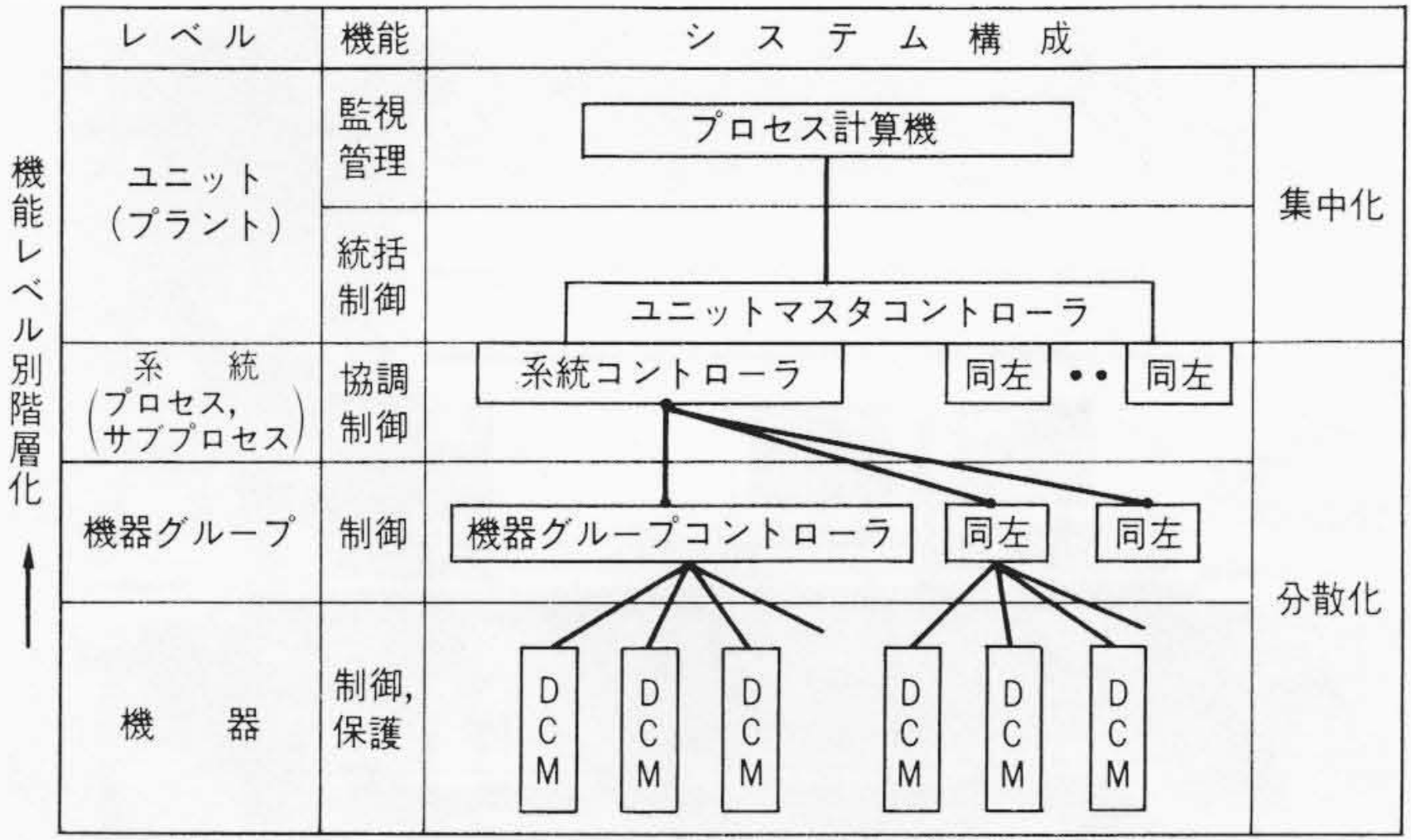


図6 HIACS-3000システムの基本構成 縦方向では機能レベル別の階層化を図り、横方向では同等レベルの機能を系統、機器別に分散化した。

3.3 システムの基本構成

新監視制御システムHIACS-3000の構成上の考え方を図6に、実際のシステム構成を図7に示す。

縦方向では、機能をプロセスレベル別に階層化し、横方向では、機能を系統・機器単位に分散化させる構成とした。

プラントの監視・管理機能と協調制御機能は、プラント全体にかかわる情報処理と指令を行なうことから、これらをユニットレベルに位置づけ、集中化する一方、多量の情報処理とマンマシンインタフェース処理を行なうのに適したスーパーミニコンピュータなど(HIDIC V90シリーズ)を用いた。

次に、プロセスの制御機能には複数の機器グループとかわり、これらを統括する部位を系統レベルに位置づけるとともに、複数の機器とかわり、これらを制御する部位を機器レベルに位置づけ、系統単位に分散化する一方、前者には大容量のマイクロコンピュータ(HISEC 04-M/L)を、後者には

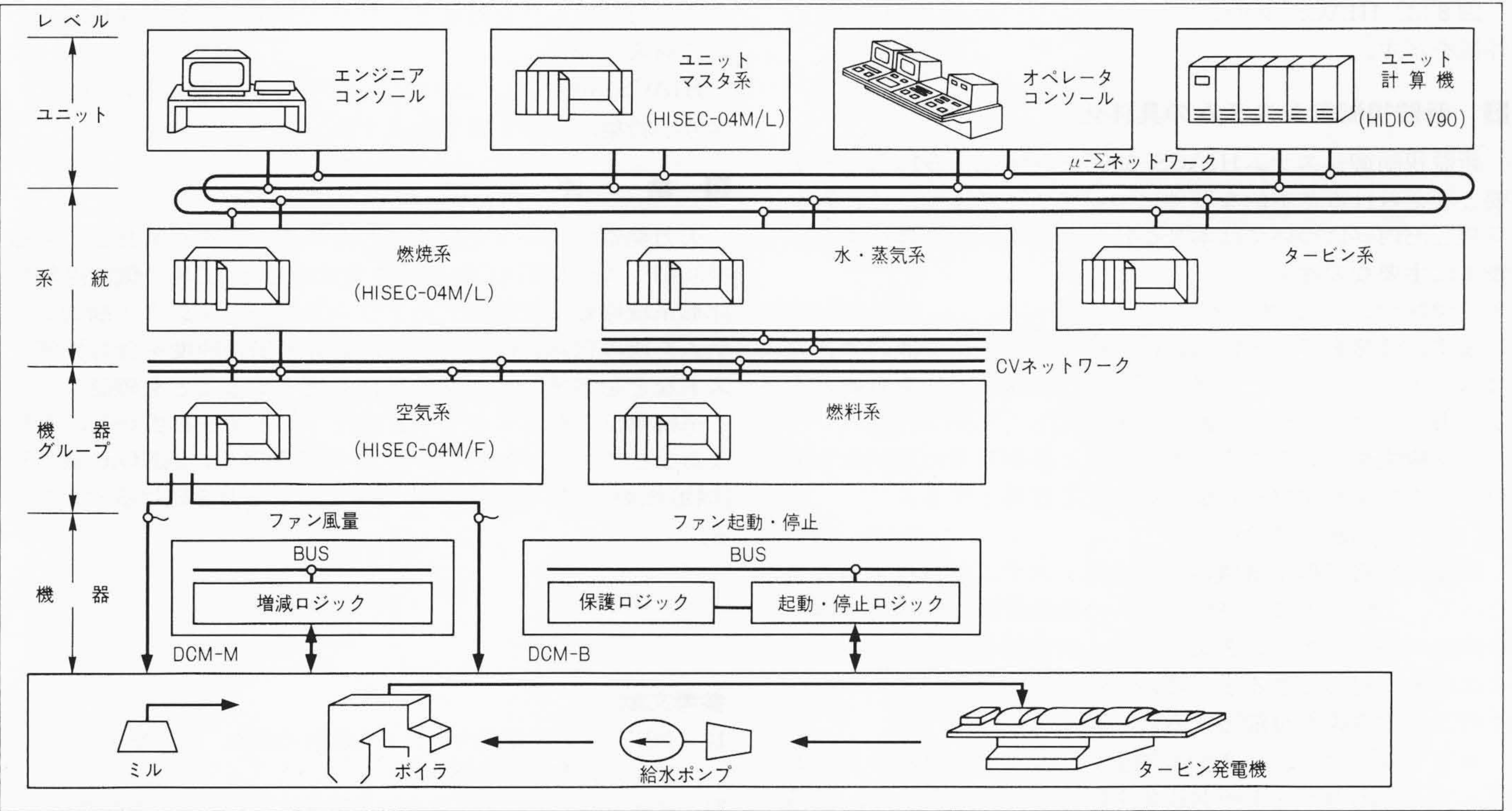


図7 HIACS-3000システム構成 本システムは、計算機、コンソール、コントローラ群をネットワークで結合した機能階層形系統機器単位分散システムを形成している。

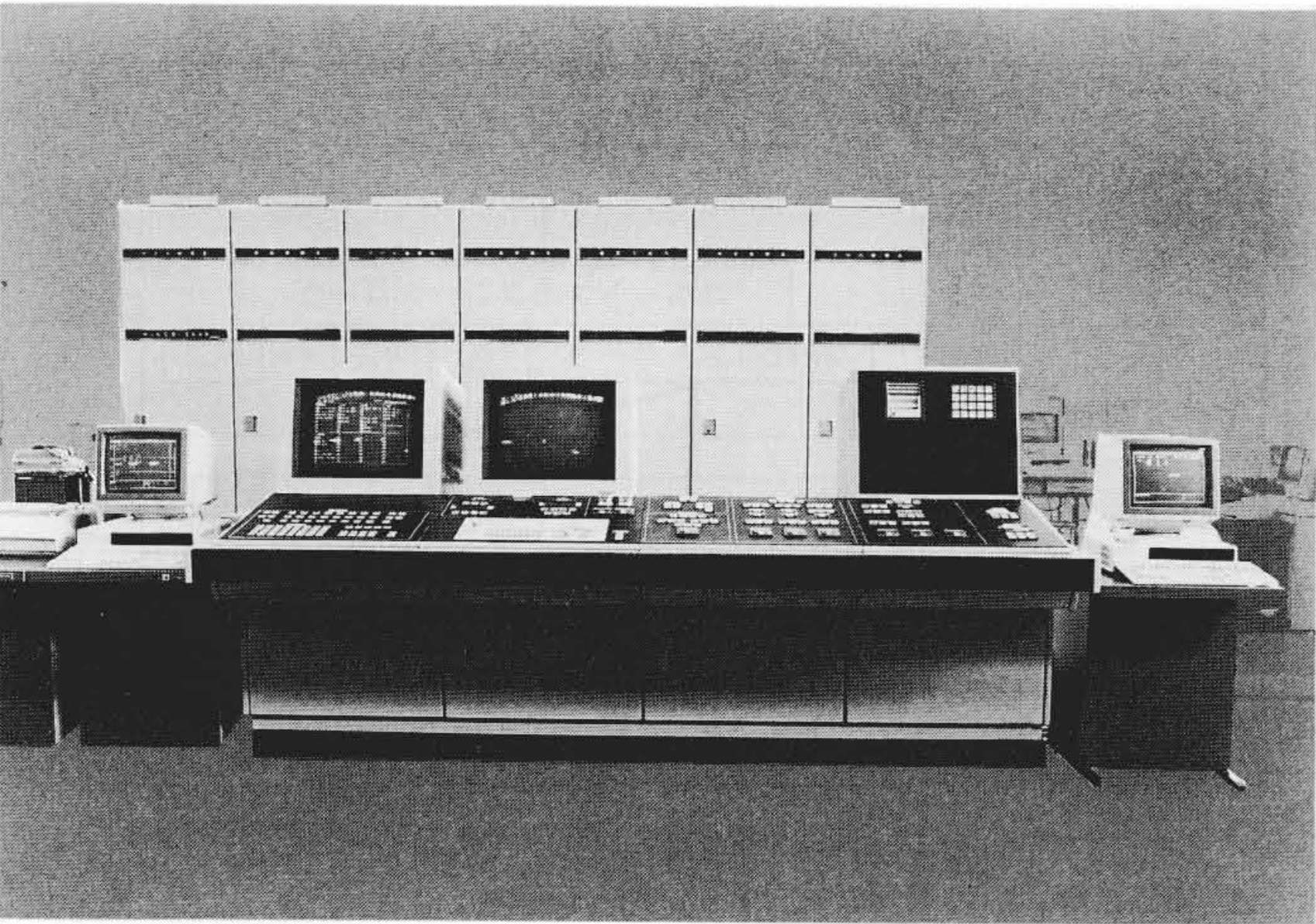


図8 HIACS-3000システムのコンソールと制御装置 オペレータコンソール、エンジニアコンソール及びボイラ、バーナ、補機、タービンを制御対象としたマイクロコンピュータ群から成る。

中容量のマイクロコンピュータ(HISEC 04-M/F)を適用した。

更に、下位の機能は当該部位だけにかかわり、機器と直結してその基本的な制御と保護を行なうことから、これらを機器レベルに位置づけ、機器単位に分散化する一方、ハードワイアードのモジュール(DCM)を適用した。

マンマシンインタフェース部には監視操作用にカラーCRTを用いたオペレータコンソールを、保守用にカラーCRTを用いたエンジニアコンソールを配置し、これらとすべてのコントローラとをネットワークで結合させた。

その伝送系では、各レベルの所要伝送量・速度及び伝送距離を勘案してレベル区分を行ない、ユニットネットワークには長距離用で光伝送も可能なμ-Σ NETWORKを、系統ネットワークには短距離用のCV-NETWORKを、機器グループ内伝送には通常形のバスを用いた。

図8に、HIACS-3000システムのコンソール及び制御装置の外観を示す。

4 新監視制御システムの具体化

新監視制御システムHIACS-3000を具体化するに当たり重要と考えられる基本的な要件についてここで述べ、これらを具現した内容については本号小特集の前半4編で詳述する。

表1に主要な要件を示す。

(1) マンマシン システム

まず、情報表示や操作方式は系統・機器単位分散の考え方にのっとりしたものとし、迅速、的確な判断と操作を可能とする一方、グラフィカルな表示機能の強化、及びCRTオペレーション機能を加えることにより監視と操作双方の集約化を実現し、中央室や中央操作盤の縮小化を容易とする。

(2) 制御・伝送システム

機能階層自律形系統機器単位分散システムを具現するに当たって、上位と下位及び同レベルの機能分割の最適化を図り自律性の高いシステムを築く一方、高信頼化システムのニーズに柔軟に対応できるように、コントローラ及びネットワークの二重化構成も可能とする。

コントローラは、システムの全レベルにわたりそのソフトウェア、入出力カードの共通化を図り、保守の省力化、予備品の縮減を容易とする一方、16ビット級のプロセッサを用い、かつ高速演算に適したソフトウェア構造及び伝送方式とする。

表1 HIACS-3000システム具体化に対する要件 これらの要件を前提として、本システムの具体化を図る。

対 象		要 件
マンマシンシステム	中央監視操作	●高機能形カラーCRTによるグラフィカルな表示機能の強化 ●CRT/KBDオペレーション手法による操作の集約化
	制御システム	●系統・機器単位分散方式による機能分担の最適化 ●コントローラ及びネットワークの二重化構成も可能
制御伝送システム	コントローラ	●全レベルのコントローラにわたりソフトウェアとPI/Oを共通化 ●コントローラの高速・大容量化と伝送の高速化
	保守ツール	●共通のツールにより、コントローラと直接及びネットワーク経由でアクセス可能 ●シンボリック言語によるグラフィカルな表示と多目的機能の装備

注：略語説明 PI/O(プロセス入出力カード)、KBD(キーボード)

(3) 保守ツール

保守ツールについては、システム全体にわたり共通に使えるものとし、理解の容易なシンボリック言語でシステムと対話できるようにする。プログラム機能にとどまることなく、シーケンス制御の進行状態や調整制御の挙動がグラフィカルに表示するなど、多目的な機能も加える。

5 HIACS-3000システムの適用

本システムは、ボイラ、タービン発電機及び補機を含め火力プラント全体にわたる総合監視制御システムの構築に適し、監視、制御及び伝送の各装置について統一のとれたトータルシステムを提供できる。

一方、本システムはプラントの一部であるサブシステムに対しても柔軟に適合するように構成されており、コントローラ単体を用いたローカル制御規模のものから、タービン、バーナ、及びボイラを対象としたサブグループ制御規模のものまで対応できる。

HIACS-3000システムの火力プラントへの適用例について、本号小特集の後半3編で詳述する。

6 結 言

火力発電プラントを対象としてのデジタル第II世代の監視制御システムHIACS-3000を完成させた。工場で機能階層自律形系統機器単位分散式のプラント総合デジタル制御システムを組み信頼性確認テスト、演算・伝送速度を含む性能テストなどを実施し、所期の目標を達成することを確認した。

系統単位分散方式がもつ自律性、非干渉性を生かし、石炭火力などプラントの高信頼化、中間負荷運用、低NOx(窒素酸化物)燃焼などの課題対応に資するよう努力を続ける考えである。

参考文献

1) 飯岡：火力発電所デジタル制御の動向、火力原子力発電、Vol.34, No.11(1983-11)
2) 新海、外：大容量石炭火力発電所総合デジタル制御システム、日立評論、65、9、603～608(昭58-9)
3) 宇都宮敏男編：生体の制御情報システム、朝倉書店(1978)