



## 【セミナー】

ケーブルテレビ

# CATVで

## インターネットが使えるのはなぜ？

国際電信電話株式会社  
グローバルマルチメディア事業部  
調査役 山添亮介

電話回線やISDNでインターネットに接続しているユーザーなら誰でも一度は「もっと速くて、もっと安い接続方法はないのか？」と感じたことだろう。CATVことケーブルテレビジョンは各地でさまざまな通信実験を繰り返しており、各方面からインターネットでの活躍が期待されている。にもかかわらず、これまで詳しい情報は少なく、CATVでインターネットに接続する方法や仕組みなどは一般のユーザーに正しく理解されていないのが現状である。ここではCATVシステムの解説からスタートし、インターネットを接続する方法、機器などを紹介し、CATV上で将来どのようなサービスが展開されるかを予測する。さらに、KDDと東急ケーブルテレビジョンが昨年実施している共同実験についても簡単に紹介する。

## CATV

### まずはCATVの仕組みから……

CATVってアナログなんだ！

KDDが東急ケーブルテレビジョンとCATVでのインターネット接続実験を実施していて、多く寄せられる質問の中に「CATVってアナログなの？ デジタルなの？」というものがある。『電話回線を使ったダイヤルアップ接続は回線がアナログだから遅いんだ。やっぱり高速の接続はデジタル回線でなければ不可能なんだ』と思っている人も多いようだが、これは誤解だ。

日本のCATVのほとんどがアナログのシステムで、このネットワークを使って5Mbps～30Mbps程度の高速なデジタルの通信回線を作り、家庭からインターネットに接続することができる。しかも比較的安い料金でサービスが提供でき、どれだけ使っても月額固定という料金設定まで期待されている。これだけ高速なら今まで家庭では利用できなかったアプリケーションも可能になり、まさに『速い、安い、うまい』の三拍子だ。

「CATVはアナログ」というのは簡単な理由で、現在のテレビ放送（地上波）が映像をアナログ変調して電波に飛ばし、家庭のアンテナで受信してテレビを見ているのを思い出してほしい。つまり、家庭のテレビはアナログ復調しているのだから、これにつながるCATVもアナログで映像を伝送し

ている。地上波放送の難視聴対策から始まったCATVは常にテレビ放送とコンパチビリティを保つように設計されているわけだ。

テレビ映像の1チャンネルを伝送するためにはアナログで6MHzの帯域が必要で、CATVも地上波もチャンネル1は90～96MHz、チャンネル12は216～222MHzの6MHz帯域をそれぞれ使っている。

ケーブル上にTVのチャンネルが並ぶ

CATVにもさまざまな種類があるが、現在インターネット接続用に注目されているのは『都市型CATV』と呼ばれているシステムで、技術的には『多チャンネル』と『双方向』という特徴で他と区別できる。

現在の多チャンネルCATVの代表が450MHzシステムで、90MHz～450MHzまで6MHz刻みに最大58チャンネルの映像が伝送できる（図1参照）。

双方向という特徴は地上波テレビ放送にはないCATV特有のもので、10MHz～50MHzの帯域をユーザー側からセンターへ（つまり放送と逆方向）に割り当て、ユーザー宅やイベント会場などの映像をセンターに送信したり、中継器やホームターミナルの異常などをセンターに知らせたりするために利用している（図2参照）。

情報を運ぶ同軸ケーブルや光ファイバー  
CATVのセンターからユーザーの家庭ま

で敷設されている伝送路のほとんどの部分は同軸ケーブルである。同軸ケーブルという名前に聞き覚えがない方でも、家庭のアンテナからテレビまでの間を結び黒くて丸い線なら見たことがあるだろう。電話線より少し太いが、この中に何本も線が入っているわけではなく、たった1本の線できている。10MHz～450MHzの双方向映像情報を伝送している。

最近では光ファイバーの低コスト化が進み、センターから伸びる幹線の部分に光ファイバーを利用するケースが増えている。それでも家庭に引き込むところは同軸ケーブルを利用するので、途中で光ファイバーの光と同軸ケーブルの電気を変換する『ノード』を取りつけてある。このようなシステムをHybrid Fiber and Coaxial（HFC）と呼んでいる。

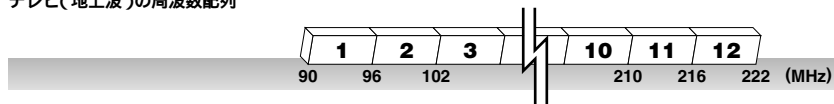
光ファイバーだけでセンターから家庭まで結んでいるCATVもほんの少しだけあるが、極めて例外的で今はまだ実験システムなどでなければ見られない。日本のほとんどのCATVシステムが同軸ケーブルできており、HFCはこれから徐々に増加するシステムである。

家庭に置かれるホームターミナル

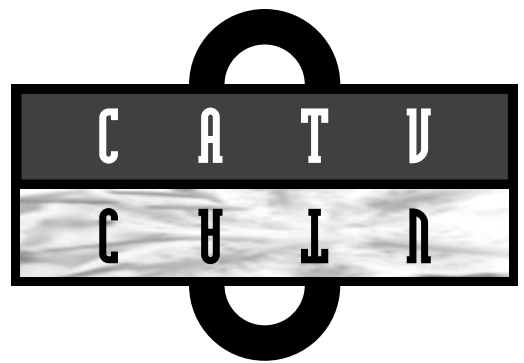
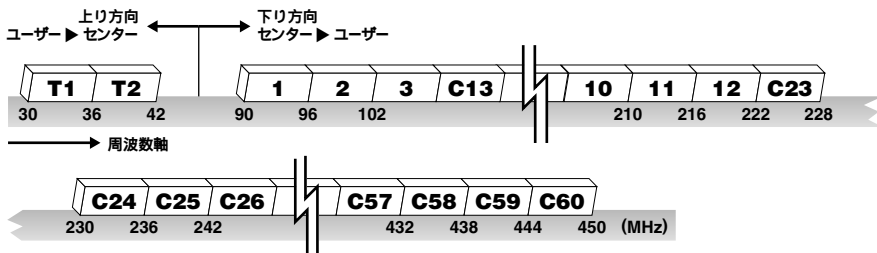
普通の家庭用テレビはVHFならチャンネル1からチャンネル12（222MHz）までしか受信できないので、450MHzまでの映像

図1.テレビとCATVの周波数配列図

テレビ(地上波)の周波数配列



多チャンネル(450MHz)CATVの周波数配列



## CATV

は見られない。また、映像によってはスクランブルがかかっているものや番組ごとに料金を支払って見るPay per Viewなどもあり、これらに対応した装置を介してから家庭のテレビにつなげなければならない。この装置を『ホームターミナル(HT)』と呼んでいる。CATV事業者によってHTをレンタルで提供する場合と売り切りにする場合とがある。

### CATVにインターネットを接続するには

キーワードはケーブルモデム

アナログ伝送路であるCATVを使ってインターネットのデジタル情報を伝送させるには何が必要なのだろうか？

電話回線でのダイヤルアップ接続を思い出してみよう。電話回線も同じくアナログ伝送路だが、デジタル情報を電話回線に乗せる「モデム」があればうまくつなぐことができる。CATVの場合もモデムがあれば大丈夫だろうか？それとも、高速接続だからISDNや専用回線接続のようにDSU(Digital Service Unit)やTA(Terminal Adapter)というものが必要なのか？

答えは、両方ともある程度まで正しいが、どちらも完璧とは言えない。CATVはアナログ伝送路だからインターネットのデジタル情報を伝送させるためにはモデムが必

要である。もともとデジタル情報をアナログ伝送路で送る装置のことをモデム(Modulator-Demodulator)とよんでいるのだからあたりまえだ。

「けれどモデムじゃスピードが28.8kbpsまでしかでないんじゃないか？」と心配するかもしれないが、いま店で売られている電話用のモデムは当然ながらCATVでは使えない。スペックがまったく違うCATV用のモデム「ケーブルモデム」が必要になる。

DSUは現在さまざまな通信サービスで利用されており、言葉の定義もいまではまちまちになってきた。通信会社が提供するネットワークの終端装置と解釈するならばケーブルモデムをDSUと呼ぶのも可能であるし、ケーブルモデムのインターフェイスとユーザーのコンピュータのインターフェイスとの整合をとる装置があればそれをTAと呼ぶこともできる。

ケーブルモデムに現在多く利用されている変調方式はQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)で6MHz帯域で最大約10Mbpsまで伝送可能であるが、64値QAM(Quadrature Amplitude Modulation)や16VSB(Vestigial Sideband System)などの新しい変調方式の登場で最大約30Mbpsまでの伝送が期待されている。

#### ケーブルモデムと電話モデム

アナログ伝送路でデジタル情報を伝送す

るという意味ではケーブルモデムも電話モデムと共通しているが、両者は図3のように機能面でかなり違いがある。

利用するアナログ伝送路の帯域幅は、CATVの場合はテレビ映像を伝送する1チャンネルを利用するため6MHzとなり電話の約1700倍となる。実際に伝送できるデジタル情報の速度はケーブルモデムに採用される変調方式によって異なるが、5Mbps~30Mbpsと言われており、電話モデムの約170~1000倍のスピードである(ただし、1人のユーザーが利用できるスピードについては後述する)。

#### ケーブルモデムの代表的な方式

現在米国を中心に数多くのメーカーでケーブルモデムの開発が進められている。すでに商品として発売されているものもあれば、まだ設計開発の段階のものもある。

ケーブルモデムは電話モデムと異なりメーカーごとにさまざまな方式があるが、『上下対称型』と『上下非対称型』の2種類に大別できる(図4参照)。

上下対称型はケーブルテレビネットワーク全体を大規模なイーサネットLANとみなし、接続するケーブルモデム間でトラフィック制御を行う。ネットワークを1つのLANとみなすためには、CATVネットワーク全体を1つのバス状にしなければならないが、センターに置かれた周波数変換装置で

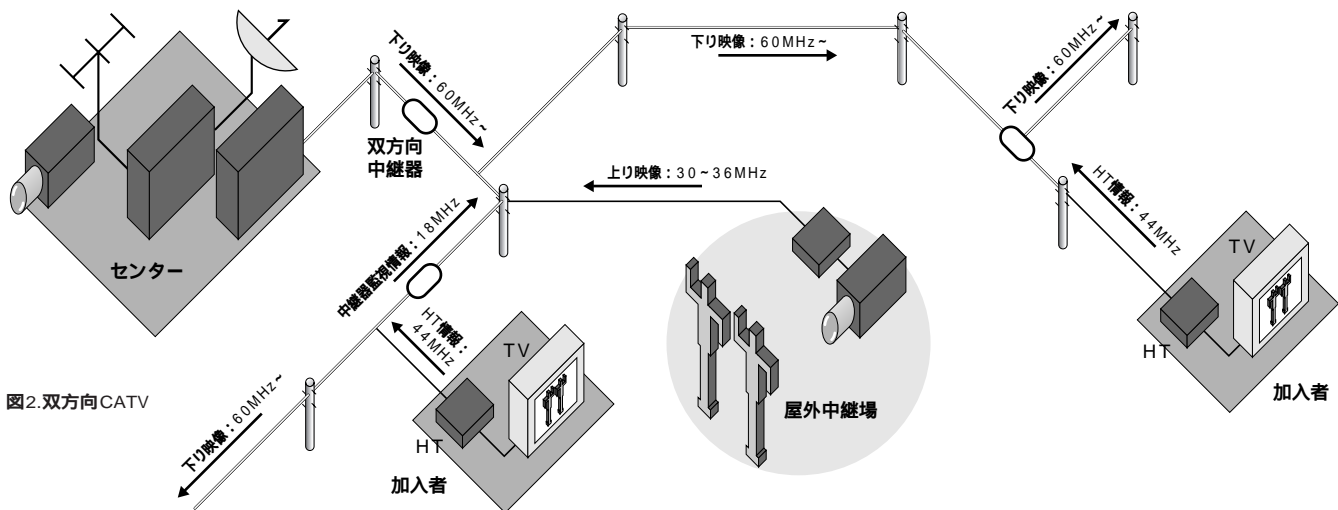


図2. 双方向CATV

## CATV

ユーザー センターの上り方向の信号をセンター ユーザーの下り方向へ流せば、すべてのケーブルモデムがバス状に接続された形になる。これで、ネットワーク上の任意の2つのケーブルモデム間でデータの授受が可能になる。競合や衝突が起きないようにするために、各社さまざまな方法を使っているようであるが、詳しい方式については公開されていない。

上下非対称型は必ずセンターモデムとユーザーのモデムとがデータの授受を行う仕組みで、任意のユーザー間でデータの授受が必要な場合でも必ずセンターのモデムやコンピュータが仲介する。現在のパソコン通信やインターネットのダイヤルアップ接続によく似た形態である。現在のパソコン通信やWWWの利用形態が、ユーザーからコマンドで情報を要求し、センター側から大量な情報をユーザーに流すというトラフィックの非対称性に着目して開発されるため、ユーザー センターの上り方向はコマンドやメールの伝送に支障のない程度の伝送路(64Kbps ~ 128Kbps)を設定し、センター ユーザーの下り方向は20Mbps ~ 30Mbps程度の高速度で同報送信し、パケットに指定されたIPアドレスを持つケーブルモデムだけが情報を受け取る仕組みである。

CATVの上り方向(ユーザー センター方向)は各家庭で発生したノイズが足し算され、さらに中継器で増幅されてセンター

に集中するため、下り方向(センター ユーザー方向)に比べてノイズの発生が多い(これを流合雑音と呼ぶ)。ノイズの少ない下り方向には64値QAMでもQPSKでも利用できるが、上り方向にはノイズに強いQPSKしか対応できない。したがってネットワークをバス状にする上下対称型では上下方向ともQPSKを使うことになり約10Mbpsが上限となる。上下非対称型は上りと下りの変調方式を別に設定することができるため、上りはQPSKで(64kbps ~ 128kbps)の伝送路を50 ~ 100チャンネルとり(トータルで約10Mbpsとなり6MHz帯域に収まる)、下りは64値QAMで約30Mbpsの伝送路を1チャンネル設定するシステムが多い。

上下非対称型ではネットワーク上のユーザーの接続要求に応じてセンターのモデムが上りチャンネルの割り当て命令をユーザーのモデムに送る。上下非対称型では同時にアクセスできるユーザーの数は上りのチャンネル数で制限されるが、上下対称型はセンターで接続管理はされないため、いくらでも同時にアクセスできる。ただし、同時にアクセスできる人数が多いほど、各自に割り当てられる速度は遅くなってしまいうというデメリットもある。

また、ユーザーが情報を検索する形態に合わせた上下非対称型はユーザーから情報発信を行う場合に上りチャンネルの制限速度

が上限になってしまう。

### ケーブルモデムの製品化動向

現在発売されているケーブルモデムの種類はあまり多くない。LANcity社(一部DEC社が関与)とZenith社のケーブルモデムが現在日本の各ケーブルテレビの実験で利用されているが、いずれも上下対称型である。両社ともルーターやブリッジ機能をもってLANとLANを接続するタイプと1台のコンピュータしか接続できないタイプがあり、機能と値段に差がつけられている。

上下非対称型のケーブルモデムは現在米国を中心に開発が進められており、今年の夏から秋にかけて次々と発売される見込みである。昨年IntelやMotorola、HP、Com 21、General Instrumental、Scientific Atlantaなどからアナウンスされている。QAMチップが安く手にはいることから、将来は1台300 ~ 500ドルで販売されると予測されているが、現在の電話モデムに対抗するため戦略的に200ドル代に価格設定される可能性もある。

ケーブルモデムが電話のモデムのように店頭で売られ、ユーザーが自由に買ってCATVネットワークに取り付けることが可能かどうかは難しいところだ。接続は流合雑音を発生させないよう熟練を要するし、モデムのアドレスや暗号用鍵の設定などが必要になると予測されるため、CATV事業

図3. ケーブルモデムと電話モデムの比較

	ケーブルモデム	電話モデムの比較
アナログ帯域幅	6MHz	3.4kHz
デジタル転送速度	5 ~ 30Mbps	~ 28.8kbps
標準および方式	IEEEで標準化作業中であるが、64値QAMやQPSK、BPSKなどの方式が複数提案されている	各伝送速度についてITU-Tで規定されている
アナログ伝送路側インターフェイス	双方向同軸ケーブル	2線式電話回線
コンピュータ側インターフェイス	シリアル、パラレル、内部バス等の対応製品を各社開発中	シリアルポート
備考	モデム1台でコンピュータ1台を接続するものと、LANを接続するルータ、ブリッジ形式のものがある	モデム1台でコンピュータ1台を接続する

## CATV

者のエンジニアに任せただけがよさそうだ。

### 気になる標準化の動向

LANの標準化でおなじみのIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802委員会では1994年からIEEE 802.14 (Two-way Cable-TV Protocol Working Group) が発足し、ケーブルモデムの標準化検討が始まっている。

スケジュールでは1996年7月にIEEE 802.14での標準案を決定し、事務手続きを経て1997年7月にIEEEの正式な標準として規定される予定で、論点は物理レイヤーとMACレイヤーの方式に集中している。

また、CATV業界で設立された研究機関CableLabsでも業界団体MCNS (Multiple Cable Network Service) の支援でスペック作りを急いでいるとの情報もあり、これがIEEE 802.14と競合する形になるのか、IEEE 802.14に貢献するのかわいまいのところが不明である。

標準が決まる前にケーブルモデムを開発しているメーカーがいくつもあるが、電話モデムと異なりケーブルモデムは非標準でも利用は可能である。電話モデムの場合、ユーザーがパソコン通信やインターネットサービスプロバイダー、会社のデータベースなどさまざまなところへ接続する可能性があり、すべてのモデムがITU-T標準に適

合していなければうまくつながらない。しかし、ケーブルモデムは同一ネットワーク内でしか接続しないため、あるCATV事業者が非標準のモデム方式を採用しても、地域内のユーザーがその方式のモデムを使えばかまわない。標準に準拠していれば、マルチベンダーやリロケーションなどの利点はあるが、技術的にはCATV事業者の運営するネットワークごとに採用する方式が異なってもかまわないことになる。

標準化を待って製品開発を進めるメーカーもあれば、一足先にケーブルモデムを売り込んでしまいたい企業もあるようだ。

### KDD・東急ケーブルテレビの共同実験

#### 約30kmの広域高速ネットワーク

昨年11月からKDDは東急ケーブルテレビと共同でLAN間接続実験とインターネット接続実験を開始した。「なんで国際通信のKDDがCATVを？」と疑問に感じるかもしれないが、KDDはすでに米国やシンガポール、香港などアジアの国々との間にインターネットの回線を設定し、インターネットゲートウェイサービスを提供している。海底ケーブルの容量は年々増大して、インターネットの国際間のパイプも太くなりつつあるが、ユーザーがインターネットに接続する速度は電話回線やISDNを利

用している限り相変わらず細いまま。かといって光ファイバーが簡単に敷けるわけではなく、2010年ころまで待たなければ一般家庭での大容量化は望めない。

そこでCATVの潜在能力に目をつけ、さまざまな通信サービスに対応できるのではないかと東急ケーブルテレビと実験することとなった。もちろんKDDにとって日本中の方々がお客様だから、今後も日本中のCATV事業者とパートナーになれるよう準備を進めている。

さて実験のネットワークだが、東急ケーブルテレビの渋谷地域とたまプラーザ地域のネットワークに上下対称型のケーブルモデムを接続し、光ファイバーで両地域を結び、総延長約30kmに及ぶWAN (Wide Area Network) を構築した (図5参照)。

技術的な調査を目的としたため、一般家庭でのモニター利用は行わず、一般の方には渋谷にある東急百貨店5階の「インターネットクロスコネクト」コーナーでネットワークの高速性を体験してもらうことにした (図6参照)。

#### CATVならではのビデオ実験

実験のネットワークをインターネットに接続したため、E-Mail、Telnet、ftp、WWW、VRML、Java、Shockwave、簡易型TV会議など当然スムーズに動作した。

さらにCATVならではの実験として、イ

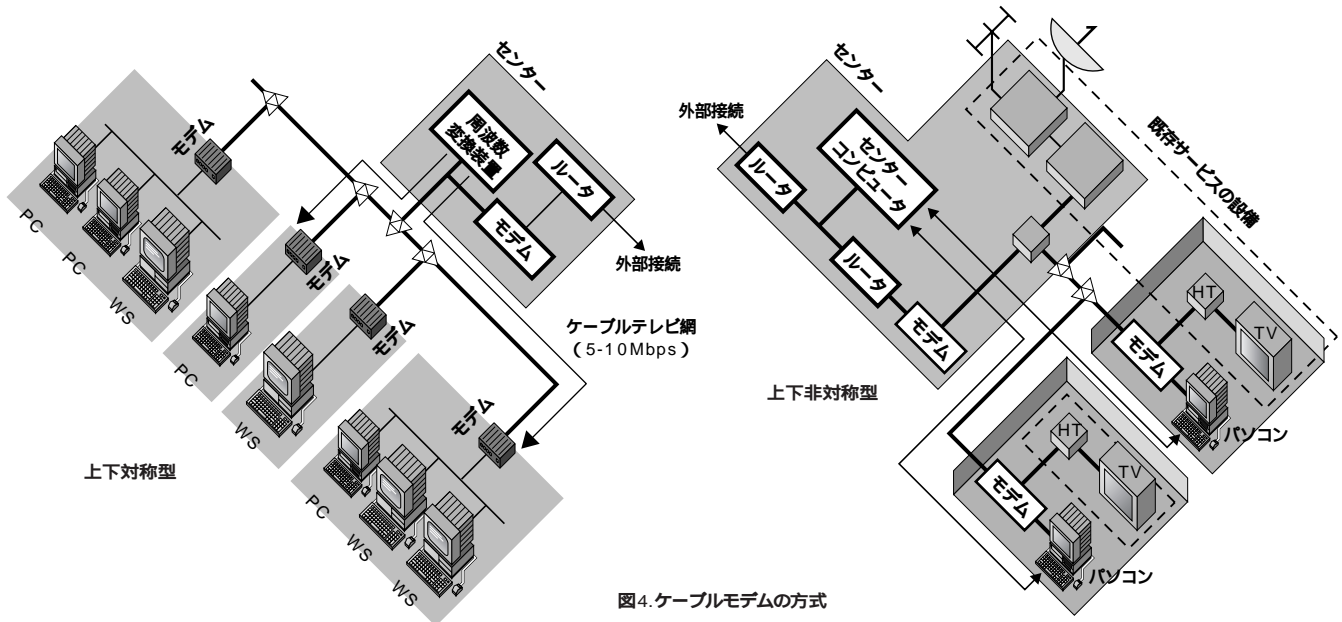


図4. ケーブルモデムの方式

## CATV

インターネット上では伝送できないプロトコルや高速アプリケーションの1つMPEG1のVOD (Video on Demand) の伝送実験をネットワーク内で実施した(図6参照)。

1映像あたり1.5Mbpsを占有してしまうMPEG1のサーバーを渋谷サブセンターに設置し、目黒のKDD研究所で検索した。同一ビル内でVODサーバーと検索端末を設置する場合はLANなどを利用すれば簡単に構築できるが、家庭の検索端末から遠く離れたセンターのサーバーにアクセスする場合は、NTTなどの通信事業者に光ファイバーを敷いてもらい11.5Mbpsの回線を借りるか、FTTH (Fiber to the Home) が実現される2010年ころまで待たなければならない。

また、いままでのVODはサーバーや検索端末が非常に高価で、一般の家庭ではなかなか縁のないシステムだったが、このシステムでは既存のCATVとウィンドウズパソコンを利用して安価に構築できた。遠隔地での利用が難しいと思われていたVODが実現可能になったわけだ。

### マルチメディア・アクティブメール

KDDでは「マルチメディア・アクティブメール」を試作しCATVネットワーク上で電子選挙や電子アンケートなどの実験を行った。

このシステムはEnabled Mailとネットワークエージェントという技術を巧みに組み合わせることにより実現したもので、

Enabled Mailはスクリプトがマルチメディア情報と共にメールで配信され受信先のコンピュータで自動実行されるもの、ネットワークエージェントとはアプリケーションの実行結果の集計や実行状態の監視を代行する技術である。

将来、電子メールの情報も文字だけでなく音声、動画などのマルチメディア情報やスクリプトなどが混在して授受されるであろうが、内容がアトラクティブになるぶん1通のメールがメガバイトクラスになってしまう。高速なCATVネットワークを使用することによりメガバイトクラスのメールでも短時間に配信でき、CATVネットワークとの親和性も高い。

このマルチメディア・アクティブメールを使えば、CATV事業者によるサービス案内や番組アンケートが容易に実施できる。ユーザが簡単にアンケートに回答できるために回収率も上がる。また、CATVネットワークの管理業務、そして将来の在宅勤務やバーチャルコーポレーションにも大きな貢献が期待できる。

一般家庭でのインターネットユーザーの中にはWWWは見るけれど、電子メールは使ったことがないという人が多く、今後インターネットの普及が進むほどこの率は顕著になるようである。メールを送る相手がいなかったり、パソコンに慣れない人にとって、メールソフトの使い方を覚えるのも

一苦労のようだ。『送られてきた電子メールに対しWWWを見る感覚で返信が出せ、送った側ではいつでもメールの配信状況を監視でき、数多くのユーザーから届いた返信メールを自動的に集計できる』こんなメールシステムがあれば通信販売やアンケートなどが簡単に実現できる。

## CATV インターネットの一般的な疑問に答えて

### 誰でも高速に通信できるの？

CATVのネットワークを利用すれば5Mbps～30Mbpsを同一幹線のユーザーで共同に利用することになる。したがって同時にアクセスしている人が誰もいなければ高速だが、同時にアクセスする人が増えれば増えるほど、ネットワークは混んでくる。

採用するモデムの方式によっては同時にアクセスできる人の数が50人とか100人とか制限することが可能なものもあり、一度接続できればある程度の速度が保たれるケースもある。しかし、その制限人数を超えた場合は待ち時間の長さに影響する。

また、CATV内の速度がどんなに速くても、インターネットへの接続回線速度やセンター設備の容量がボトルネックになる可能性があるため、各CATV事業者がどのようにネットワークを設計するかが腕の見せ所である。

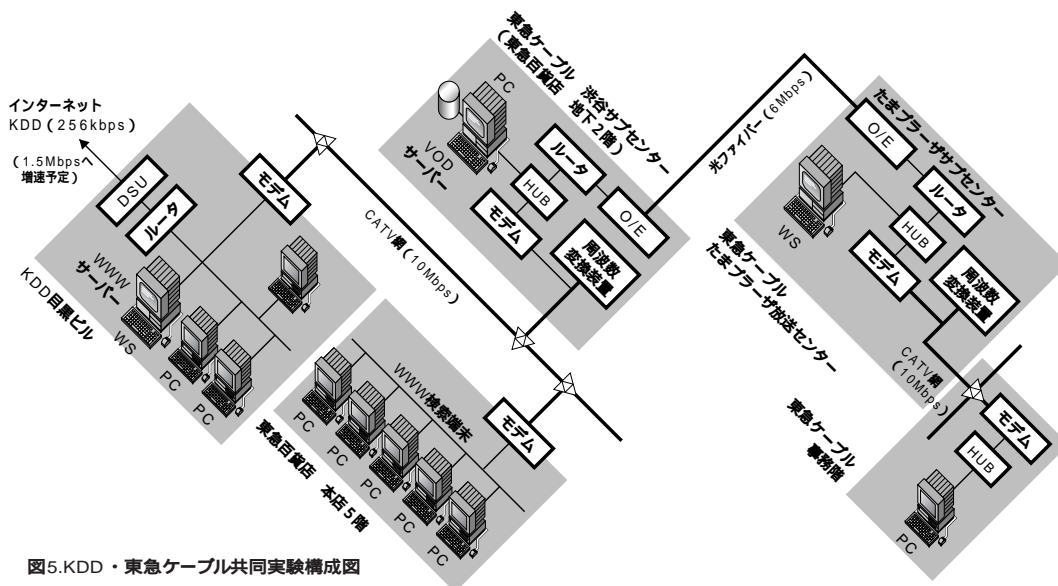


図5.KDD・東急ケーブル共同実験構成図

## CATV

いまよりはるかに安いサービスになるの？

CATVネットワークを利用する大きな利点は、すでに放送用に敷設してあるケーブルの空き周波数を利用できるところにある。他の通信事業者が同様な速度のサービスを提供するには、新たに光ファイバーを家庭に敷かなければならないが、これに比べて非常に安くサービスが提供できるはず。

ただし、インターネットのアプリケーションは常に容量が増大する傾向にあるため、センター設備やインターネットへの接続回線はトラフィックに応じて規模を大きくしていく必要がある。

また、ユーザーの数が多くなれば、新たな周波数を割り当てたり、HFC化などを進めなければならない可能性があるため、新たなコストが発生することは予測される。

誰でも利用できるの？

まず、インターネットサービスを提供するCATV事業者のサービスエリアに住んでいなければならないのは当然。

通信サービスの場合、双方向CATVネットワークでなければならないため、CATV事業者ごと、エリアごと、住んでいる状況（一戸建てか集合住宅か）ごとに事情が異なるため調査が必要だ。ユーザーが独自に調べるよりもCATV業者に確認するほうが確かだろう。

それ以外のアプリケーションは？

WWWと電子メールさえあれば幸せという人もいるかもしれないが、アプリケーションはそれだけではない。パソコン通信やオンラインデータベースへの接続、地方自治体や商店街などの地域情報提供なども可能である。

VODと聞くと映画と考えやすいが、ニュース、天気予報、スポーツ情報、教育講座などのサービスも今後期待される。

### 今後の課題

CATVのネットワークは下り方向がバス状でLANに似たシステムで、ケーブルモデムさえあればインターネットサービスは簡単に提供できると思うかもしれないが、CATV事業者にとって上り方向の流合雑音の除去は大変な作業である。また、それ以外にも事業者固有の問題は多く、通信用伝送路としてのCATVネットワークを構築するにはコストや時間、マンパワーを必要とする。

その上でインターネットサービスに必要なシステムを組むために、トラフィックを予測して最適なシステムを設計するのも、非常に複雑で難しい問題が潜んでいる。

ネットワークの管理、暗号化の方法などの課題は枚挙にいとまがないが、CATVの出現によりインターネットの世界に新たな1ページが刻まれようとしている。今年は米

国を中心に新しいケーブルモデムが発売され、来年ころから日本でもサービス開始を予定している事業者もいる。「速い、安い、うまい」インターネットのサービスの開始を誰もが一日でも早く期待している。

この期待を裏切らぬよう、日本中のCATVに確かなサービスを早期に実現してもらいたいと願っていると同時に、インターネット誕生のころから世界と日本の橋渡しを担ってきたKDDはさらに世界のCATVと日本のCATVの橋渡しの協力をするのが使命であると感じている。



東急百貨店で的一般公開



MPEG1 VOD実験 渋谷～目黒間



## [インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

**株式会社インプレスR&D**

All-in-One INTERNET magazine 編集部

[im-info@impress.co.jp](mailto:im-info@impress.co.jp)