

ローカルエリアネットワークとその応用

Local Area Networks and Their Application

計算機端末、ワークステーション、ワードプロセッサなどの導入増大に伴い、これらが共用のデータ、プログラム、入出力装置にアクセスし、統合化されたシステムを構築するかなめが LAN である。

本論文では、LAN を回線交換形とパケット交換形に分類し、相互に補完的な関係であることを述べ、次いで両タイプの日立主要 LAN の特徴と応用例を示す。現時点では単一の LAN ですべての適用領域をカバーすることができず、回線交換の中でも、データ主で音声従か、あるいはその逆か、またパケット交換の中でも高速データ幹線網用か、低コスト支線網用かによって LAN を選択し、更にこれらを組み合わせ大規模な構内網に発展させることが大切である。

榎尾次郎* Jirô Kashio
遠藤 誠** Makoto Endô
加藤孝雄*** Takao Katô
安元精一**** Seiichi Yasumoto

1 緒 言

約10年前、プロセス制御の分野を対象に、鉄鋼、自動車などの製造業、上下水道などの公益事業に大規模設備投資がなされ、被制御機器の近くに設置された小形計算機をシステム全体の管理計算機に構内高速データ網「データウェイ」、「データフリーウェイ」で結合したシステムが次々と導入された。

制御用計算機 HIDIC 80/08 を同軸ケーブルでリング状に接続した HIDIC 80 ネットワークを開発したのもそのころである。その後、伝送路に光ファイバの利用も可能にし、計算機は HIDIC V90 に移行し、更に計算機の負荷低下と転送スループットの向上を目的に、データウェイプロセッサを V90 の前置処理装置として開発するなど、機能強化を行ない計算機制御システムの高性能化に努めた¹⁾。図1に、光データフリー

ウェイを使用したネットワーク構成例と機能を示す。このネットワークでは、端末計算機に処理は分散させるが、プログラムの開発やネットワーク管理はホストコンピュータに集中させ、分散の欠点である運用、保守費用の増大が生じないことを設計方針とした。制御用ネットワークは100システムを超える稼動実績を得ている。

一方、最近では製造部門に対比した事務、設計部門の生産性向上の立ち遅れが注目され、マイクロコンピュータを内蔵したワードプロセッサ、FAX、パーソナルコンピュータやオンライン端末を多数導入して、OA(オフィスオートメーション)を推進する傾向が高まった。

これらのOA機器が共用のデータ、プログラム、入出力装

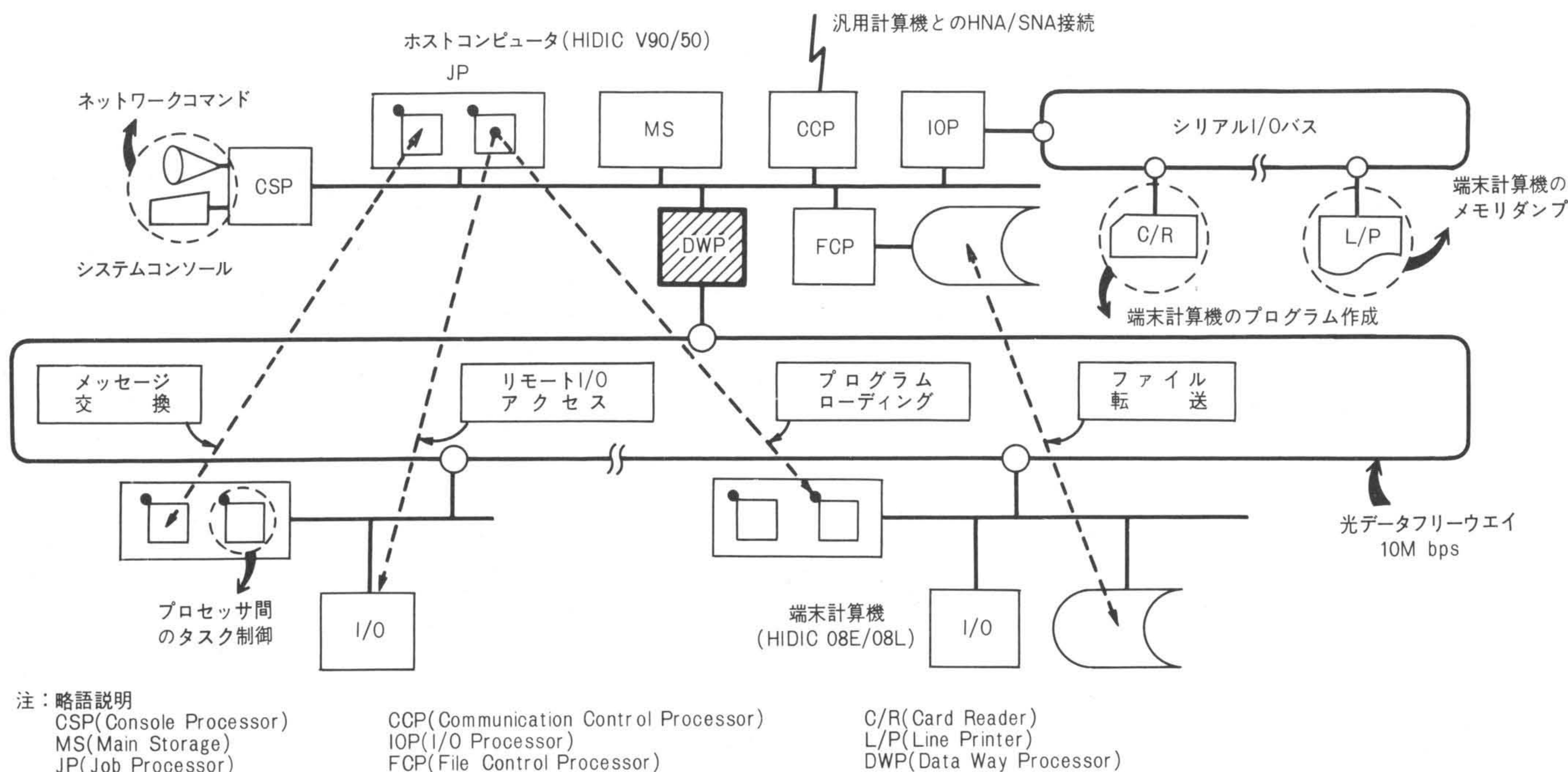


図1 光データフリーウェイを使用したネットワーク構成例と機能 DWPを前置処理装置として設け、ホストコンピュータの負荷低下とスループットの向上を図っている。また、処理の分散と運用、保守の集中を図る設計方針に基づき、プログラムローディング、プロセッサ間タスク制御など各種の機能を提供している。

* 日立製作所システム開発研究所 工学博士 ** 日立製作所神奈川工場 工学博士 *** 日立製作所戸塚工場 **** 日立製作所大みか工場

置にアクセスし、統合化されたシステムを構築するかなめとしてLAN(ローカルエリアネットワーク)と総称される構内通信ネットワークが脚光を浴びている。

LANに接続される機器は、大形計算機からワークステーション、FAXや電話まで多種にまたがるため、LANへの要求条件も、データウェイへの要求条件である「回線数を集約し、データを高速、高信頼に転送する」だけにとどまらず、電話用ペア線を使った低コスト形、文字や数値データ以外に音声や画像も含むマルチメディアの伝送など、いっそう多様化している。

このような多様な要求条件を満たす万能のLANは、万能のOA端末と同様に現在の技術で提供できにくく、たとえてきたとしても操作性、運用保守上及びコストの面で問題を生じる。したがって、数種のLANを取りそろえ、適用システム構成に応じて選択できることが大切である。

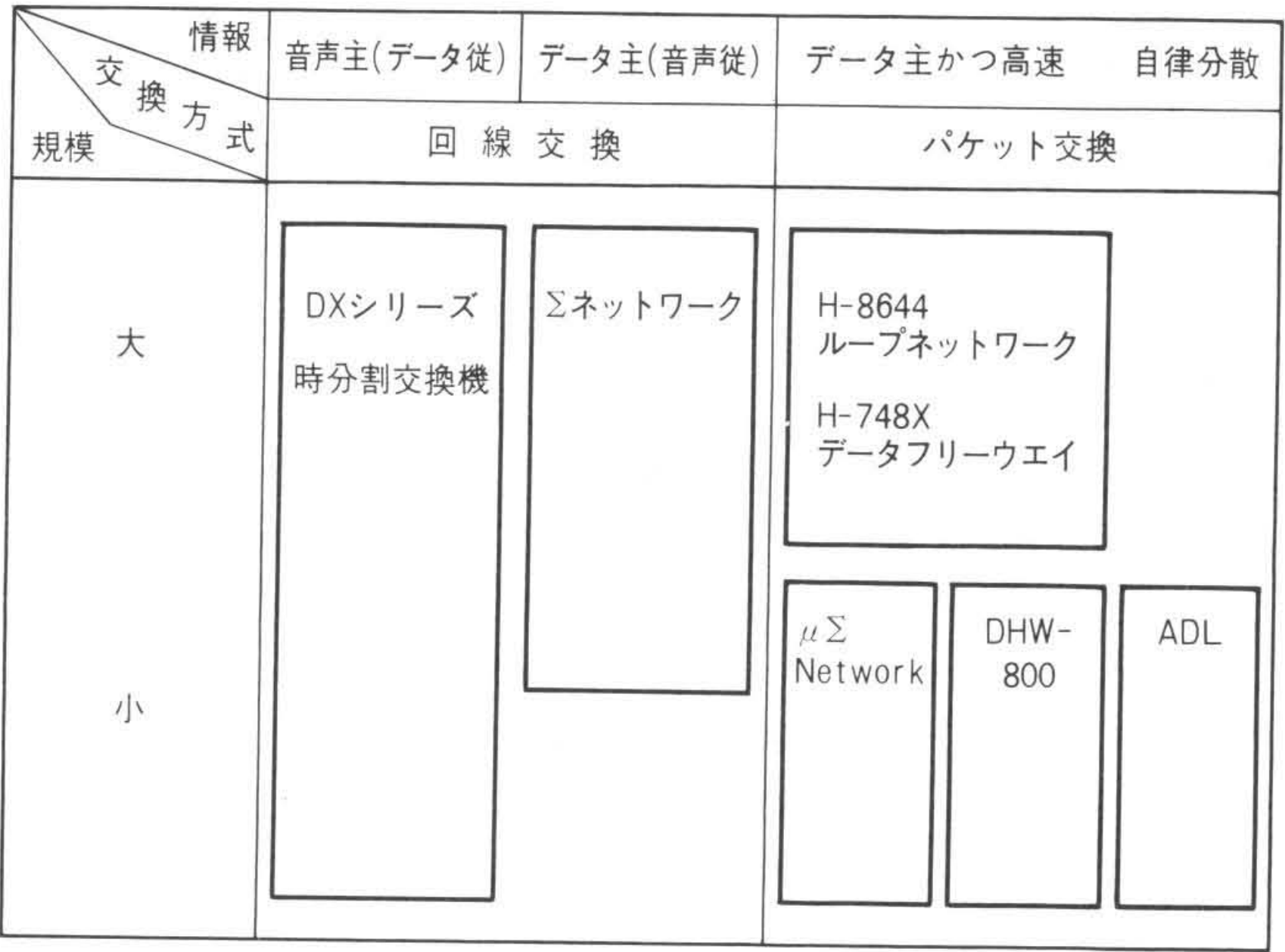
本論文では、LANを分類して特徴を述べ、次いで日立主要LANの特徴と応用例を示すとともに、最後にLANをより広く普及していくための課題について述べる。

2 LAN(ローカルエリアネットワーク)の分類

2.1 LANの分類

LANは大きく、回線交換とパケット交換に分類される。回線交換では、共通の伝送路を一定周期(例えば125μs)かつ一定長(例えば8ビット)のデータが送れる時間単位に分け、その分けた通話路を端末対間に専有的に割り当てる。一方パケット交換では、共通の伝送路が送信すべきパケット(あて先付メッセージブロック)をもつ端末だけで非同期に使用される。このことから、回線交換、パケット交換は表1に示す特徴をもっている。

回線交換では、端末の送信待ち時間が一定であるので、電話機やFAXのように発端末から着端末へのデータ到着時間が一定であることを要求する端末の接続に適している。更に、網とのインタフェースは物理レイヤだけであるので、専用線を使い通信を行っていたパーソナルコンピュータやワードプロセッサがLANを使った通信に容易に移行することができる。しかし、回線交換では共通伝送路の速度SをN個に時



注：略語説明 ADL(Autonomous Decentralized Loop)
図2 日立製作所の主要LAN パケット交換と回線交換に大分類し、主要LANの位置づけを示す。

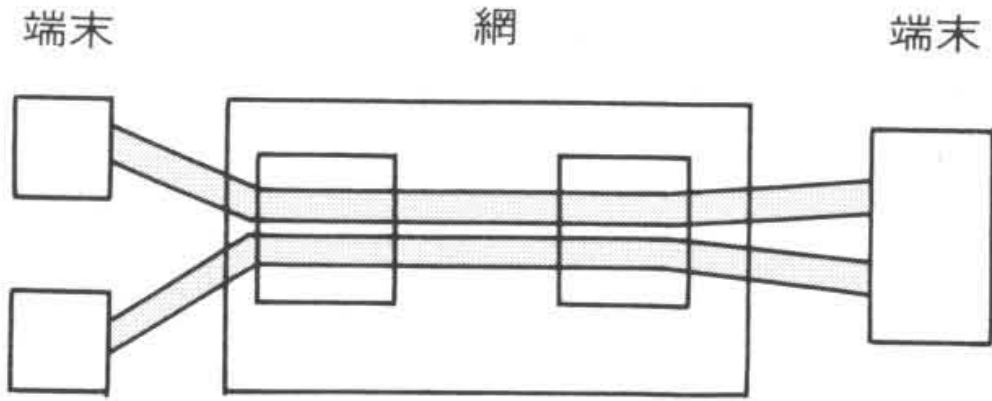
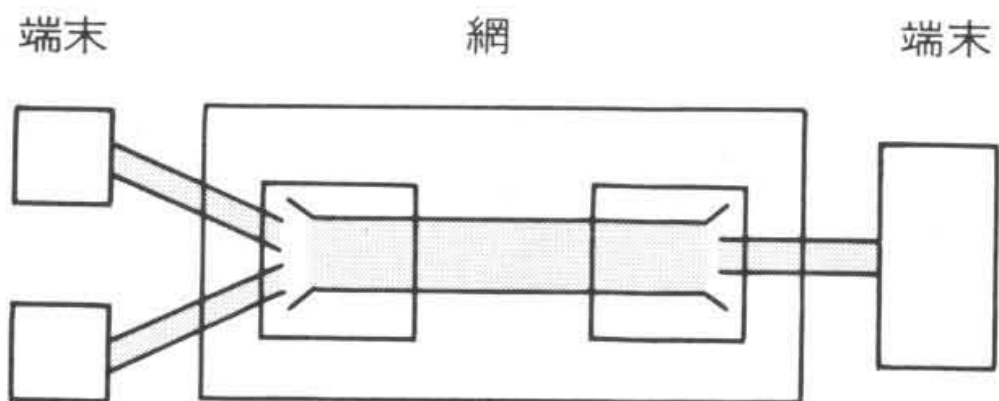
分割すると、共通伝送路がたとえ空が多くても端末はS/Nの速度でしか送信できない。また計算機とLANとの間のインタフェースケーブルや回線終端装置の数は、同時に送受する相手端末数に等しいので、1本のLAN接続ケーブルに集約される通信相手端末数(回線集約の度合)はパケット交換に比べ小である。

一方パケット交換網は、回線交換網と相補的な関係にある特徴をもち、計算機、高機能ワークステーションやサーバの接続に適している。

2.2 日立製作所の主要LAN

日立製作所の主要LANを分類して図2に示す。ADL(Autonomous Decentralized Loop)は生物体を模した自律分散概念に基づき、均質な伝送制御装置と二重ループ伝送路で構成したネットワークである。ループ全体を制御する集中部分をもたず、障害発生時には、個々の伝送制御装置が隣接伝送装置間の局所的状況把握によって自律的にう回する²⁾。

表1 回線交換形LANとパケット交換形LANの比較 回線交換形LANは、時間的に細分割した通話路を専有して端末相互が通信する。一方、パケット交換形LANは、通話路が共有され、端末にパケットを送る期間だけ通話路が割り当てられる。

網の種別		回線交換		パケット交換	
多重化方式		同期時分割多重(スロット割付)		非同期時分割多重(パケット多重)	
共通伝送路	呼設定後の端末対間の通話路				
		専有		共有	
特徴	データ送信待ち	時間一定		時間変動	
	端末と網間インタフェース規定	物理レイヤだけ規定		物理、データリンクレイヤ更に網によってはネットワークレイヤまで規定	
	バースト的なデータの高速転送	不適		適	
	回線の集約度合	小		大	
有利な接続端末		●電話器 ●FAX ●パーソナルコンピュータ ●ワードプロセッサ		●計算機 ●高機能ワークステーションやファイル、プリントサーバ	

またデータにはその内容を示す機能コードを付け、各伝送制御装置が自分の必要とするデータだけを選択受信するグループ同報を特徴とする。ADLは鉄道の運行管理システムやFA(Factory Automation)などに応用実績をもつ³⁾。

DHW(Data Highway)-800は、分散形計測制御システム用として、オペレータコンソールと計測機を結ぶコンパクトなループ状のネットワークである。

3 LANの特長と応用例

3.1 DXシリーズ時分割交換機

約百回線から数千回線を収容する一連のDXシリーズ時分割交換機は、電話機用のアナログインタフェースだけでなく、デジタルインタフェースを提供することができる。これは交換機内で音声PCM(Pulse Code Modulation)符号化し、デジタルで処理していることを利用したものである。デジタルインタフェースを必要とする端末の近くには図3に示すDSU(Data Service Unit)を設置し、DSUと交換機は、電話用と同じペア線(直径0.4~0.9mm)を使用して接続する。最大伝送距離は1.5km(直径0.4mmの場合)である。したがって、データ端末用にも既設の電話線と電話線配管が使用できる。

端末とDSUのインタフェースは、現在多くのOA用端末に実装されているモデムとの国際標準インタフェースCCITT(国際電信電話諮問委員会)V.24-100シリーズ(RS232C)データ転送速度は9.6k bps以下であるが、今後増加すると予想されるX.21インタフェースに準拠した呼接続の論理条件を定め、今後の拡張に備えている⁴⁾。これにより、発端末側から相手選択信号を送出し、着端末側が着信を自動的に検出応答するこ



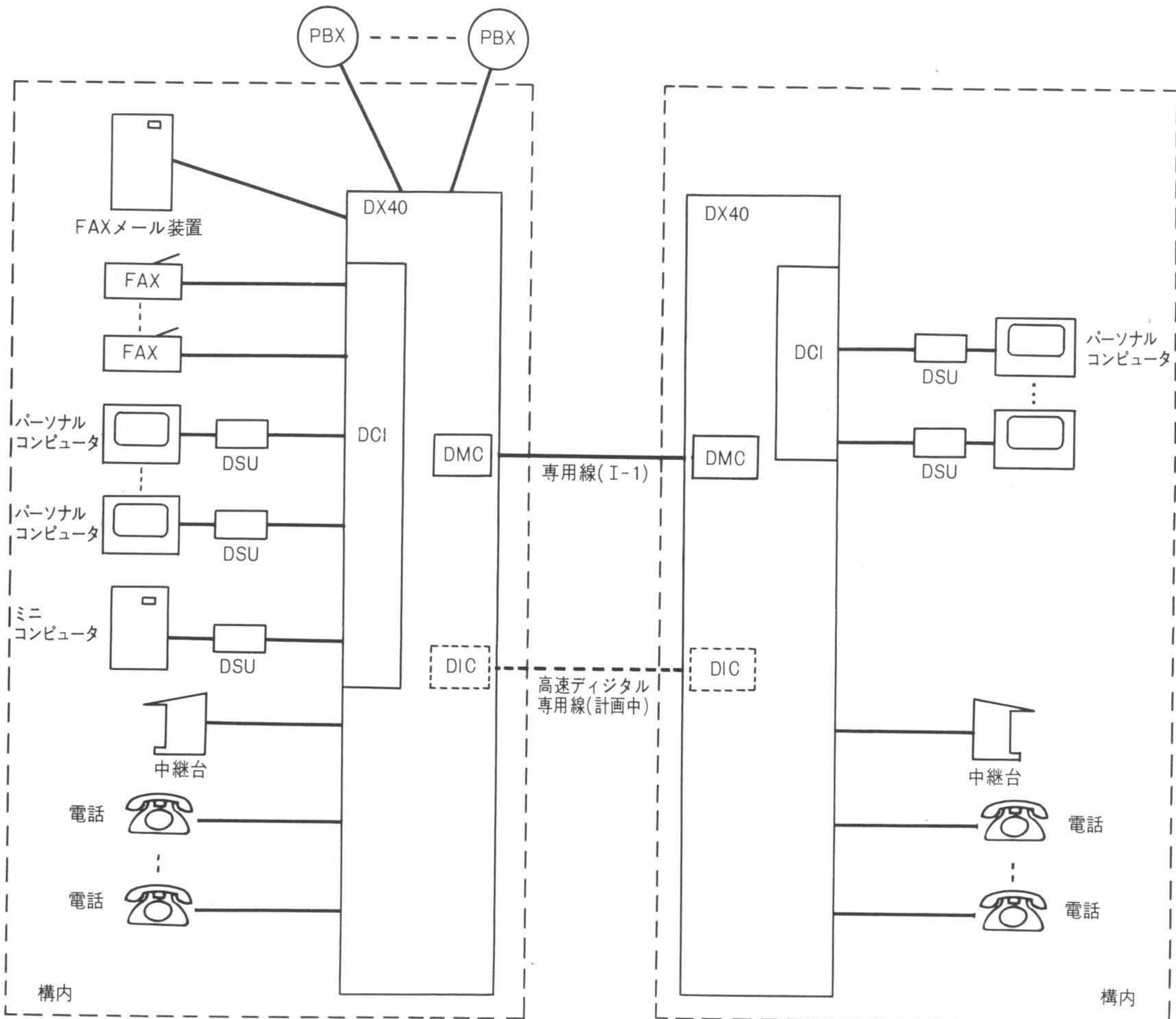
図3 DSU(Data Service Unit) DSUは、DXシリーズ時分割交換機にデジタルインタフェースで端末を接続するために、端末側に設置される装置である。

とができる。

DXシリーズ時分割交換機を使ったネットワーク構成例を図4に示す。複数台の交換機を接続し、遠隔地の端末との呼接続も可能であるので、相手端末を指定する番号計画を立てるだけで複数の構内にまたがる全社的なネットワークがゲートウェイを設けなくても構築できる。

3.2 Σネットワーク

Σネットワーク⁵⁾を利用すれば、CCITT V.24、X.20/21インタフェースをもつパーソナルコンピュータやミニコンピュータ、及びアナログ電話インタフェースをもつFAXや多機能



注：略語説明
DCI(Data Communication Interface)
DSU(Data Service Unit)
DMC(Digital Modem Controller)
PBX(Private Branch Exchange)
DIC(Digital Interface Circuit)

図4 DXシリーズ時分割交換機の応用例 遠隔地に存在する他の構内のDXシリーズとも専用線で接続し、全社的なネットワーク構築が容易にできる。

電話を分散配置されたノード制御装置に容易に接続できるので、これまで個々に配線されていた回線の集約を図ることができる。Σネットワークの応用例を図5、6に示す。図6ではメモフォンからの音声、イメージデータ光ループ端末装置からの静止画、パーソナルコンピュータやT-560/20からのコード化データがΣネットワークを共有して伝送される⁶⁾。

Σネットワークは、今後のOA用端末の傾向の一つであるマルチメディア(コード化データ、音声、画像)化に対応した

各種情報の統合ネットワークを指向しており、このためにはPBX(構内交換機)との接続やノード制御装置の低コスト、小形化を図ることが大切である。ノード制御装置は共通伝送路の制御、端末との回線制御を容易にLSI化できる論理ブロック分けを図っている。

3.3 H-8644ループネットワーク

パケット交換形のLANであるH-8644ループネットワークは、計算機と高速で効率の良い接続を重視し、次の2種の通

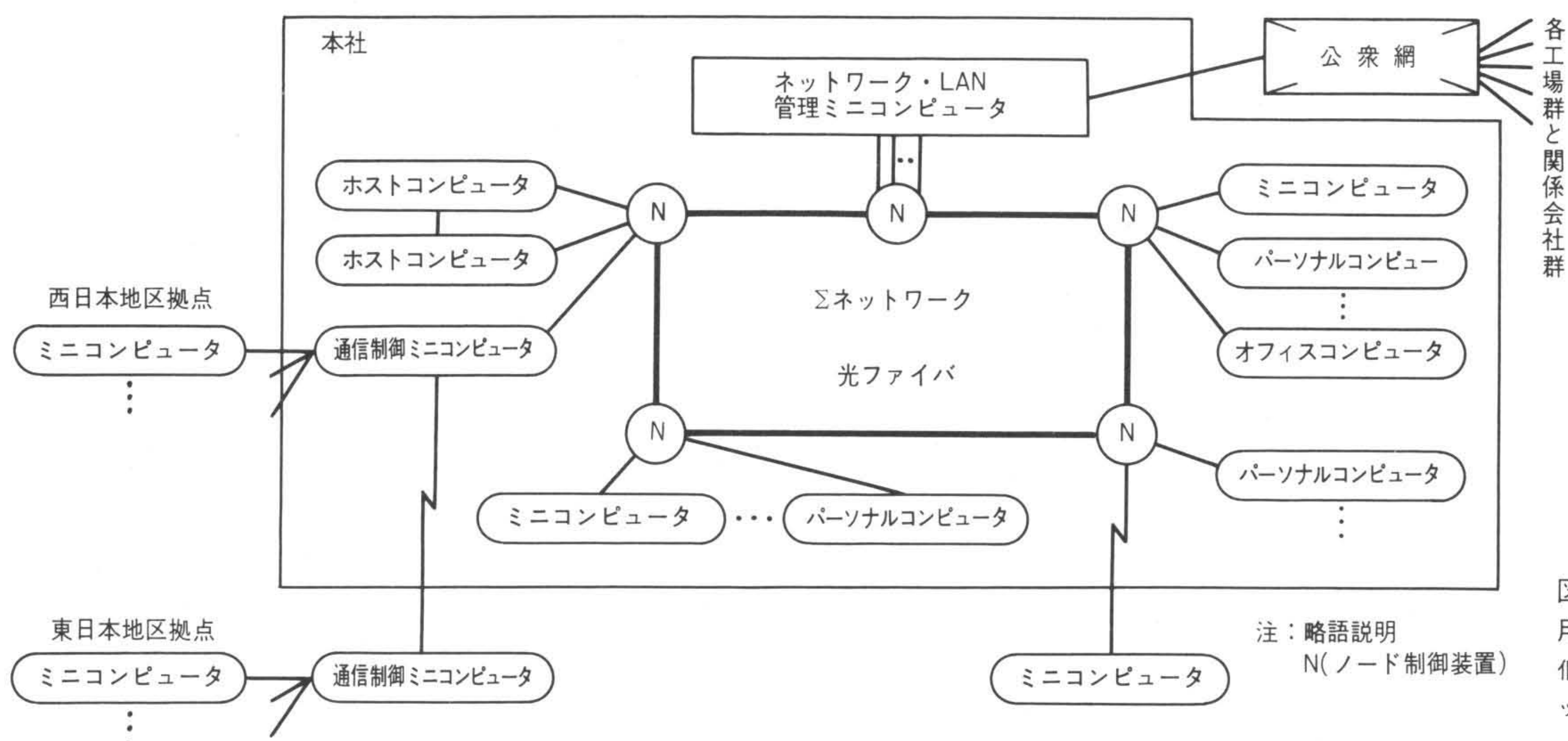


図5 Σネットワークの応用例(その1) これまで個々に配線されていた回線をΣネットワークで整理統合している。

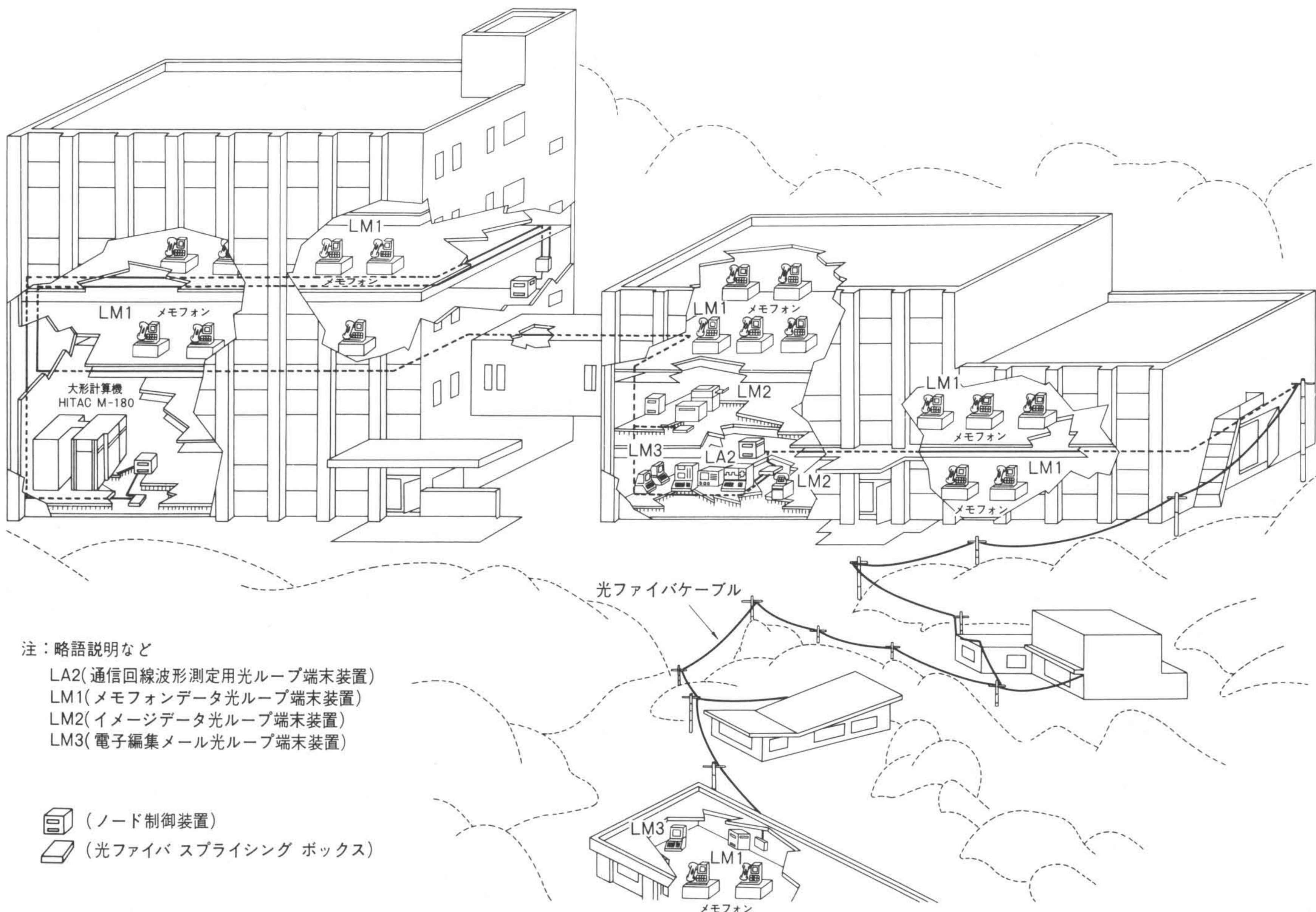


図6 Σネットワークの応用例(その2) メモフォンからの音声、イメージデータ端末装置からの静止画、パーソナルコンピュータやT-560/20端末からのコード化されたデータが、Σネットワークで統一的に扱われる。

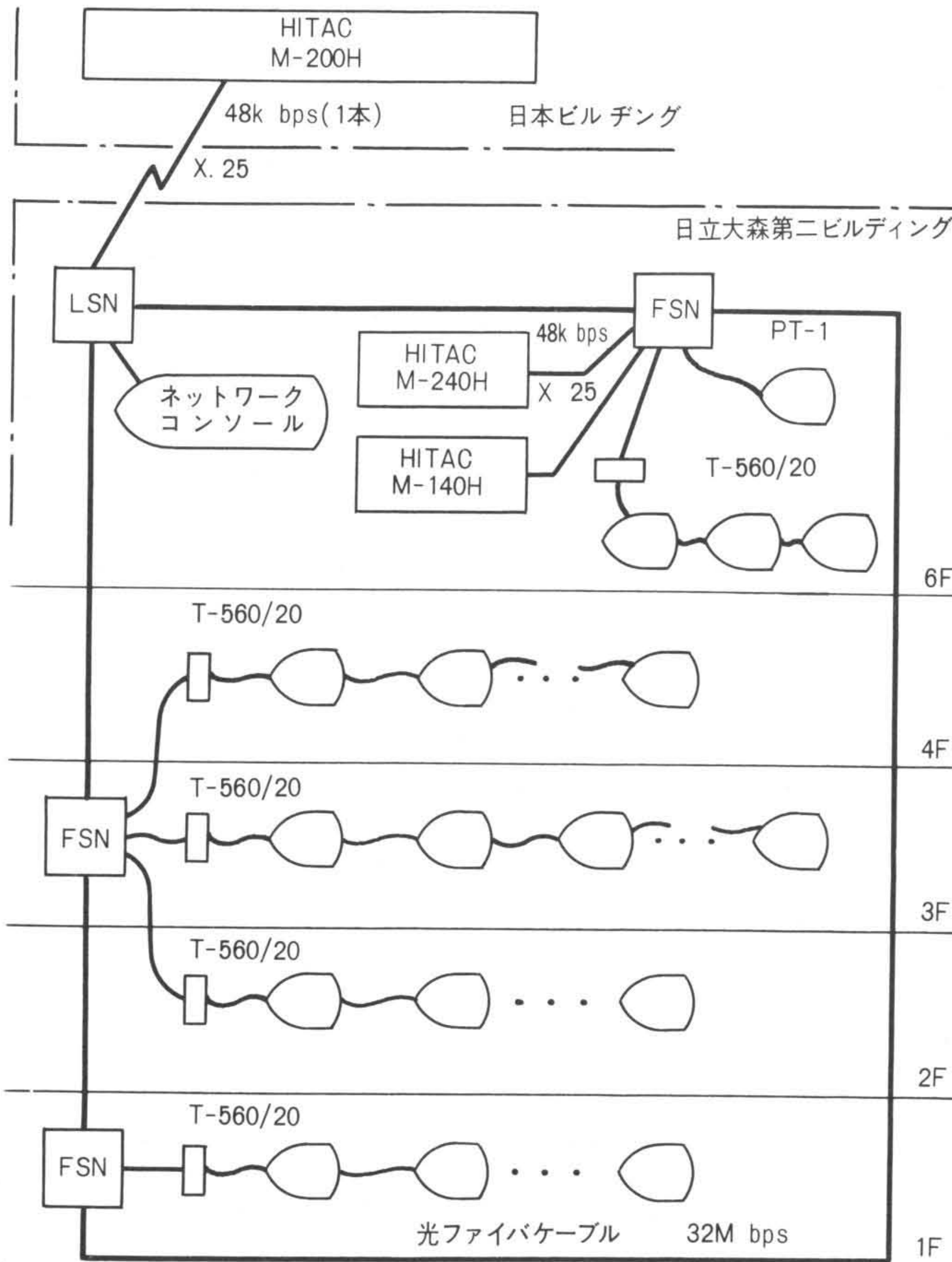
- 信機能を提供する⁷⁾。
- (1) 計算機などへ集中する回線数を、論理多重通信によって低減したり、複数の異速度端末との同時通信を行なうパケット交換網相当の機能
 - (2) 従来の1：1を拡張し、複数の相手計算機との高速通信を可能にしたチャネル間結合装置相当の機能
- 更に、各種の通信制御手順をもち、専用回線で計算機に接続されていた端末を網に収容するため、透過伝送機能ももつ⁸⁾。

図7にH-8644の応用例を示す。大形計算機とは国際標準パケット交換網インタフェースにより接続されるので、1本の高速回線でループのノードと結ぶだけで、多数の相手計算機や端末との通信ができる。H-8644は、複数の大形計算機と多数の分散処理計算機から成る計算機コンプレックスの幹線網にも適している。

このような幹線網を形成する際、高い信頼性が絶対に必要である。そこでループネットワーク共通部を二重化し、ループ交替、ループバックを自動的に行ない、障害の影響を局所化して通信を継続できる構造とした。ループバックはオンライン運転を継続したままシステムの変更、拡張を行なうにも有用である。

3.4 μΣ Network

パケット交換形LANがワークステーション、マイクロコンピュータやミニコンピュータといった端末機器を接続する小規模網にも広く活用されるためには、端末機器当たりの接続コストが少で、かつ高速伝送を端末機器が享受できるインタフェースと、多様な機器を接続できる柔軟なインタフェース



注：略語説明
FSN(Field Service Node), LSN(Loop Service Node)

図7 H-8644ループネットワークの応用例 大形計算機HITAC M-200H, HITAC M-240Hは、1本の高速回線でループのノードと接続すれば、多数の相手端末や計算機と通信ができる。

を合わせもち、しかも変更・拡張が容易であることが要求される。

μΣ Networkはこの要求を次に述べる方策で満たすLANである⁹⁾。

- (1) 端末機器内バスに直結し、高速伝送をつかさどるLAN制御ボードと、多様な機器を柔軟に接続できる汎用インタフェース(RS232C, GP-IB)を備えた独立箱形通信コントローラの2種類をインタフェース装置として設ける。
- (2) 伝送速度を1 M bpsとし、伝送路はペア線と光ファイバを選択できるようにして、低コスト化を図る。
- (3) 伝送路の二重化とループバック機能により、高信頼運転とオンラインでのシステム変更、拡張を可能にする。

μΣ Networkの仕様を表2に示す。

μΣ Networkは制御用計算機HIDIC V90シリーズを利用したFA, LA(Laboratory Automation)への適用をねらっており、FAでの構成例を図8に示す。

4 LAN普及の課題

将来、データ通信ネットワークは電力線のように普及し、端末をコンセントに差し込めば必要な情報を入手でき、加工後に再度情報を格納できることが理想であろう。そのような目的に向けてLANが普及するための課題を以下に述べる。

(1) 標準化と低コスト化

多くの会社の製品がLANを共通に使用可能にするため、コンセントやLAN制御の標準化を推進し、それに従ったLSIを開発し低コスト化を図ることが大切である。パケット交換形LANの標準化活動のうち、最も注目すべきものがIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802であり、日立製作所も参画している。

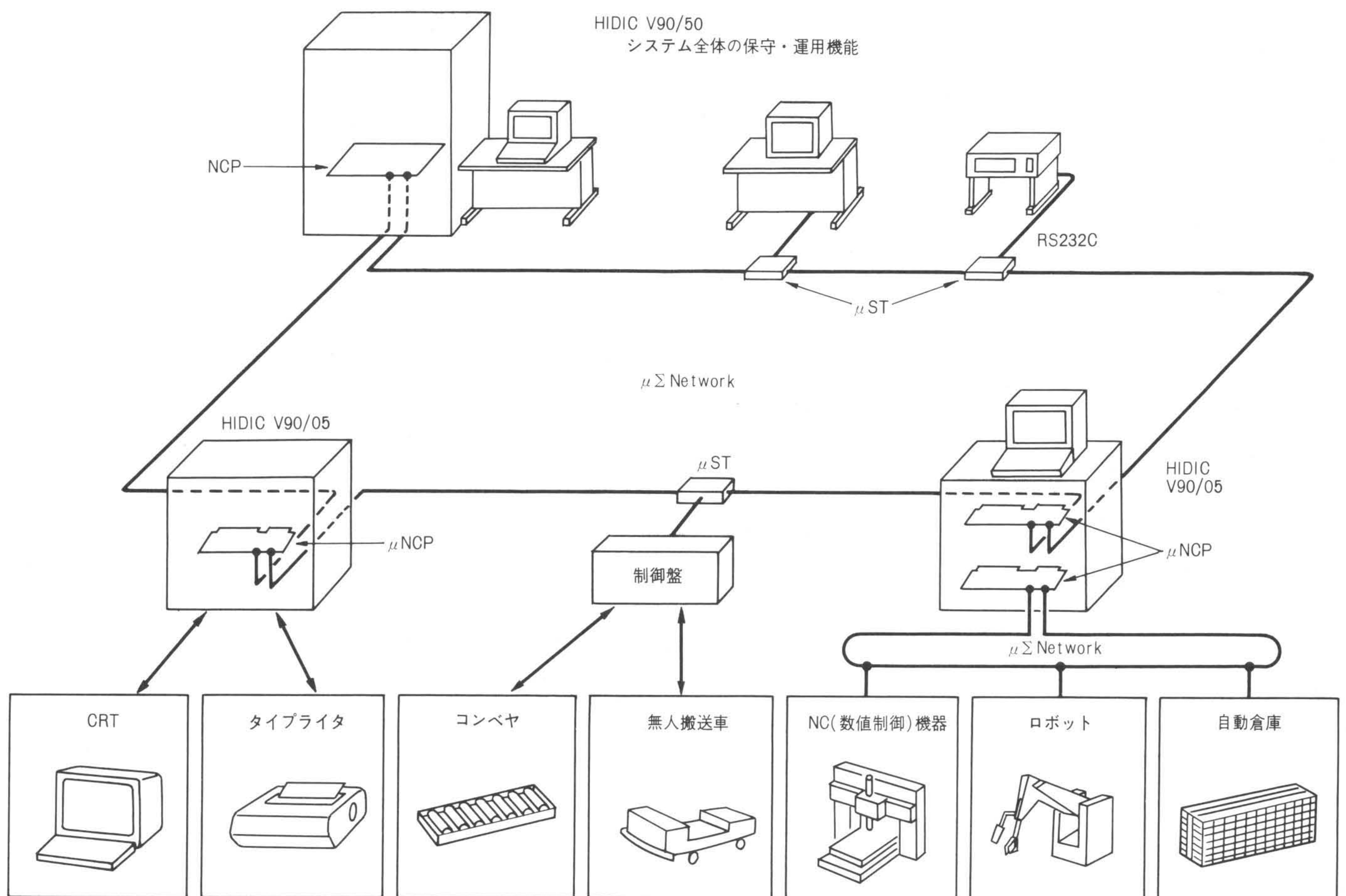
(2) ネットワーク管理

LANが構内の隅々まで張り巡らされるためには、ネットワークの構成変更を自動的に把握し(例えば、端末がコンセントに差し込まれたことを認識し、構成テーブルを変更)、異常の検出と回復を可能にするネットワーク管理機能が充実されなければならない。更には、端末利用者がデータベース、メールボックスなどのリソースの名称を入力するだけで、これらの所在位置(ノードアドレス)を知らなくてもアクセスできるようにするリソースの管理支援も有用であろう。

表2 μΣ Networkの仕様 伝送路には、耐ノイズ性、中継間隔大である光ファイバと低コストで保守が容易なペア線を選択できる。

項 目	仕 様
シ ス テ ム 規 模	最大32ステーション(ループ当たり)
伝 送 速 度	1 Mビット/秒
伝 送 路	光ファイバ又はペア線
ステーション間距離	最大1 km(光ファイバ)
	最大100m(ペア線)
通 信 方 式	パケット交換
伝 送 形 態	N：M転送
伝 送 符 号	マンチェスタ符号
デ ー タ 長	最大512バイト(可変)
シ ス テ ム R A S	1. 伝送誤り制御 2. ループバック 3. トレース

注：略語説明
RAS(Reliability, Availability, Serviceability)



注：略語説明 NCP(HIDIC V90/50用LAN制御ボード)
 μ NCP(HIDIC V90/05用LAN制御ボード)
 μ ST(独立箱形通信コントローラ)

図8 $\mu\Sigma$ Networkの応用例 HIDICは内部バス直結のLAN制御ボードを使用し、高速データ伝送を行なう。多様なI/O機器は、汎用インタフェースを備えた独立箱形通信コントローラを介して、網に柔軟に接続される。

(3) 構外ネットワークとの接続

LANは構外網と接続されてその真価を発揮する。公衆網、特定通信回線、DDX(Digital Data Exchange)、超高速デジタル回線、通信衛星、FAX蓄積交換網など多くの構外網との接続を図らねばならない。特に、ISDN(Integrated Service Digital Network)に向けての動向に注目しながら、超高速デジタル回線を活用してLANを構外網と接続して企業内全体を対象にしたネットワーク構築を図ることが大切である。

5 結 言

回線交換とパケット交換形LANは、その特徴が相互に補完的である。回線交換形LANは更に、音声を中心に時分割交換機とデータを主に分散ノード形のLANに分けられ、一方パケット交換形LANは、高速幹線用と低コスト支線用に分けられる。これらに対応した日立製作所のLANの特長と応用例を示した。現時点ではすべてのケースに応用できる単一のLANは存在せず、応用例に示すように、適用分野によってLANを使い分け、またこれらを組み合わせることが大切である。

将来、LAN用の情報コンセントが電力コンセントのように各室に設置され、各種端末がそれを利用する形態を想定しても、電力コンセントが標準電圧用と高電圧用に分かれると同様、数種のLANが必要であろう。その場合でも両者が構外

回線を共有するなど、より密接に関係づけることが必要と思われる。

参考文献

- 1) 寺田，外：機能階層形通信プロセッサによる計算機間メッセージ転送スループットの向上方式について，情報処理学会，ローカルエリアネットワークシンポジウム，pp.163～170 (1983-9)
- 2) Mori, et al.: Autonomous Decentralized Loop Network, COMPCON-Spring(1982)
- 3) 井原，外：自律分散制御の交通システムへの応用，日立評論，63，11，779～784(昭56-11)
- 4) 加藤，外：時分割構内交換機用デジタル・データ・インタフェース，電子通信学会技術研究報告，SE83-149，pp.17～20(1983-12)
- 5) 桧山，外：多元情報光ループ統合ネットワーク，「 Σ ネットワーク」，日立評論，65，11，757～760(昭58-11)
- 6) 平野，外：研究所光総合情報システム“LOTIS”，日立評論，65，11，799～802(昭58-11)
- 7) 仲瀬，外：統合光ループ伝送システム「H-8644 ループネットワーク」，日立評論，65，11，753～756(昭58-11)
- 8) 松井，外：パケット交換を行うLANにおけるベーシック端末接続方式，情報処理学会第28回全国大会，論文番号ID-8 (昭59-3)
- 9) 寺田，外：低コストローカルエリアネットワーク($\mu\Sigma$ Network)の設計思想，情報処理学会第28回全国大会，論文番号ID-5 (昭59-3)