

■こらむ■ 藤原 洋

(株) インターネット総合研究所

次世代を創るコミュニケーション技術

高速インターネットと ケーブルモデム

ケーブルモデムの歴史と世代交代

ケーブルモデムは、1980年代初頭、OA機器メーカーとして一世を風靡したWang Laboratories社とMITのLincoln Laboratoryとの共同研究によって生まれたブロードバンドLANであるWangNetが起源とされている。その後、1980年代半ば、これを引き継いだDEC社の依頼を受けたApplitek社（その後LANcityに社名変更）が、初のケーブルモデムの専業メーカーとして名乗りをあげ、1990年代初頭には上り/下り10Mbpsの対称型製品を開発した。Zenith社は、CATV受信機などを得意としていたが、同時期に500kbps、4Mbpsの対称型モデムを製品化した。このように、ケーブルモデムの第1世代製品は、QPSK（Quadrature Phase Shift Keying、4相位相変調）に基づく対称型であった。続いて、設立されたHybrid Network社は、上り/下りが128kbps/30Mbpsのモデムを製品化し、Motorola、HP、Com21などが、類似製品を続けて投入した。このように、現在、ケーブルモデムは、第2世代になっており、上りがQPSK、下りが64QAMに基づく非対称型が主流となっている。約30社が、製品発表を行っているが、大半がこの非対称型である。類似製品が多く出始めたため、後で述べるベンダー、オペレータによる標準化が、1995年から1997年にピークを迎え、1998年後半からは、標準対応製品が数多く登場する見通しである。図-1に以上の世代交代の歴史を示す。

ケーブルモデム・システムの構成

ケーブルモデム・システムは、図-2に示すように、大別してCATV局側のセンターシステム、伝送路、および加入者宅内機器とから構成される。

センターシステムには、ヘッドエンドに接続されるヘッドエンド・モデム、運用支援システム、ネットワーク管理システム、ルータ、およびローカルコンテンツとキャッシュ用のサーバ群が含まれ、ルータを介して外部のインターネットに接続される。

伝送路は、双方向増幅器を備え、雑音が少なく、かつ広帯域（約750MHz）のHFC（Hybrid Fiber/Coax、光ファイバ・同軸の混成伝送路）システムが望ましい。しかし、現実には、狭帯域（450MHz以下）で片方向の同軸システムが大半を占める。このような旧式シス

ケーブルモデムは、既設のインフラであるCATVネットワークをそのまま用いて、インターネット・アクセスなどのデータ通信を行うための機器を指す。ケーブルは、ケーブルテレビ（CATV）のことで、モデム（MODEM）は、変調（Modulation）と復調（Demodulation）の合成語である。動作原理は、電話回線用のモデムと同様だが、電話回線の帯域が3.4KHzであるのに対してCATVでは、6MHzを1チャンネルとして使用するため約1,000倍の高速通信が可能である。変調方式としては、既存のCATVの上り回線（Upstream）では、加入者宅や伝送路から混入する雑音が蓄積されてしまう（流合雑音）ため、下り回線（Downstream）よりも耐雑音性のある変調方式が用いられる。このため、現在市販されているケーブルモデムの変調方式としては、厳しい雑音環境にある上りがQPSK（Quadrature Phase Shift Keying、4相位相変調）、16QAM（Quadrature Amplitude Modulation、直交振幅変調）、およびS-CDMA（Synchronous Code Division Multiple Access）が一般的であるのに対して、下りでは64/256QAMが主流となっている。また、上り/下りの伝送速度が等しい対称型と、下りが高速の非対称型とがある。対称型では、伝送速度10～14Mbps、非対称型では、上りが300k～3Mbps程度、下りが30～40Mbps程度である。

テムに対しては、Telco-returnと呼ばれる上りに電話回線を用いるシステムが開発されており、一部の地域ですでに用いられている。

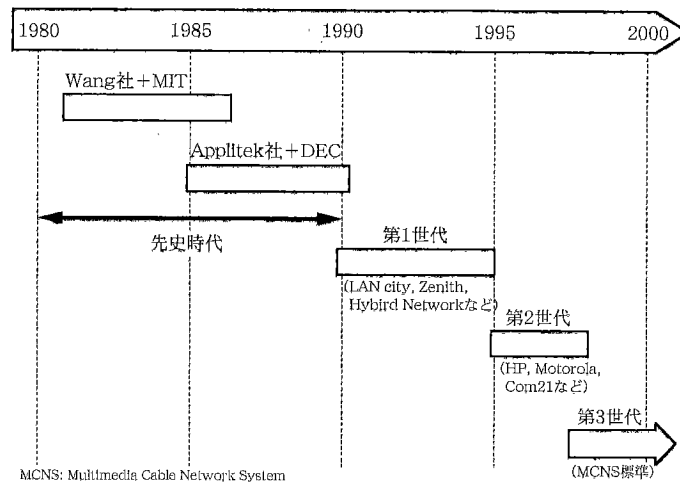
加入者宅内機器は、ケーブルモデムとPCであるが、この間のインタフェースは、通常のEthernetと同じ10BASE-Tが用いられる。

ケーブルモデムの標準化動向

ケーブルモデムの標準化は、以下に述べるMCNS/DOCSISとIEEE 802.14との2つの動きがある。

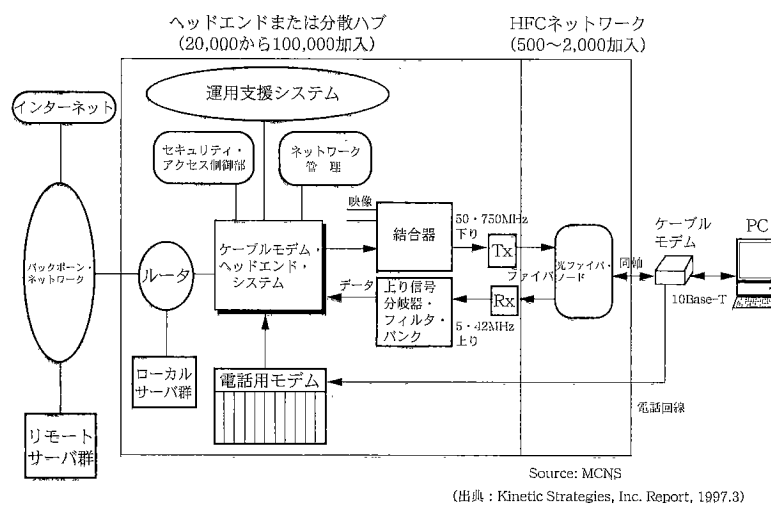
DOCSIS（Data Over Cable System Interface Specification）は、MCNS（Multimedia Cable Network System Partners Ltd.、米国の大手CATVオペレータがケーブルモデムの統一調達仕様を作成するために1996年1月に設立した組織）が、決定したCATVを介したデータ通信のためのインタフェース仕様、すなわちユーザ主導のケーブルモデム標準である。上りと下りの変調方式は、各々、64/256QAM（Quadrature Amplitude Modulation、直交振幅変調）とQPSK（Quadrature Phase Shift Keying、4相位相変調）/16QAMである。変調方式以外にも、MAC（Medium Access Control）として衝突制御型プロトコル、ケーブルモデムとPCやヘッドエンド機器とのインタフェース、および運用支援システムとのインタフェース仕様が規定されている。

すでに20社以上（ADC、3Com、Bay Networks、Cisco Systems、Cabletron、Com21、Harmonic、Hayes、Hybrid、Motorola、NEC、NetGame、NextLevel、松下電器、Phasecom、Samsung、Scientific-Atlanta、ソニー、Terayon、Thomson、東芝、Turbonetなど）のベンダーが製品発表している。



(出典: CATV now 技術解説シリーズ(2), Vol.42, 1997.6, NHKソフトウェア)

図-1 ケーブルモデムの世代交代



(出典: Kinetic Strategies, Inc. Report, 1997.3)

図-2 CATVインターネット・システムの典型的な構成

これに対してベンダー主導のIEEE 802.14は、元来、LANの標準化を目的に、1980年2月にIEEE（米国電気電子技術者協会）内に設置された委員会で、イーサネット（802.3）やトークンリング（802.5）などを規格化してきた。本委員会では1995年より、ケーブルモデムの物理レイヤとMAC（Medium Access Control）レイヤについての標準化を行う第14分科会を組織し、1997年末標準案を完成させた。本標準化は、ベンダー主導で行われている、物理レイヤは、CATVオペレータ主導のMCNSが定めたDOCSISと同様に、上りと下りの変調方式は、各々、64/256QAM（Quadrature Amplitude Modulation、直交振幅変調）とQPSK（Quadrature Phase Shift Keying、4相位相変調）/16QAMであるが、MACレイヤには、帯域制御が可能なATM（Asymmetric Transfer Mode、非同期転送モード）方式を採用している。今後の課題は、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）やCDMA（Code Division Multiple Access）などのより高度な変調方式である。

ケーブルモデムの課題と今後の展望

ケーブルモデムの最大の課題は、流合雑音である。伝送路構成が、ツリー／バス上になっているため、上り回線（Upstream）では、システム全域の加入者宅や伝送路から混入する雑音が蓄積される。このように、上り伝送路の各点で発生した雑音が重畳された雑音が、流合雑音（Ingress Noise）であるが、その原因は、加入者宅で混入する掃除機、洗濯機などモーター付き家電機器からの外来雑音や、伝送ケーブルがアンテナとなって自動車などから混入する外来雑音などである。この対策としては、発生個所の同定とその抑制にあり、今後の技術開発が期待される。

ケーブルモデムのメリットは、電話交換機を介さなくてすむ常時接続性と、Mbpsオーダーの高速性にある。したがって、この常時接続性と高速性を活かしたシステム構築が重要である。CATVネットワーク内部は、きわめて高速であるため、ヘッドエンドからの外部接続ポートは、45から155Mbps程度の伝送速度を確保することが望ましい。今後は、この点を十分考慮した全国規模のネットワーク構築を行っていく必要がある。

(平成10年3月23日受付)