

CATV インターネット

ここで述べるのは単純にケーブルテレビ網ではなく、CATV ケーブル網を用いた IP ネットワークである。一般には、CATV インターネット (CATV Internet) と総称されるが、国外ではキャンパス内の LAN としての活用事例も見受けられ、マルチメディアネットワーク構築の一つのソリューションと言える。

一般的に CATV インターネットは、CATV 用に敷設されている光ファイバや同軸ケーブル網を使ってインターネットへ接続を行なうネットワークシステムを指す。基本的に常時接続型のネットワークサービスとして提供されるため、家庭から安価なインターネットへの常時接続方法として注目されている。ただし、通常 CATV 局は域内に 1 局しかないため、このサービスを受けられる地域は限定されることになる。また、CATV 局があっても局内設備の関係でインターネット接続のような双方向通信サービスできない場合もある。さらに、ケーブルリングの方式によっては集合住宅では利用できないケースもある。CATV では、局から各家庭までコンテンツ (放送番組や有線放送など) を配信するために光ファイバや同軸ケーブルが敷設されている。これらのケーブルを利用し、さらにケーブルモデムという装置を使うと、CATV 局と家庭間で高速なデータ通信を行なうことができる。ケーブルモデムは、映像配信等に使われていない周波数帯域を用い、高速なデータ通信を行なうことができる。通常ケーブルモデムにはイーサネットのポートが付いており、家庭側の PC をイーサネット経由で直接接続することになる。

一般的な商用の CATV インターネットサービスでは、ケーブルモデムは CATV 会社が配置し、利用料金に含まれるのでユーザが直接購入することはない。ユーザ側に LAN を接続する場合にはルータなどの機器が必要となり、IP アドレスが固定的に割り当てられない場合、LAN 間接続する場合は技術を要する。一般的に CATV インターネットでは下り方向 (CATV 局から家庭方向) が速い非対称のネットワークとなっている。下り (CATV 局から家庭) で最大 30Mbps 程度、上り (家庭から CATV 局) で最大 1Mbps 程度の転送能力を持つ。上りと下りで速度が異なるのは、Web 中心の利用に見られるようにインターネット側から家庭側へ送られる情報の方が多いことへの配慮である。ただし、通常 CATV では 1 本の同軸ケーブルを数百世帯で共有しているため、全員が同時にインターネットへアクセスを行なうと実質的な転送速度はこれよりもかなり低くなる可能性があり、サービスによっては速度が制限されたりベストエフォートの形で提供されたりする。

大学ネットワークと CATV インターネット

キャンパスネットワークでの利用を考えると、安価な CATV インターネットは利用価値が高い。通常の CATV 局は家庭向けのサービスを行っているため、トラフィックはちょうど大学のそれと逆転したパターンを示し、夜間の利用が多い。一方、大学のネットワークは、キャッシュなどの技術を用いても、設置される PC 数に応じて相当量のトラフィックが昼間発生し、上位側のプロバイダーや学術ネットワークへの接続回線の速度によっては応答性能の低下が認められる。大学ネットワークの一般的な傾向は、下り (プロバイダーから大学ネットワーク方向) が上りに対して数倍から十数倍多い。そこで、CATV インターネットを大学ネットワークへ接続し、proxy を利用して全ての Web アクセス (または特定のドメインを除く範囲) を CATV 側へ倒すことで、従来のインターネットアクセス回線の混雑は相当緩和されるはずである。ただし、ベストエフォート型の CATV サービスの場合、IP アドレスが固定されなかったり、昼間であっても回線が混雑したりするので、最低速度保証のあるサービスの選択が必要である。しかし、この場合 CATV 局のケーブルの敷設状況によっては、その域内の帯域をすべて単一ユーザである

大学が占有することにもなりかねないので、速度によってはサービスを購入できない場合がある。事前に CATV 局側の技術者を含めた交渉が必要である。

大学規模の接続と利用にあたっては CATV インターネットの仕組みを理解しておくことが重要である。以下に CATV インターネットの通信方式について述べる。

CATV インターネットの詳細

CATV インターネットの通信方式は、利用する装置のメーカー技術に依存するところが大きい。これは、これまでケーブルモデムには決まった標準規格がなかったことによる。しかし、98年3月にITU-TがJ.112を正式に勧告し、付属勧告として欧州・北米・日本の各方式が定義された。このうち、北米方式と日本方式はIP転送を中心に考えられたベストエフォート型の方式で、割当て周波数帯域や誤り訂正方式が若干異なるものの、基本技術は同じである。3方式の中でも先行する北米仕様に対応する製品の市場占有率が高い。北米方式はCATV事業者などの業界団体MCNS(multimedia cable network system partners)が、高速データ通信を行なうためのケーブルモデルの普及促進を目的として、各社のケーブルモデム同士が相互に通信するためのインターフェイスを規定した規格である。この規格はDOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specifications) 1.0と呼ばれる。つまりJ.112の付属北米方式勧告とDOCSIS1.0は等しい。DOCSISはデータ通信プロトコルを規定するPhase 1、課金やセキュリティ、機器設定などの制御を規定するPhase 2、複合ケーブルを使う場合のモデム間での低レベルな接続インターフェイスを規定するPhase 3の3つで構成される。

DOCSIS1.0では、実データ転送速度(誤り訂正などの転送を除いたもの)は、上りが最大9Mbps程度で下りが38.8Mbpsである。実際には1本のケーブルの周波数帯域を複数のモデムで共有するため1ユーザあたりの実行速度は数100Kbps程度となる。変調方式は、上りがQPSK(quadrature phase shift keying)あるいは16QAM(quadrature amplitude modulation)方式と呼ばれるもので、前者は位相変調、後者は位相と振幅による変調である。QPSK方式は転送速度を高くできないが対ノイズ性に優れるため、ノイズ状態によってQPSKと16QAMが使い分けられる。ノイズの影響が少ない下り方向は、より効率の高い64QAMまたは256QAMがノイズ状態によって使い分けられる。上りと下りのノイズ対策が異なるのは、上りと下りの周波数帯域が異なるためである。通常のCATVでは30MHzあたりまではノイズが多くケーブルモデムで使用することができない。また30から42MHz帯はCATV本来の映像転送用に使われるため、42MHz以上55MHz以下を上り用帯域として使用し、55MHz以上を下り帯域として利用する。DOCSIS1.0によれば、上りには200KHz毎に最大3.2MHzまでの周波数帯域を割り当てる。下りは6MHzの帯域でデータ転送を行う。ADSLが1MHz程度であることを考えると、さらに広帯域性であることが分かる。

ノイズ対策

すでに述べたように20MHz以下は無線などからの影響を受けノイズが多く実用とならない。変調方式に見られるようにCATVインターネット技術ではノイズ対策が重要なポイントとなる。DOCSIS以外のメーカー独自方式では複数に分割された周波数帯域をさらに時分割多重し、ノイズの少ない周波数帯域へ動的にホッピングする方式(松下)や変調後のアナログ波をスペクトル拡散し、その帯域全体を時分割して複数のユーザに割り当てる方式(米テラヨン社)などの工夫が各社それぞれに見られる。また、ノイズのケーブルへの流入を押さえるために、INB(Ingress Noise Blocker)と呼ばれるアクティブフィルタを加入者への分岐点に接続し、家庭内からのノイズをケーブル側へ流入させない工夫もなされる(例

えば Com21)

CATV インターネットでの通信の実際

CATV インターネットで双方向に通信を行うためには、ケーブルモデムを制御するヘッドエンドと呼ばれる装置が必要となる。ヘッドエンドはノイズ対策やアクセス制御を行う装置で、ユーザから見ればケーブルモデムの対向側に置かれる集合モデムのように見える。実際には、既に述べたように周波数分割による多重化とノイズ対策を行うための中核装置である。実際に1本のケーブル上で双方向通信を行うためには、ケーブルモデム側からの送信(上り)制御が必要となる。DOCSIS の場合は時分割多重(TDMA)によってこれを実現している。まず、モデムとヘッドエンド間は同期を得る。次に、送信したいケーブルモデムはヘッドエンド装置側へリクエストを送信する。このリクエストは任意に送出可能であり、他のモデムからのリクエストと衝突する可能性がある。このため、イーサネットと同様に衝突検知と再送処理が行われる。リクエストには、モデムの ID や送信希望データ量が付加されており、ヘッドエンドはその情報に基づいて分割されたタイムスロットをモデムに割り当てて送信する。ケーブルモデム側は割り当てられたスロットでデータをヘッドエンドへ送信する。下りのデータはヘッドエンドが TDMA により多重化して、全てのケーブルモデムへ向けて送信する。ケーブルモデムはこれを復調し、自身に向けられたデータをネットワークインターフェースに取り出すことになる。DOCSIS1.0 では転送データを DES 方式で暗号化することを定義している。

ヘッドエンド装置はネットワークインターフェースを1つまたは複数持ち、負荷分散のために VLAN を構成できるものもある。このインターフェースを CATV 局の上位側ヘルタ等で接続し、経路を制御することで加入者からインターネットへの接続が可能となる。

参考文献

ケーブルモデム, 日経コミュニケーション, 1999, 2.1, PP118-125.

COM21 ComUNITY Access System 概要, 株式会社フジクラ, 光システム事業部 LAN 技術部

他、資料提供 株式会社フジクラ