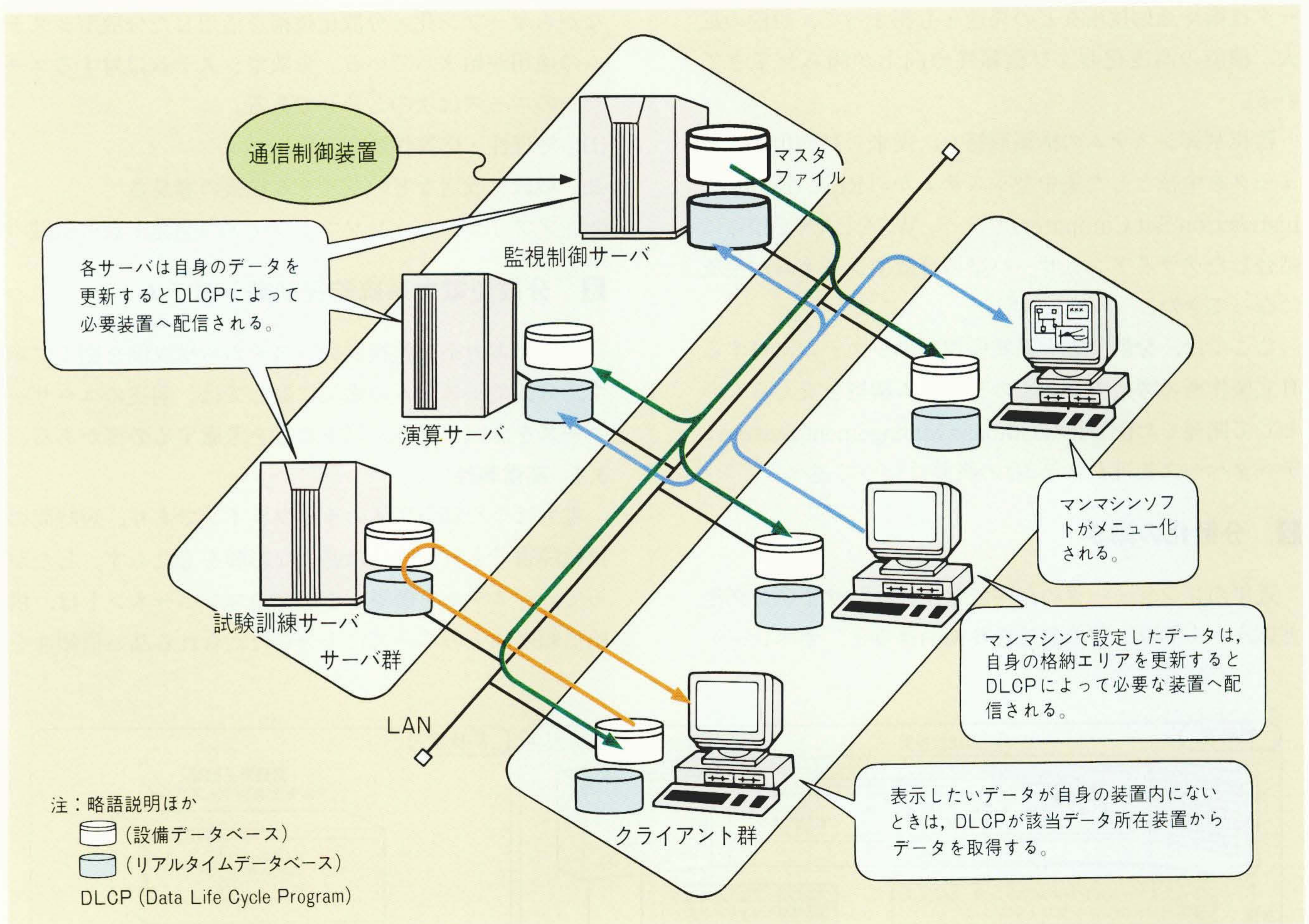


# リアルタイム分散型データベースを用いた 電力系統監視制御システム

Development of Distributed Computer Control System for Energy Management

中田 祐司\* Yūji Nakata  
長谷川 秋治\* Akiji Hasegawa  
森田 憲一\* Ken'ichi Morita



## 分散型電力系統監視制御システムの構築

監視制御用データベース管理システムの適用により、リアルタイム性に優れた効率よいシステム構築が可能となる。

電力系統監視制御システムは、サーバやWS (Workstation)の発達とともに、従来の1台の計算機ですべての業務処理を実行する集中型システムから、複数のサーバやWS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分散型システムに移行しつつある。

分散化では、高信頼性、拡張性、高速応答性、高

機能性、高度ヒューマンインタフェース、オープン性が要求され、これらを満足するシステムを構築する必要がある。この基本となるのがリアルタイム分散型データベースであることから、汎(はん)用データベースの基本機能(データの正規化、プログラムとデータの分離)とリアルタイムの応答性を併せ持ったDLCP(Data Life Cycle Program)を開発した。

\* 日立製作所 大みか工場



## 1 はじめに

電力系統の大規模化と複雑化が進む中で、高品質の電力を安定供給するため、電力流通設備は効率的で安定な運転と信頼性向上が必要とされている。

このような電力系統を安定に運転するための電力系統監視制御システムは、システム運用の高度化とコンピュータ技術や通信技術などの発達とも相まって、規模の拡大、機能の高度化および信頼性の向上が図られてきている。

監視制御システムの構築形態も、従来の制御用コンピュータを中核とした集中型システムからRISC(Reduced Instruction Set Computer)サーバ、WSをLANで相互に結合したクライアントサーバ型の分散型システムが主流になってきた。

ここでは、分散型電力系統監視制御システムに対する日立製作所の考え方と、このシステム構築を支えるものとして開発したDBMS(Database Management System: データベース管理システム)の概要について述べる。

## 2 分散化の動き

近年のコンピュータの高性能化・ダウンサイジング化というハードウェアの急速な技術的進歩と、オペレーテ

ィングシステム、DB(Database)、通信プロトコル、GUI(Graphical User Interface)に代表されるヒューマンインタフェースなどの基本ソフトウェアの標準化進展により、情報処理システムの世界ではクライアントサーバ型の分散型システムが主流になりつつある。

電力系統監視制御システムでもオンラインリアルタイム性、電力系統じょう乱時の応答性、高信頼性を堅持しながらオープン化・分散化技術を活用した分散型システムの適用が始まっている。分散型システムに対するユーザーのニーズは次のとおりである。

- (1) 処理性・応答性の高度化
- (2) 増設・改造などのシステム拡張の容易さ
- (3) アプリケーションソフトウェアの開発工数の低減

## 3 分散型電力系統監視制御システム

分散型電力系統監視制御システムの構成例を図1に示す。分散型システムの構築に際しては、前述のユーザーニーズを念頭に置き、以下の点を考慮する必要がある。

### 3.1 高信頼性

電力は今や社会生活のライフラインであり、短時間の供給障害でも社会的には甚大な影響をもたらす。したがって、システムを構築する個々のコンポーネントは、供給信頼度向上のニーズに十分こたえられる高い信頼性を

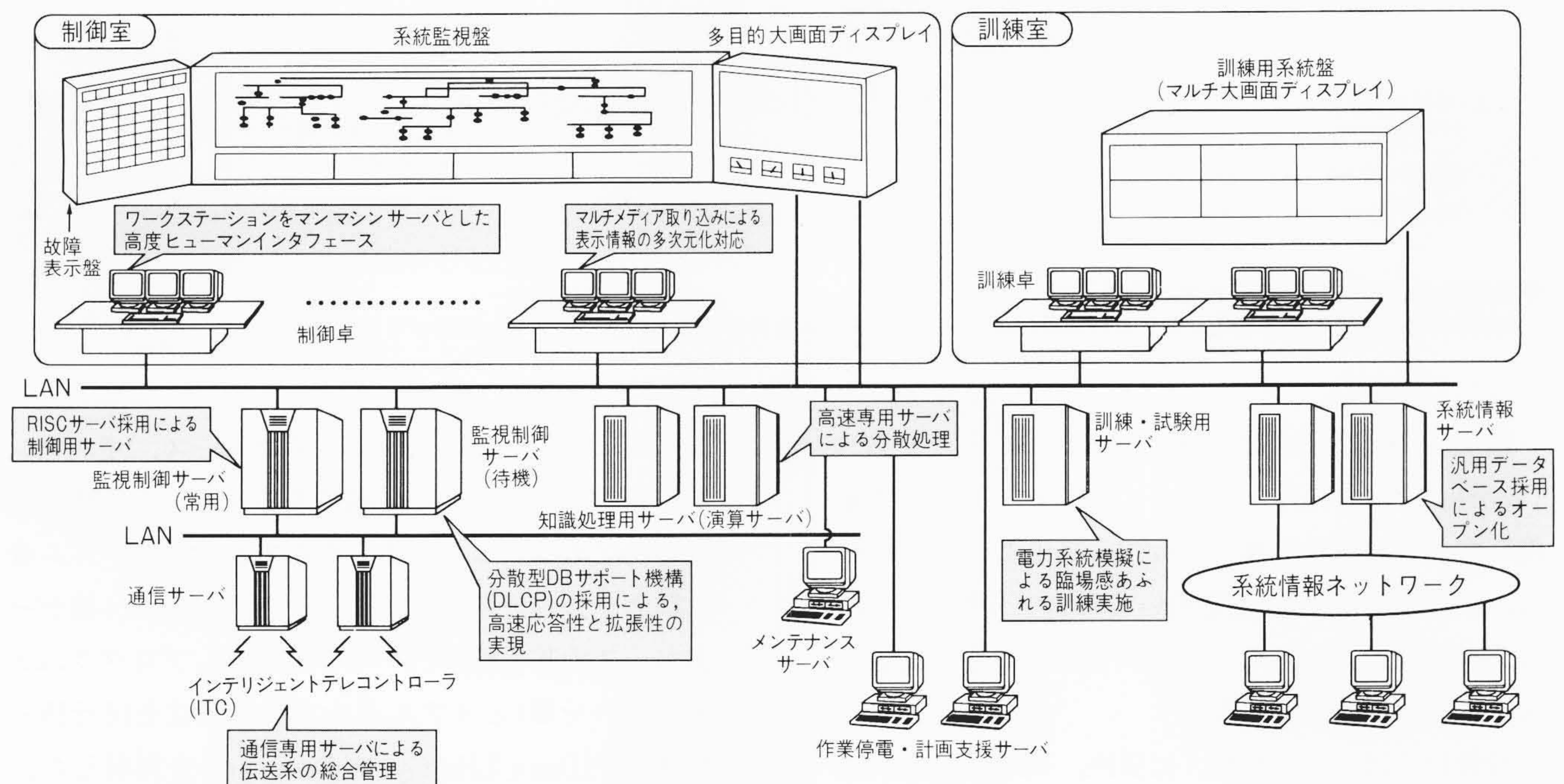


図1 分散型電力系統監視制御システムの構成例

システムの中核となる監視制御サーバは二重化構成とし、マンマシン処理をはじめとするさまざまな業務処理を他のサーバ、ワークステーション(クライアント)に分散配置し、リアルタイム分散型データベースの適用によって高度なシステム性能を実現している。



持っていなければならない。

システムの中核となるサーバ計算機には制御用計算機として高い信頼性を持つHIDICを適用し、必要に応じて二重化構成とする。

クライアントとなるWSには高信頼化を図るとともに、24時間連続運転も可能とし、工業用にも使用できるものとしている。

### 3.2 拡張性

全国の電力需要は、毎年国民総生産高(GNP)を上回る勢いで成長しているため、頻繁な増設・改造に容易に、しかもシステム停止を最小にして対応しなければならない。このため設備データの拡張、卓画面の増設、機能の拡張などにはオフラインでのデータメンテナンスとシミュレーション試験機能が必須(す)である。

作業計画支援をはじめとする各種業務支援機能などの、あとからの機能拡張に対しては、既存のサーバ・クライアントの特別なソフト改造なしに、専用サーバをシステムLANに追加するだけで実現できるアーキテクチャとしている。

### 3.3 高速応答性(電力系統じょう乱時の応答性)

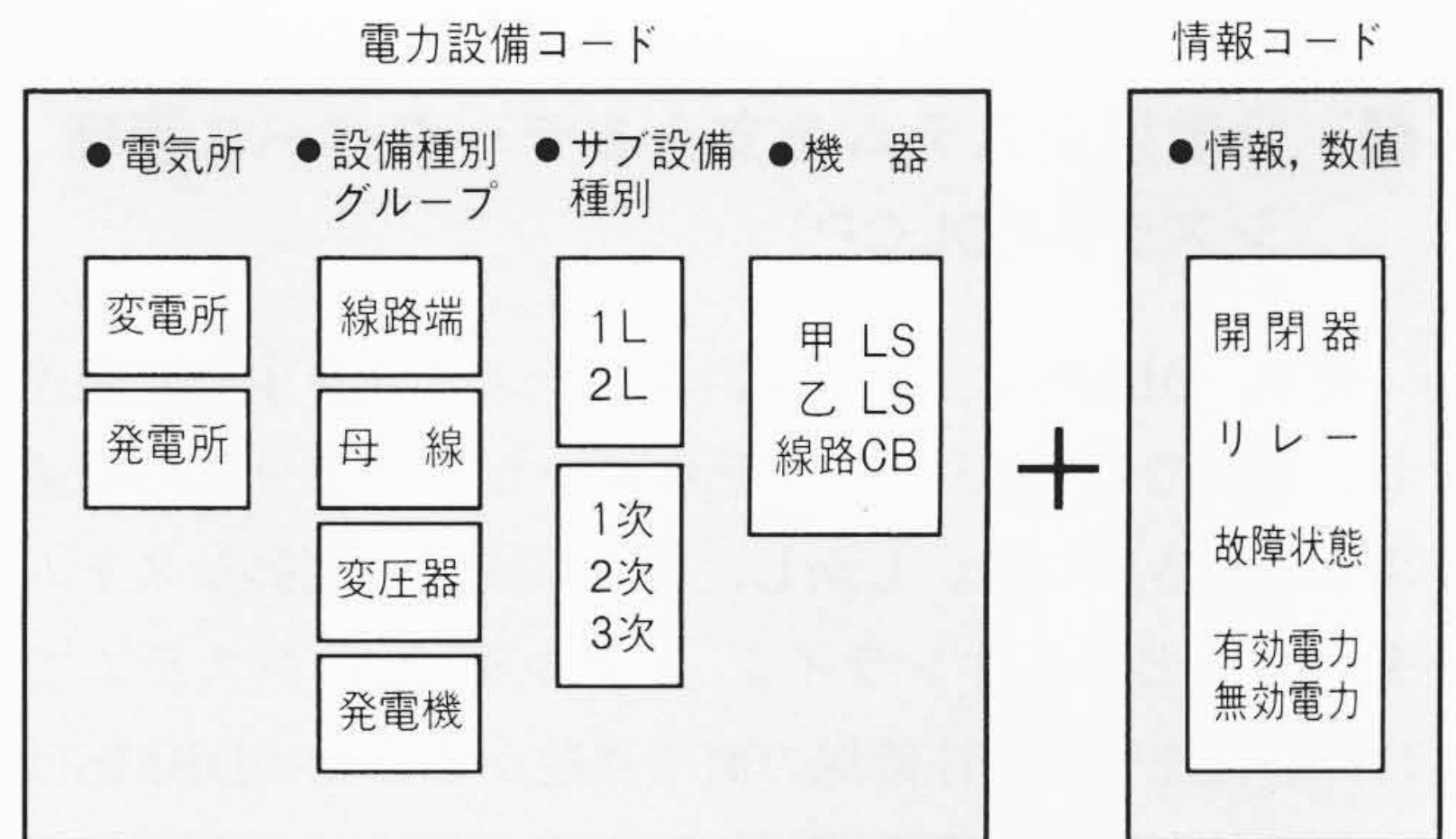
監視制御システムがその性能をいかんなく発揮するのは、台風や雷の襲来のような際に起こる広範囲な電力系統事故のときである。数秒という短時間に発生する千数百に及ぶ監視情報の状態変化を遅滞なく的確に処理しなければならない。このため、多重状態変化処理・事故判定処理・マンマシン処理などをサーバとクライアントで分担して高速に処理し、運用者の的確な判断と対応を可能としている。

### 3.4 高機能性

大電力輸送時代を迎えた今日では、系統の広域運用の重要性はかつてないほど大きいものとなっている。監視制御システムに要求される機能も、従来の系統設備・機器の単なる監視制御にとどまらず、さまざまな情報系業務が要求されている。知識処理応用事故判定・復旧処理、潮流予測等の信頼度監視、系統状態推定・安定度計算などのオンライン業務やオフライン業務では、計画業務支援・訓練・シミュレーションなどがある。これらはおのおのの業務に応じた専用サーバにより、容易に実現できる。

### 3.5 高度ヒューマンインタフェース

従来のシステムでは扱う情報量も少なく、運用者に提供されるメニューも限られた範囲のものであった。しかし、インテリジェント型遠方監視制御装置(ITC)の導入



注：略語説明 LS (Line Switch), CB (Circuit Breaker)

図2 電力設備および情報のコード体系

電力設備コードで、電力設備の構成を表現する。電力設備コードに情報コードを付加し、電力設備の状態を表すデジタル、アナログ値を表現する。

により、監視制御の情報量は一けた以上も増え、時間分解能もミリ秒の精度でとらえることができる。このような、大量の情報から運用者がスピーディに的確な判断を下すためには、大画面ディスプレイやWSのウィンドウでのグラフィック処理、ITV画像、音声などのマルチメディアを駆使して、運用者にわかりやすく「人にやさしい」情報提供を行わなければならない。

### 3.6 オープン性

電力系統監視制御システムに集まる情報は、一給電所や制御所の範囲にとどまらず、電力会社内のさまざまな部門で広域に活用できる重要な経営資源情報である。このため、系統情報ネットワークを介しての他システムとのリンケージには、メーカーの独自性を排した国際標準に基づくオープン性が要求される。これに対応するため、DBにはORACLE<sup>※1)</sup>を、CRT画面表示としてはX-Window<sup>※2)</sup>・Motif<sup>※3)</sup>を、また通信規約としてはTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)などをそれぞれ適用している。ユーザーが自身の手で経営資源情報をおのおののWSで自在に加工し活用するエンドユーザーコンピューティングを可能としている。

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

※2) X-Windowは、米国MITで開発されたUNIX<sup>※4)</sup>用のグラフィカルウィンドウシステムである。

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

※4) 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。



#### 4 分散型システムを支えるデータベース管理システム(DLCP)

従来、DBMSは主に汎用計算機システムを中心に発達し、最近ではWS・パーソナルコンピュータ分野にも適用されてきている。しかし、電力系統監視制御システムをはじめとするオンラインリアルタイムシステムでは、応答性や信頼性確保の面で課題があるためDBMSは一部機能しか適用されていない。

DBMS導入の基本は、(1)プログラムとデータの分離、(2)ユーザー作成のプログラムの組込みであるが、電力系統監視制御システムのようなオンラインリアルタイムシステムでは、応答性や信頼性確保によって大きな比重が置かれるため、DBMSの位置づけが低かった。しかし、分散システムではDBが各サーバに重複または分散して配置され、相互にネットワークを経由してデータの交換が行われる。このため、従来の集中型システムと比較し、DBの参照、更新手続きが複雑になり、またマンマシンの高度化に伴い、開発プログラム量も膨大になってきた。これらを解決するため、DBの再構築とリアルタイム用DBMSとしてのDLCPを開発した。

##### 4.1 DBの構造

DBは、電力系統設備を表現する設備DB、CRT画面などのデータ編集やフォーマットを行う画面DB、および伝送系からの情報の入出力を行う伝送系DBから成る。これら3種のDBは互いに独立しており、DBの変更が他のDBに影響のない構造としている。

電力設備に関連する情報のコード体系の例を図2に示す。変圧器や母線などの電力設備は、電気所、設備種別、グループ、サブ設備種別、機器の五つのコードで表現され、これらのコードに有効電力(P)、無効電力(Q)、線路電圧(V)などのテレメータ情報や再閉路リレーなどの詳細情報コードを付加し、電力系統設備と当設備の状態を表現している。

アプリケーションプログラムは、データオブジェクトとしての電力設備・情報コードの参照・更新を、DLCP

の操作プログラム部を通して行うわけであるが、これら図2に示すコード体系で表現される設備モデルが安定しているかぎり、プログラムも安定する。すなわち、プログラムのポータビリティが常に保たれることになる。

##### 4.2 DLCPの特徴

DBMSとしてのDLCPの特徴は、オンライン向け専用DBを構築したという点である。その中の機能について以下に述べる。

- (1) 分散型システムのDB配置としては、マスタファイルを監視制御サーバ(DBサーバ)に置き、他の各サーバ・クライアント内の分散化DBにはレプリカを置く。
- (2) DBサーバからのブロードキャストによって分散配置されたDBの更新・一致化を行う(レプリケーション)。
- (3) 各サーバ・クライアント内に置く分散DBは、そこでのアクセス頻度の高いものを配置する。どのデータを分散DBに置くかは、構造的にプログラムとは完全に切り離されており、システムチューニング時でも自由に変更できる。
- (4) 要求データが該当クライアント内の分散DBにない場合は、DLCPがマスタファイルにアクセスして取り出す。データを要求したアプリケーションはこれを意識する必要がない。

また、汎用のDBに比べて高い応答性を確保するため、(1)主記憶上のDBのサポート、(2)サーバ、クライアントに分散配置されたノード間DBと自動一致化のサポートなどの機能を持たせている。

#### 5 おわりに

ここでは、分散型電力系統監視制御システムと、その分散データベース管理システムの概要について述べた。このシステムは中央給電指令所システム、配電自動化システムなどに適用され、所期の成果を収めつつある。

この分野は、現在大きな変革の時期にあり、まだまだ解決すべき課題は多いが、常に顧客に満足いただけるシステム作りに努力していく考えである。今後とも、関係各位のご指導とご協力をお願いする次第である。

#### 参考文献

1) E. F. Codd : Relational Database, A Practical Foundation for Productivity, Communications of the ACM, Vol.25, No.2(1982-2)

2) 堀内：データ中心システム設計，オーム社(1988-3)