U.D.C. 〔681.324.078:621.395.49〕:〔658.284.012.2+658.581.012.7〕

ネットワークの計画と管理

Network Planning and Management

佐々木良一* Ryôichi Sasaki
永井英夫** Hideo Nagai
水口圭三*** Keizô Mizuguchi
杉村　隆**** Takashi Sugimura

ネットワークを企業活動の基幹ツールとして有効に活用するためには，ネットワークの適切な計画と運用管理が不可欠である。日立製作所では，ネットワークの新設や増設計画のために構築手順ガイドを設定するとともに，計画支援ツールの開発を進めている。また，ネットワーク管理のために，サブシステム別に管理でき，中央での全体としての管理も可能であるという特長を持つ分散・統括管理アーキテクチャを提案し，これに基づく統合ネットワーク管理NETM (Integrated Network Management)の開発を進めている。NETMは，ネットワーク管理部とネットワーク運用支援部から成る。前者は障害管理，性能管理などの機能を持ち，後者はプログラムなどを送付する機能を持つ。さらに，ネットワーク管理の高度化のための各種技術の開発も進めている。

1 緒　言

近年，コンピュータや通信システムで構成される企業情報ネットワーク(以下，ネットワークと言う。)はますます大規模化するとともに，従来の合理化のツールから事業の主要なインフラストラクチュアへと重要性が増大してきている[1)]。

このようなネットワークの新設・増設のための設備計画や運用計画を適切に行うことは，企業活動の活性化のためにも重要である。また，このようにして設置されたネットワークに障害が発生すると，多方面に深刻な影響を及ぼす。このため，ネットワークを高信頼に運用・管理することなどを目的とするネットワーク管理システムがますます重要なものとなってきている。したがってネットワークの計画と管理は，企業情報ネットワークを有効に活用していくうえで不可欠な活動と言える。

本稿では，ネットワークの計画に関し計画支援技術を中心に紹介した後，日立製作所のネットワーク管理の(1) 基本的考え方，(2) システムの構成と機能，(3) ネットワーク管理高度化技術，について述べる。

2 ネットワークの計画

2.1 ネットワーク計画支援技術の必要性

ネットワークを企業活動に適切に利用するためには，ネットワークを高信頼・高効率に運用・管理するだけでなく，適切なネットワーク計画が不可欠である。ネットワーク計画とは，ネットワーク利用の高度化・マルチメディア化などによる多様なユーザーニーズに適合するように，多種多様なネットワークサービス(通信回線)やネットワーク装置を選択し，目的にあった最適なネットワークシステムを設定することである。ここで重要なことは，利用者にとって「いつでも自由に，安心して，ネットワークサービスが受けられること」である。そのためには，ネットワークの性能および信頼性・安全性・運用性など諸要件の設計が行われ，経済性の配慮が行われなければならない。しかし，最近のネットワークは広域化・大規模化・複雑化などしてきており，ネットワーク構築作業は困難化しつつある。また，計画作業工数が膨大になるという問題が生じている。これらに対処するため，「ネットワーク構築手順」の確立と「ネットワーク計画支援ツール」の提供の要求が高まっている。

2.2 ネットワーク構築手順ガイド

ネットワーク構築支援ガイドNETGUIDE (Network Planning and Design Guide)は，顧客がネットワークシステムを構築するのに際し，その作業を手戻りすることなく確実に，進めることを可能とするためのもので，以下に示す3項目の実現を目的としている。

(1) システム開発作業でのネットワーク構築作業の位置づけを明確にする。

(2) ネットワーク構築での作業手順，検討項目，調査項目を

* 日立製作所システム開発研究所 工学博士　** 日立製作所情報事業本部　*** 日立製作所ソフトウェア工場
**** 日立製作所情報システム工場

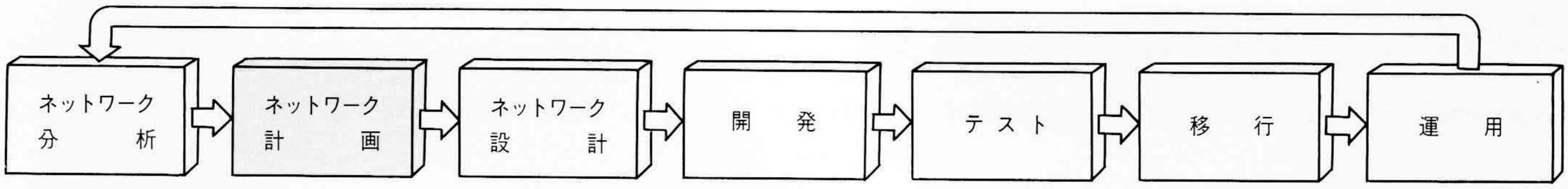


図1　ネットワーク構築フェーズドアプローチ　ネットワーク構築は7段階にフェーズ分けされ，その第2フェーズがネットワークの計画である。

明確にする。

(3) ネットワーク構築作業の効率化を図るため，標準的なワークシートを提供する。

NETGUIDEは，作業手順をフェーズ分けしたフェーズドアプローチに基づくものである。そのアプローチの方法を**図1**に示す。

(1) ネットワーク分析フェーズ

コンピュータシステムなど情報通信システムの開発の最初に行われるシステム分析作業で，確定した基本構想および業務特性を基として，ネットワークニーズを調査し，ネットワーク要件を整理するフェーズである。作業項目として，「ネットワーク現状調査」と「ネットワークニーズ調査」があり，さらにこれらを基とした「ネットワーク計画方針の設定」がある。

(2) ネットワーク計画フェーズ

ネットワーク分析フェーズの結果に基づき，回線網やネットワーク機器，ホスト，端末の仕様を明らかにし，ネットワークシステム構成を確定するフェーズである。作業項目として，「ホスト・端末計画」，「回線網計画」，「拠点計画」および「ネットワーク機器計画」があり，さらに「ネットワーク機器構成の確定」がある。ネットワーク構築手順のなかで，もっとも工数がかかり支援ツールが望まれるフェーズである。

(3) ネットワーク設計フェーズ

ネットワーク計画フェーズの結果を基に，ネットワークアドレスの設定，運用方式，テスト方式，移行方式および設備の設計を行うとともに，ネットワークシステム構成の最終評価を実施する。作業項目としては，「アドレス設計」，「運用管理方式の設計」，「設備設計」，「テスト方式の設計」，「移行方式の設計」および「ネットワーク構成の見直し」がある。

(4) 開発フェーズ

ネットワーク計画・設計の結果を基に，回線申請，機器の発注といった実作業を実施するフェーズである。

(5) ネットワーク テスト フェーズ

ネットワーク設計フェーズで行ったテスト方式の設計結果に基づき，テスト作業を実施するフェーズである。

(6) 移行フェーズ

ネットワーク設計フェーズで行った移行方式の結果に基づき，移行作業を実施するフェーズである。

(7) 運用フェーズ

ネットワーク設計フェーズで行った運用管理方式の設計結果に基づき，運用管理を実施するフェーズである。**3**章で述べるネットワーク管理システムは，この段階での支援ツールとして位置づけることもできる。また，ネットワーク管理システムの出力結果は，(1)の「ネットワークの分析フェーズ」に反映される。

2.3 ネットワーク計画支援ツール

ネットワーク計画フェーズの作業のなかで，特に回線網計画と拠点の設備計画は，計画に必要なデータ量が多い。また，ネットワークの規模が大きくなるほど，その作業量も膨大となり間違いも生じやすい。具体的な作業としては，拠点間トラフィックを把握し，回線設定に必要な基礎数値を求め，物理的な通信経路および拠点間中継機器を含めた回線構成を決める。その際，性能・コスト・信頼性などの面から評価し，最適な回線網構成を決定する。さらに，拠点内では，それぞ

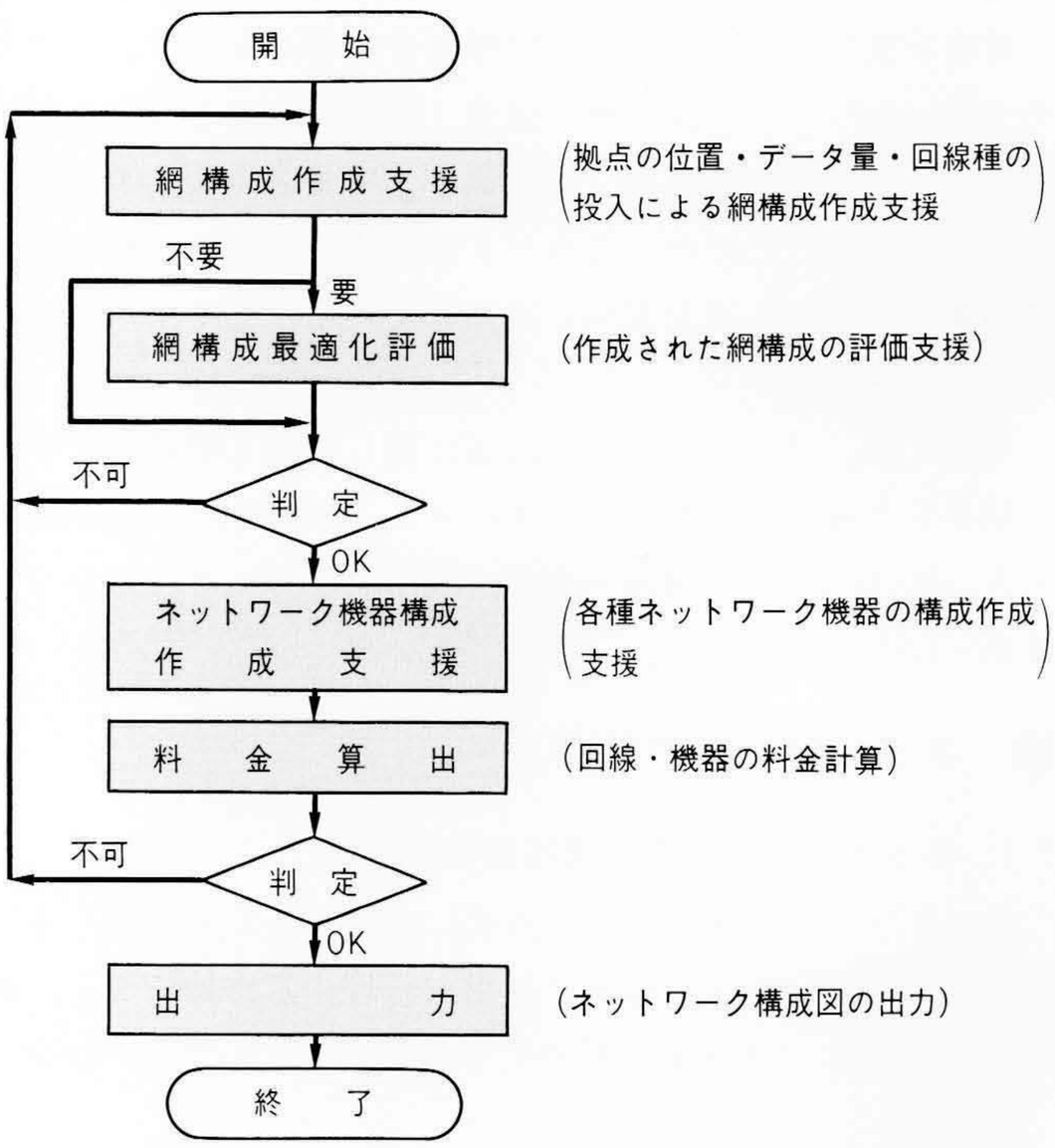


図2　ネットワーク計画支援ツールHISATの処理概要　ネットワーク新設や増設計画を，適切かつ効率的に実施するのを支援するためのツールHISAT(Hitachi Integrated Tool System to Design Advanced Networks)は，5部分に大別できる。

れの個別事情を考慮して，利用ネットワーク機器設定および接続構成を決定する。これらの作業を支援するツールHISAT (Hitachi Integrated Tool System to Design Advanced Networks)の処理概要を**図2**に示す。

今後，本ツールの機能を充実し，使いやすさを向上することにより，ネットワークの計画をさらに効率よく行えるようにしていく予定である。

3　ネットワークの管理

3.1　背景と目的

ネットワークを適切に運用・管理するためのネットワーク管理システムが重要になってきた背景は，以下のように整理することができる。

(1)　基幹業務でのネットワークの利用が増大し，その障害は多方面に深刻な影響を及ぼすため，高信頼化のためにネットワーク管理システムが必要となる。

(2)　専門知識を持った運転員の増員が，

(a)　ネットワークの大規模化・広域化

(b)　国際化に伴う24時間運転

(c)　ネットワークの拡張に伴う構成変更の頻繁化

(d)　ネットワークのマルチベンダ化やマルチキャリヤ化など利用面，運用面での多様化

などの理由によって必要となるが，この確保は難しくなりつつありネットワーク管理システムの助けが必要となる。

(3)　ネットワークの大規模化に伴い通信コストが増大してきており，ネットワークの効率的運用のためにネットワーク管理システムが必要となる。

このような背景のもとに，日立製作所のネットワーク管理システムは以下のような要件を満足することを目的としている。

(1)　経営者(導入者)に対しては，

ネットワークの高機能化，高効率化に貢献し，運用のため

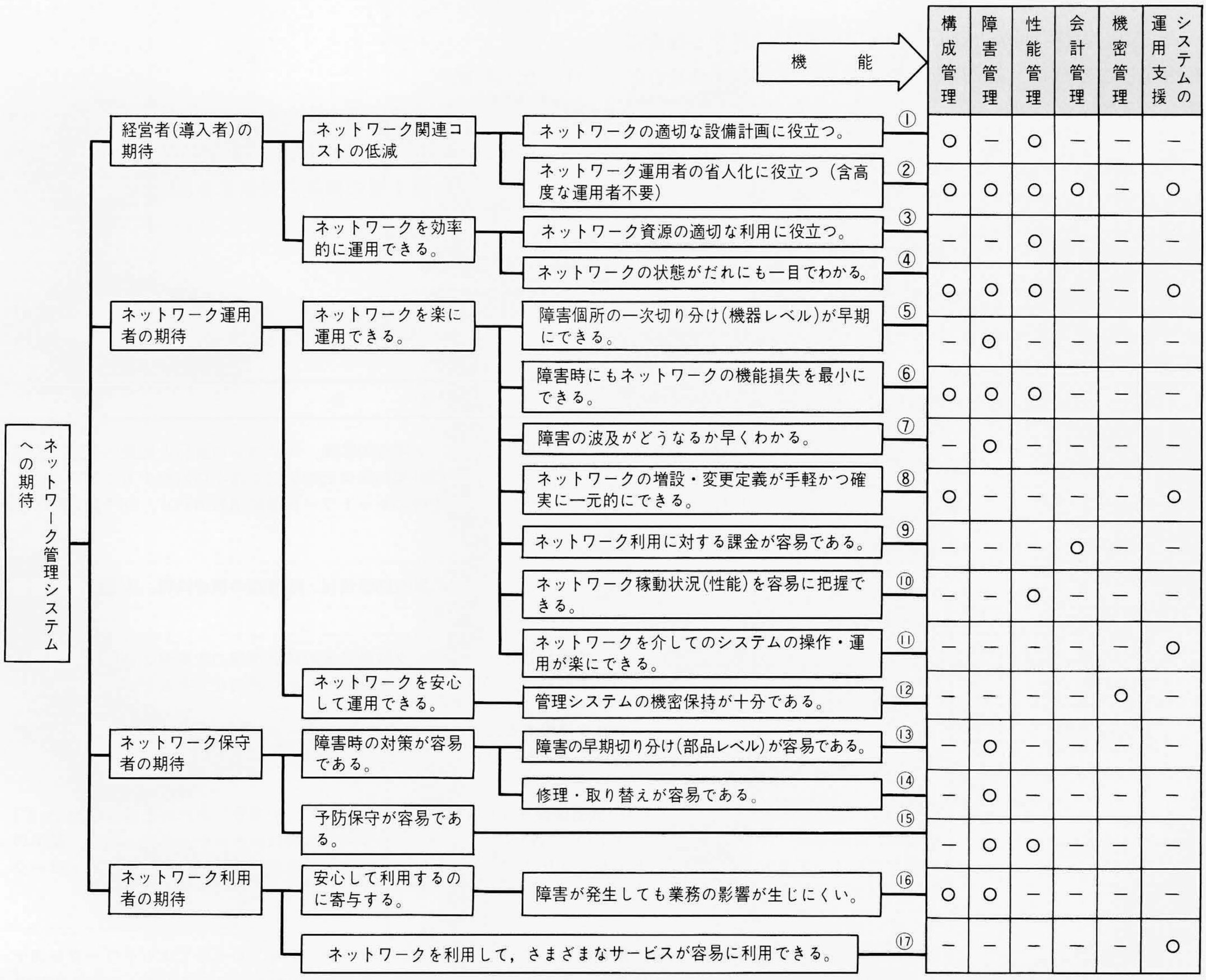


図3　ネットワーク管理システムへの期待と機能の関連づけ　　ネットワーク管理への各関与者の期待は，ネットワーク管理の6種の機能に展開することができる。

のマンパワーが少なくて済むネットワーク管理システムの提供

(2) 運用者に対しては，

ネットワークの導入時，拡張時，障害時に対応が容易で，運用が楽なネットワーク管理システムの提供

(3) 保守者に対しては，

ネットワーク障害時の対応や予防保守を行うことを助けるネットワーク管理システムの提供

(4) 利用者に対しては，

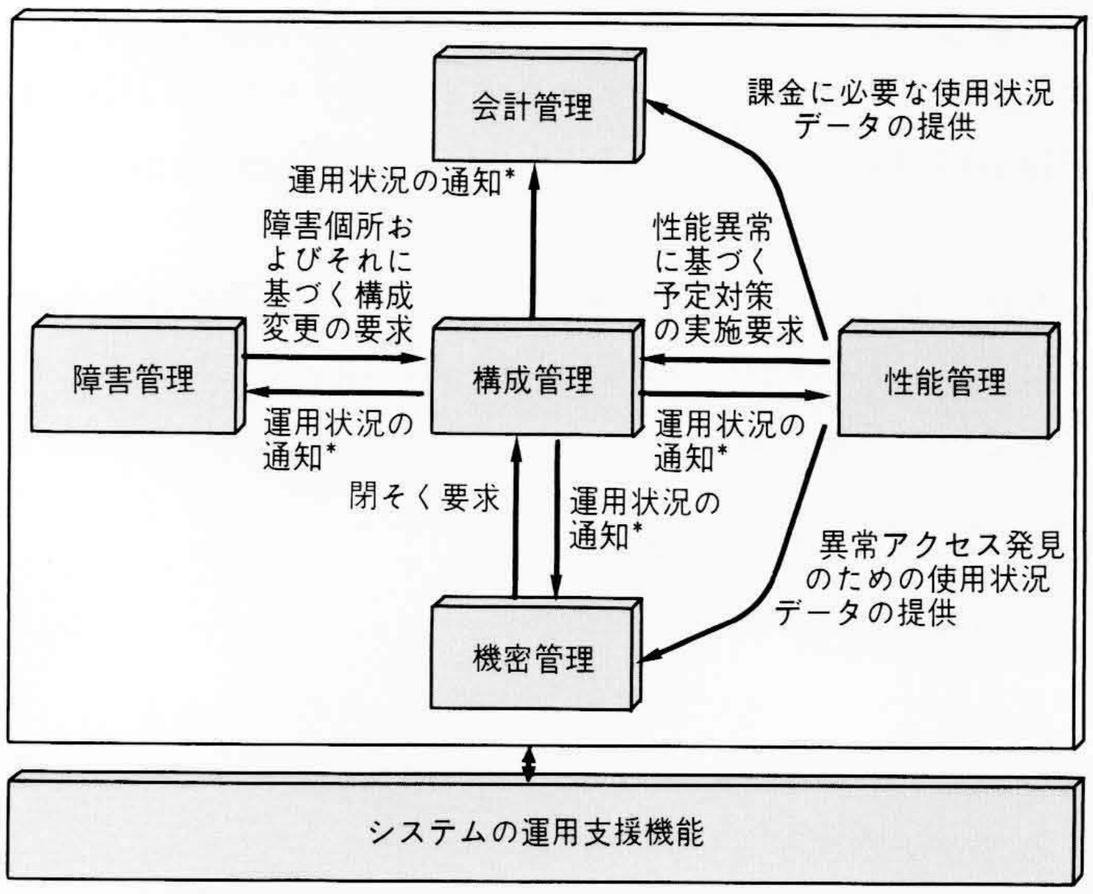
使い勝手の良いネットワークの実現を助けるネットワーク管理システムの提供

ネットワークの各関与者の期待は，ネットワーク管理システムの機能へと**図3**に示すように関連づけられる。

3.2 機能と構成

関与者の期待を実現するために，ネットワーク管理システムが持つべき機能は**表1**に示すように整理することができる。また，それぞれの機能間の相互関連は，**図4**に示すとおりである。

ここで，管理の対象となるネットワークはLANなど独自に構成することのできる構内網と，日本電信電話株式会社など電気通信事業者が提供する広域網(特に高速ディジタル回線などの専用網)から成り，機能的には**図5**に示すように伝送網，交換網および情報処理網に大別することができる。以下，それぞれの網について説明を加える。



注：* 起動，更新，追加

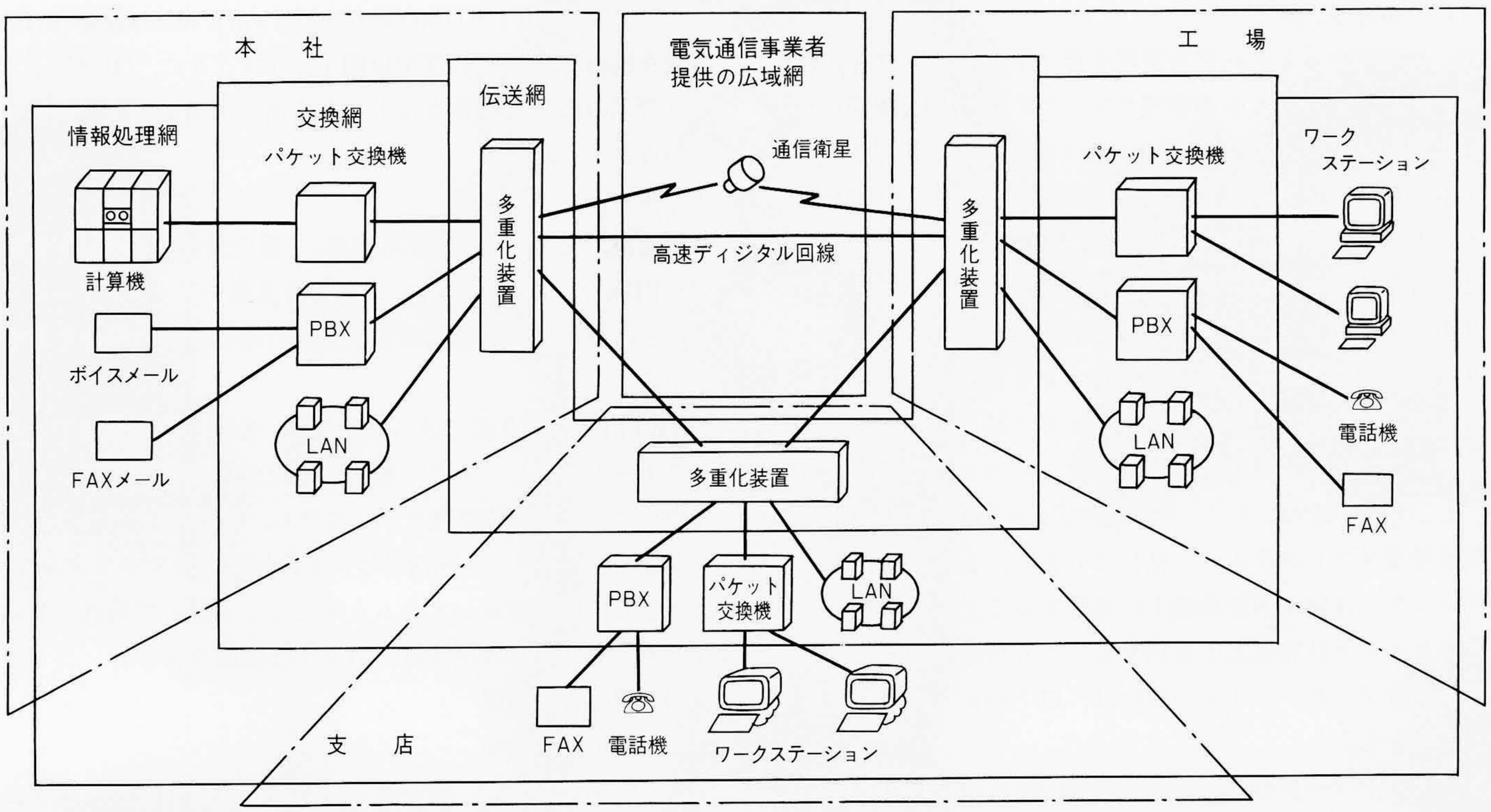
図4 ネットワーク管理機能の相互関連 ネットワークの各管理機能は相互に関連して働く。その中心となるのが，構成情報を管理する構成管理機能である。

(1) 伝 送 網

信号を相手先まで伝達するためのもので多重化装置，モデム，伝送路などOSI(Open Systems Interconnection)参照モデルで定義した第1層の機能を提供する機器で構成するネットワークである。

表1 ネットワーク管理システムの持つべき機能 ネットワーク管理の機能は六つに大別することができ，それぞれ下記のような機能を持つべきである。

No.	機　　能	機　　能　　概　　要
1	障害管理機能	ネットワーク上の機器や回線で発生する障害の(1)把握と通知，(2)障害の診断，(3)テストの実行と結果の通知，(4)障害に応じ予定された対策の指示あるいは下位サブシステムでの対策結果の把握などを適切に実施することにより，(a)障害個所の早期切り分け，(b)障害の影響範囲の予測，(c)障害時のネットワーク機能損失の防止，(d)予防保守の容易化，を可能とする。
2	構成管理機能	ネットワークでの(1)経路情報(物理パス・論理パス)，(2)機器の接続関係情報，(3)機器の構成情報，(4)運用制御情報の維持管理と通知および動作状態の把握と通知，を可能とする。
3	性能管理機能	情報の送受信に関するトラフィック，応答時間などのネットワーク稼動状況の統計情報の収集および評価を適切に行うことにより，(1)ネットワーク資源の効率的利用，(2)設備計画のタイムリーかつ適切な立案などを可能とする。
4	会計管理機能	各種ネットワークおよびネットワーク機器を使用するため，または多種類のノードと接続するため，統一的な会計管理を行う。このために，会計情報の収集，コストパラメータの定義・変更を行う。
5	機密管理機能	ネットワークに接続された機器間の通信の機密保護を支援するためのものであり，(1)暗号化のために必要な鍵(かぎ)の管理，(2)各機器へのアクセス権限リストの一括管理，(3)不正事象の早期発見のためのセキュリティ監視，結果の把握などによってエンド ツー エンドでセキュリティ対策を実施することを効率化する。あわせて，ネットワーク管理システム自体のセキュリティ向上を図る。
6	システムの運用支援機能	障害管理や構成管理などの機能とは，別機能として位置づけられ，アプリケーションレベルでネットワークシステムの円滑な運用・管理を支援するもので，(1)運用操作支援サービス，(2)デリバリサービス，(3)分散システム支援サービス，(4)ディレクトリサービス，などを行う。



注：略語説明　PBX(Private Branch Exchange)，FAX(Facsimile)

図5　企業情報ネットワークの基本構成　企業情報ネットワークは，機能的には伝送網，交換網および情報処理網に大別され，それぞれの中でさらにサブネットワーク化されて機能する。

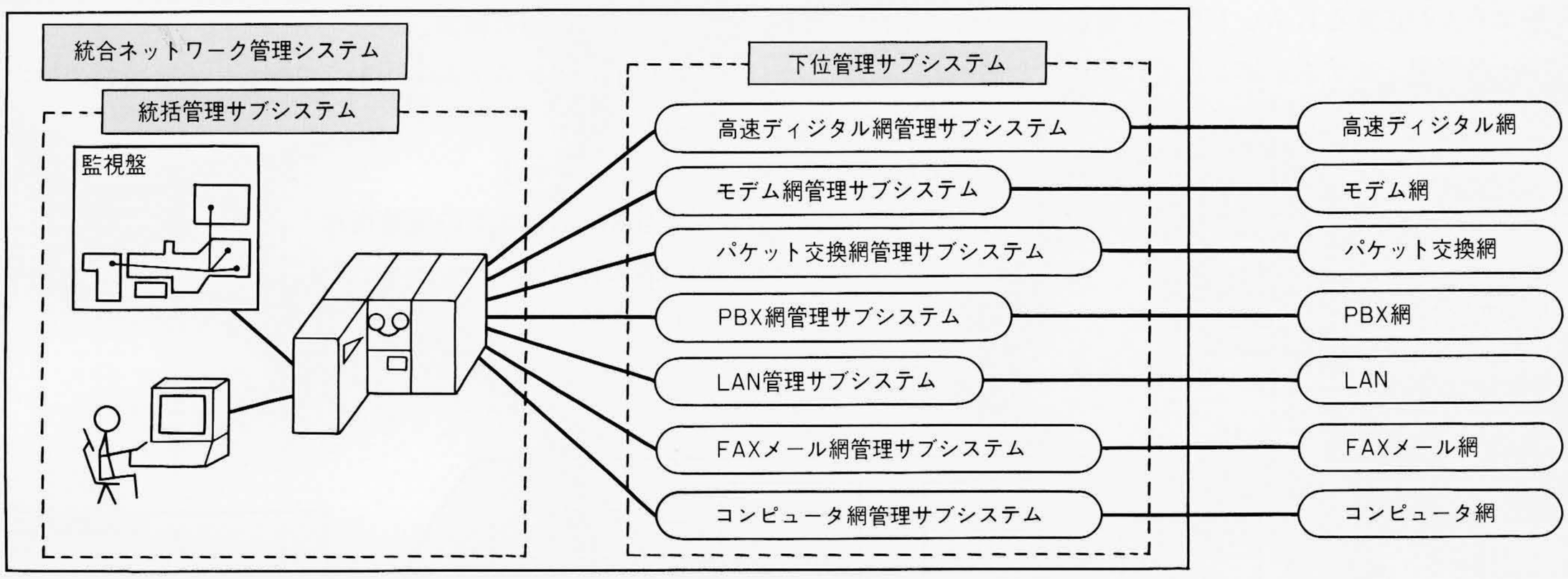


図6　ネットワークの分散・統括管理アーキテクチャ　各サブネットワークの管理を行う下位ネットワーク管理サブシステムと，全体の統括サービスを行う統括管理サブシステムの集合体から成る分散・統括構造を採用する。

(2)　交 換 網

通信経路を制御するためのもので，パケット交換機，PBX(Private Branch Exchange)，LANなど第1層～第3層の機能を実現する機器で構成するネットワークである。これらの機器間は，通常は伝送網を介して接続される。

(3)　情報処理網

地域的に広がった情報処理装置を組み合わせ情報処理を行うためのもので，計算機や端末など第1層～第7層の機能を実現するための機器(上位層の機能を人間が補完していると考えるなら，インテリジェンスを持たない各種端末もここに含む。)で構成するネットワークである。これらの機器間は，通常は伝送網や交換網を介して接続される。

このようなネットワークに対し，日立製作所のネットワーク管理システムは，先に述べた機能を実現するために，**図6**に示すような分散・統括管理アーキテクチャを採用する。分散・統括管理アーキテクチャは以下のような構造・機能を持

つものを言う。

(1) 各サブネットワークの管理を行う下位ネットワーク管理サブシステム(パケット網管理サブシステム，PBX網管理サブシステムなど)と全体の統括サービスを行う統括管理サブシステムの集合体とで構成する分散・統括構造とし，全体を統合ネットワーク管理システムと呼ぶ。

(2) 各下位ネットワーク管理サブシステムは単独で，それぞれのサブネットワークを管理する機能を実現する。

(3) 統括管理サブシステムが存在するとき統括管理サブシステムは，(a)全体としての管理サービス，(b)下位ネットワーク管理サブシステムの運用者インタフェースとして機能する。

ここで，下位ネットワーク管理サブシステムの入出力部は，統括管理サブシステムに一括してもよい。また，統括管理サブシステムは独立の計算機上に実現することも，業務に用いているホスト計算機上に実現することも可能である。分散・統括管理アーキテクチャの長所は，以下のように整理することができる。

(1) ネットワークの管理範囲が空間的に広がったり，新しい種類のサブネットワークが追加されても，その部分を分散形管理するサブシステムを追加し，統括管理サブシステムに接続すればよいので拡張性がある。

(2) 統括管理用のサブシステムに障害が発生しても，下位サブシステムが正常ならネットワーク管理が可能なので，ネットワーク管理システム全体としての信頼性が高い。

(3) 通常時は，統括管理用サブシステムの表示画面だけを監視していればよいので，運用の省人化が図れる。また，各管理情報を突き合わせることによって高度な障害の切り分けなどを行うことができる。

3.3 統合ネットワーク管理NETM

日立製作所はネットワーク管理システムとして，統合ネットワーク管理NETM(Integrated Network Management)の開発を進めている。NETMは**図7**に示すように，(1)ネットワーク管理の部分と，(2)ネットワーク運用支援の部分で構成している。

(1) ネットワーク管理

伝送網，交換網を構成する機器(多重化装置，パケット交換機，PBXなど)だけでなく，ホスト計算機やワークステーションなどの情報処理網を構成する機器の通信機能の部分を対象とする。

NETMは**3章2節**で述べたように，分散・統括管理アーキテクチャを採用しており，高速ディジタル網管理サブシステムやパケット交換網管理サブシステム，PBX網管理サブシステムなどと，それらを統括管理する統括管理サブシステム(製品としては集中監視システムと呼んでいる。)とで構成している。ネットワーク管理は以下のような機能を持つ。

(a) 障害管理機能

(i) エラー通知

いつ，どこで，何が起きたのか，の集中監視システムへの通知

(ii) エラー表示

いつ，どこで，何が起きたのか，何が原因と考えられるか，の集中監視システムでの表示

(iii) 障害情報の検索

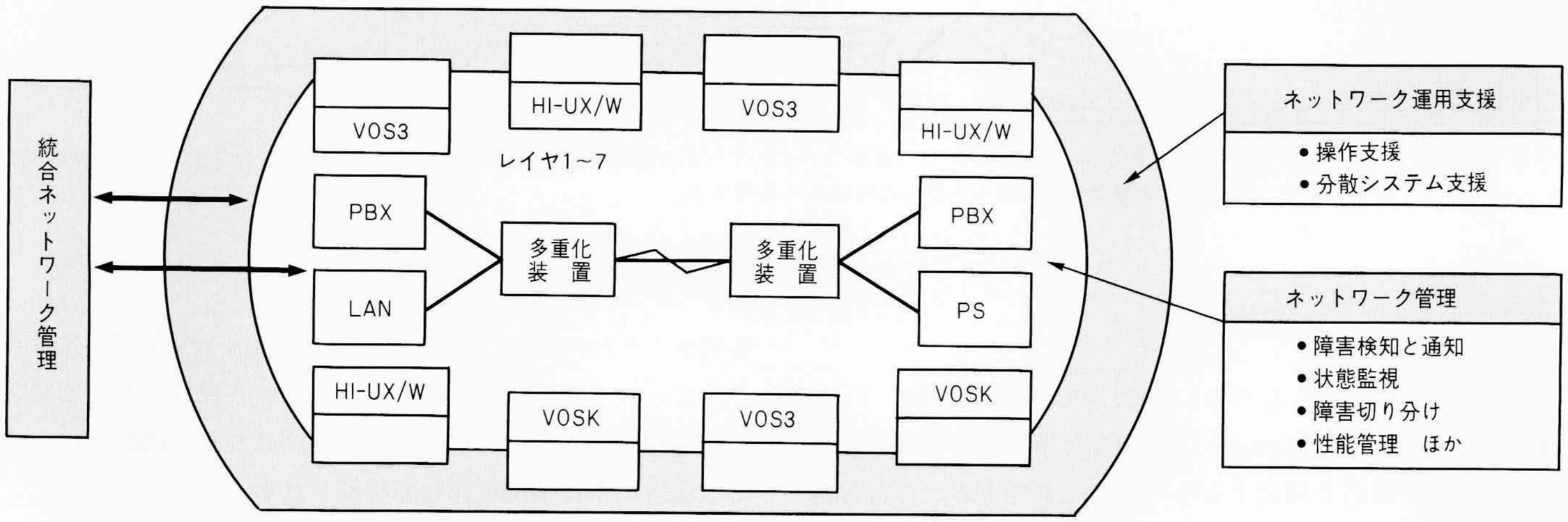
集中監視システムの端末での個別の障害情報の検索と表示

(iv) 回線テスト

回線疎通テストの実施指示

(b) 構成管理機能

(i) 状態の変更通知



注：略語説明 PS(Packet Switch)，VOS3(Virtual-storage Operating System 3)，VOSK(Virtual-storage Operating System Kindness)
HI-UX/W(クリエイティブワークステーション2050用オペレーティングシステム)

図7 統合ネットワーク管理NETMの管理範囲 NETMはネットワークの通信機能の管理を行うネットワーク管理と，運用の効率化を図るネットワーク運用支援で構成している。

いつ，どこで，どの状態になったか，の集中監視システムへの通知と表示

(ii)　状態の管理と照会

ネットワークの状態の下位ネットワーク管理サブシステムへの照会

(c)　性能管理機能

(i)　性能データの採取

ネットワーク内の特定のリソースの負荷状態監視のための性能データの採取

(ii)　性能データの表示

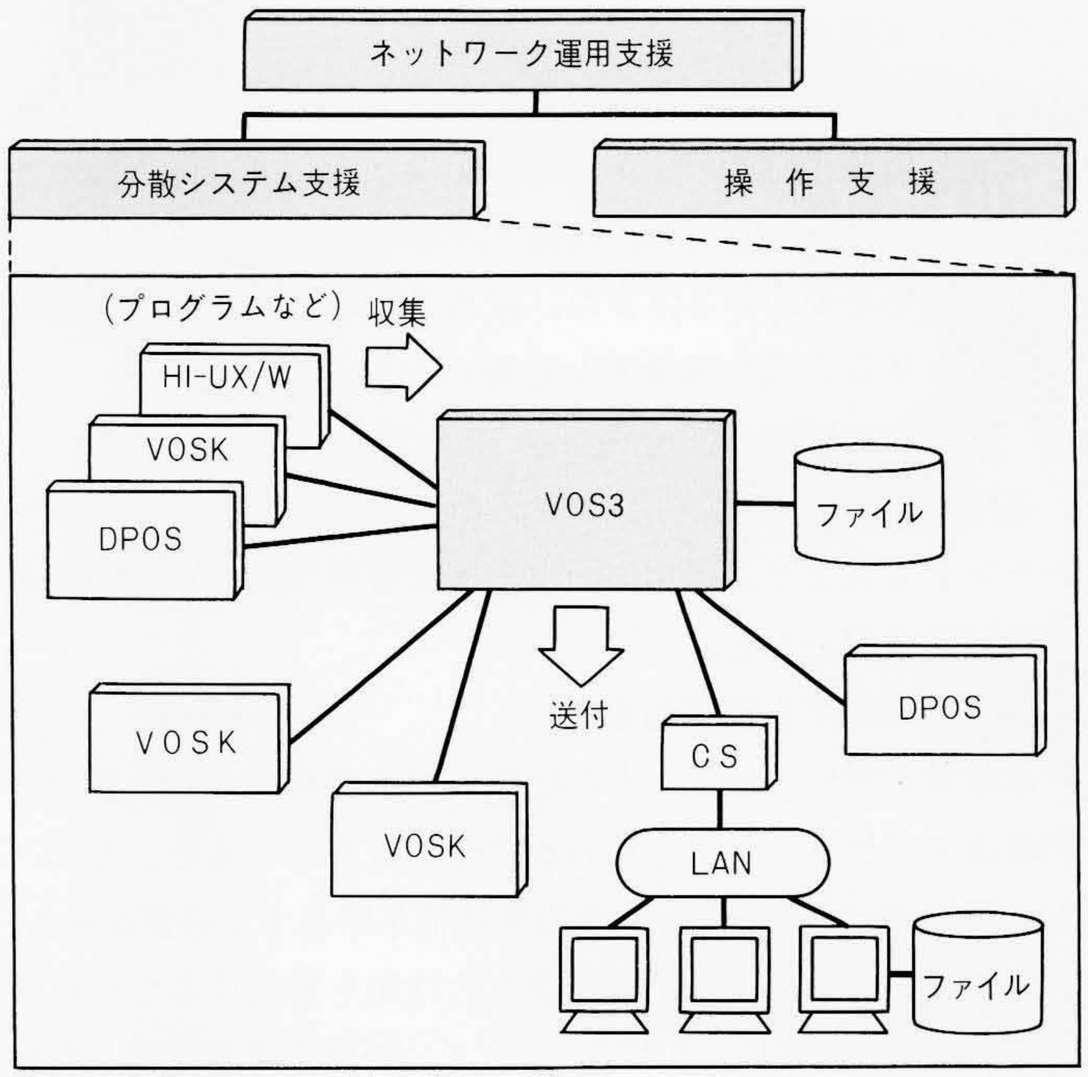
集中監視システムで性能データを表示するための前処理を行い，表示用ユーザープログラムに引き渡す。

(2)　ネットワーク運用支援

ネットワーク運用支援は，分散システム支援と操作支援とで構成している(**図8**参照)。従来，ホストシステム(VOS3：Virtual-storage Operating System 3)と分散システムの間で，ファイル転送やジョブの配布と実行の機能を提供してきた。今回，この機能を同図に示すようにVOSK(Virtual-storage Operating System Kindness)やワークステーションへ拡充するとともに，この機能をユーザープログラムからもアクセスできるようにする。本機能を利用することによって，情報処理装置の持つユーザーのソフトウェア資源を，ファイル単位に配布したりすることが可能となる。

また，操作支援として，集中監視システムが下位ネットワーク管理サブシステムと交信し，下位ネットワーク管理サブシステムを遠隔から操作できる機能を追加する。

NETMはネットワークのマルチベンダ化に対応し，他社のネットワーク構成機器との接続を保つために標準性の確保に努めており，**図9**に示すように管理装置間の接続プロトコルとしてOSI管理のCMIP(Common Management Information Protocol)を採用している。



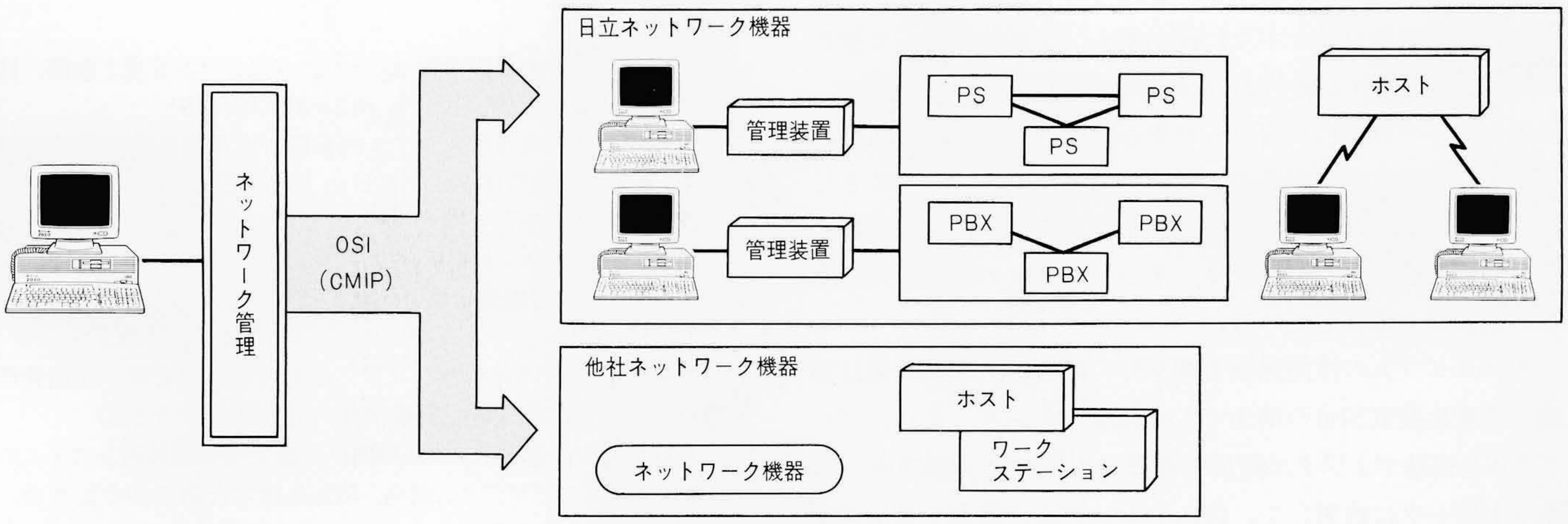
注：略語説明　CS(Communication Server)
DPOS(Distributed data Processing Operating System)

図8　ネットワーク運用支援での分散システム支援機能　　分散システム支援機能を用いることによって，ユーザーの持つソフトウェア資源の収集，送付が容易となる。

パケット交換網管理サブシステムなど，下位ネットワーク管理サブシステムはすでに製品化されており，稼動実績もある[6]。集中監視システムを中心とする機能は平成2年下期から，順次ユーザーに提供される予定である。

3.4　ネットワーク管理高度化技術

ネットワーク管理をより高度なものとし，**3章1節**で述べた目的を達成するためには，以下のような技術的課題を解決



注：略語説明　OSI(Open Systems Interconnection)
CMIP(Common Management Information Protocol：共通管理情報プロトコル)

図9　OSI管理プロトコルの採用　　マルチベンダ化に対応し他社接続も可能とするため，NETMではOSI管理のCMIPを採用している。

していく必要がある。

(1) 障害管理関連の技術的課題

多重故障発生時やデータが不十分な状況化でも障害診断を行えるようにするために，知識工学を利用した障害診断技術を開発する必要がある。また，障害発生時の影響範囲の解析を可能とする方式を開発する必要がある。

(2) 構成管理関連の技術的課題

運用形態の変更(昼，夜…)や障害状況に対応した適切なルーチング方式など，運用に関する構成情報(運用情報)の最適化技術が必要になる。

(3) 表示に関する技術的課題

運転員が対応しやすくするため，(a)大規模なネットワークの構成をグラフィック上にわかりやすく表示するとともに，(b)対応のためのガイダンスを出す技術を開発する必要がある。

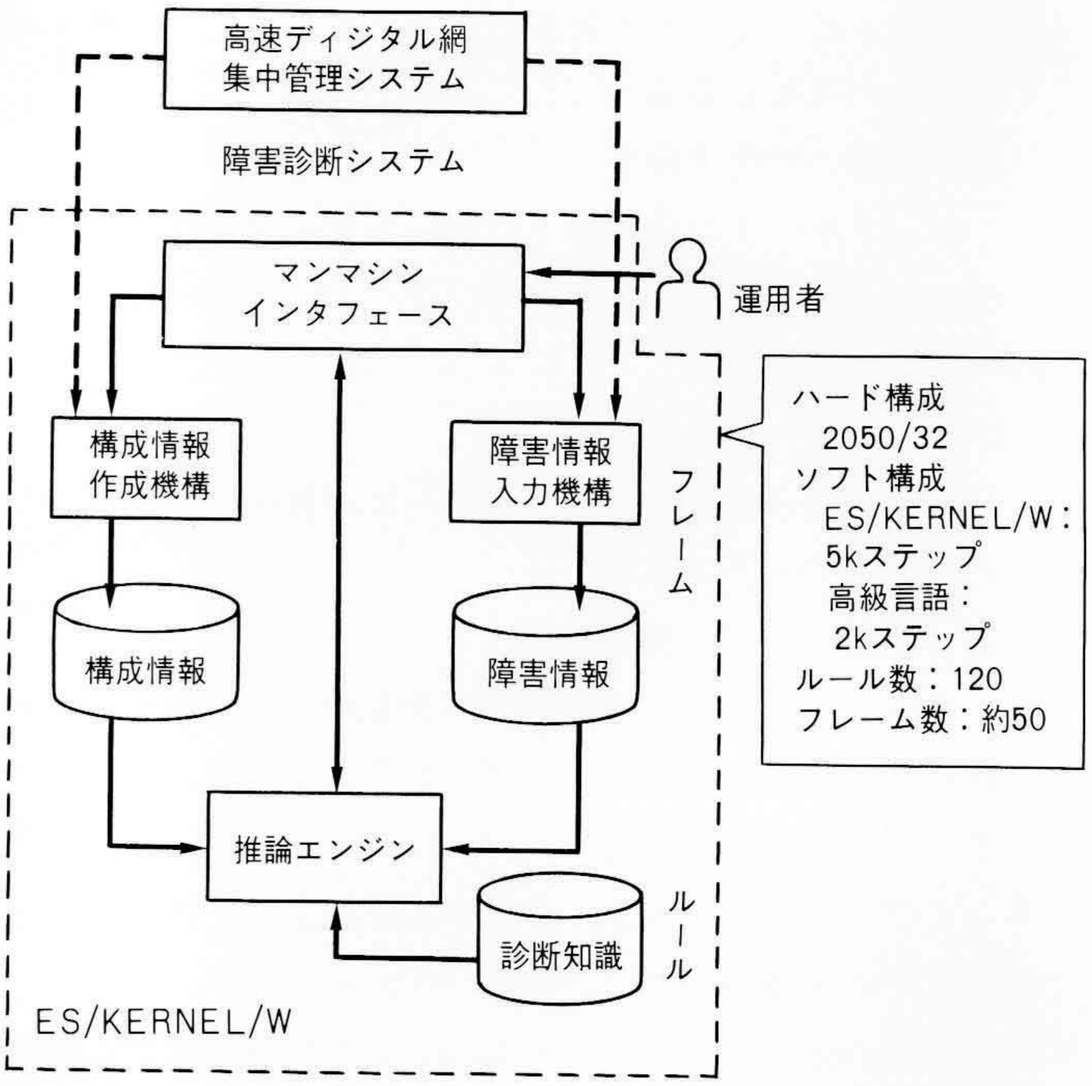
日立製作所では，これらの技術的課題を解決するために研究・開発を進めているが[2)~4)]，ここでは知識工学を利用した障害診断技術の開発状況を述べる[5)]。

今回，高速ディジタル網を対象とし，知識工学利用障害診断のための研究試作プログラムを開発した。

本プログラムは保守専門家などの知識を組み込むことにより，運用者が障害の一次切り分けを早急に行えることを目ざしている。診断対象は高速多重化装置と高速ディジタル回線のネットワークである。プログラムは日立製作所のエキスパートシステム構築ツールES/KERNEL/W(Expert System/KERNEL/Workstation)で作成した。規模は7kステップであり，診断ルール数は120，ネットワークの構成や機能を表すフレーム数は50である。機能構成を**図10**に示す。知識ベースとして構成情報，障害情報をフレームで，診断知識をルールで持つ。伝送網の構成情報，障害情報は運用者がマンマシンインタフェースを介して入力する。

診断を実行し，障害診断結果ウインドウにはもっとも原因の可能性が高いものを表示し，それに対する修復などの対策案を対策案表示ウインドウに提示する。診断結果として複数の原因が考えられる場合は，次原因候補表示をピックすれば，原因としての可能性が高いものから順次診断結果と対策案が表示される。本プログラムは構成・障害情報をフレームとして診断知識と分離し，診断知識をネットワーク構成に基づく抽象的な形としたことにより，ネットワークの構成変化に対し，柔軟性を確保している。

本プログラムの性能評価実験を行った結果，診断時間は高速・多重化装置20台の構成で1分程度であった。また，プログラムを高速ディジタル網集中管理システム[6)]と連動させ，実ネットワークに適用した。網内でランダムに障害を発生させて障害診断を行った結果，障害原因は第1原因候補で70%，第2原因候補までで100%特定することができた。



注：略語説明 ES/KERNEL/W(Expert System/KERNEL/Workstation)

図10 高速ディジタル網向け知識工学利用障害診断システムの構成

構成情報と専門家の知識を利用することにより，障害の一次切り分けを運用者が保守専門家並みの知識で早急に実施できる。

4 結 言

ネットワークの新設や増設の計画を適切に立案するための計画支援技術について紹介した。また，分散統括管理アーキテクチャと，それに基づく日立製作所の統合ネットワーク管理NETM，および管理の高度化支援技術を紹介した。

ネットワークは，今後さらに大規模・広域化するとともに，企業にとってますます重要なものになると考えられるので，ネットワークの計画と管理のための技術の向上を行い，ユーザーの期待にこたえる製品を送り出す考えである。

参考文献

1) 佐々木，外：大規模情報ネットワークにおける管理と制御，計測と制御，Vol.27，No.9，812～818(昭63-9)
2) 佐々木，外：高速ディジタル回線障害時用網再構成最適化技術，電子情報通信学会論文誌B-1，Vol. J72-B-1，No.4，272～280(平1-4)
3) 鈴木，外：パケット交換網における集中管理ルーチング制御の一方式，電子情報通信学会論文誌B，Vol. J71-B，No.3，330～338(昭63-3)
4) 永井，外：PBX網管理システムにおける障害管理・性能管理方式の開発，電子情報通信学会 SSE88-193(平1-3)
5) 新内，外：高速ディジタル網向け知識工学利用診断システムのプロトタイププログラム開発，情報処理学会第38回全国大会，1726～1727(平1-3)
6) 清水，外：ネットワーク管理システム，日立評論，**69**，9，841～846(昭62-9)