

広帯域加入者系伝送システム

Broadband Subscriber Loop Systems

次世代の通信インフラストラクチャとして、広帯域ISDN(Broadband Integrated Services Digital Network)の研究開発が精力的に進められている。1990年末にはCCITT(国際電信電話諮問委員会)標準化勧告の基本部分が決定され、1995年ごろの実用化を目指して技術開発が加速されようとしている。

広帯域加入者系伝送システムはATM(Asynchronous Transfer Mode)交換システムとともに広帯域ISDNを構成する重要なサブシステムであり、日立製作所でも積極的に開発を進めている。

CCITT勧告に整合する伝送および多重化用チップセット、2種類の加入者線終端装置、各種端末アダプタなどを開発し、広帯域ISDNモデルシステムを構築した。

高瀬 晶彦* *Akihiko Takase*
柳 純一郎** *Jun'ichirō Yanagi*
宮 守良夫*** *Yoshio Miyamori*
太田 紘一*** *Kōichi Ōta*

1 緒 言

マイクロプロセッサ、メモリなどのLSI技術の驚異的發展に伴い、情報処理システムの担う役割は大きく変化している。従来、省力化を目的としてコンピュータを利用することが一般的であったのに対して、今後は大量に発生する情報の有効利用、あるいは一次情報の加工による新たな情報の生成などに情報処理システムを活用することになる。そこでは、ネットワークシステムが重要な役割を担うことになる。実際、ビル、事業所内に数メガビット/s以上のLANが設置され、ワークステーションにはLANインタフェースが標準的に装備されるようになってきている。さらに、医療、出版関連では高精細画像のような大容量情報を瞬時に転送し、解析・加工するようなニーズも顕在化しつつある。このように構内網の範囲では、コンピュータとネットワークの複合システムは一般的かつ高度化しつつある。

これに対して、広域のネットワークシステムは、従来の電話を基本とするネットワークからISDN(Integrated Services Digital Network: サービス総合ディジタル網)に移行しようとしている段階である。その最大伝送速度は1.5 Mビット/s程度であるため、急速に進展する構内ネットワークとの間に処理能力的なギャップを生じつつある。今後、画像などの大容量情報転送のニーズが広域化した場合には対応できなくなることが予想される。広帯域ISDN(Broadband ISDN)はこのような状況を改善するものとして、さらに将来的には現在の電話網に代わる通信インフラストラクチャとして、精力的に技

術開発が進められている。広帯域加入者系伝送システムはATM(Asynchronous Transfer Mode)交換システムとともに、広帯域ISDNを構築するための主要サブシステムであり、また既存のネットワークシステムから広帯域ISDNに円滑に移行するための鍵(かぎ)となるシステムである。

本稿では、まず広帯域ISDNを中心として広域を対象とする高速・広帯域ネットワークの標準化および実用化動向について簡単に述べ、次に広帯域加入者系伝送システムの構成と役割について触れる。最後に日立製作所での研究開発の現状について述べる。

2 加入者系ネットワークシステムの動向

高速情報転送への高まるニーズを背景に広帯域ISDNの標準化作業は急速に進展し、CCITT(国際電信電話諮問委員会)は1990年末に基本勧告を決定した¹⁾。基本勧告ではATM技術を基本とするユーザ・網インタフェースの主要部分が標準化され、初期サービスが可能なレベルに到達した。

一方、米国のIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers: 米国電気電子学会)も、LANの広域化としてMAN(Metropolitan Area Network: IEEE802.6)を標準化した²⁾。現在、伝送路速度として45 Mビット/sまでを標準化しており、CCITT勧告を受けて広帯域ISDNインタフェース速度である156 Mビット/sもまもなく標準化される予定である。

CCITT標準に基づき、各国の通信業者は1995年ごろの商用

* 日立製作所 中央研究所 理学博士 ** 日立製作所 中央研究所 *** 日立製作所 戸塚工場

化を目指して広帯域ISDN実用システムの開発を開始している。初期サービスとしては高速専用線サービス、LAN間接続などのデータ通信サービス、テレビ会議などが考えられており、将来はマルチメディア通信サービスが提供されるようになるであろう。また、米国ではIEEE802.6標準をベースとして、SMDS (Switched Multi-Megabit Data Service) と呼ぶ高速データ交換サービス³⁾を1991年中に商用化する予定であり、これを広帯域ISDN実現に向けての一ステップとして位置づけている。いずれにせよ高速・広帯域ネットワークは、当初はLANの使い勝手を広域で実現するというような、ビジネス向けの高速度データ通信サービスとして導入されるであろう。

3 加入者系伝送システム構成

通信サービスの利用者にとって、加入者系伝送システムは端末と交換機を接続する1本の線に過ぎない。しかし、通信サービスを経済的に提供するために、加入者系伝送システムの構成は図1に示すような複雑な構成をとっている^{4), 5)}。これは主に以下の三つの理由によるものである。

- (1) 伝送コストの低減
- (2) 信頼性の確保

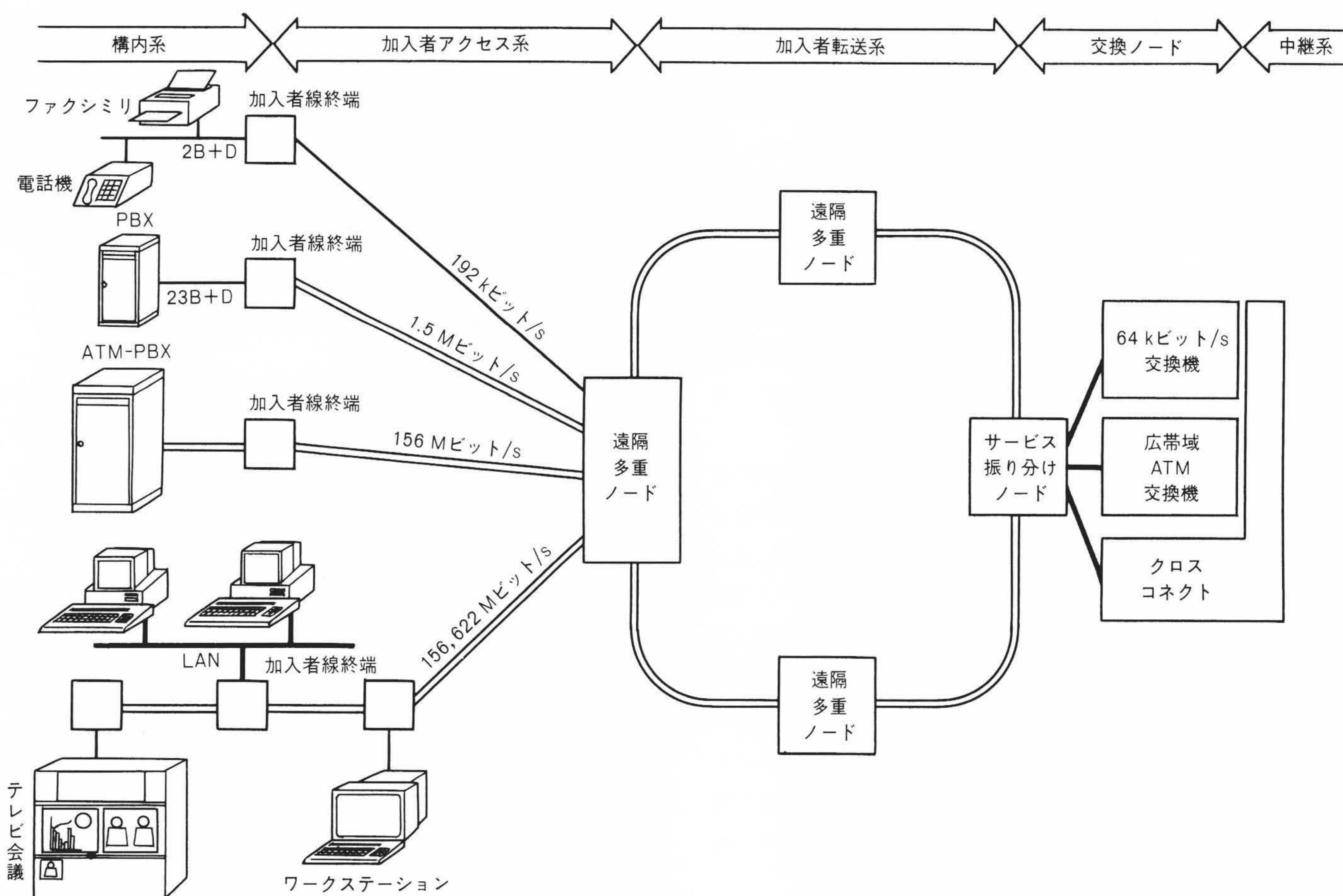
- (3) 多種多様な端末の収容

3.1 加入者系伝送コストの低減

加入者系では加入者対応に線路を布設する必要がある。しかし、一般に線路布設コストは加入者系システムコストの中で最も大きな割合を占めるものであり、交換局からすべての加入者に対して直接伝送線路を設置することは経済的ではない。このため、加入者と交換局の間に遠隔多重ノードを置き、遠隔多重ノードと交換局間の伝送路(加入者転送系)を複数の加入者で共用する。広帯域ISDNで適用されるATM伝送では、伝送路をATMのセル単位で分割して共用化することが可能であり、伝送コストのいっそうの低減が期待できる。

3.2 信頼性の確保

複数の加入者からの信号を多重化して転送する場合、障害が生じた場合の影響は広範囲に及ぶ。特に、大容量の情報を処理するコンピュータネットワーク複合システムではその影響は大きい。これに対処するため伝送路の二重化を行い、障害時には予備伝送路への切り換えが行われる。先の図1は加入者転送系の二重化を行う一例であり、ループ状の伝送路によって遠隔多重ノードと交換ノードとの間が二重化されている。障害時には障害に隣接する遠隔多重ノードでループバック



注：略語説明 ATM (Asynchronous Transfer Mode), PBX (Private Branch Exchange)

図1 高速・広帯域加入者系ネットワークシステム 多種多様な端末が、加入者系ネットワークシステムによって広域網に収容される。

クを行い、サービスノードへの通信路を確保する。

3.3 多種多様な端末の収容

従来の電話網は電話機という単一の端末で統一されていた。しかし、データ端末やファクシミリなど電話網に収容される端末の種類は増加している。さらに、構内網として何種類ものLANが導入されている。将来は端末はますます多種多様になっていくであろう。一方、公衆ネットワーク側もISDN、さらには広帯域ISDNというように変革されていく。このように多様化していくネットワークを、従来の電話のように単一のプロトコルで統一することはもはや不可能であろう。構内網にはその用途に適した形態があり、公衆網、特に中継系システムには大容量・遠距離通信という目的に合致する形態がある。今後の広帯域加入者系伝送システムは、この両者を整合させる役割、網間接続機能が重要となるであろう。網間接続機能によって端末・構内網と公衆網は独立な技術的發展が可能となる。

4 開発技術

日立製作所では、先の図1に示すような広帯域加入者系伝送システムに対応する技術の開発を進めている⁶⁾。本章では加入者アクセス系に関連して開発した技術について述べる。加入者転送系に関連する高速伝送技術については、本特集中の「デジタル基幹伝送装置」で述べられている。

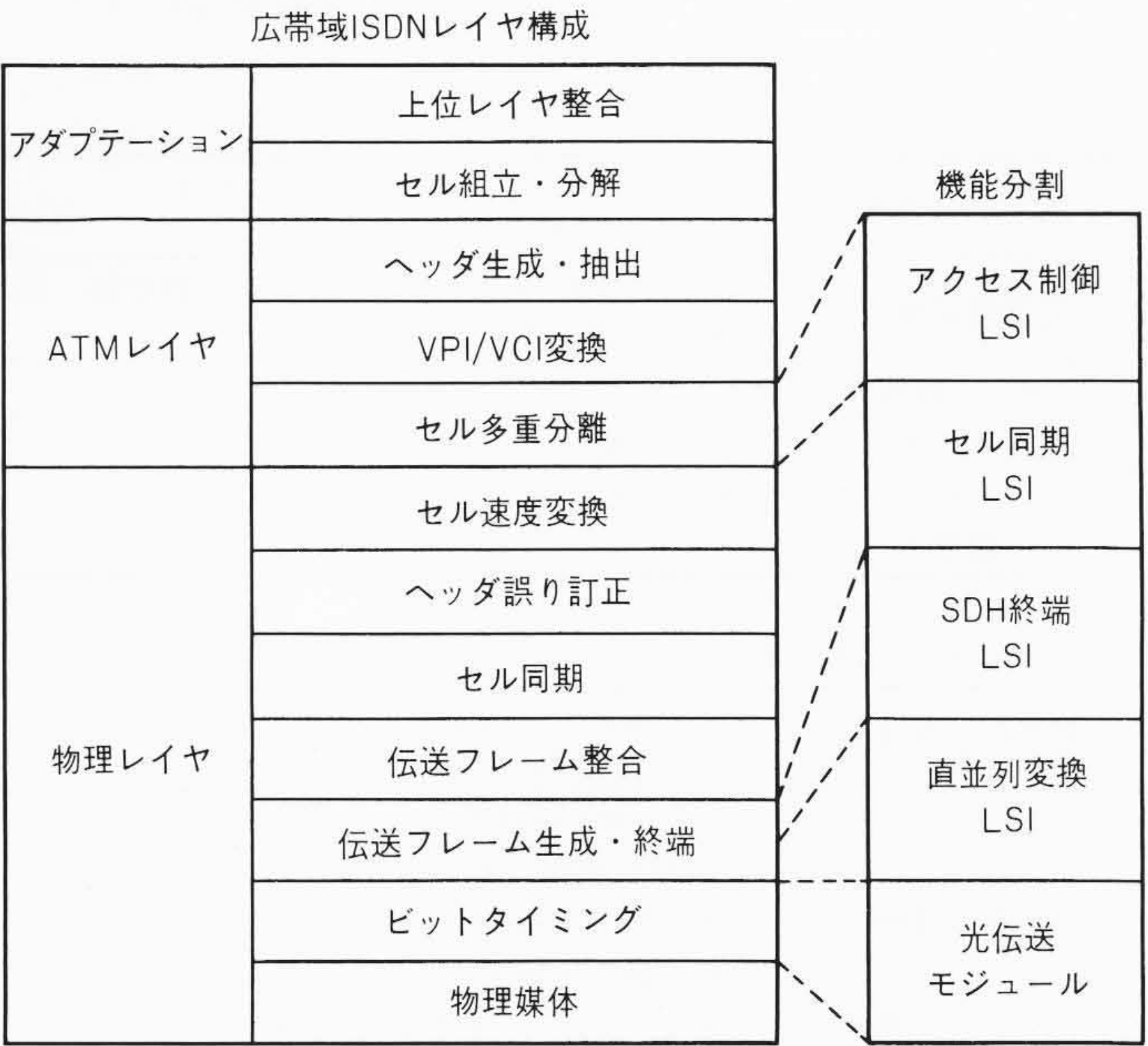
4.1 広帯域ISDN伝送用LSI

加入者線終端、端末装置、遠隔多重ノード、ATM交換機などのインタフェース部に共通的に使用する広帯域ISDN伝送用LSI 4種類を開発した。広帯域ISDNのインタフェース機能は図2に示すように規定されており、これに対応してLSIを分割している。直並列変換LSIはECL (Emitter Coupled Logic) ゲートアレーを用いた高速LSI、そのほかの3 LSIはCMOSゲートアレーを用いた高集積化LSIである。

直並列変換LSIは156 Mビット/sシリアル電気信号をCMOS LSIで処理できるように8ビット並列信号に変換するものである。

4.1.1 SDH終端LSI

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 終端LSIは、SDH 伝送フレームの処理を行うLSIである。SDHは世界統一の高速伝送用フレームとしてCCITTによって1988年に標準化された⁷⁾。この伝送フレームの特長は各種の伝送路監視制御用情報を主信号とともに伝送し、障害情報の転送、予備伝送路への自動切換、サービス提供中の通信品質測定などを可能にした点にある。このような伝送路の監視制御用情報は、図3に示すような伝送フレーム中のオーバーヘッドと呼ばれる部分によって転送する。このような豊富な監視制御機能によって伝送路の信頼性は大幅に改善される。本LSIでは国際標準に規定された機能を1チップLSIとして実現した。主な機能および諸元を



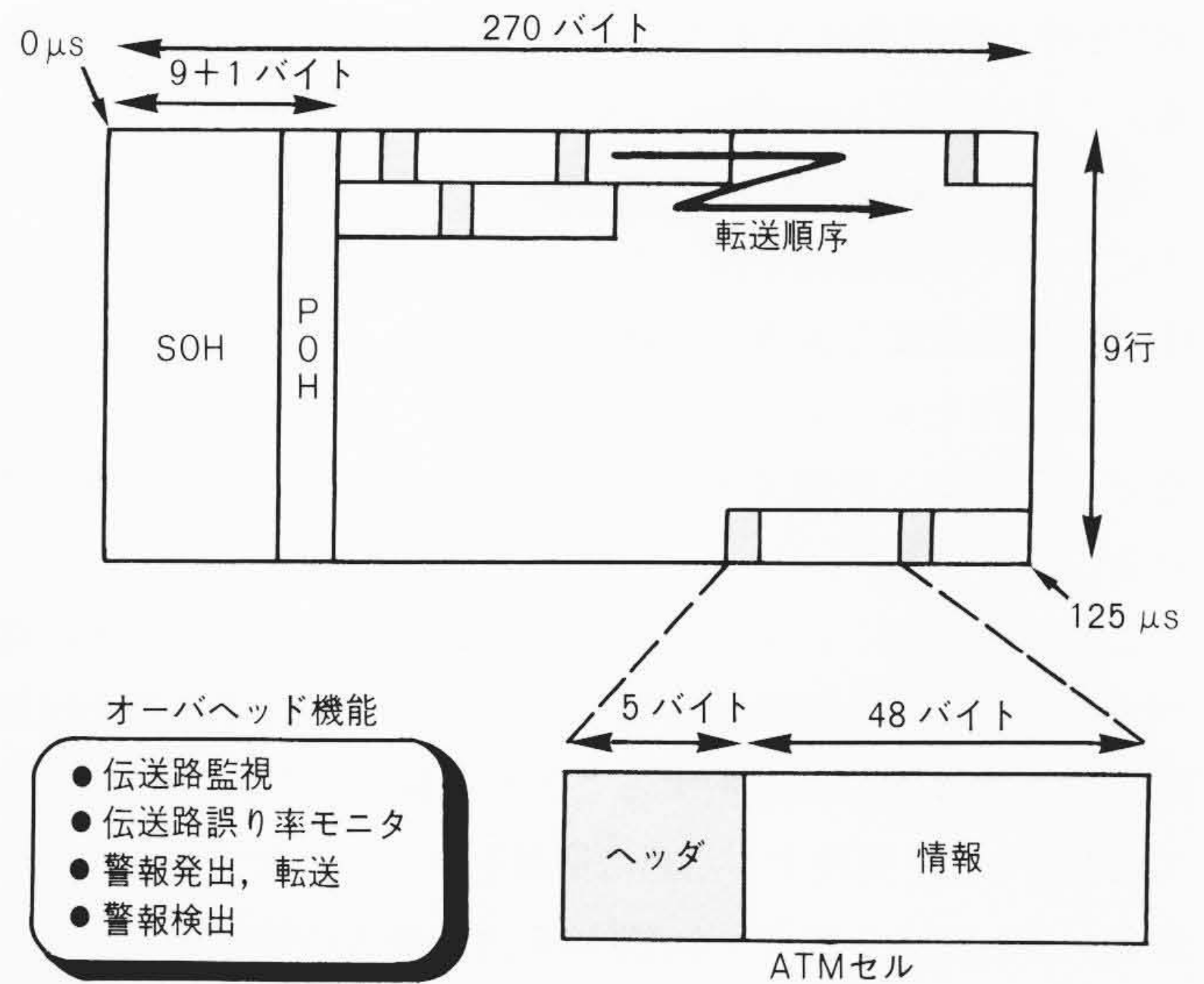
注：略語説明 VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Connection Identifier) SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

図2 広帯域ISDNインタフェース機能と開発LSI 広帯域ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network) インタフェース機能のうち、セル多重分離機能までのLSIを開発した。

表1(a)に示す。

4.1.2 セル同期LSI

ATMセルの転送にかかわる機能を1チップ化したLSIである。セル同期化とは、伝送路から受信したビットストリーム内でATMセルの先頭を識別する機能である。ATMセルの先頭位置は、ATMセル自身の性質から検出する方法(HEC同期)が標準化されている。本LSIはこの機能を並列スキップ方



注：略語説明 SOH (セクションオーバーヘッド), POH (パスオーバーヘッド)

図3 SDH伝送フレームとATMセルの構成 SDH伝送フレームとATMセルの相対位置は常に変動する。

表1 広帯域ISDH伝送用LSIの主要諸元 大規模CMOSゲートアレー
によって3種類のLSIを開発した。

(a) SDH終端LSI主要諸元

適用伝送速度	155.52 Mビット/s, 51.84 Mビット/s (8ビット並列入出力)
監視警報機能	信号断, 同期外れ, 対局故障, 伝送路切換, 誤り発生, 誤り率劣化
ゲート規模	13 kゲート
適用プロセス	1 μm CMOSゲートアレー
パッケージ	256ピンPGA
消費電力	0.89 W

(b) セル同期LSI主要諸元

適用伝送路速度	155.52 Mビット/s以下 (8ビット並列入出力)
セルフォーマット	CCITT 1.361/IEEE802.6
セル同期方式	HEC同期(並列スキップ方式)
セル長変換機能	53オクテット ↔ 53~56オクテット
スループット変換	空セル挿入・除去
バッファ量	受信1 kビット, 送信4 kビット
ゲート規模	12 kゲート + 5 kビットDPRAM
適用プロセス	0.8 μm CMOSゲートアレー
パッケージ	256ピンPGA
消費電力	0.95 W

(c) アクセス制御LSI主要諸元

適用伝送路速度	155.52 Mビット/s以下 (8ビット並列入出力)
アクセスプロトコル	IEEE802.6(DQDB)準拠
セル長	53オクテット
ゲート規模	9.5 kゲート
適用プロセス	1 μm CMOSゲートアレー
パッケージ	256ピンPAG
消費電力	0.85 W

注：略語説明 CCITT(国際電信電話諮問委員会)
HEC(Header Error Control)
DQDB(Distributed Queue Dual Bus)
IEEE(米国電気電子学会)

式⁸⁾と呼ぶ新規開発方式によってLSIとして実現したものである。

本LSIの特徴は、大容量・高速のメモリをLSIに内蔵することによって多機能化を図った点にある。すなわち、

(1) 伝送路速度と装置内処理速度の変換

(2) 装置内セルフォーマットへの変換

などの機能を、内蔵メモリを活用することによって実現している。

これらの機能によって、端末やATM交換機などは従来に比べて自由度の高い設計が可能となる。装置内処理速度を伝送路速度とは無関係に選択することが可能となり、また装置内でATMセルを処理するための情報をセルに付加することができる。本LSIはこのようなATM伝送の最大の特徴を生かすために必須(す)の機能のLSI化を、0.8 μm CMOS技術によって初めて実現した。LSIの主要諸元を表1(b)に、チップを図4に示す。

4.1.3 セル多重用アクセス制御LSI

CCITTではユーザ・網インタフェースとして、共通メディア形のネットワーク構成を標準化している。共通メディア形ネットワークとは先の図1の最下部に示すように複数の加入者線終端を、光ファイバによって数珠つなぎにした構成である。各加入者線終端は、光ファイバ上を転送されるATMセルのうち情報の入っていない空セルを検出し、これに端末からの信号を挿入することによって信号の多重化を行う。これは各加入者線終端機能に分散したアクセス制御機能を用いた統計的多重化である。

現在までCCITT基本勧告では、アクセス制御方式の細部については規定していないため、開発したアクセス制御LSIにはIEEE802.6で標準化されたアクセス制御方式を用いている。LSIの主要諸元を表1(c)に示す。

4.2 加入者線終端装置および広帯域ISDN実験システム

加入者線終端装置として、図5に示す2種類の構成を開発した。同図(a)は端末および構内網に対する複数のインタフェースを持つ集中形の構成を、(b)は単一の端末・構内網インタフェースを持ち、他の加入者線終端装置と接続する分散形の構成である。いずれも同一の機能を持つモジュールを組み合わせ構成しており、この両者は混在させることも可能である。集中形の加入者線終端装置の外観を図6に、加入者インタフェース、アクセスユニット、光インタフェース×2各モジュールの外観を図7に示す。また、集中形の加入者線終端装置は622 Mビット/s多重分離モジュールを搭載することにより、下り方向622 Mビット/s、上り方向156 Mビット/sの加入

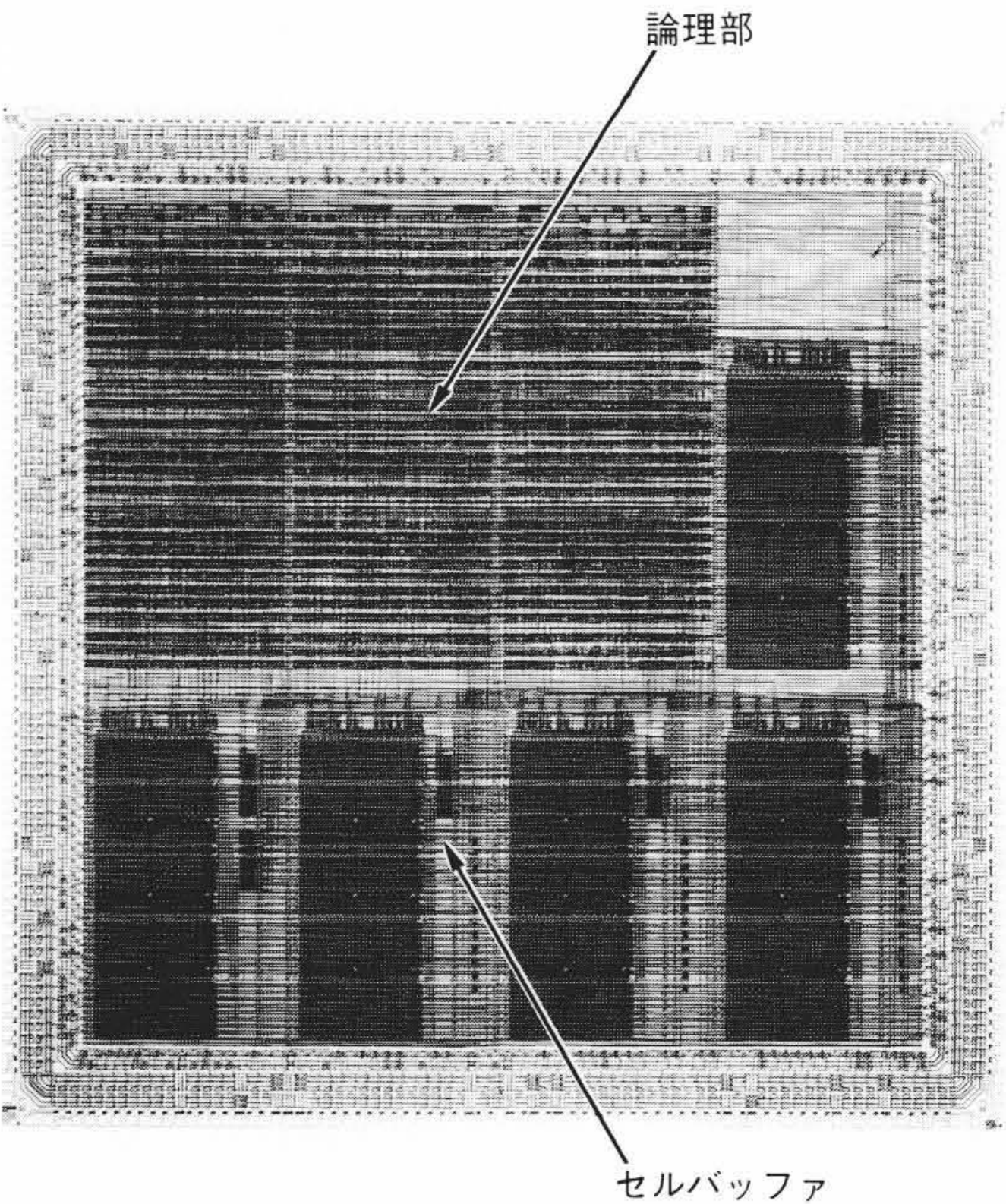


図4 セル同期LSIのチップ写真 多機能・大容量のセルバッファを内蔵し、セル転送機能を1チップに集約した。濃い灰色のブロックがバッファで、各ブロックは1 kビットのデュアルポートRAMである。

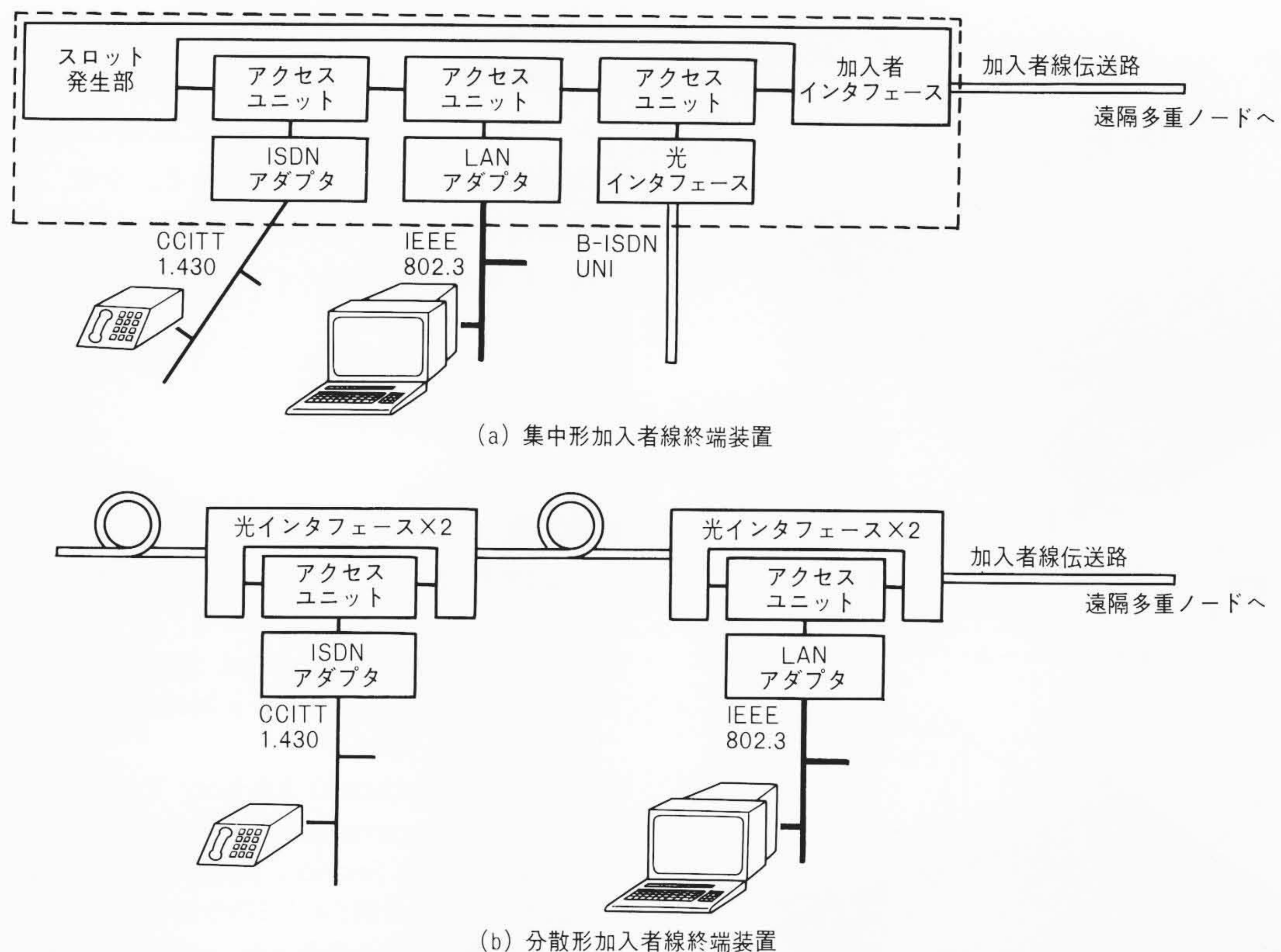


図5 広帯域ISDN加入者線終端装置 モジュール組み合わせで、加入者線終端装置構成を変えることができる。

者線終端装置とすることもできる。

これらの加入者線終端装置ではアクセスユニットモジュールによって加入者線への端末信号の多重化、および加入者線から端末への信号の分離を行っている。この多重化はアクセス制御機能による統計的多重化である。統計的多重化はATM技術の特徴の一つであり、データ通信のように情報がバースト的に発生する用途で伝送路を有効利用することができる。例えば、LANのようなデータ通信では情報の最大速度は大きいものの、発生頻度が小であるため平均速度は小さい。従来の回線的多重化でLANと同等の遅延特性を得ようとする場合には、伝送路は最大速度で確保しなければならない。これに対して、統計的多重化では平均速度で確保すればよく、伝送路の有効利用が可能である。

さらに、開発した加入者線終端装置は広帯域ISDNユーザ・網インタフェースだけでなく、既存の各種端末へのインタフェース変換機能も内蔵している。これは先の図5でISDNアダプタ、LANアダプタと呼ぶモジュールに対応し、それぞれISDN基本インタフェース(2B+D)、IEEE802.3(CSMA/CD)に対するインタフェース変換モジュールである。このほかにも動画像信号をATMセルとして転送する可変レートパケット化動画像コーデックも開発した。

日立製作所では、以上のような加入者線終端装置とATM交換機によって広帯域ISDN実験システムを構築し、動画ワークステーション、HDTV端末、LANなどの各種端末装置・構内

網を接続した。この実験システムによって、広帯域ISDN実用化に向けての技術開発、広帯域通信アプリケーション開発を精力的に進めている。

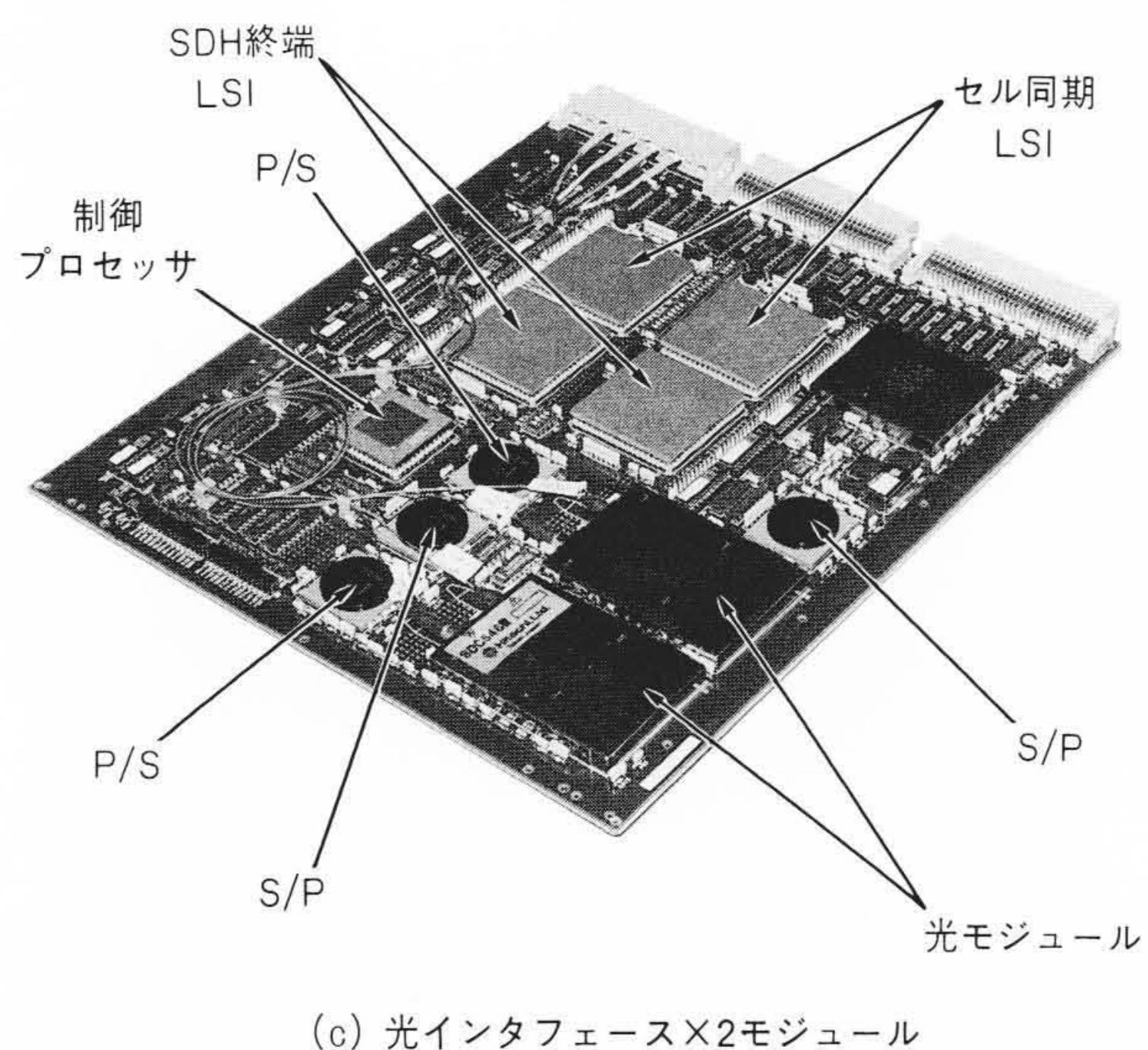
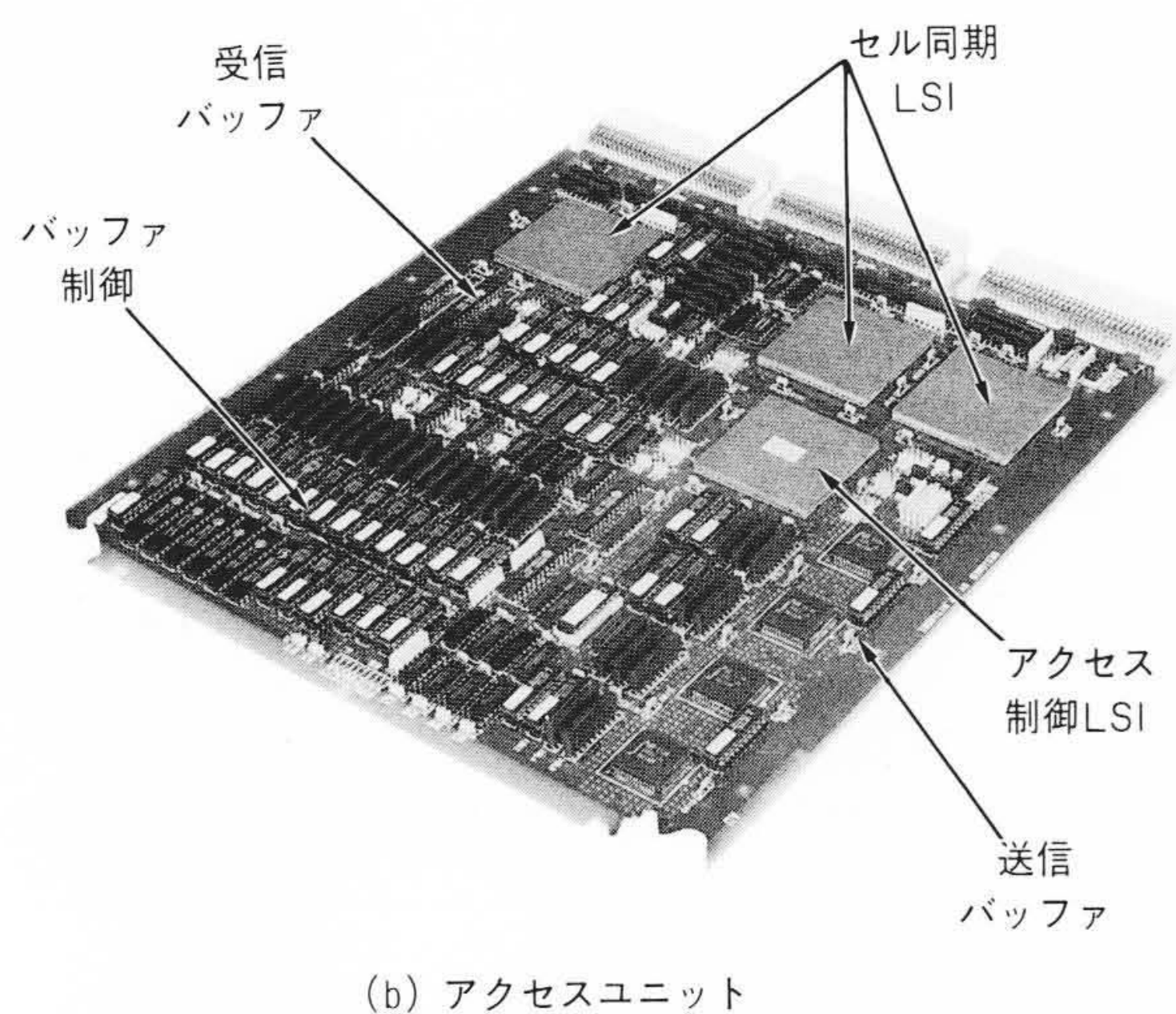
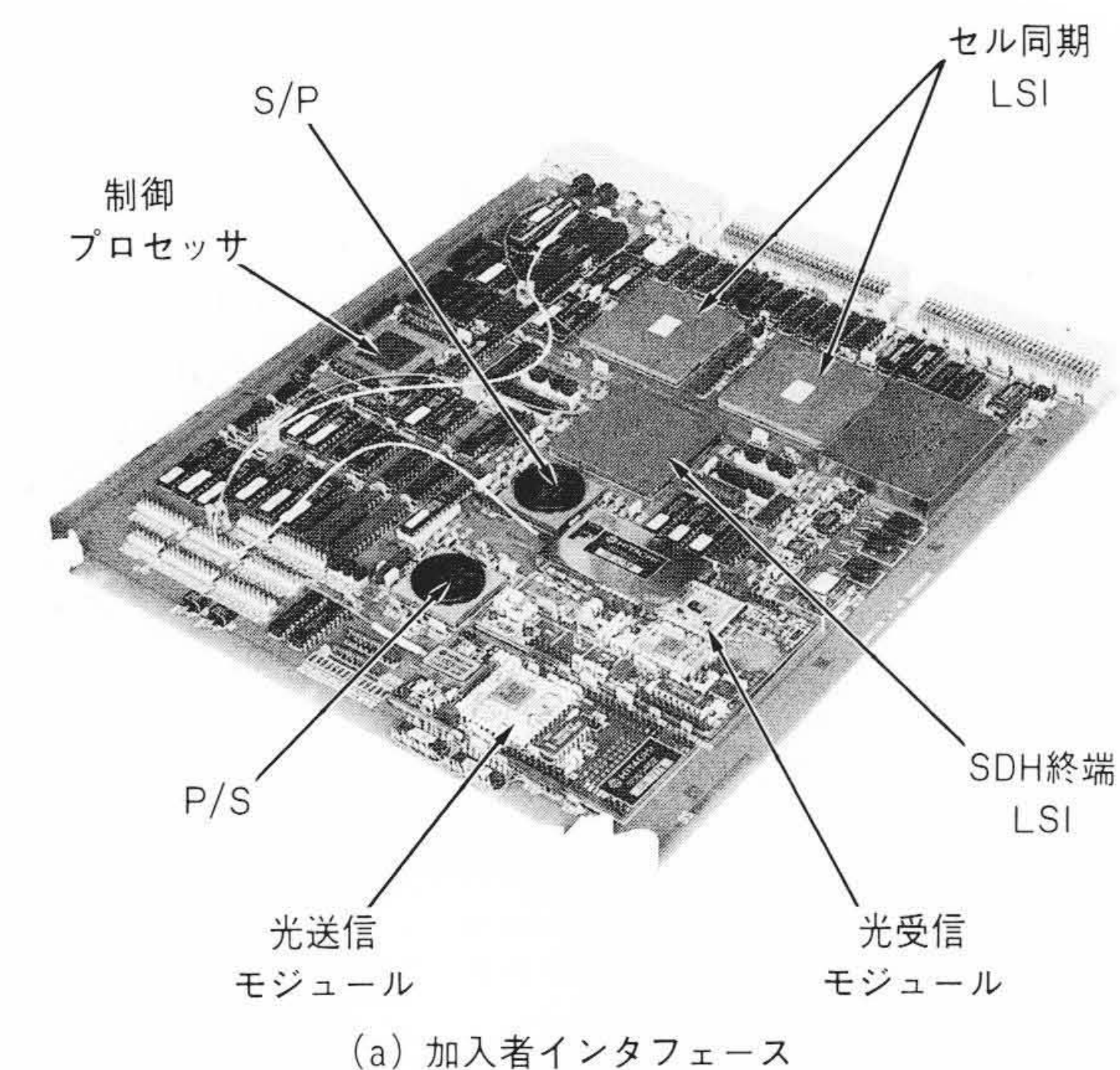
5 結 言

広帯域加入者系伝送システムについて、最近の標準化および実用化動向、日立製作所での開発状況について述べた。



注：略語説明 B-NT(Broadband-Network Termination)

図6 集中形加入者線終端装置の外観 加入者に対して端末の信号を多重化・分離する。図7のモジュールを組み合わせで構成する。



注：略語説明 S/P (Serial to Parallel Converter)
P/S (Parallel to Serial Converter)

図7 加入者インタフェース、アクセスユニットと光インタフェース×2モジュールの外観 加入者線終端装置を構成する各モジュールである。光インタフェース×2のモジュールには、40ccの超小形光送受信モジュールを使用している。

1990年末に広帯域ISDNのCCITT基本勧告が決定され、具体的な技術開発は今後さらに加速されるであろう。特に加入者系システムとして商用サービスを実現するためには、徹底的な小形化、低コスト化が必要である。今後、光デバイス技術、高集積化サブミクロンCMOS LSI技術などによって実用化を目指した技術開発を進めていく考えである。

参考文献

- 1) CCITT: Draft Recommendations I.413, I.432, Dec., 1990
- 2) IEEE 802.6WG: Proposed Standard Distributed Queue Dual Bus Subnetwork of a Metropolitan Area Network, D15, Oct., 1990
- 3) Bellcore: Technical Advisory TA-TSY-000772, Generic System Requirements in Support of Switched Multi-Megabit Data Service, Issue 3, Oct., 1989
- 4) 三木: 光加入者網をめぐる内外情勢と今後の展望, 平成2年電気・情報関連学会連合大会, p.1-1 (1990-8)
- 5) 内山, 外: ATM交換システムの技術開発とその展開, 電子情報通信学会技術研究報告, SSE90-61 (1990-9)
- 6) 高瀬, 外: ATMTクレイヤ終端およびアクセス制御LSIの試作, 電子情報通信学会技術研究報告, IN90-60 (1990-9)
- 7) CCITT: Recommendations G.707, 708, 709
- 8) 柳, 外: HECを用いたセル同期方式の一検討, 1990年電子情報通信学会春季全国大会, B-575 (1990-3)