

統合光ループ伝送システム「H-8644 ループネットワーク」

Integrated Optical Fiber Loop Transmission System “H-8644 Loop Network”

近年、データ端末の普及に伴い、データ通信の多様化、高速化などデータ処理の高度化が目覚ましい。特に、事業所構内でのデータ端末の普及は、新たな利用分野開拓の原動力となっているとともに、データ通信回線を複雑にしている。

この問題にこたえるため、共用伝送路の新設によるデータ端末相互の通信、データ通信路の1本化を実現する構内ネットワーク、統合光ループ伝送システム「H-8644ループネットワーク」を開発し、納入を開始した。本ネットワークは、光ファイバを用いた多機能パケット交換形ループである。

本論文では、ネットワークの全般的な紹介を行なう。

仲瀬 熙* *Hiroshi Nakase*

桎尾次郎** *Jirô Kashio*

1 緒 言

データ処理の発達、エンドユーザーのデータ処理への直接参加を促し、データ通信の高度化(方式、量、速度ほか)を必須としている。統合光ループ伝送システム「H-8644ループネットワーク」は、これにこたえ開発したもので、

- (1) パケット交換による任意端末間通信
- (2) 計算機チャネル間直接通信による高速通信
- (3) 従来形端末の通信路共用を行なうための透過通信
- (4) 光ファイバによる信頼性の高い通信

などを実現した。

本ループネットワークは、事務管理、生産管理などに使用されており、本論文では、ループネットワークの構成、特徴、実現方式、適用事例などについて述べる。

2 ループネットワークの構成

2.1 全体構成

全体構成を図1に示す¹⁾。伝送路は二重ループの32Mビット

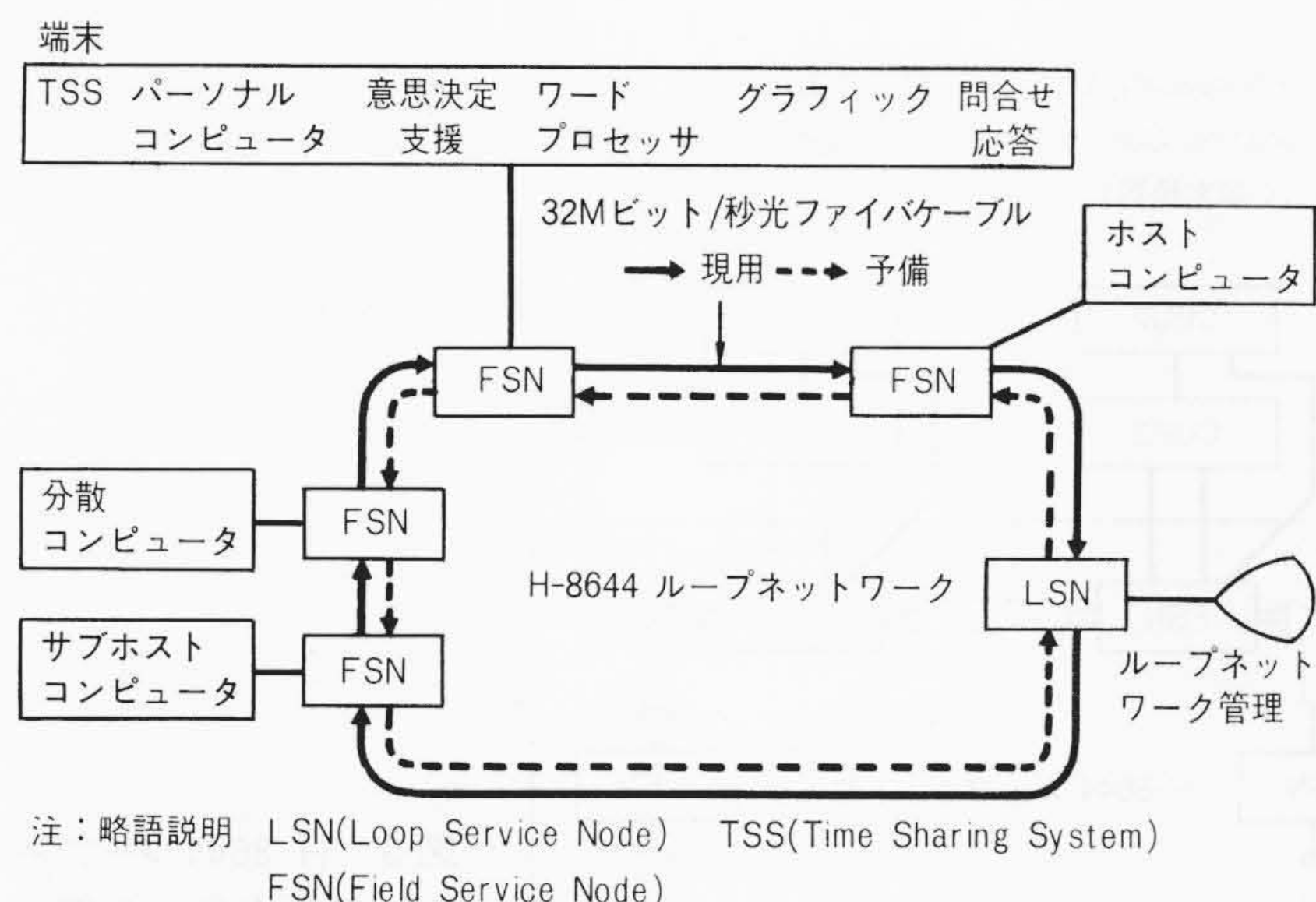


図1 全体構成 全体をループ構成とし、伝送路は32Mビット/秒の光ファイバケーブルを用いる。LSNは全体の管理のために1台必要であり、FSNは端末、計算機を接続するために用いる。

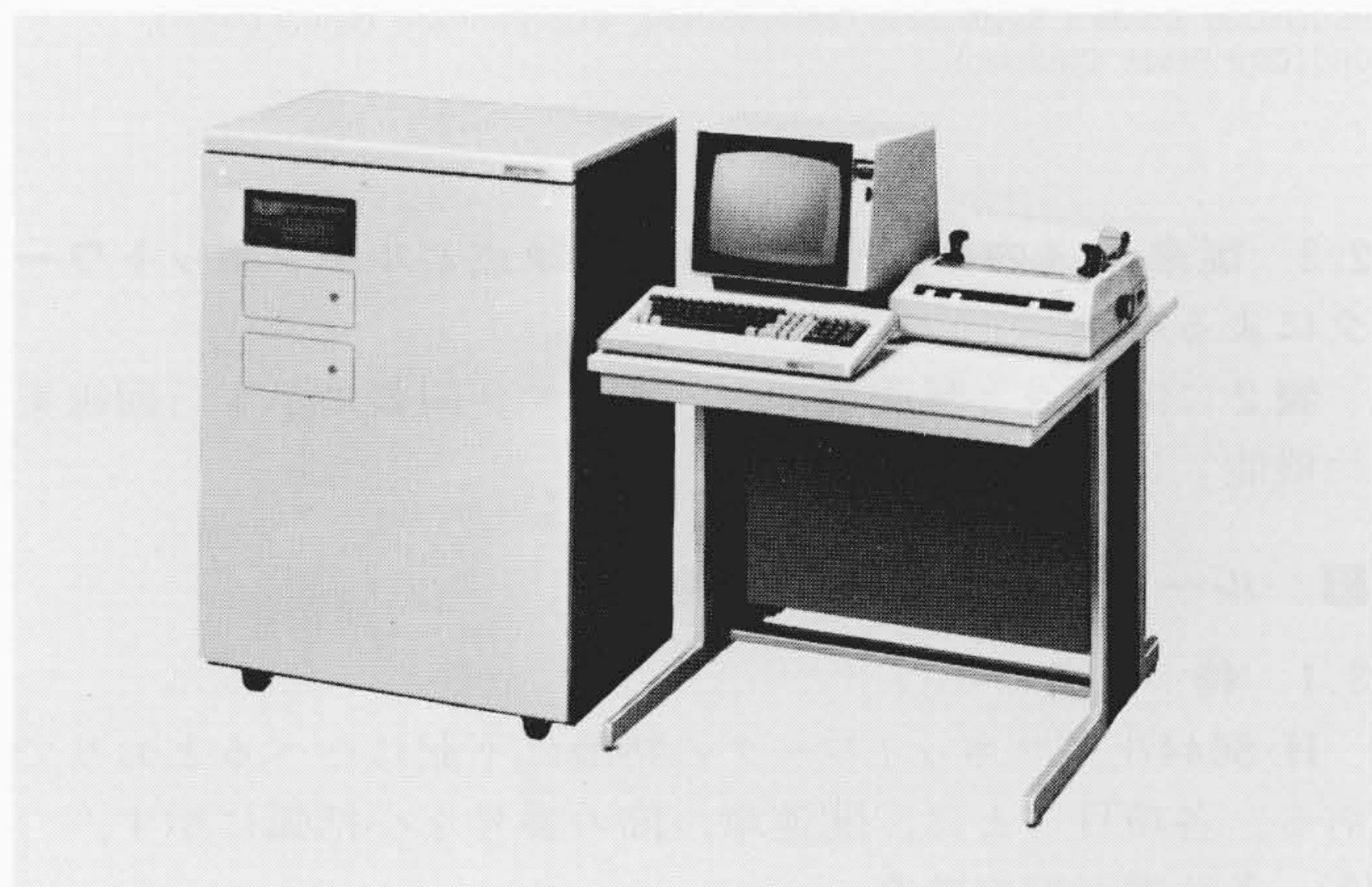


図2 ノードプロセッサ 機上のコンソールはLSNの付属品である。ただし、機はLSNに含まれない。FSN、LSNともに装置の大きさは同じである。ユーザーパネルはクリア扉に収め、保守パネル、電源ブレーカは別扉に分け誤操作を防止している。

ト/秒の光ファイバケーブルである。全体の管理をLSN(Loop Service Node)が、端末、計算機の接続をFSN(Field Service Node)が行なう。LSN、FSNは床置形で、LSNはコンソールをもつ(図2)。ループネットワークの諸元を表1に示す。

2.2 通信機能

ループネットワークは大別して図3に示す3種の通信機能をもつ。3種とは、従来の計算機～端末間の専用回線相当を行なう透過伝送機能、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、複数の任意相手との同時通信を行なうパケット交換網相当の機能(X.25準拠)、従来の1:1を拡張し、複数の任意相手との通信を可能にしたチャネル間結合装置相当の機能、である。以上により、従来ネットワークから新しいネットワークへの共存、移行を可能とし、新機能の活用を容易にしている。

* 日立製作所神奈川工場 ** 日立製作所システム開発研究所 工学博士

表1 ループネットワーク諸元 H-8644ループネットワークの仕様概要を示す。通信対のn:nは、パケット交換やCTCA相当の通信では同一機能間で任意の相手と通信(同時に)できることを示す。

項 目	仕 様	備 考
LSN台 数	1台/ループ	必須
FSN接続台数	最大:125台/ループ	—
ループ総延長	最大:100km	—
ノード間距離	最大: 2 km	—
通 信 対	n:n	—
通 信 速 度	32 Mbps	—
光ファイバケーブル	2心 損失3dB/km	—
送信権付与方式	トークン方式	—
送達確認方式	LA(ループアンサ)方式	—
RAS機 能	ハードエラーチェック回路 再送機能 ログアウト、トレース バイパス、ループ交替、ループバック ヘルスチェック、自己診断 ほか	パリティ、ECC、CRCほか
FSN-機器間 インタフェース	X.25(DDXパケット交換) HDLC ベーシック(無手順、HSC) HITAC Mシリーズ 標準I/Oインタフェース	FSN-機器間 回線速度:最大1Mbps CTCA相当
条 設 件 備	電 源	AC100V±10%, 50/60Hz
	動作温度、湿度	5~35℃, 35~85%

注:略語説明 RAS(Reliability, Availability, Serviceability), DDX(Digital Data Exchange), CTCA(Channel to Channel Adapter:チャネル間結合装置), HDLC(High Level Link Control), HSC(Hitachi Standard Synchronous Communication), ECC(Electronic Control Circuit), CRC(Card Reader Controller)

2.3 従来の構内ネットワークの問題点とループネットワークによる解決

表2に問題点と解決策について示す。同表に示す「回線集約機能」は3.2節に詳述する。

3 ループネットワークの特徴

3.1 特 徴

H-8644ループネットワークの特徴は下記に述べるとおりである。各項目ごとに、関連章、節の番号を小括弧に示す。

- (1) 多種網形態の共存
専用線相当、パケット交換網相当、チャネル間結合装置相当を、1本のループ上に共存させ得る(2.2)。
- (2) 高い性能
(a) 32Mビット/秒の光ファイバ伝送路をループ部に採用し

表2 構内ネットワークの問題点とH-8644ループネットワークによる解決 従来の構内通信で発生していた問題を、本システムでどのように解決したかを示す。

問 題 点	H-8644ループネットワークによる解決
○ホストへの端末接続増大 →ホストコンピュータ側通信機器量増大	回線集約機能 ・DDXパケット(X.25) ・マルチドロップ ・多重CTCA機能
○伝送速度の制限 →最大48kビット/秒	ループ内伝送速度:32Mビット/秒 外部インタフェース速度:最大1Mビット/秒
○機器間距離の制限 →I/Oケーブル長 最大120m	ループ総延長:最大100km ノード間距離:最大2km
○回線増設、変更の煩しさ →特に回線容量オーバー時問題	ノード-機器間接続だけ増設、変更 ノードの増設はループ稼動中に可
○回線敷設経路の制限 →共同溝での電磁誘導障害	伝送路の光ファイバ化

- た(2.1)。
- (b) 1箇のトークンで複数のフレームを送信し、ループが長い場合にも高いループ使用効率を維持する(3.3)。
- (3) 高い信頼性
 - (a) 主要部の二重化によりシステムダウンを防ぐ(3.5)。
 - (b) 障害発生に対し自動的な検出、位置指摘、修復を行なう(3.5)。
- (4) 充実した運用機能
 - (a) 従来形端末も収容し、新システムへの共存移行を容易にする(2.2)。
 - (b) 回線集約により、主に計算機の通信機能部の物量低減を行なう(3.2)。
 - (c) LSN制御による独立形のネットワークであり、接続する計算機、OS(オペレーティングシステム)、端末の種類を問わない(2.1, 3.6)。
 - (d) ループ稼動中にFSN、端末の増・移設ができる(3.6)。
 - (e) ループ状況をLSNのコンソールから常時把握できる(3.6)。
 - (f) 端末間の接続定義は、LSNのコンソールから簡易に行なえる(3.6)。
 - (g) ループ伝送路は強電界、多雷地帯にも布設できる(3.4)。

3.2 回線集約機能

端末が増設されると、その都度それに対応して計算機側に

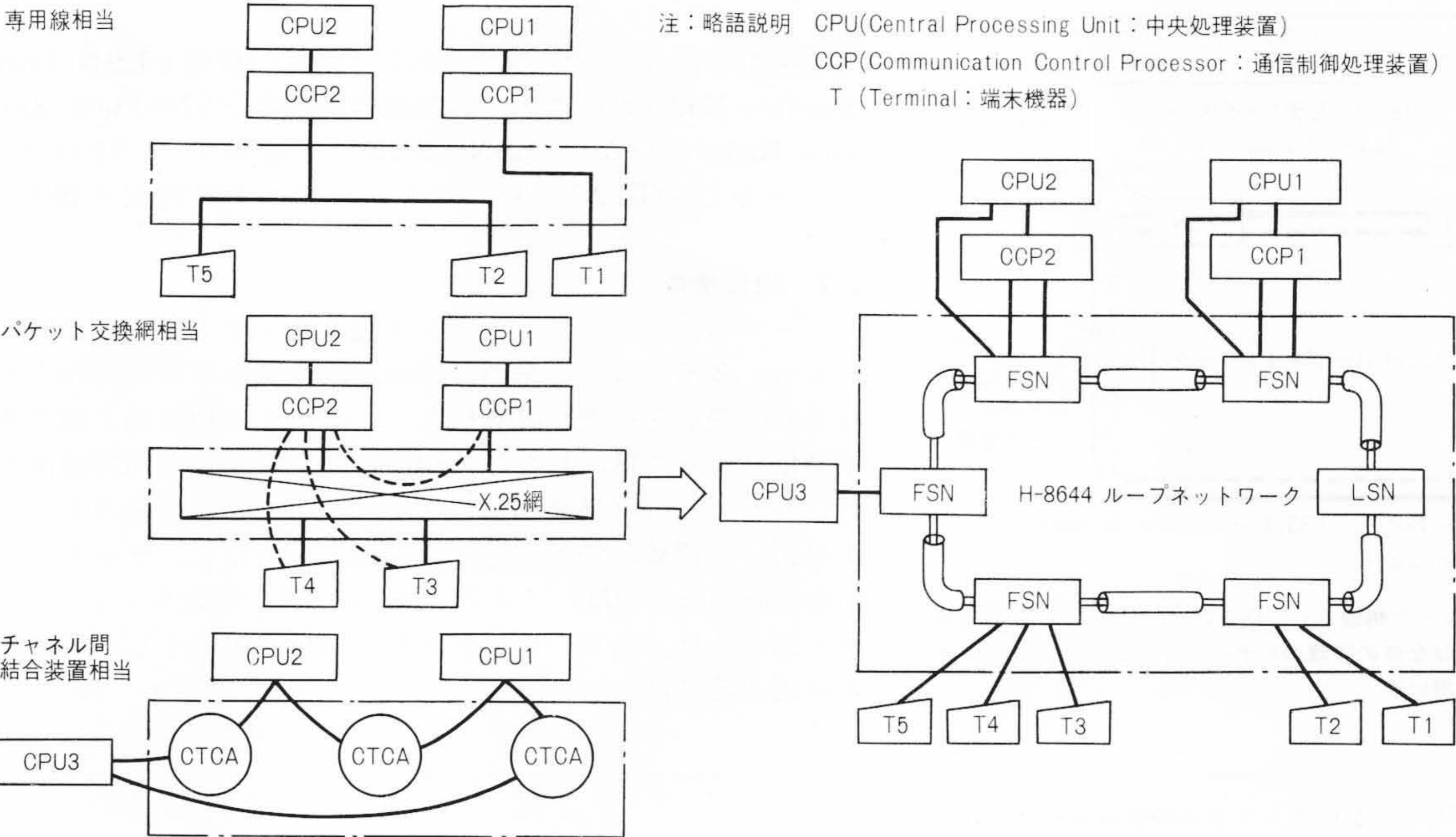


図3 H-8644ループネットワークによる構内ネットワークの統合 一つのループを導入することによって、従来端末のための専用線相当の機能、新しいパケット交換の機能と、n:nのチャネル間通信の機能を共存して使用できる。

も回線対応部の増設が必要であり、コスト、管理の面から問題がある。この集中した回線群を1本の回線に置き換えるのが回線集約機能であり、図4に3種の例を示す。

3.3 ループプロトコル

ループ上はトークンにより図5に示す形式のフレームをループで伝送する²⁾。フレームが送信元、受信先のアドレスをもつことによって、1本の回線で複数相手と同時に通信する回線集約を行なう。SN(シーケンス番号)はフレームの送信順を示し、ループ内でのフレーム抜け監視に用いる。LA(ループアンサ)は受信側が受信状況をすぐに応答するもので、ループ内の送達確認をループ1周時間で行ない、スループットの向上を図っている³⁾。

フレームは図6に示すように、1個のトークンで複数送出できる。1トークンに1フレームしか送信せず、トークンは送出したフレームが戻ってきたときに発行する従来の方式に比べ、図7に示すようにループ長が長くなっても高いループ使用効率を維持できる。

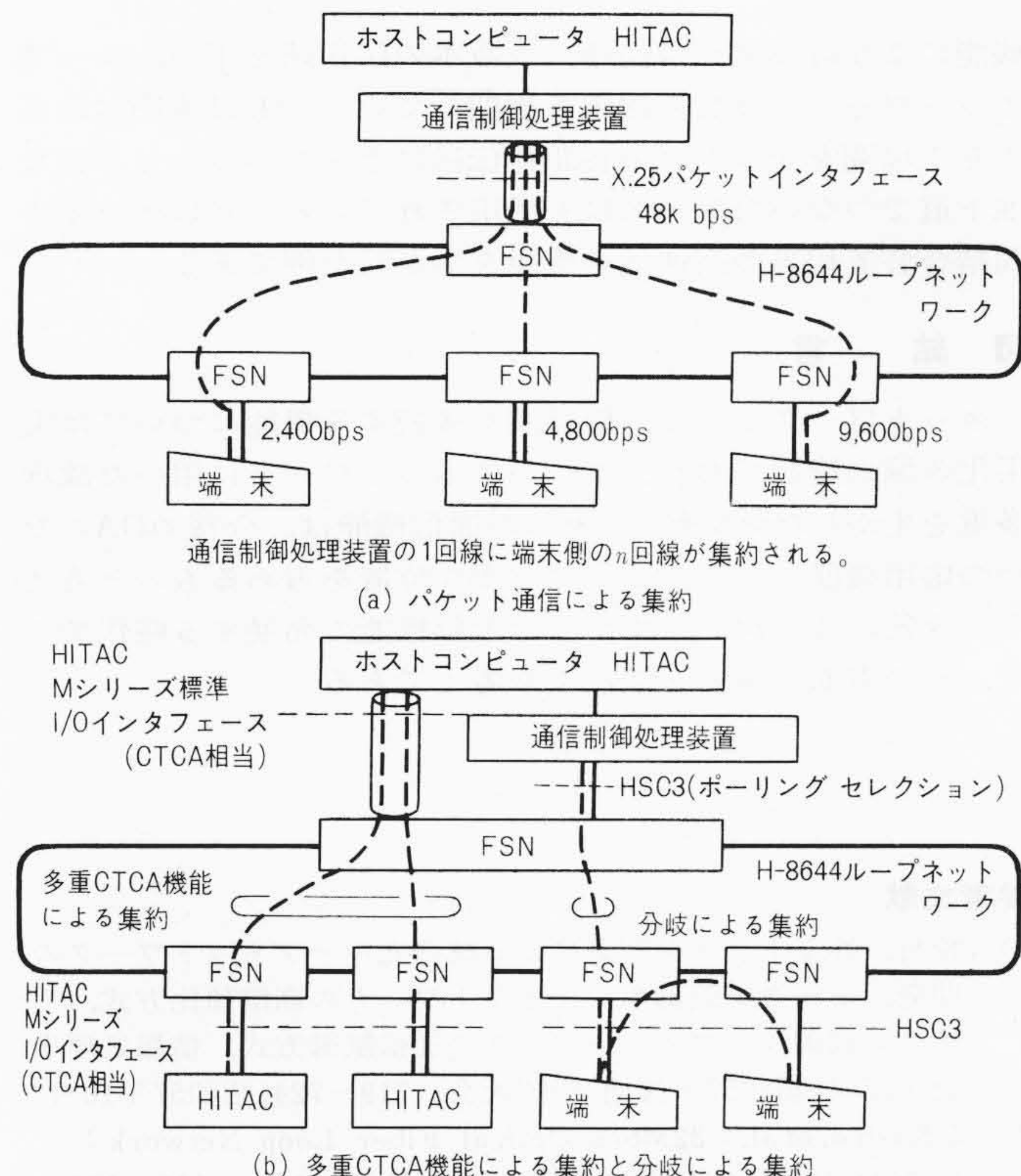
図6のS(特殊フレーム)は誤って複数発生した余分なトークンを消去するために用いる⁴⁾。LSNはトークンを中継するときSをその前に送信する。

フレームは送出したところで消去する。

3.4 光伝送

光伝送部分は変復調、3R(Reshaping, Retiming, Regenerating)機能を一体化した送受信モジュールとし、信頼性を向上させ、取扱いを容易にしている。

光ファイバは高速、長距離の伝送が可能であり、電磁的なノイズを受けない特徴をもつ。



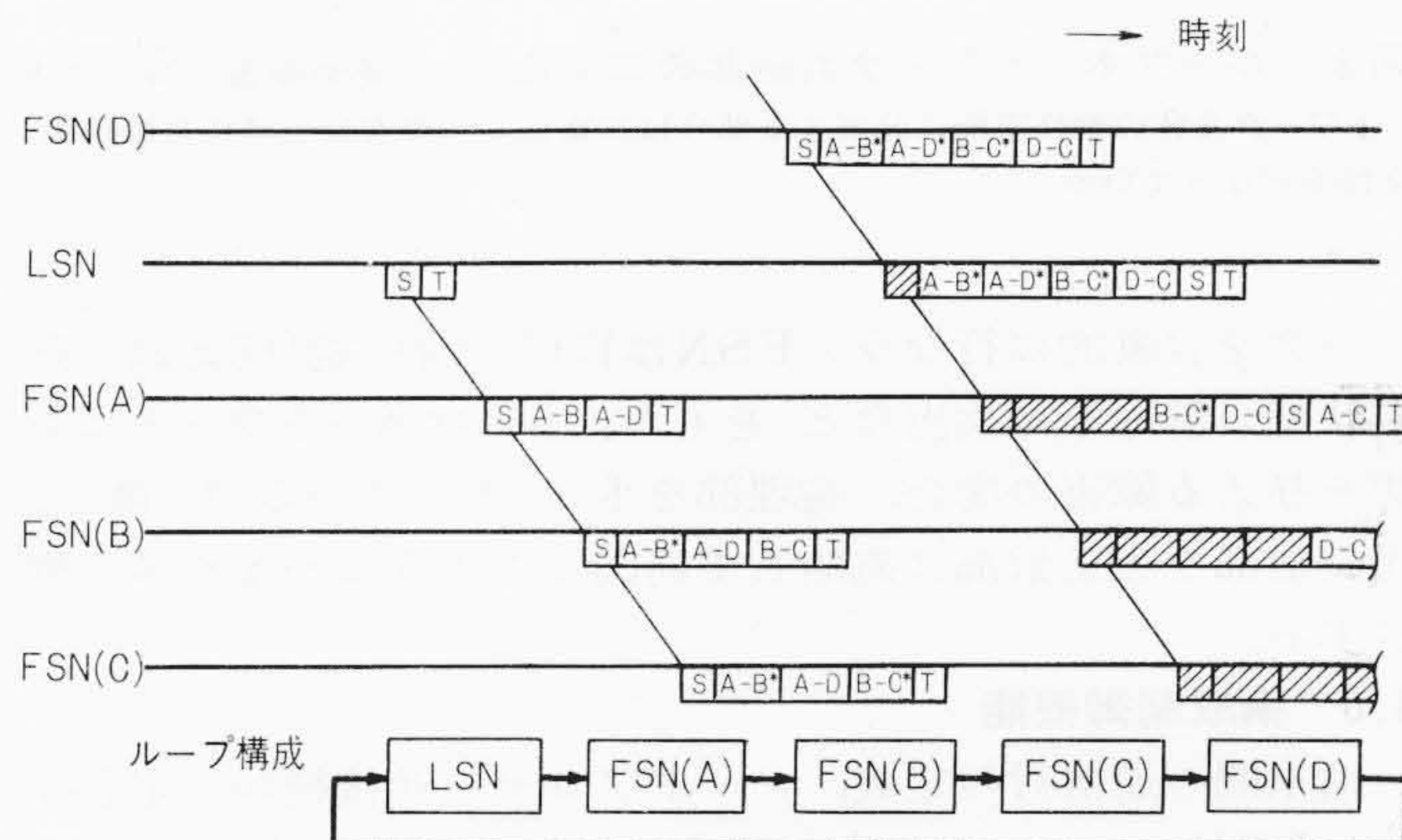
注: 略語説明 PT(Packet Terminal)
CTCA(Channel to Channel Adapter)

図4 回線集約機能 計算機、端末は1本の回線で接続されるが、この1本の回線上には多数相手と同時通話が行なえる論理多重方式を活用する。これにより、従来、接続相手がn台あるときn本の回線を必要としたが、大幅にこの本数を低減できる。特に計算機側に効果がある。

F	AD	SN	Data	FCS	LA	F
---	----	----	------	-----	----	---

注: 略語説明 F(フラグ)
AD(アドレス(送信元, 受信先))
SN(シーケンス番号)
FCS(フレームチェックシーケンス)
LA(ループアンサ)

図5 フレーム形式 光ファイバ伝送路上のフレーム形式を示す。フレームにはあて先と、あて先ごとに付けたフレームのSN(通し番号)がある。受信側のFSNはフレームの終わりにLA(受信結果)を入れて返す。



T: トークン, S: 特殊フレーム, X-Y: FSN(X)からFSN(Y)へのフレーム
Y*: FSN(Y)がフレームにLA(ループアンサ)をセットしたことを示す。
斜線: 消去されたフレーム

図6 フレーム送信方式 トークンは常時ループを周回している。送信データが発生したFSNはトークンを受信するとフレームを送信し、その直後にトークンを送信する。1回のトークンでフレームを複数個送信してよい。LSNはトークンの二重発生防止のため、S(特殊フレーム)をトークンの前に送信する。

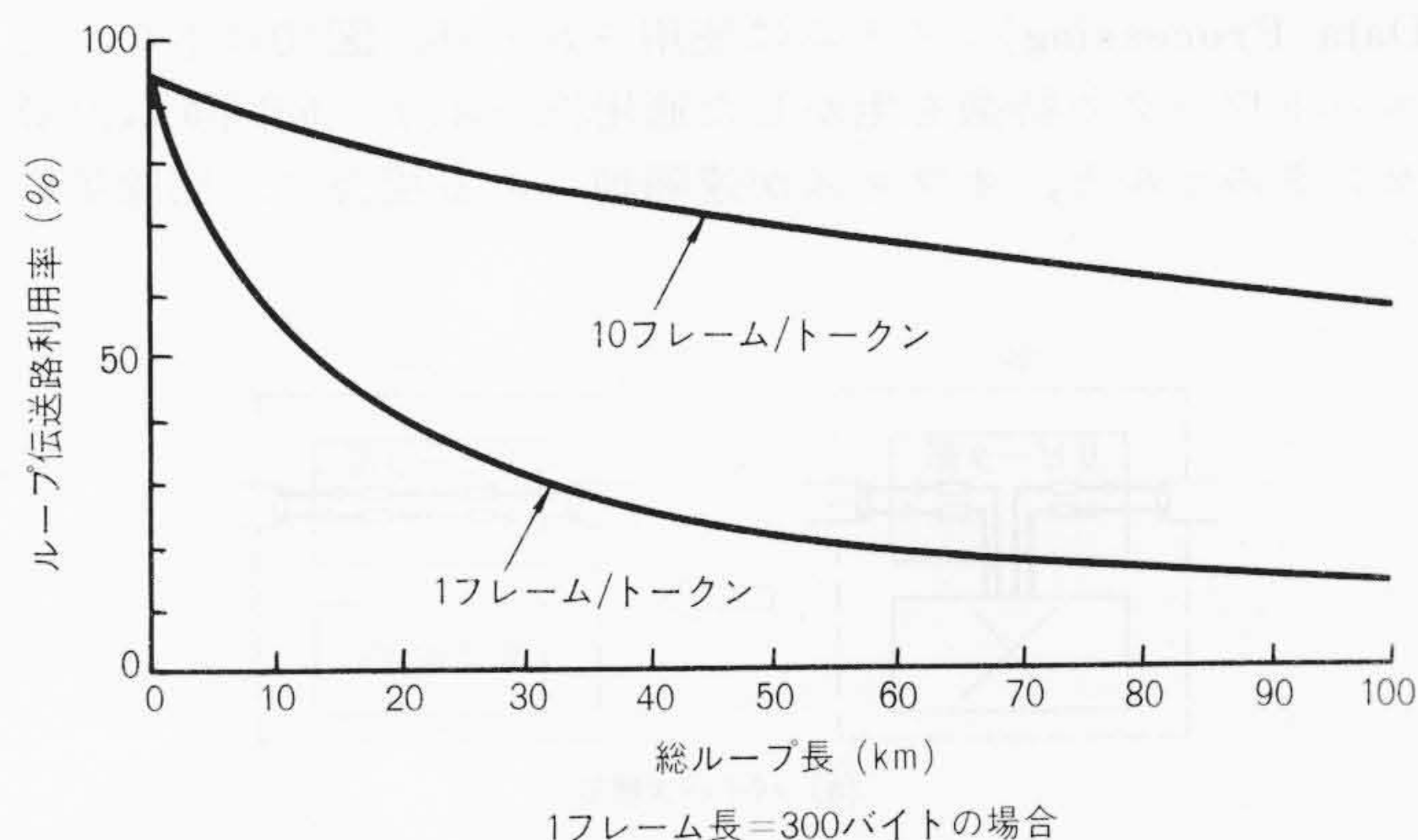


図7 フレーム送出方式の違いによるループ伝送路利用率の差 本ループネットワークは図6に示すように、1個のトークンで複数個のフレームを連続して送出できる。制御を簡易化するため、1個のトークンでは1個のフレームだけ送出し、送出したフレームが戻ってきたときトークンを送信する方法がある。図の10フレーム/トークンは、本ループネットワークの場合であり、簡易方式(1フレーム/トークン)に比べて長ループの場合でも利用率が高く、高性能を保てること分かる。

3.5 障害処理機能

(1) ループネットワーク共通部の二重化

一部の障害がループネットワーク全体の障害に発展する部分は二重化し、システムダウンにならぬように配慮している。その一部を図8に示す。

(2) 障害時の回復

LSNはクロック、トークンの周回の監視を行ない、伝送路の障害については図9(b), (c)のようにループ交替、ループ

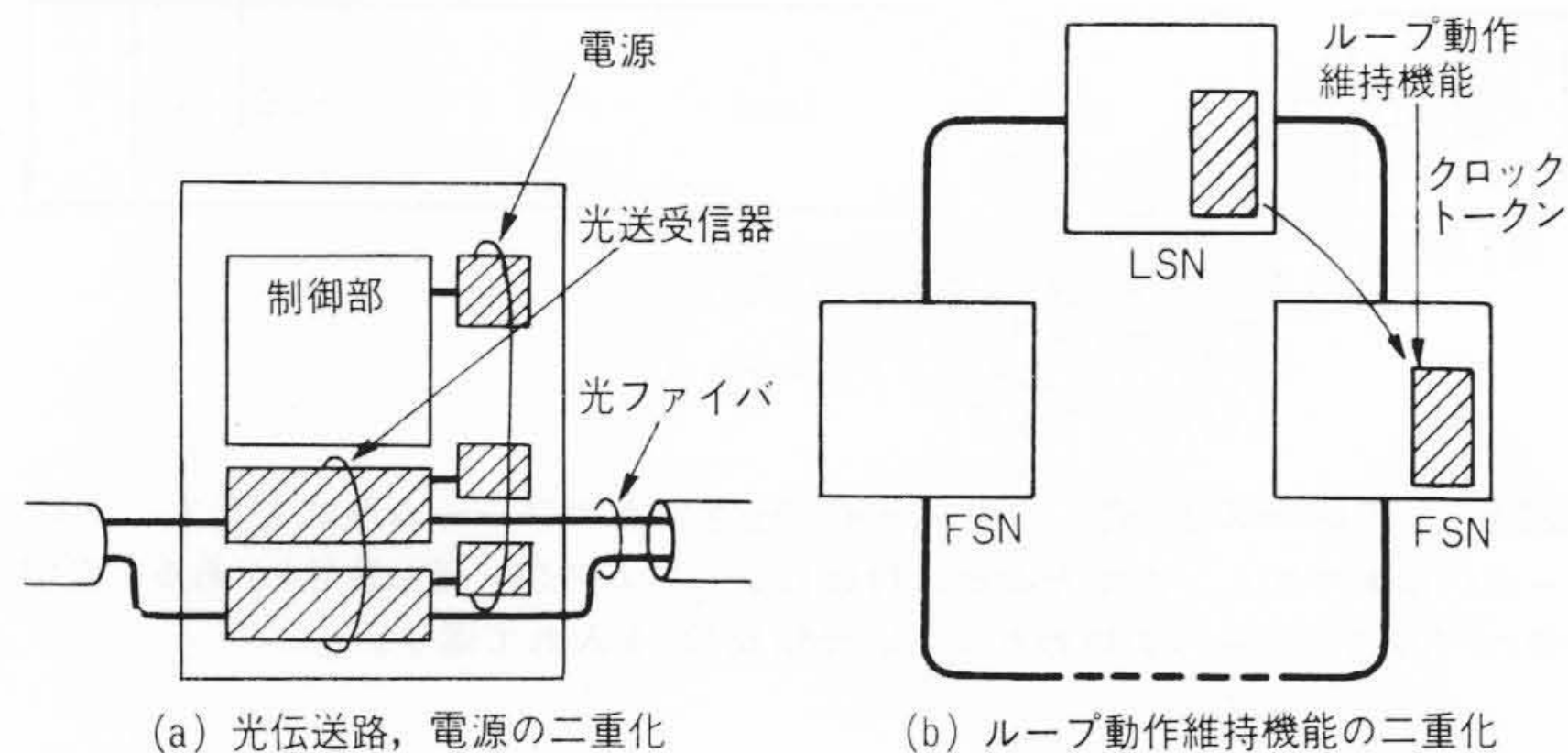


図8 ループネットワーク共通部の二重化 一部の障害がループネットワーク全体の動作不能に発展する部分は二重化し、障害発生時に自動検出、交替を行なっている。

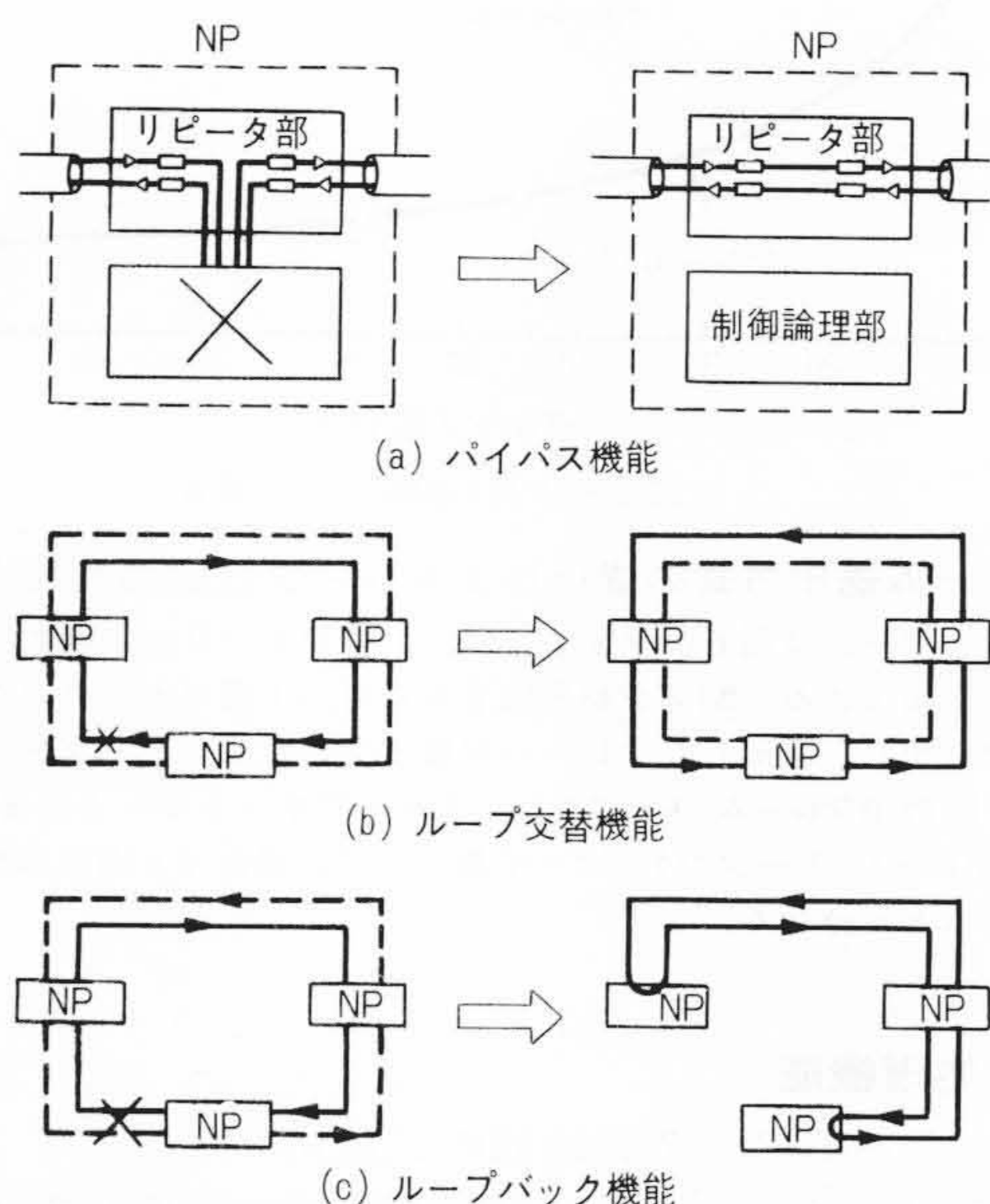
バックを自動的に行なう。FSNは自己診断機能(例えば、送信状態の解除不可検出など)をもち、ループネットワークに影響を与える障害の場合、論理部をネットワークから切り離し、光受信部を光送信部に直結して同図(a)のようにバイパス状態にする。

3.6 構成制御機能

端末間の通信対の定義、ノードプロセッサ接続順の定義などはLSNのコンソールから指定し、ハードウェアのスイッチセットなど誤操作を招く動作を不要としている。保守、増設、移設のためLSNコンソールから現用、予備ループの切替え、任意ノードプロセッサ間でのループバック、任意FSNのバイパス、バイパス解除などの指示ができる。ループの状況はコンソールから随時把握することができる。

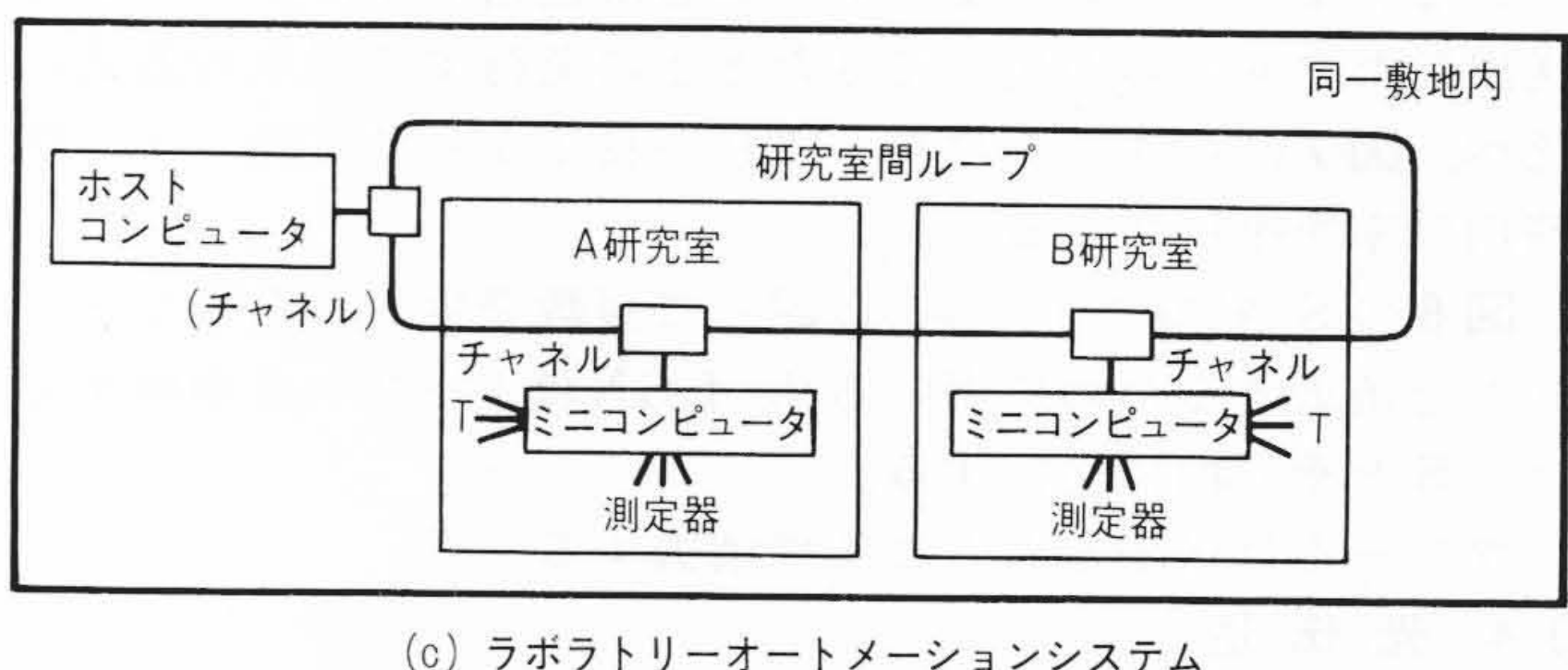
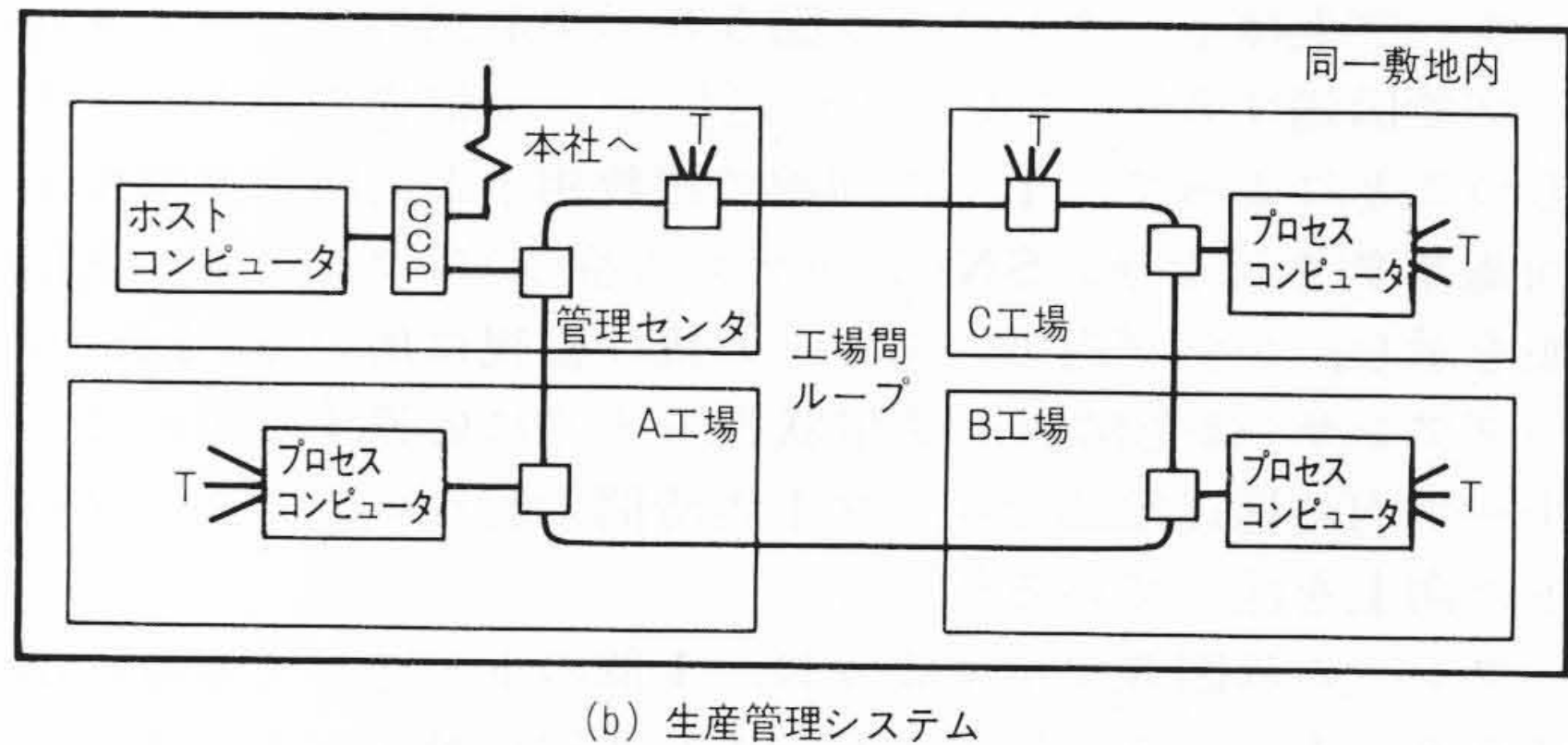
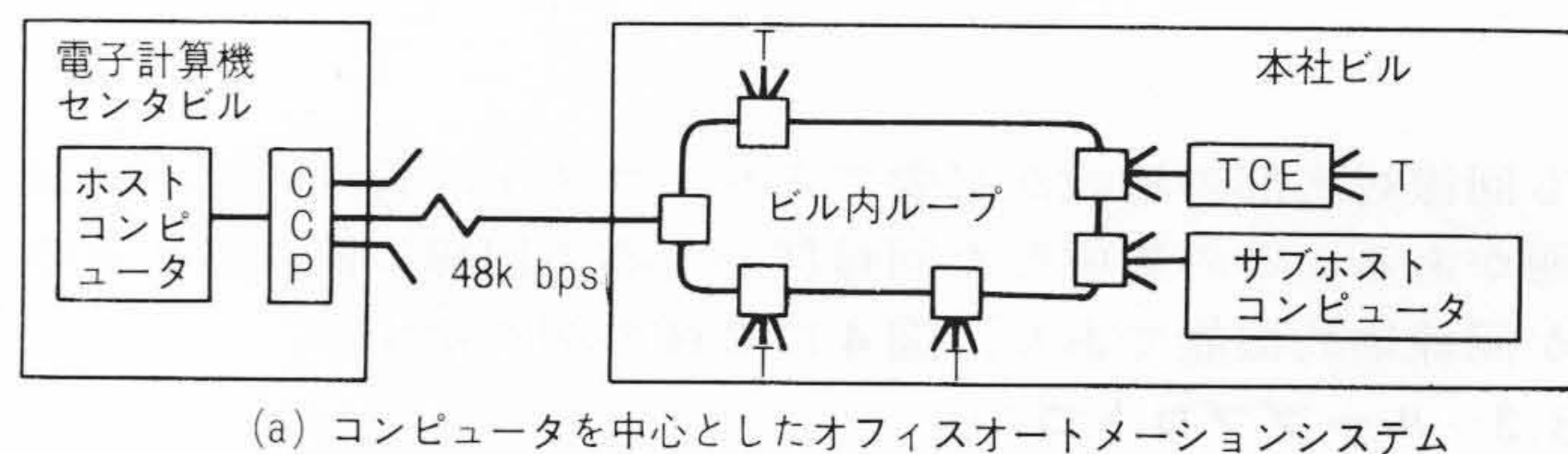
4 ループネットワーク適用例

ビル内OA(オフィスオートメーション)やEDP(Electronic Data Processing)システムに使用される外、図10に本ループネットワークの特徴を生かした適用例を示す。同図(a)は計算センタのビルと、オフィスが遠隔地にある場合で、回線集約



注：略語説明 NP(Node Processor (LSN, FSNの総称))

図9 障害時の回復機能 ノードプロセッサ内の自己障害監視で障害を検出した場合は、光信号のリピータ部を直結し自らをループから切り離す[図(a)]。光伝送路又は光信号のリピータ部の障害の場合には、予備ループを用いたループ交替[現用だけ障害時、図の(b)]、ループバック[両系の障害時、図の(c)]などの処置を自動的に行なう。



注：略語説明 TCE(Terminal Control Equipment)

図10 ループネットワークの適用例 (a)は回線集約機能によって端末回線数>ループ~計算センタ間回線とし、経費の低減を図ったもので、(b)は光伝送路の長距離・低伝送誤りの特性によって工場間をつないだ例を、(c)は計算機チャンネル間直接通信による高速伝送を生かした例を示す。

機能により計算機へは高速、少数本の伝送路を用い、ループネットワークで多数の端末へ展開している。(b)は構内に散在する工場間を光ループの長距離伝送によっている。ビル間を地下道でつないだケースにも活用されている。(c)はチャンネル間結合装置相当の高速伝送機能を生かした例である。

5 結 言

ネットワークとして、機器間を接続する機能については実用化の域に達しており、本ループネットワークに用いた論理多重を生かしたマルチアクセスの通信機能は、今後のOAのための応用機能のベースとして重要な位置を占めるものと考えられる。今後はこの機能を生かした上位機能の発展する時代であり、その方面へ努力を傾注する考えである。

参考文献

- 1) 松村, 外: トークン制御による統合光ループネットワークの開発, トークン制御ループネットワークの高信頼化方式, トークン制御ループネットワークの通信制御方式, 情報処理学会第25回(昭和57年後期)全国大会, 719~724(昭和57年10月)
- 2) J.Kashio, et al.: 32Mb/s Optical Fiber Loop Network: H-8644, HITACHI REVIEW, Vol. 31, No. 3, pp. 125~130
- 3) J. Kashio, et al.: High Speed Optical Fiber Ring Network and Free-Space Optical Communication System, South East Asia Regional Computer Conference, 1982. 10
- 4) K. Yagyu, et al.: High Throughput Optical Fiber Loop Network with Effective Detection Mechanism of Lost or Duplicated Token, 6th ICC, 1982. 9