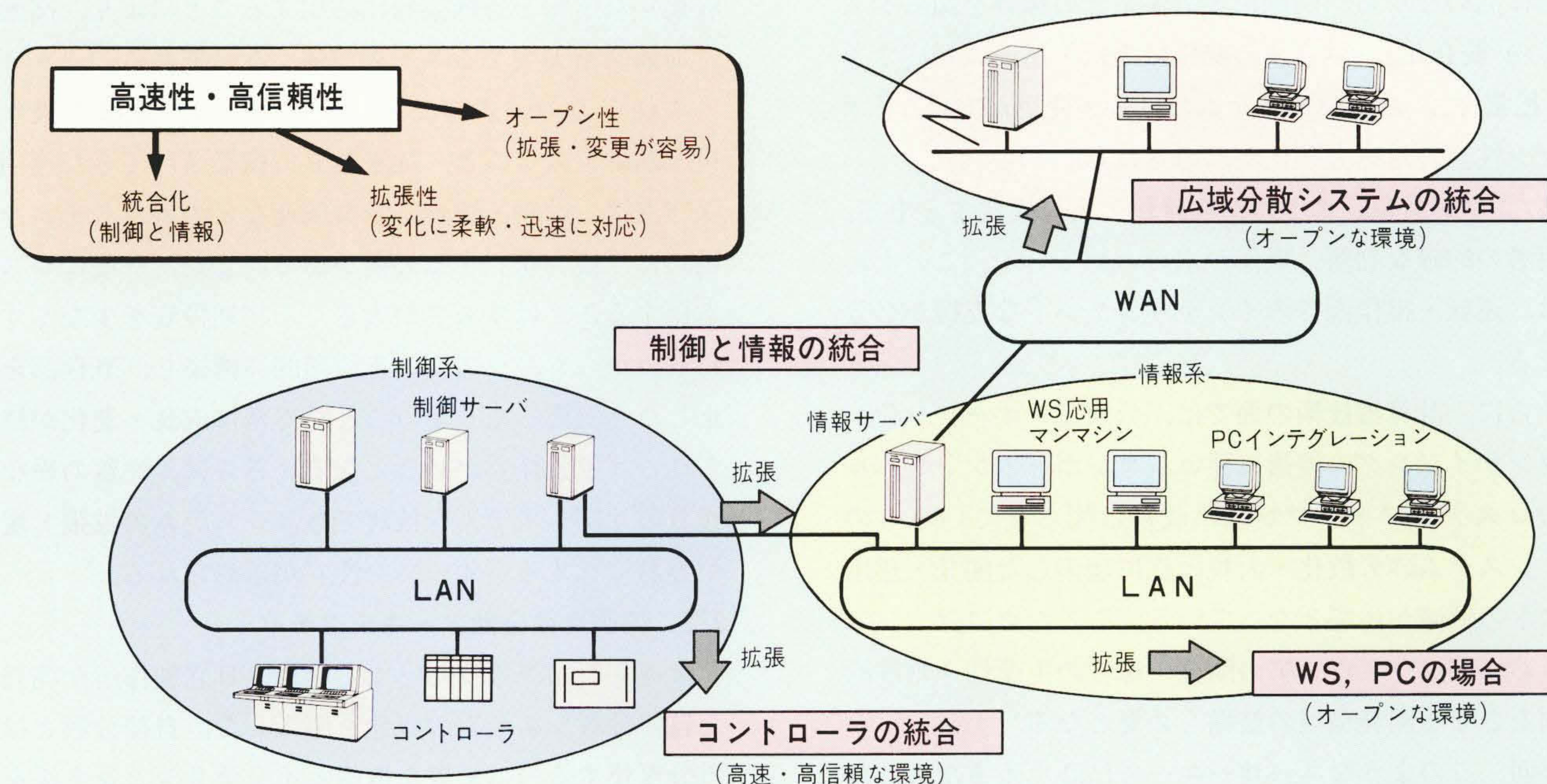


分散型電力情報制御システムを支える ハードウェア・基本ソフトウェア

New Distributed Control and Information Processing System for Power System

笠嶋広和* Hirokazu Kasashima 大森勝美* Katsumi Ômori
西川敦彦* Atsuhiko Nishikawa 谷 正之** Masayuki Tani



注：略語説明 WAN (Wide Area Network), WS (Workstation), PC (Personal Computer)

電力情報制御システムの最新ニーズにこたえる協調自律分散アーキテクチャ

協調自律分散アーキテクチャにより、従来の高速性・高信頼性に加え、システムの統合化・拡張性・オープン性に優れたシステム構築が可能となる。

最近の電力情報制御システム分野では、監視・制御機能の高度化・多様化に加え、関連システムとの接続・連携による新機能・新サービスの提供が求められている。このためには、より高度なシステム構築技術が必要となり、制御系の基本要件である「高速性」、「高信頼性」をさらに高めながら、制御系と情報系との融合を図るシステムの「統合化」、ニーズの変化に柔軟・迅速に対応できる「拡張性」、およびシステムの拡張・変更が容易な「オープン性」の対応力強化が求められる。また、制御対象システムが複雑化・大規模化する中で、運用者が的確な判断と操作ができることが求められる。さらに、システム

の分散化・大規模化に起因した開発・運用コストの低減が課題となっている。

これらの課題に対応するため、自律分散概念を発展させた「協調自律分散アーキテクチャ」とそれを支える核技術・コンポーネントを開発し、システム統合・拡張を容易に行えるようにした。また、運用者へのインテリジェントな支援を目指して、マルチメディア導入による高度ヒューマンインタフェースを備えたマンマシン機能を、開発・保守の生産性向上を目指して、分散システム対応のソフトウェア開発・保守支援機能をそれぞれ開発した。

* 日立製作所 大みか工場 ** 日立製作所 日立研究所

各モジュールはデータフィールドに接続される。機能コード通信とは、データ送信時のあて先ではなく、データの内容を表す機能コードを付けてネットワーク上に同報通信する方式である。受信側ではこのデータが必要かどうか自律的に判断し、自分に必要なデータだけを取り込んで、対応する応用プログラムを自動的に起動する。

この結果、システム構成、あて先などを意識せずに応用プログラムを設計・変更することが可能となり、システムの作りやすさ、システムのオンライン拡張性・保守性、システム全体のフォールトトレランス性が大きく改善できる。

自律分散システムはすでに実用化が進みその効果が認識され始めているが、上述した新たなニーズに基づくシステム構築時の課題を解決するため、今回、協調自律分散システムへと発展を図った。

協調自律分散システムでは、データフィールドを全体で一つとするのではなく、情報の質が異なる範囲ごとに複数のデータフィールド群で構成する。各データフィールド間の情報交換は、システム統合化の形態・レベルなどに応じて、ゲートウェイなどのフィルタリング機能を用いて行われる。協調自律分散システムの構成を図1に示す。

3 新アーキテクチャを支える核技術・コンポーネント

3.1 HIDIC計算機システムの構成

協調自律分散システムでは、各サブシステムごとに機能・性能・信頼性などの要求レベルが異なる。そのため、ハードウェア・基本ソフトウェア製品では、使用目的に応じて最適な機器が選択でき、かつ最新機器へ容易に更新できることが求められる。また、アプリケーションに対して分散化・機種の違いなどを意識させない、統一的なプラットフォームを提供することが要求される。

これらを実現するHIDIC計算機システムの構成を図2に示す。OS, CPU, LANのレベルは、目的・要求レベルに応じて最適なものを選択できるようにし、アプリケーションは統一的なネットワーク管理プラットフォーム上で動作できるようにした。

3.2 ネットワーク製品

ハードウェアとしては、 $\mu\Sigma$ NETWORK, TRUNK NETWORKの制御LANに加え、イーサネット^{*1)}, FDDI (Fiber Distributed Data Interface)の汎(はん)用LANを用意し、ユーザーは幅広いネットワークメニューの中から各システムに適したものを選択することができる。

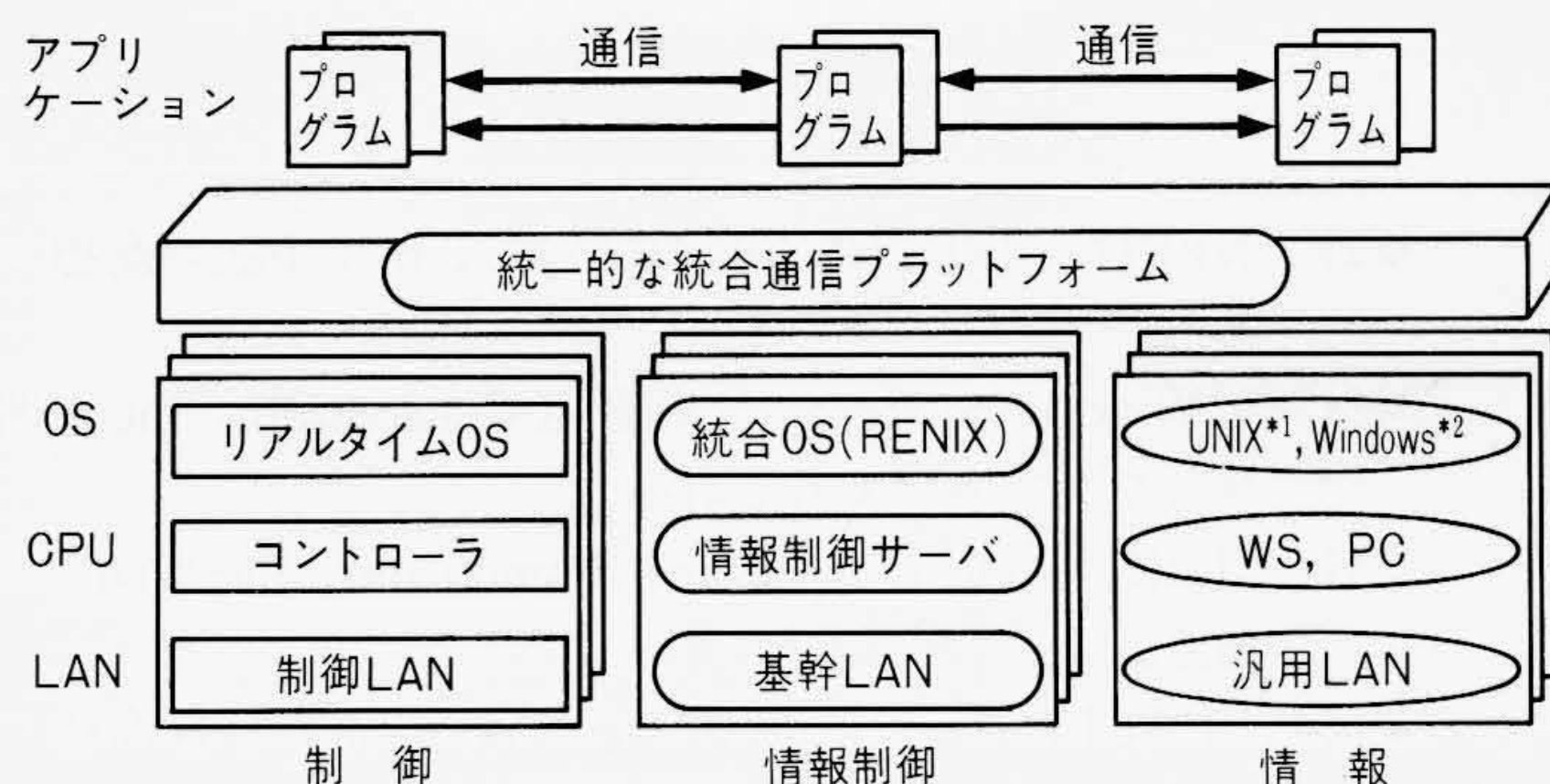
基本ソフトウェアとしては、異機種統合通信・分散システム管理・ネットワーク性能評価などを統一的にサポートする統合通信プラットフォームを開発した。これにより、自律分散システムの利点が制御LANだけでなく、汎用LANでも享受でき、パソコン(パーソナルコンピュータ)やワークステーションも簡単に組み込めるようになった。また、LANの二重化をサポートし、分散システム全体の高信頼化を図ることができる。

3.3 サーバのファミリー展開

LSIの高速化・大容量化、ネットワークの発達、通信・OS分野の標準化の進展に伴い、システム構成が従来の集中型から分散型へ移行しつつある。分散型では、複数のサーバや端末を用いて業務を分担し、それらを有機的に結合してシステムを構築する必要がある。このため、図3に示すような各種サーバを準備し、業務に適したサーバが選択・使用できるようにした。

情報制御処理の中核を担う情報制御サーバを中心に、無停止やオンライン拡張・保守が要求される業務には

※1) イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。



アプリケーションは、分散化・機器の違いなどを意識する必要がない。

最新機器を早期に取り込み、容易に更新ができる。

目的・要求レベルに応じて最適な機器が選択できる。

注：略語説明など

OS (Operating System)

*1 UNIXは、X/Open Company Limitedがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。

*2 Windowsは、米国Microsoft Corp.の商標である。

図2 HIDIC計算機システムの構成

アプリケーションは統一的なネットワーク管理プラットフォーム上で動作し、各コンポーネントは目的・要求レベルに応じて最適なものを選択できるようにしている。

FT(Fault Tolerant)サーバ、高速計算業務には計算サーバ、アプリケーションごとの特化処理にはリアルタイムコントロールサーバなどとファミリー展開を図った。

3.4 高性能情報制御サーバ「HIDIC RS90シリーズ」

監視・制御機能の高度化・多様化にこたえるため、情報制御サーバ「HIDIC RS90シリーズ」では情報制御計算機「V90/5シリーズ」を高速化し、さらにオープン性・拡張性を強化した。

(1) ハードウェア構成

HIDIC RS90シリーズは、デスクサイドのRS90/400モデル10, およびキュービクルタイプのRS90/800モデル10, 20, 30で構成する。これらはいずれも高速RISC(縮小命令セットコンピュータ)プロセッサをベースとして、高速なメモリバスやシステムバスをサポートし、高性能を実現している。

(2) ソフトウェア構成

RS90シリーズのOSであるRENIX-Rは、国際・業界標準に準拠したUNIX環境と使いやすいリアルタイム環境を提供し、自律分散・システム管理・高信頼マルチコンピュータなどの情報制御処理に必須(す)な機能をサポートしている。またHIDIC V90/5シリーズプログラムとの互換インタフェースも提供する。

RENIX-Rの基本システムは、UNIXをベースにリアルタイム機能・RAS機能を追加したカーネルと、TCP/IP, NFS^{※2)}のネットワーク機能などで構成する。この上に、X Window System^{※3)}, 日立 Motif^{※4)}などのマンマシン開発環境, 使い勝手のよいリアルタイムプログラム開発環境, マルチコンピュータやディスクミラーリングを実現する高信頼化機能, 協調自律分散システムサポートのベースとなる統合通信プラットフォームなどを載せ

ている。さらに、分散システム管理をはじめとして種々のサポートソフトウェアを載せ、アプリケーションソフトウェアを作りやすくしている。なお、データベースには、分散型リレーショナルデータベースとして評価の高いORACLE^{※5)}を採用した。

4 運転・操作面でのインテリジェントな支援

4.1 多角的な情報を提供するプロセス ヒューマンインタフェース

大規模化する情報制御システムにあって、システム全体の状況をいかにして運転員に伝え、直観的かつ的確な判断と操作ができるようにするかが、プロセス ヒューマンインタフェースの課題である。このためには、制御用計算機によるプラント状態量やアラームなどの情報だけでなく、プラントの映像や音響といった臨場感情報やワークステーション、パソコン上のエンジニアリング情報などの多角的な情報を整理統合して運転員に提供することが必要となる。

このような種々情報の統合を実現するプロセス ヒューマンインタフェースシステムの構成を図4に示す。

次世代のプロセスCRTとして、映像や音声などを扱え、またネットワーク上のワークステーションやパソコンとのデータ交換が容易なプロセス エンジニアリングステーション“Presto”を開発した。

“Presto”は、TCP/IP, X Window Systemなどの標準プラットフォーム上にタッチパネルなどのプロセスマンマシンデバイスをサポートする拡張X Window System, ITVカメラ映像や音声扱うメディアサーバ, 協調自律分散システムサポートのベースとなる統合通信プラットフォームなどを搭載している。

開発支援システム“Hyproof/MMS”(Hyper Programming System by Object-Oriented Formula / Man-Machine System Support)は、画面上の表示要素だけでなくデータベースアクセス, 操作応答処理などのプログ

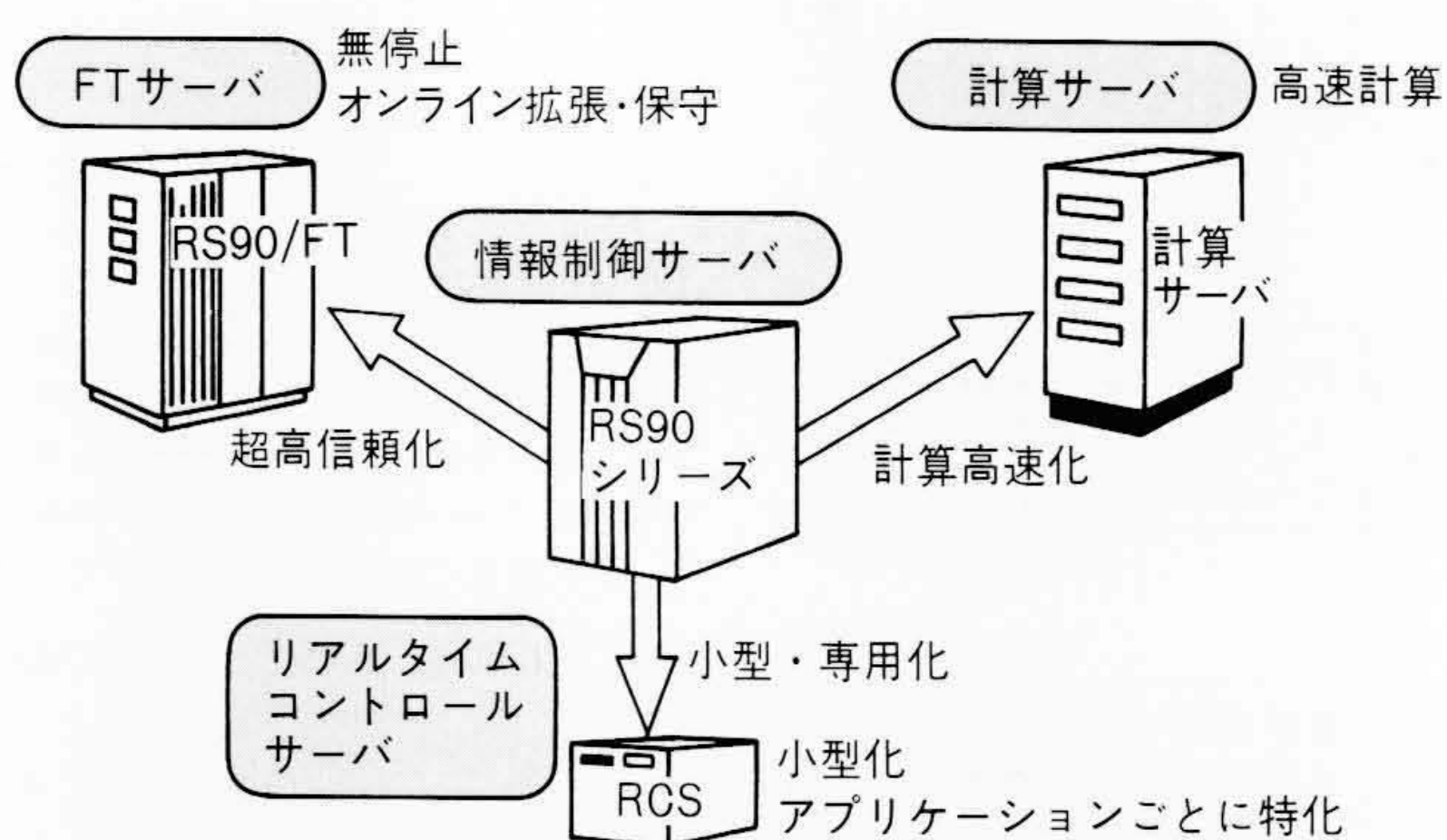


図3 サーバのファミリー展開

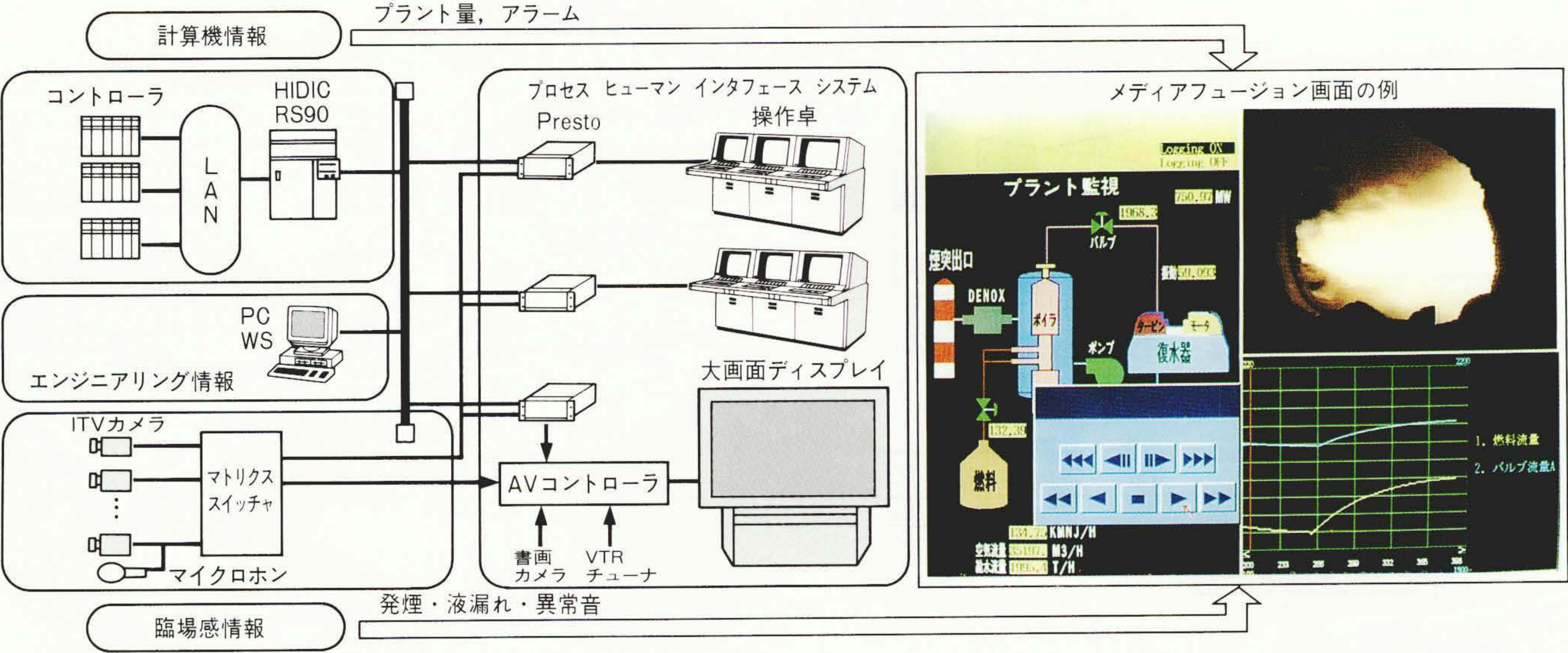
各種サーバを準備し、業務に適したサーバが使用できるようにしている。

※2) NFSは、米国でのSun Microsystems, Inc.の商標である。

※3) X Window Systemは、米国 X Consortium, Inc.が開発したソフトウェアである。

※4) Motifは、Open Software Foundation, Inc.の商標である。

※5) ORACLEは、米国Oracle Corporationの登録商標である。



注：略語説明 ITV (Industrial Television), AV (Audio Visual)

図4 プロセス ヒューマン インタフェース システムの構成
従来の計算機情報に加えて、ワークステーション、パソコン上のエンジニアリング情報や映像・音響といった臨場感情報などの多角的な情報提供を可能にする。

ラムモジュールも部品化し、メニューから選ぶだけで、ヒューマンインタフェースアプリケーションが容易に構築できる。

グラフィックパネルに代わって用いられる大画面ディスプレイも、多様なメディアに対応できるように高精細化(最大解像度1,600×1,280画素)、水平周波数150 kHz、高輝度化(680 cd/m²)、高コントラスト化(180：1)といった高性能化が進んでいる。また機能面でも、焼きつき防止回路や表示画面中に別の映像を表示するディスプレイプロセッサが内蔵可能となっている。

4.2 計算機情報と臨場感情報を統合する
メディアフュージョン

文字や図形を中心とした計算機情報に、現場の監視映像や現場音といった臨場感情報を違和感なく融合するヒューマンインタフェース技術として、メディアフュージョンを開発した。

メディアフュージョンの適用例を図4に示す。このシステムでは、系統図や映像をポインティングするだけで現場を見て回ることができる。映像上で点検箇所を指せば、カメラが遠隔操作されてその部分がズームアップされる。オペレータは、カメラの操作や切り替えを意識する必要がない。

メディアフュージョンではCRT画面上での運転操作と現場の状況とを密接に関連づけられるため、直観的かつ高信頼な運転が可能になる。また、運転支援だけでな

く、教育や訓練にも有効である。実地に即した、臨場感のある教育、訓練システムの構築が可能になる。

5 システム、ソフトウェア開発・保守支援技術

5.1 AI応用システム構築ツール

高度な電力情報制御システムの効率的開発を支援するために、AI応用システムの開発・保守支援ツール“EUREKA-III”(Electronic Understanding and Reasoning by Knowledge Activation-III)を提供している。

EUREKA-IIIの代表的機能を表1に示す。
EUREKA-IIIでは、「ルールベース処理」、「ファジィ」、「ニューロ」のAI基本技術をサポートし、さらにこれらのAI技術を複合活用する「シナジェティックAI」システムの構築支援機能をサポートしている。シナジェティック

表1 “EUREKA-III”の機能
シナジェティックAIシステムの構築・実行環境を提供する。

AI技術	代表的機能
ルールベース処理	● 高速推論：変化データ駆動型マッチング方式 ● 階層推論：概略から詳細へトップダウンに課題解決
ファジィ	● 予見ファジィ：プラント変化を予見し最適操作選択 ● メンバシップ関数の自動チューニング機能
ニューロ	● 高速学習：問題に応じた各種高速学習法を提供 ● 可視化：学習結果をことば(ルール)として提示
複合化支援	● AI技術の複合実行、ユーザープログラムやAI技術群の相互呼び出し ● AI技術の複合、テスト・デバッグをサポート

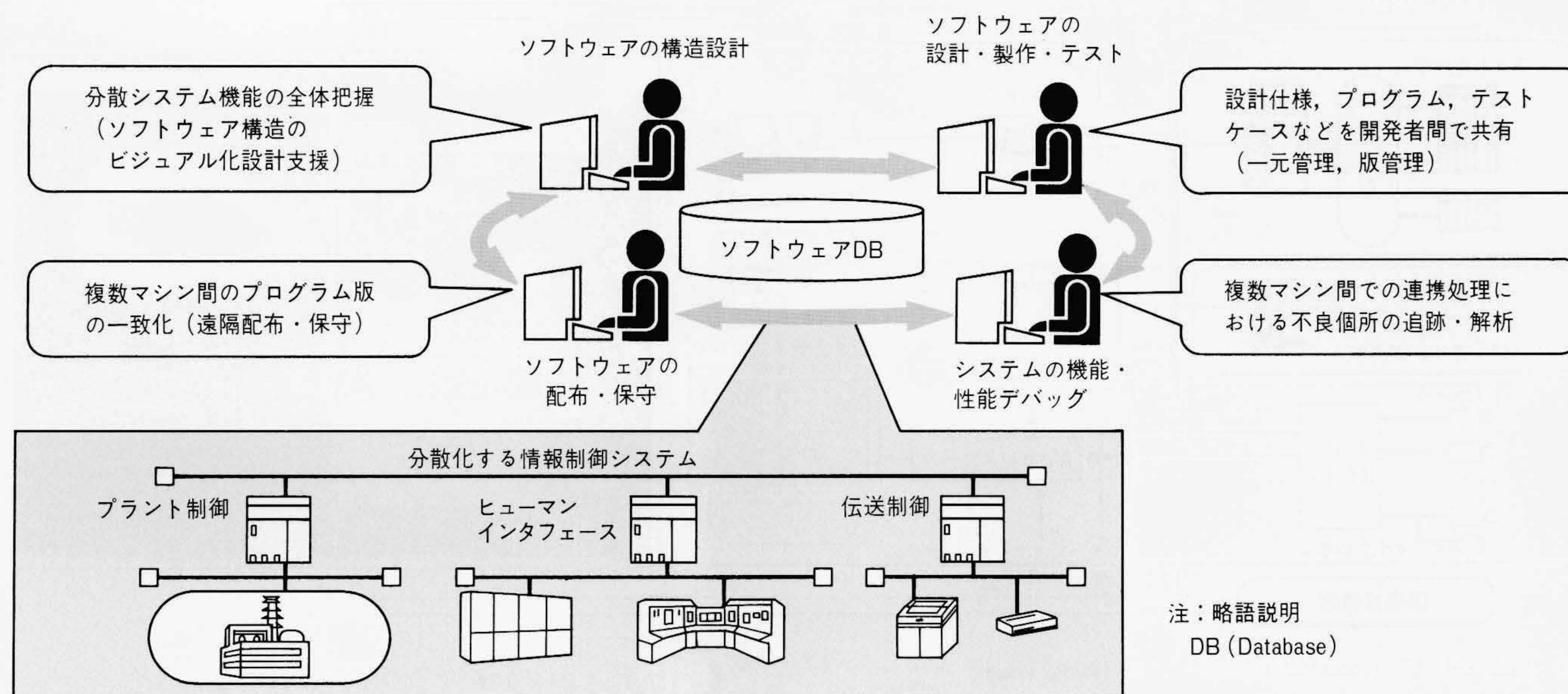


図5 「分散化」対応情報制御システム向けCASEシステム

システムの分散化、開発環境の分散化に対応する支援機能を備え、ソフトウェアの設計から保守まで一貫して支援する。

AIとは、個別AI技術を複合的に活用し、相乗的効果を引き出す技術であり、従来の個別AI技術の問題解決能力の限界を超えることを可能とする。これにより、情報制御システムのいっそうの制御範囲拡大、制御品質向上を図ることができる⁷⁾。

5.2 ソフトウェア開発・保守支援システム

システムの分散化および開発環境の分散化に伴い、分散化に起因した設計・製作・テストの難しさや、管理の複雑さなど、ソフトウェア開発・保守上に新たな課題が生じている。

これらの課題に対応するため、従来のソフトウェアCAD・CAM・CAT(Computer Aided Testing)一貫システムを拡張し、「分散開発環境における分散システムの開発・保守支援」をねらいとした情報制御システム向けCASE(Computer Aided Software Engineering)システム“Resolve-II”(Realtime Software Engineering

Platform with Integrated and Visual Interface-II)を開発した⁸⁾(図5参照)。

これにより、分散システムの開発・保守がいっそう効率よく行うことができ、高品質な情報制御ソフトウェアの開発が実現できる。

6 おわりに

電力情報制御システムへの新たなニーズにこたえ、その課題を解決する協調自律分散アーキテクチャ、マルチメディア活用マンマシン機能、およびシステム、ソフトウェア開発・保守支援システムについて述べた。

今後も、電力情報制御システムの重要性はますます増していくと予想される。このため、より経済的で作りやすく、使いやすく、開発・保守のしやすい総合システムの実現を目指して、これらの技術をさらに改良・拡張していく考えである。

参考文献

- 1) 笠嶋, 外: 情報制御の時代と計算機システム, OHM, 1993-12, 21~25(1993-12)
- 2) 森, 外: 自律分散概念の提案, 電気学会論文誌, 104-C, 12, 303~310(1984-12)
- 3) 佐々布, 外: 市場変化にこたえる産業用情報制御システムに向けて, 日立評論, 77, 7, 454~458(平7-7)
- 4) 西川, 外: 高度ヒューマンインタフェースを備えた監視制御システム, 日立評論, 77, 7, 469~474(平7-7)
- 5) M. Tani, et al.: Object-oriented video: interaction with

real-world objects through live video, CHI'92 Conference Proceedings, ACM 593-598, 711-712(1994-5)

- 6) 竹澤, 外: 情報のビジュアル化にこたえる高精細映像システム, 日立評論, 74, 7, 544~548(平4-7)
- 7) 船橋, 外: 知的情報処理システムの新展開, 日立評論, 75, 2, 128~132(平5-2)
- 8) 和田, 外: 分散化が進む情報制御システムのソフトウェア開発・保守支援システム“Resolve II”, 日立評論, 77, 7, 475~480(平7-7)