

木村 修身
O. Kimura

小澤 和義
K. Ozawa

假宿 晃
A. Karijuku

ここ 10 年間で急速に成長してきた CATV (Cable Television) は、現在、通信と放送の融合が起こりつつあるマルチメディア時代を迎えて、従来の放送主体の単方向型から多様な情報通信サービスが可能な双方向型へと発展しつつある。当社は、この双方向 CATV のメインテーマであり、かつインフラであるケーブル通信システムとして、CATV 電話と PC (パソコン) オンラインシステムの二つを取り上げ開発を進めている。

CATV 電話は交換機を使用するコネクション型のシステムで、ツリー状の CATV 網で通常の公衆網の電話サービスを実現する。一方、PC オンラインシステムはコネクションレス型のシステムで、Ethernet^(注1)に代表される LAN と同等の機能を CATV 網上で実現するものである。

この両システムは、次世代型双方向 CATV における通信インフラであり、CATV 加入者の増加と発展につながり、ひいては地域の情報通信基盤にまで発展する可能性を秘めている。

Cable television has shown rapid growth over the past 10 years. Now, in the era of multimedia when the boundary between communications and broadcasting has become blurred, one-way cable TV is developing into the two-way interactive type in which a variety of information and communication services are possible.

Toshiba is developing a cable telephony system and a PC on-line system as cable communication systems embodying the main theme and infrastructure of two-way cable TV. The cable telephony system is a connection type system which is linked to an exchange, and can offer public telephone service via the cable network with a tree topology. The PC on-line system is a connectionless type system, and realizes via cable the same functions as Ethernet as a typical LAN.

This paper provides an outline of the two systems, describing their features, composition, principles, services, and future prospects.

1 まえがき

CATV はここ 10 年間で急速に成長し、今や地域の情報通信基盤としての地位を確保し、今後ますます発展することが期待されている。マルチメディア時代を迎えて、通信と放送の融合が起こりつつあるなかで、今までの放送を主体とした単方向型 CATV は種々の双方向サービスを行う次世代型 CATV へと変貌しつつある。当社は、この双方向 CATV のメインテーマであり、かつインフラとなるケーブル通信システムとして、CATV 電話と PC オンラインシステム (ケーブル LAN) の二つを取り上げ開発を進めている。

CATV 電話は、当社が永年培ってきたケーブル上での広帯域通信の研究成果、および郵政省、通商産業省の外部機関である基盤技術研究促進センターと当社を含む民間 4 社の出資で設立した CATV 基盤技術研究所に参画して得られたノウハウを基に商品化開発を行っているものである。

一方 PC オンラインシステムは、当社での基礎研究成果を基に TWC (タイムワナーケーブル社) 向けに商品化開発を行っているものである。

ここでは、この二つのテーマについてその概要を紹介する。

2 CATV 電話

2.1 システムの概要

2.1.1 目的 CATV 電話は、ツリー状の CATV 網で通常の公衆網と同じ電話の機能を実現し、域内の CATV 加入者間で安価な電話サービスを提供して加入者の増加を図り、かつ将来は日本電信電話(株) (NTT) などの公衆網と接続し、広域での通信サービスを提供することを目的としている。

2.1.2 特長 CATV 電話の特長は次のとおりである。

- (1) TDMA (時分割多重アクセス) 方式による、デジタル電話であり、優れた通話品質を確保できる。
- (2) 上り流合雑音に強くなるよう、上り信号に誤り訂正機能を付加している。

(注 1) Ethernet は、富士ゼロックス(株)の商標。

- (3) 端末インタフェースはアナログ標準電話のほかに、ISDN (2B+D) ももっているため、テレビ電話/会議、高速パソコン通信も可能である。
- (4) デマンドアサイン技術により、限られた通話チャンネルで多数の加入者を収容できる。
- (5) 農村の有線放送電話としても使用できるように、音声告知放送機能をもっている。

2.1.3 構成 システムの系統を図1に示す。

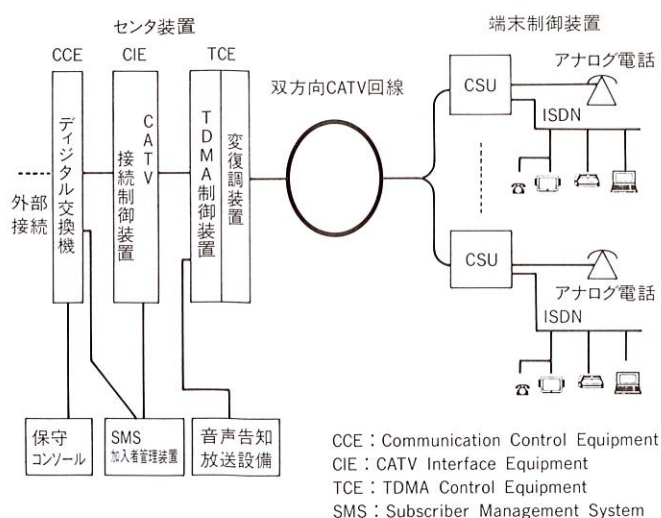


図1. CATV電話のシステム系統 センタ装置はCATV局のヘッドエンドに設置され、CSUは加入者宅内に置かれる。

Block diagram of cable telephony system

ヘッドエンドに設置されるセンタ装置は、デジタル交換機 (PBX 相当)、CATV 接続制御装置 (デマンドアサイン装置)、TDMA 制御装置、変復調装置のほか、保守コンソール、加入者管理装置、音声告知放送装置などで構成される。

センタと端末との回線は通常の双方向CATVネットワークでよい。加入者の宅内装置としては、端末制御装置 (CSU) が必要であり、CSUに標準電話機、G3FAX、PC通信モデムなどの端末を接続して使用する。

CSUの外観を図2に示す。

2.1.4 提供サービス 提供できるサービスは次の三つである。

- (1) アナログ標準電話サービス アナログ電話、G3FAX、PC通信
- (2) ISDN サービス ISDN基本インタフェース (2B+D) 対応の電話、テレビ電話/会議、PC通信
- (3) 音声告知放送 一斉放送/グループ放送など

2.2 原理

システムの原理を紹介する。

- (1) 方式 信号伝送形態はデジタルの時分割多重 (TDM) 方式であり、発呼時のアクセス制御はスロットド

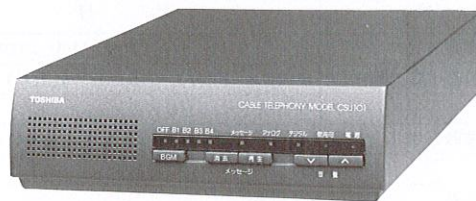


図2. CSU 幅200mm、高さ57mm、奥行き281mmのボックスで、加入者宅内に置かれる。

Cable telephony subscriber unit

アロハ方式を採用し、信号が衝突した場合はランダム時間後再送出する。

- (2) 高精度遅延計測制御 CATVでは、加入者の位置によりケーブルを伝搬する遅延時間の差が生じ、TDMAの上りタイムスロットに重なりやすき間が現れて効率よく多重できない。

そこで、センタと各端末との間の往復伝搬遅延時間を高精度で計測し、遅延の大小に応じて端末の上り信号送出タイミングを制御するという遅延計測制御を行っている。

- (3) 上りキャリアのレベル制御 各端末からの上りキャリアのレベルがそろっていないと隣接するタイムスロットに妨害を与える恐れがあるので、上りキャリアのセンタ到達レベルが一定になるようにセンタからフィードバックをかけてレベル制御を行っている。

- (4) デマンドアサイン 限られたチャンネルをより多くの加入者で共用するため、デマンドアサイン技術を用いている。これは、端末からの要求に応じて空きチャンネルを探して割り当てる方式である。

2.3 基本仕様

システムの基本仕様を表1に示す。

2.4 世の中の動向と開発経過

現在CATV電話が実用化されているのは、農村CATVにおける有線放送電話だけである。都市型CATVではまだ実験段階であり、現在各施設でさまざまな実験が行われている。当社も次世代ネットワーク研究会に参画し、すでに東京の小金井市民テレビの施設で実験中である。また、東京マルチメディア実験協議会にも参画し、1996年度から東京都臨海副都心で実験を開始する予定である。

2.5 今後の展望と課題

農村型CATVの有線放送電話は、今後逐次普及していくものと思われる。一方、都市型CATVは今後ますます発展し、かつ広域・大規模化の傾向にある。それに伴いCATV電話も

表1. CATV 電話システムの基本仕様

Basic specifications of cable telephony system

項目	仕様
信号形態, 多重方式	デジタル, 下り: TDM 上り: TDMA
キャリア占有帯域幅, 数	6 MHz×1(下り), 1.5 MHz×4(上り)
変調方式	QPSK(下り, 上りとも)
推奨使用周波数帯域	下り: 230~254 MHz, 上り: 30~42 MHz
通話回線数	88 回線(アナログ電話換算)
音声放送回線数	27 回線
収容端末数	728(呼量: 0.1 アーラン, 呼損率: 1%) 1,040(呼量: 0.07 アーラン, 呼損率: 1%)
タイムスロット アサイン方式	デマンドアサイン
誤り訂正方式	リードソロモン符号(上りだけ)
音声コーデック	64 Kbps-PCM μ law
交換機制御方式	蓄積プログラム制御方式
番号計画	フリーナンバリング
局線インタフェース	ISDN 一次群(23 B+D)ほか
遅延計測制御	遅延計測精度: 40.7 ns
レベル計測制御	有(上り)
端末インタフェース	アナログ標準電話, ISDN(2 B+D)

QPSK: 4 相位変調 PCM: パルス符号変調

発展し、域外の公衆網との接続が一般的になると思われる。したがって、第一種電気通信事業者の認可に必要な設備の条件や技術基準などの検討が今後の課題となる。

3 PC オンラインシステム

3.1 システムの概要

3.1.1 目的 PC を用いたオンラインサービスは、米国を中心として飛躍的に発展しつつある。これまでは公衆電話網により接続されているが、今後は数 Mbps 以上の高速データ通信を低料金で提供するために、既存の CATV 網の広帯域性を生かしたシステムが有望であり、ケーブル会社などがその開発にける期待は大きい。

PC のようにバースト的にデータをやり取りする場合には、電話網に代表されるコネクション型に比べ、いわゆる Ethernet に代表される LAN のようなコネクションレス型の通信が効率的であり、一つの高速伝送路により多くの利用者がアクセスできる利点をもっている。そこで、CATV 網を用いて利用者にコネクションレス型の通信を提供する PC オンラインシステムを開発した。

3.1.2 特長 このシステムの特長は次のとおりである。

- (1) 高速伝送(下り: 8 Mbps, 上り: 2 Mbps)を実現した。
- (2) 独自の上りアクセス制御方式により高スループット化した。
- (3) 誤り訂正(リードソロモン符号)による上り流合雑音対策を施した。
- (4) 運用管理機能として業界標準の SNMP (Simple Network Management Protocol) をサポートする。
- (5) 小規模サイトから大規模サイト(数十万加入者)までをカバーできる。

3.1.3 構成 図3にシステム構成を示す。最大数十万加入者をカバーする大規模 CATV では、一つのヘッドエンド(Headend)に対して、数万加入者ごとにハブ局(Distribution Hub)を分散設置し、光ファイバケーブルのバックボーンによって接続する。ハブ局と各加入者宅との間の伝送路はハイブリッド光同軸ケーブル(HFC)と呼ばれ、光・電気変換機能をもったファイバノードを数百加入者ごとに設置し、ハブ局とファイバノードとの間は光ファイバケーブルで、ファイバノードと各加入者宅との間はツリー状に構成された同軸ケーブルで接続する。

PC オンラインシステムは、機能的にはゲートウェイシステムとケーブルシステムに分けられる。ゲートウェイシステムは、各種サーバ、インターネットや各種オンラインサービス

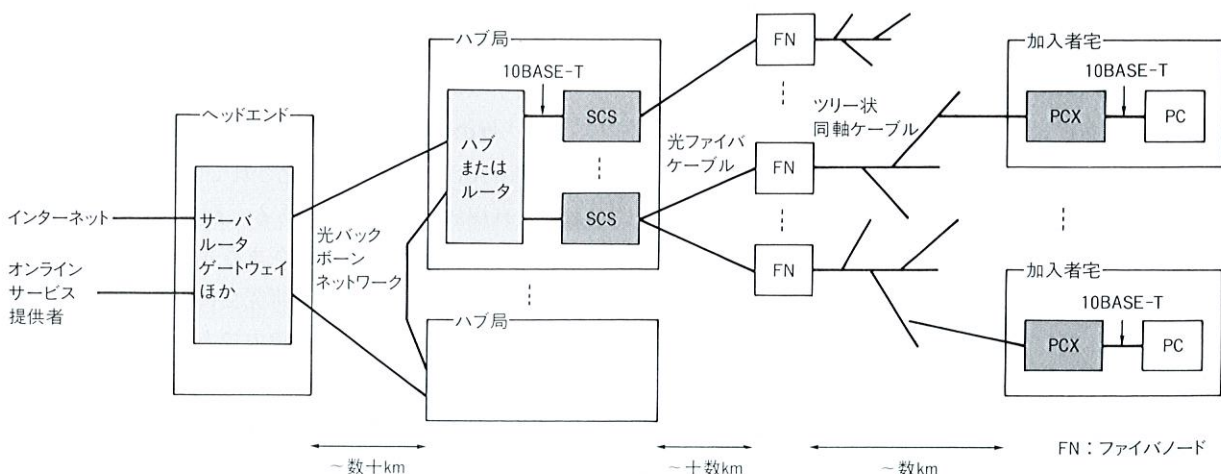


図3. PC オンラインシステムのシステム構成と PCX から構成される。

ゲートウェイシステムはサーバ、ゲートウェイ、ルータなどから、ケーブルシステムは SCS

System configuration of PC on-line system

提供者とのゲートウェイ、これらを接続するルータなどから構成され、その大部分はヘッドエンドに設置される。

ケーブルシステムは、ハブ局に設置する信号変換装置 (SCS) と、加入者宅内に設置する PC ケーブルボックス (PCX) とからなる。SCS のゲートウェイシステム側インタフェースおよび PCX の PC 側インタフェースはともにいわゆる Ethernet の 10BASE-T であり、SCS および PCX は 10BASE-T インタフェースを CATV 網を介して延長する装置ということもできる。

3.1.4 提供サービス 提供できるサービスは次のとおりである。

- (1) ローカルニュースや地方自治体情報などのコミュニティサービス、全国レベルのナショナルサービス
- (2) 電子メールなどインターネットへの接続サービス
- (3) 各種オンラインサービスなど

3.2 動作原理

ここでは、ケーブルシステムの動作原理について説明する。

- (1) パケット伝送手順 PCX は 10BASE-T から受信したパケットに自分の PCX-ID などのヘッダを付加し、2 Mbps の上り伝送路に送出する。SCS はこれを受信すると、ヘッダを除去して 10BASE-T に送出する。同時に、SCS は PCX と PC の MAC アドレス (10BASE-T におけるアドレス) との対応関係を学習する。

SCS は、10BASE-T からパケットを受信すると、そのあて先 MAC アドレスから PCX-ID を検索し、ヘッダとして付加して 8 Mbps の下り伝送路に送出する。PCX は、自分あてのパケットを受信するとヘッダを除去して 10BASE-T に送出する。

- (2) 上りアクセス制御方式 (CSMA/CD) SCS は、複数の PCX が送出する上りパケットの衝突を未然に防止し、また衝突した場合にそれを検出して再送指示するため、つねに上り伝送路を監視してその結果 (上りパケット送出許可、再送指示など) を周期的に PCX に通知する。PCX はこの通知に従って、上りパケット送出の開始、中止、再送を行う。

3.3 基本仕様

ケーブルシステムの基本仕様を表 2 に示す。

3.4 今後の展望と課題

米国内のケーブル会社は、1995 年度中にはフィールドトライアルを終え、1996 年度からの商用サービス開始を計画している。しかし、利用者が望む機能、サービスと許容されるコストとの関係はまだ未知の部分が多い。フィールドトライアルや商用サービスの初期段階において、いかにこれらを見極めてシステムに反映してゆくかが、CATV 網を利用した PC

表 2. ケーブルシステムの基本仕様
Basic specifications of cable system

項目	仕様
変調方式	QPSK
占有帯域幅	6 MHz(下り), 1.5 MHz(上り)
物理伝送速度	8.192 Mbps(下り), 2.048 Mbps(上り)
収容 PCX 台数 (SCS 1 台当たり)	500 (標準) 1,000 (最大)
上りアクセス制御方式	独自方式 (CSMA/CD)
誤り訂正方式	リードソロモン符号 (下り/上り)
ゲートウェイシステム インタフェース	Ethernet 10 BASE-T
端末インタフェース	Ethernet 10 BASE-T

オンラインシステムの普及への課題となる。

4 あとがき

ここで述べた CATV 電話、PC オンラインシステムは、次世代型双方向 CATV における通信インフラであり、各種のアプリケーションサービスを提供できる先端技術である。したがって、これらのシステムの実現は CATV の加入者の増加と発展につながり、ひいては CATV を地域の情報通信基盤にまで発展させる可能性を秘めている。

今後これらの開発が目標どおり所期の成果をあげ、魅力ある商品として市場に出て CATV 事業の発展に貢献することを願っている。

謝 辞

PC オンラインシステムについては、ご指導いただいたタイムワナーケーブル社の Mr. M.Vecchi ほか関係者各位に感謝の意を表する。



木村 修身 Osami Kimura

1963 年入社。放送機器の開発設計、CATV のシステム設計に従事。現在、通信・放送システム事業部デジタルメディア通信事業推進担当部長。
Telecommunications & Broadcast Systems Div.



小澤 和義 Kazuyoshi Ozawa

1986 年入社。CATV を用いた通信システムの研究・開発に従事。現在、情報・通信システム技術研究所開発第二部開発主務。
Information & Communications Systems Lab.



假宿 晃 Akira Karijuku

1978 年入社。映像情報機器の開発・設計に従事。現在、深谷工場映像情報技術第四部主務。
Fukaya Works