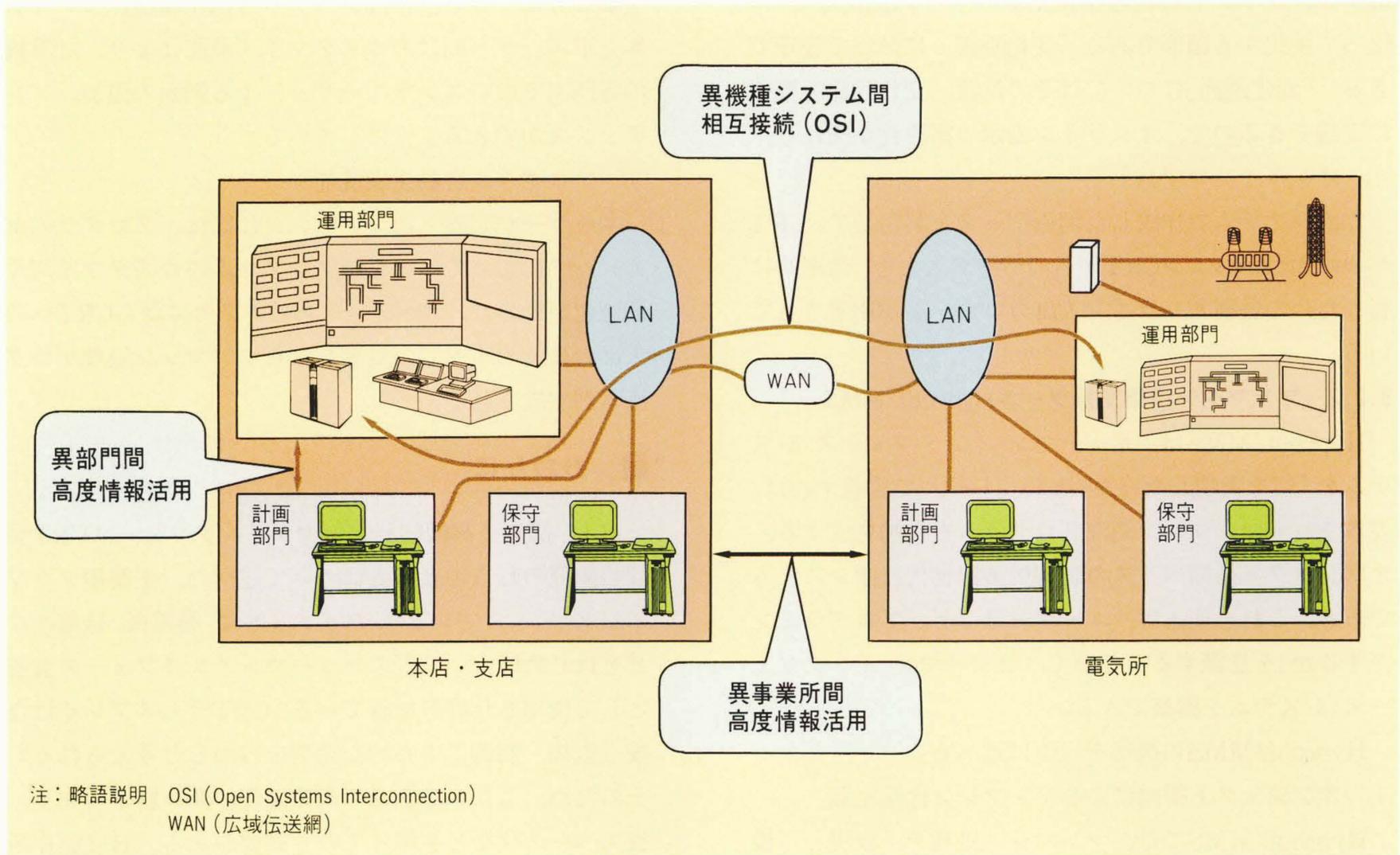


電力高度情報化を推進するネットワーク技術

Computer Network for Power Utilities to Achieve Advanced Information Processing

上杉万里夫* *Mario Uesugi*
野本正明* *Masaaki Nomoto*
西久保弘道** *Hiromichi Nishikubo*
永井英夫*** *Hideo Nagai*



電力での高度情報化を推進するネットワーク技術 近年のネットワーク技術の飛躍的發展により、この図に示すような電力会社での高度情報化システムが実現できるようになった。

電力会社で高度情報化を実現するには、LAN(構内網)、WAN(広域網)およびOSI(Open Systems Interconnection)技術が要求される。日立製作所では、ANSI(米国国家規格協会)のFDDI(Fiber Distributed Data Interface)、IEEE(米国電気電子学会)802.3・802.5などの国際標準規格に準拠した各種LAN製品、パケット交換機などの各種WAN製品、異機種システム間接続であるOSI製品を準備している。

電力会社のネットワークは、電力設備の監視・制御用と一般用とを分離し、WANは、本店・支店を相互に結ぶWANと支店内の事業所間を接続するWANとに分けて構築するのが効果的である。本店の大規模事業所では、構内網を基幹LANと支線LANで階層的に構築するのが望ましい。

このような技術と考え方を基本に、ネットワークを構築することにより、事業所や部門を横断した効率的な高度情報化システムの構築が可能である。

* 日立製作所 大みか工場 ** 日立製作所 電力事業部 *** 日立製作所 情報事業本部

1 はじめに

電力会社では、近年のコンピュータおよびネットワーク技術の飛躍的發展を背景に、社内および社外を含めた高度情報化の構想を立案し活発に推進しつつある。この構想は、電力会社の経営基盤である電力系統を運用・計

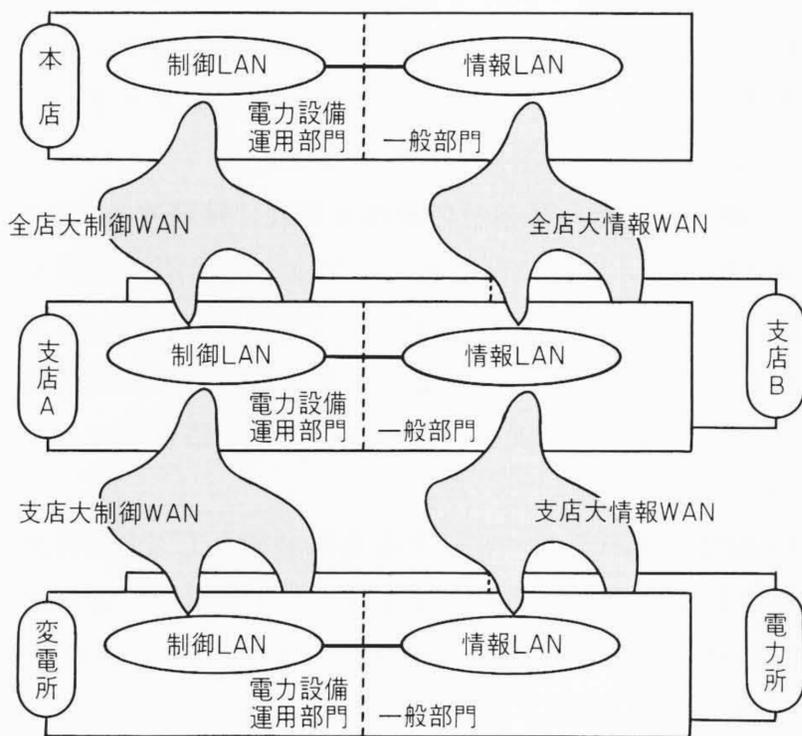


図1 電力会社におけるネットワークの基本構成 電力系統設備の監視・制御はきわめて重要なため、それを行う運用部門のネットワークは、その他の一般部門のネットワークとは別に構築すると効果的である。また、WANは全店大WANと支店大WANの階層構成とする。

画・保守する部門だけでなく、経理・資材・人事・労務各部門を含めた総合的なシステムである。このようなシステムを構築するには、電力会社の組織が地域的に広範囲に分散され、また多数の部門から構成されていることから、それらの部門を相互に接続するネットワーク技術が特に重要である。

ここでは、電力会社の高度情報化の構築に必要な各種ネットワーク技術の概要と、それに対応した日立製作所の技術・製品を紹介するとともに、近未来に向け構築する具体的なネットワークシステムの構築について提言する。

2 電力会社におけるネットワークの基本構成

電力会社でのネットワークの基本構成例を図1に示す。電力会社の組織の特徴は、非常に数多くの事業所が地域的に散在して存在していることである。このため、支店大の事業所どうしを支店大WANで接続し、本店と全支店とを全店大WANで接続するという階層構成のネットワークが効果的であると考えられる。一方、電力系統設備の運転・監視・制御はきわめて重要なため、そのためのネットワークは、その他の一般のネットワークとは別に構築することにより、高信頼な監視制御を実現することができると考えられる。

3 通信網

3.1 同一構内の機器を相互に接続するLAN

本店・支店・電気所など、同一ビル同一構内の各種の

表1 日立製作所の主なLAN製品群 情報用LANから制御用LANまで、また伝送速度600 Mビット/sの高速LANから4 Mビット/sの一般LANまで、用途に応じて最適なLANを採用できる。

製品名称	伝送速度 (Mビット/s)	特徴	
マルチメディア高速基幹LAN	Super LAN Σ-600	600	マルチメディアの高速伝送を可能にする高速・大容量の光LAN
バックボーンLAN	BN100	100	国際標準FDDI準拠の高速大容量の光LAN
トークンリングLAN	TR4/16	4/16	国際標準IEEE802.5準拠の支線LAN
CSMA/CD LAN	CD10シリーズ	10	国際標準IEEE802.3およびイーサネット*V.2準拠の支線LAN
マルチメディアノードシステム	CX5500-MN	4	国際標準IEEE802.9のコンセプトを先取りした音声・データ統合LAN (IVD-LAN)
統合マルチメディア基幹LAN	Trunknet100	100	光ファイバ二重化の高速・高信頼LAN
制御用基幹LAN	Trunknet32	32	光ファイバ二重化の高信頼LAN 計算機メモリ間のサイクリック転写機能
制御用LAN	μ-Σ Network10	10	光ファイバ・同軸ケーブル二重化の高信頼LAN 計算機メモリ間のサイクリック転写機能

注：略語説明など FDDI(Fiber Distributed Data Interface), IEEE(米国電気電子学会)
 IVD-LAN(Integrated Voice and Data LAN)
 * イーサネット(富士ゼロックス株式会社の商標である。)

部門にある機器間を接続するにはLAN技術が利用される。本店、支店、大容量発電所などでは大規模なLANネットワークの構築が必要であり、この場合、LAN自体を階層構成にして構築するのが一般的である。これを上位から基幹LAN、支線LANと呼ぶ。

LANは、当初メーカーごとに独自の方式が開発されていたが、近年IEEE(米国電気電子学会)およびANSI(米国国家規格協会)によって国際標準がかなり進んできている。日立製作所はこの国際標準LANおよび高速・高信頼・高機能な独自LANを開発し製品化している。日立製作所の主なLAN製品群を表1に示す。基幹LANとしてANSIのFDDI(Fiber Distributed Data Interface)に準拠したLAN製品(日立バックボーンLAN)を、そして支線LANやフロアLANに最適なIEEE802.3やIEEE802.5などに準拠したLAN製品を準備している。また、回線の二重化によって信頼性を上げるとともに、計算機間的高速なメモリ転写が可能なLANとしてTrunknet32や μ - Σ Network10を準備している。さらには、マルチメディア対応製品としてSuper LAN Σ -600およびTrunknet100がある。

このような製品を使ったLANの構築例を図2、3に、また情報LANの構成例を図2に示す。ビル間および各フロア間に、基幹LANとして日立バックボーンネットワークBN100を採用し、各フロアには支線LANとして日立CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Colli-

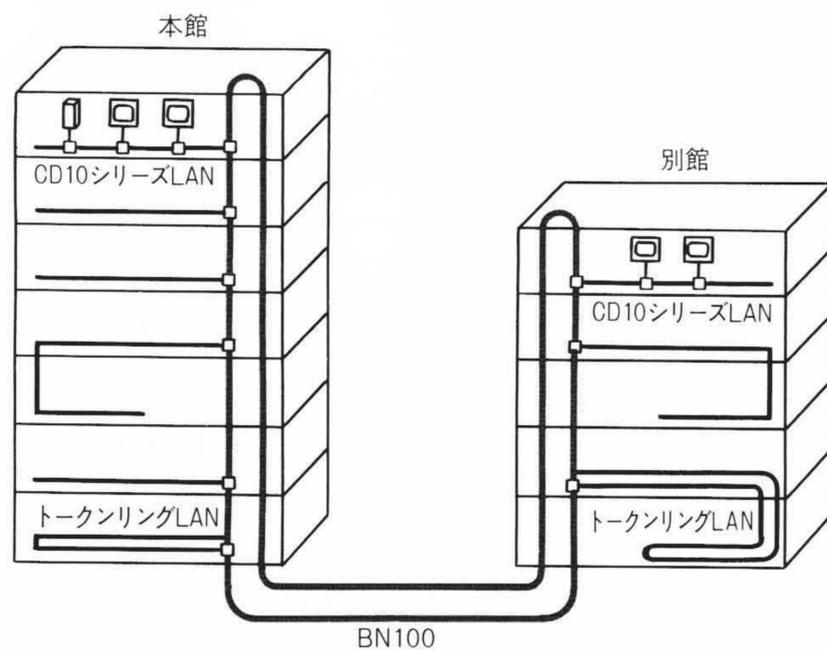


図2 情報LANの構成例 ビル間および各フロア間に日立バックボーンネットワークBN100を採用し、各フロアには日立CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision) LANや日立トークンリングLANを置いてBN100と接続し、任意の機器どうしの接続を可能としている。

sion)LANや日立トークンリングLANを置いてBN100と接続し、任意の機器間接続を可能としている。制御LANの構成例を図3に示す。 μ - Σ Network10により、分散配置された前置計算機(変電所からのデータを受信)と主計算機および系統盤出力ドライバを相互に接続し、高信頼・高応答性のシステムを実現している。

以上現在のLAN技術について述べたが、将来的にはIEEEが802.9として標準化を進めている音声とデータを統合して、伝送可能なLANであるIEEE802.9準拠のIVD-LAN(Integrated Voice and Data LAN)の採用も進んで行くものと考えられる。日立製作所ではこのコンセプトを先取りした製品として、「マルチメディアノードシステムCX5500-MN」を発表済みである。

3.2 遠方に離れた事業所の機器を相互に接続するWAN

WANには、一般に専用線・パケット交換網・回線交換網・ISDN(Integrated Services Digital Network)などがある。日立製作所は表2に示すように、多重化装置やパケット交換機装置など豊富なWAN製品を用意し、そのニーズにこたえている。

将来的には、音声・データ統合広域網としてISDNが採用されていくものと考えられる。したがって、将来の電力会社のネットワークは、前述したIVD-LANとISDN-WANによって構成されるものと考えられる。

4 通信プロトコル

プロトコルは、当初各メーカーが独自のネットワークアーキテクチャを開発し採用していたが、最近ではアメリカ国防総省によって提案されたTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)が世界で広く

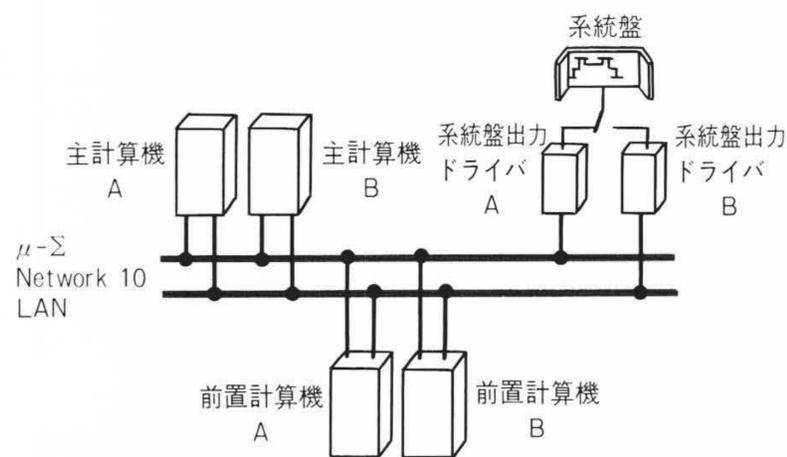


図3 制御LANの構成例 μ - Σ Network10LANにより、分散配置された前置計算機(変電所からのデータを受信)と主計算機および系統盤ドライバとを接続し、高信頼・高応答性のシステムを実現している。

表2 主なWAN製品群 多重化装置やパケット交換機など、豊富なWAN製品を用意している。

No.	製品名	概略
1	マルチメディア多重化装置 ●HITMUX	●高速デジタル回線にデータ、音声、画像をマルチメディアで多重化
2	パケット交換機装置 ●HIPANET (PS500)	●高性能パケット交換 30,000パケット/s, 局 1.5 Mビット/s高速デジタル接続 ●ビルディングブロック方式 ●高度なネットワーク管理 ●CCITT X.25(76), (80)
3	デジタルPBX ●CXシリーズ CX5000 CX2000	●音声・データ複合化 ●広域・構内ネットワーク機能 ●OA機能 ●小形, 省エネルギー化
4	モデム	●19.2 kビット/s ●9.6 kビット/s ●4.8 kビット/s ●2.4 kビット/s ●マルチプレクサ

注：略語説明 HITMUX(日立マルチメディア多重化装置)
HIPANET(Hitachi Packet switching Network System)
CCITT(国際電信電話委員会)

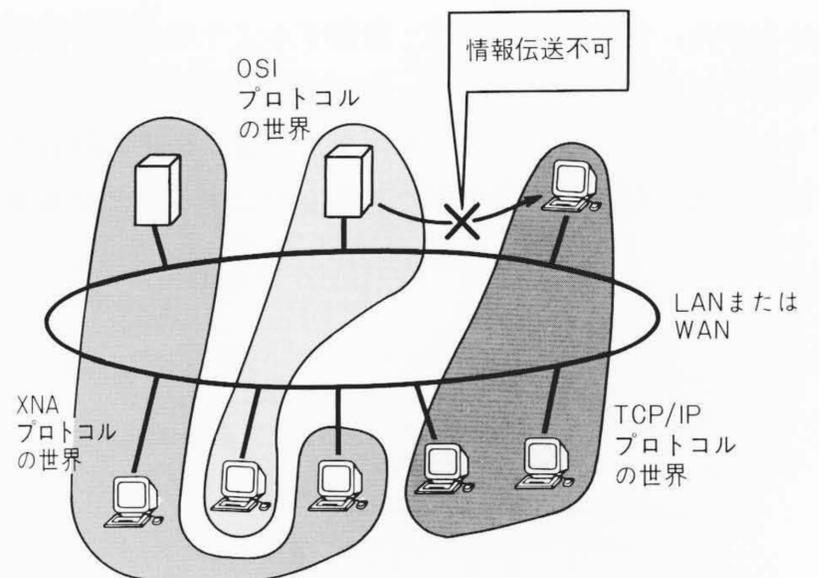
表3 日立製作所の主なプロトコル製品 TCP/IPやOSIにより、マルチベンダの各種機器から構成されたオープンシステムに容易に対応可能である。

プロトコル名称	概要
HNA	日立製作所独自のプロトコル 効率的で高レスポンスのネットワークアーキテクチャ
TCP/IP	世界汎(はん)用プロトコル UNIX OSどうしでの通信が可能 FTP(ファイル転送), SMTP(電子メール)など
OSI	世界標準プロトコル FTAM(ファイル転送), MOTIS(電子メール)など

注：略語説明
HNA(Hitachi Network Architecture), TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol), OSI(Open Systems Interconnection), HNS(Network File System), SMTP(Simple Mail Transfer Protocol), FTP(File Transfer Protocol), FTAM(File Transfer Access Method), MOTIS(Message Oriented Text Interchange System), TP(Transaction Protocol)

採用されている。また最近では、ISO(国際標準化機構)によって異機種システム間接続のためのOSIが世界標準プロトコルとしてほぼ規格化されている。日立製作所も表3に示すとおり各種プロトコル製品を提供している。

せっかく各種の機器をLANやWANで接続しても、そ



注：略語説明 XNA(X社のNetwork Architecture)

図4 同一LAN(またはWAN)に異なるプロトコルが存在する場合の制約 配線の共用が可能となったものの、異なるプロトコルを装備した機器間では、相互に情報の伝送を行うことができない。

の通信プロトコルが機器間で同一でないと通信することができない。図4にあるように、同一のLANやWANに各種の計算機やワークステーション、パーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。)などが接続されていても、XNA(メーカー独自プロトコル)・OSI・TCP/IPなどのプロトコルが混在すると、同一プロトコルを持った機器間での通信はむろん可能であるが、異なるプロトコルの世界の機器間では通信ができないこととなる(ただし、この場合でも通信ケーブルを共有化し、費用を削減したという効果は認められるので、かなりの意義はある)。この場合、中間にプロトコル変換を行うゲートウェイを設置する必要がある。

近年、マルチベンダの機器を導入してネットワークシステムを構築する方向にあるが、この際標準のプロトコルを共通に搭載して、異機種システム間での通信を可能とする必要がある。このような標準プロトコルとして、ISOが制定したOSIが注目されており、今後標準として広く採用されていくものと考えられる。日立製作所は、規格化が完了したOSI機能についてはすでに製品化しており、今後さらに規格が整備されるに伴い、順次製品をリリースしていく計画である。

一方、制御用にOSIを使う場合は特別の注意が必要である。OSIは、広い応用形態(分野)やネットワーク形態をカバーする壮大な体系であり、実際に適用する際には、多数の規格から必要なものだけを選択し実装して使用する。この選択した規則を実装規約と呼ぶ。自動給電システムや制御所システムの計算機どうしが情報を交換し合

いながら、電力系統を監視・制御するようなシステムを構築するための実装規約は、片方の制御所の計算機で入力した遮断器の状態の変化情報を、高速に相手の制御所の計算機に伝送することができるものにするのが重要

である。このため、OSIは比較的重い通信プロトコルであるので、場合によってはOSIの7層の規定の一部を省略することにより、情報伝送の高速化を実現することが考えられる。現在、ノルウェーでOSIが実用化されているが、5層(トランスポート層)の一部およびセッション層の全部を省略することにより、この高速性を実現している。

5 LAN-WAN, 制御LAN-情報LANの接続

LANとWANを相互に接続する場合の具体例を図5に示す。一般に電力会社では、WANとして専用線とパケット交換網が構築されている。したがって、LANに通信サーバを接続しそれをパケット交換機やモデムに接続し、相手方の通信サーバを経由して相手方のLANに接続された機器と通信を行うことになる。このとき、通信サーバは両者のプロトコル変換の役割も果たすことになる。

制御LAN-情報LANの接続する場合の具体例を図6に示す。同図の例では、主計算機(制御用計算機)と汎(はん)用計算機を導入し両者を接続することにより、制御用計算機で収集した電力系統運用データを汎用計算機に伝送して格納し、本館・別館にある任意の機器から参照および利用を可能としている。また、情報LANを汎用計算機を介して制御LANと接続することにより、情報LANが制御系に影響を与えないようにしている。日立製作所では、このように制御用計算機と汎用計算機とを組み合わせさせたシステムをハイブリッドシステムとして製品化

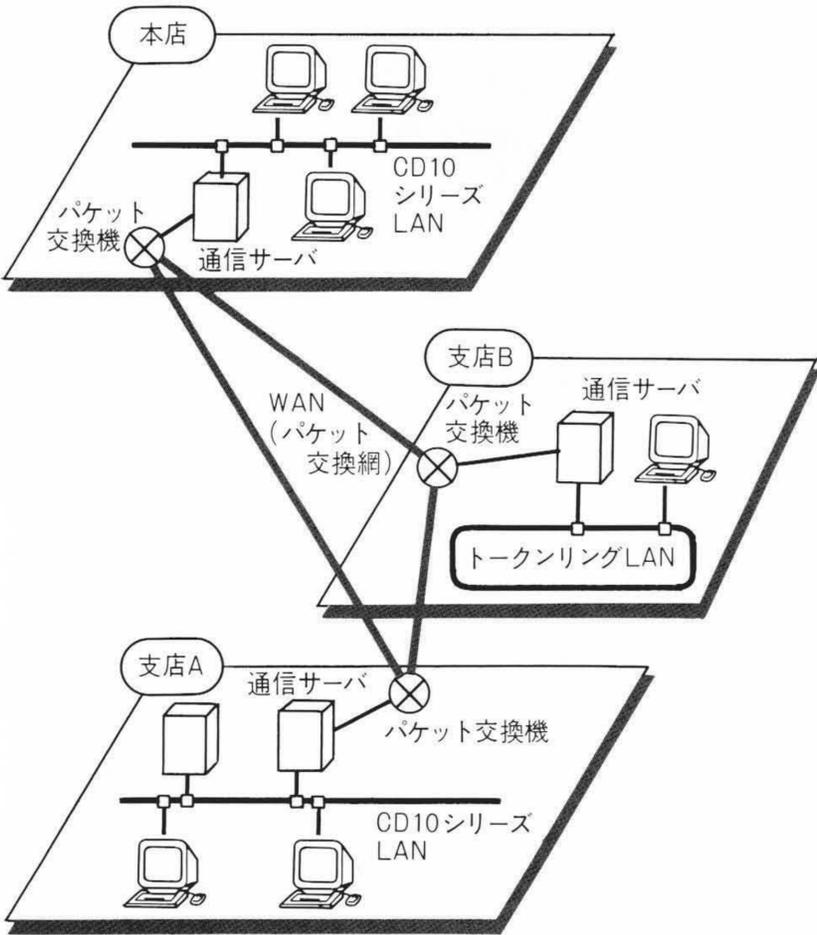


図5 LAN-WAN接続例 通信サーバによってLANとWANを接続している。通信サーバは両者のプロトコルの変換の役割を果たしている。

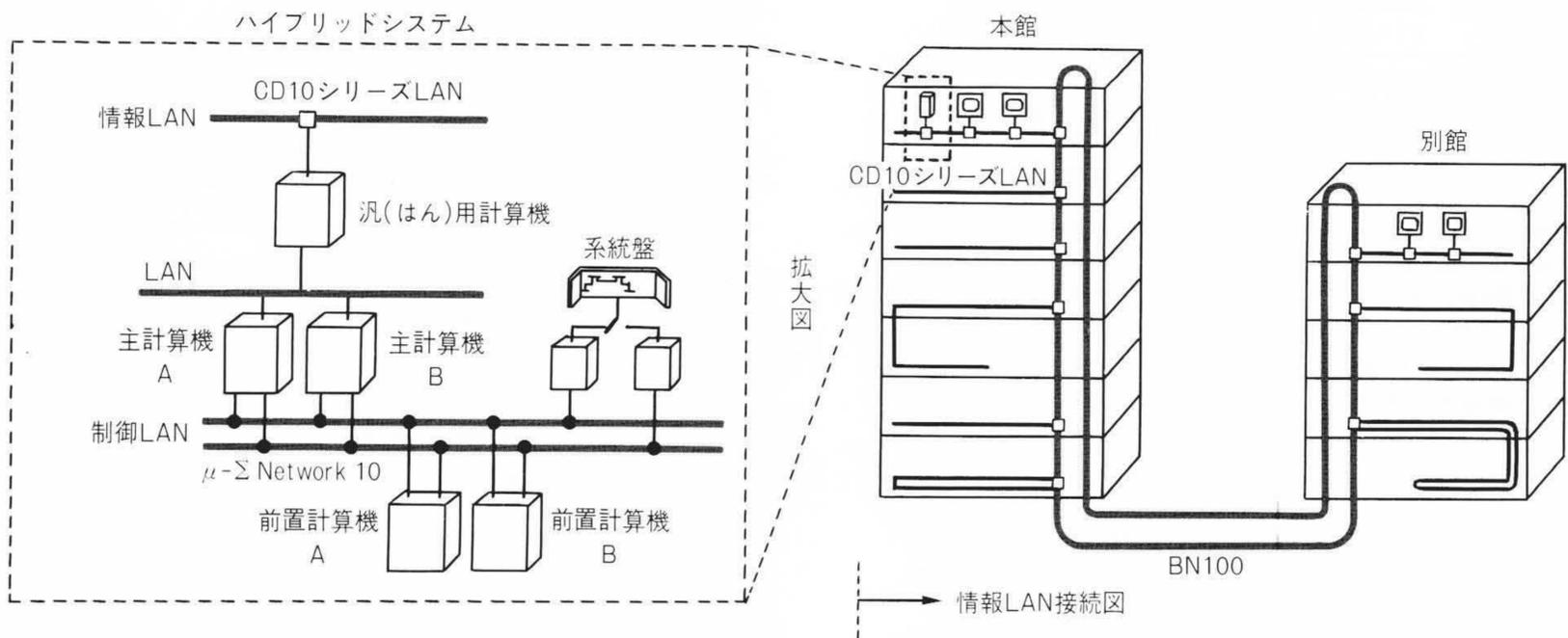


図6 情報LANと制御LANの接続例 主計算機(制御用計算機)と汎用計算機を導入し、両者を接続することによって、制御用計算機で得たデータを汎用計算機に格納し、本館・別館にある任意の機器から参照および利用を可能としている。また、情報LAN系が制御系に影響を与えないようにしている。

し、電力会社の高度情報化のための要素技術の一つとしている。

6 高度情報化システム構築への提言

電力会社での高度情報化システム構築への提言を図7に示す。運用部門では、本店の中央給電指令所および支店

の地方給電所に自動給電システムを設置している。これらのシステムはいずれも巨大な一つの電力系統の一部を監視制御するが、これまで相互のシステム間では、単に情報の交換や記録の収集が行われているだけであり、制御に関してはまだ人間系による電話連絡が中心であった。一方、電気を供給する電力系統は前述したように一つの

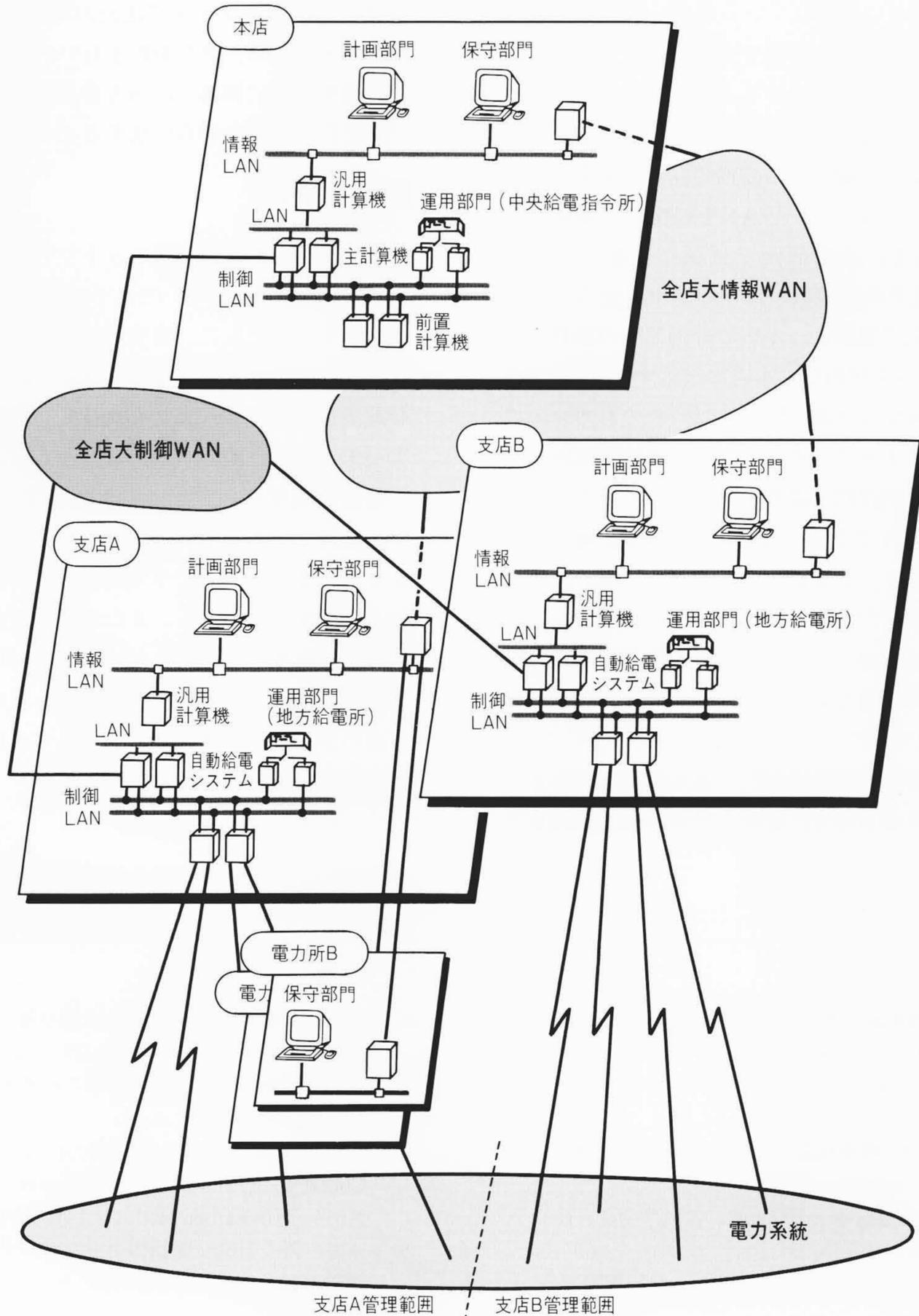


図7 高度情報化システムへの提言 LAN, WAN, OSIなどの技術を駆使した電力会社に適した構成例を示す。

巨大なシステムであり、ある支店の管理範囲で起きた電力事故が即座にその他の支店の管理範囲にも影響を与える。その逆に、その他の支店で適切な電力システムの構成変更をタイミングよく行うことにより、元の制御所管理範囲での停電を回避したり、早期に回復したりすることも可能である。このためには、両支店の給電所間での相互連絡を密接に、しかも高速に行う必要がある。このシステム例では、両支店の異機種から成る自動給電システムをOSIによって相互に接続しているので、計算機どうしが直接、相互にオンライン情報を交換し連絡し合いながら電力システムを制御するようにすることができる。

また、電力系統設備の保守作業については、電力所の保守部門は変圧器・母線などの設備の保守作業をワークステーション上で立案して、WANを経由して支店の計画部門に申し込む。計画部門では種々の電力所からWAN経由で伝送された多数の保守作業申し込みをワークステーション上で集約し、本店の計画部門の調整が必要な作業は、WANを経由して本店に伝送する。支店内の計画部門で処理可能な作業に関しては、そのおのおのに対し、その実施日とそのための電力系統の接続構成を決定する。本店の計画部門で調整され決定された内容も、また支店に伝送されてくる。これらをWANを通して各電力所のワークステーションに伝送する。一方、運用部門は計画部門が立てた計画を情報LAN経由で受領し、その計画に従い自動給電システムによって作業当日に該当設備を手順を踏んで遠方制御で停電させる。これを受けて、保守作業が保守部門によって開始されることになる。これにより、保守部門・計画部門・運用部門を一体とした業務の運用が可能となり、業務の飛躍的向上を図るこ

とができると思われる。

さらには、運用部門の自動給電システムによって収集された需給実績や電力事故実績などのオンラインデータは、汎用計算機に送られ蓄積される。このデータは、他の部門さらには他の支店や本店のワークステーションやパソコンからLANを経由しオンラインで参照できる。また、計画部門が行う今後の電力系統設備増強計画や、保守部門が行う今後の保守作業計画時は、汎用計算機から自ワークステーションに過去の実績データをLANを経由してダウンロードし分析を行い、計画に反映させる。この結果を基に幹部への報告書を、ダウンロードしたデータを折り交ぜながら作成することも可能である。

7 おわりに

電力会社の高度情報化ネットワーク技術、特にLAN、WANおよびOSIについて、その概要と日立製品について紹介するとともに、高度情報化システム構築につき提言した。計算機およびネットワーク技術は近年加速度的な進歩を遂げており、電力会社で高度情報化システムを実現する環境は整いつつあると考える。

社会は高度情報化への動きをますます加速しつつあり、それを支える電気を供給する電力会社の責務はこれまでもまして重くなりつつある。安定した高信頼な電気を供給するためにも、また電力会社自身が内部で高度情報化を推進し、よりいっそう社会へ貢献するためにも、日立製作所はメーカーとして今後も技術革新に努め、より良いシステムの構築とネットワーク技術の発展を推進する考えである。

参考文献

- 1) 森田, 外: 電力系統分野における計算機システム, 日立評論, 70, 5, 453~460(昭63-5)
- 2) 斎藤, 外: OSIの実現とその課題, 情報処理, 29, 9, 1023~1031(1988-9)
- 3) 鈴木, 外: OSIの標準化動向, 電子情報通信学会誌, 72, 5, 531~537(1989-5)
- 4) 小林, 外: 情報通信ネットワーク, 電気学会誌, 109, 2, 93~98(1989-2)
- 5) 関西電力: 関西新NCマスタープラン, 電気新聞, (4)ページ(1991-9-27)
- 6) 電気共同研究会: 電力流通設備の運用・保守の新展開, 電気共同研究, 46, 5(1990-12)
- 7) 電気共同研究会: 電力用通信の技術動向, 電気共同研究, 43, 1(1987-8)
- 8) Jan Hegge, et al.: The Elcomutility Communication Concept, Transactions on Power Systems, Vol.6, No.4, November 1991, p.1411~1417
- 9) 永井, 外: 日立企業情報ネットワーク“PLANET”日立評論, 69, 9, 797~802(昭62-9)