

VoIP 対応ケーブルモデム PCX3000SH

PCX3000SH Cable Modem Supporting VoIP Feature

古田 徹郎
FURUTA Tetsuro

高速データ通信サービスの一つとして、ケーブルモデムが各家庭で普及している。米国では、家庭への高速データ通信を利用して Voice over IP(以下、VoIP と略記、IP: Internet Protocol)技術による新たな電話サービスを提供するためのトライアルが盛んに行われてきている。米国 CableLabs[®](注1)では、各ベンダーの電話サービスにおける互換性を確保するために PacketCable[™](注2)と呼ばれる標準仕様を策定し、2001年から認定試験が開始された。米国のシステムオペレータでは、標準化に先立ち、電話サービスの可能性をトライアルを通じて模索している。当社は、2000年1月からいくつかのトライアルに参加し、技術ノウハウを蓄積しながら VoIP 対応ケーブルモデム PCX3000SH(2000年11月の Western Show に出展)を開発してきた。

Cable modems are spreading as one of the high-speed data services for home use. In the United States, trials are progressing to provide telephony service using Voice over Internet Protocol(VoIP) technologies over this high-speed data service. CableLabs[®] in the United States has defined a standard called PacketCable[™] and started certification tests this year in order to maintain interoperability of telephony services among vendors. Cable operators in the United States are searching for a solution for telephony services before the standards are finalized.

Toshiba has been participating in several trials since January 2000, and has developed the PCX3000SH VoIP cable modem to obtain know-how of VoIP technologies from these trials. The PCX3000SH was demonstrated at the Western Show in November 2000.

1 まえがき

インターネットの普及に伴い、家庭でのデータ通信サービス需要が伸びてきている。こうしたなかで、米国 CableLabs[®]が Data Over Cable System Interface Specification(DOCSIS)と呼ばれるケーブルモデムの標準化や認定試験基準を策定したことで、各ベンダー間の互換性向上や低価格化によりケーブルモデムの普及率が急速に伸びてきている。各家庭で数 Mbpsの高速データ通信が可能となり、動画配信や音声通話など様々なアプリケーションの利用が現実味を帯びてきた。CableLabs[®]では、DOCSISの上位アプリケーションとして、電話サービスを行うための PacketCable[™]と呼ばれる標準化作業を進めている。

米国の一部のシステムオペレータ(SO)は、既に高速データ通信サービスの加入者が飽和してきており、新規加入者の獲得や新たな収入が見込める電話サービスの提供を真剣に考えている。データサービスと異なり電話サービスでは、公衆電話網との接続や電話サービスの課金体系や課金システム、サービス品質の維持や向上(アナログ電話レベルの音声品質)など、様々な課題がある。

既に、エンドユーザーに課金をしながら商用トライアルに移行している SOもあるが、現状では、PacketCable[™]標準化をにらみながら VoIPシステムの商業化時期を模索している段階である。

当社は、1999年から PacketCable[™]のインターオペラビリティ試験に参加し、2000年1月からは米国でのトライアルに参加して、技術ノウハウを蓄積しながら VoIP対応ケーブル



図1. VoIP 対応ケーブルモデム PCX3000SH データポートである 10BASE-T、USB(Universal Serial Bus)に加え、アナログ電話ポート RJ11 を二つ装備している。
PCX3000SH VoIP cable modem

(注1)(注2) CableLabs は、北米の CATV(ケーブルテレビ)事業者による研究開発コンソーシアム。CableLabs 及び PacketCable は、米国 Cable Television Laboratory Inc. の登録商標又は商標。

モデム PCX3000SH(図 1) PacketCable™ では ,EMTA (Embedded Media Terminal Adapter と呼ぶ) の開発を進めてきた。以下に ,そのシステムの概要と VoIP 対応ケーブルモデムの特長について述べる。

2 システムの概要

米国では ,多くの SO が高速データサービスを実現するためのインフラストラクチャを整え ,ケーブルモデムの加入者の拡大を図っている。この既存のデータシステムに CA(Call Agent) ,PSTN(Public Switched Telephone Network) Gateway をヘッドエンドへ追加し ,各家庭へ EMTA を設置することで高速データサービスに加え VoIP による電話サービスを提供することが可能となる。VoIP システムの概要を図 2 に示す。

CA は ,EMTA 間あるいは EMTA と PSTN Gateway との間での呼の確立 ,切断の制御を行う。PSTN Gateway は ,アナログ電話公衆網とデジタルネットワーク網との間でシグナリング及び音声データのアナログ - デジタルの変換(Gateway)を行う。

EMTA に接続された電話機には電話番号が ,EMTA には IP アドレスがあらかじめ設定されている。エンドユーザーが電話番号をダイヤルすると ,EMTA がダイヤル番号を CA へ通知する。CA は通知されたダイヤル番号を基に ,着信が EMTA であるか PSTN Gateway であるかを判断し ,発信元の EMTA に着信先の EMTA あるいは PSTN Gateway の IP アドレスを通知する。発信元の EMTA は CA から通知された着信先の IP アドレスへ直接 ,呼を確立して VoIP による音声パケットが流れるようになり ,電話による通話を実現される。

VoIP 対応ケーブルモデムでは ,データ専用モデムである PCX2000(DOCSIS1.0 準拠)をベースとして ,呼の確立・切

断のためのシグナリングプロトコルと VoIP による音声通信の実装が主な開発要素となる。

3 シグナリングプロトコル

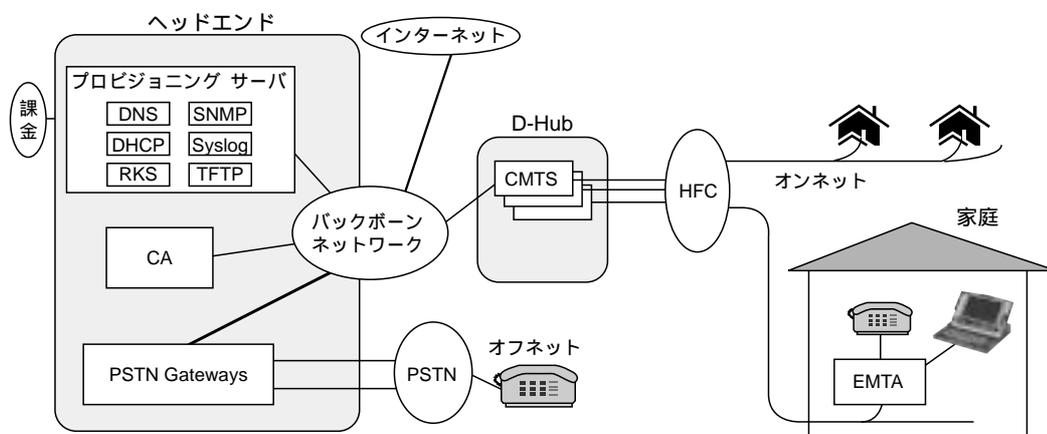
CableLabs® は ,PacketCable™ で電話サービスを提供するためのシグナリングプロトコルとして NCS(Network Calling Signaling)プロトコルを採用した。NCS プロトコルは ,従来 VoIP で利用されていた H.323 と比較すると ,端末側の実装が軽いため端末の低価格化や早期普及が期待されている。

図 3 に示すように NCS プロトコルでは CA が EMTA に対して ,オフフック ,オンフックの検出 ,ダイヤルされた番号(digit)の検出からダイヤルトーンやリングングを鳴らすなど電話サービスのすべてを制御する。このため ,EMTA の開発では CA との互換性を確保することが重要となる。NCS はプロトコルの定義であり ,呼の確立 ,切断のシーケンスや制御方法は CA ベンダーの実装に依存している。同じ NCS プロトコルを装備した CA であっても ,電話サービスの制御が異なるため ,EMTA 側のソフトウェアを各 CA の制御方式に合わせて開発することが必要となる。現時点では ,CA ごとの実装の差が大きく ,EMTA 側で CA の差異を吸収できないため ,CA ベンダーごとにソフトウェアをカスタマイズしながら開発を進めている。

なお ,当社では ,NCS プロトコルに加えて市場で既に実績がある SGCP(Simple Gateway Control Protocol)の開発を行い ,市場で有望な複数の CA ベンダーと互換性試験を行いトライアル参入を図ってきた。

4 QoS(Quality of Service)

データサービスと異なり電話サービスでは ,パケットロスや遅延がサービス劣化につながるため ,通信回線品質を厳



DNS : Domain Name System SNMP : Simple Network Management Protocol DHCP : Dynamic Host Configuration Protocol
 Syslog : System log RKS : Record Keeping Server TFTP : Trivial File Transfer Protocol HFC : Hybrid Fiber Coaxial
 D-Hub : Distribution Hub

図 2 . VoIP システムの概要
 当社は ,各家庭へ設置される EMTA と呼ばれる PCX3000 を開発している。CATV 網内の電話をオンネット ,一般のアナログ公衆網との電話をオフネットと呼ぶ。

Outline of VoIP system

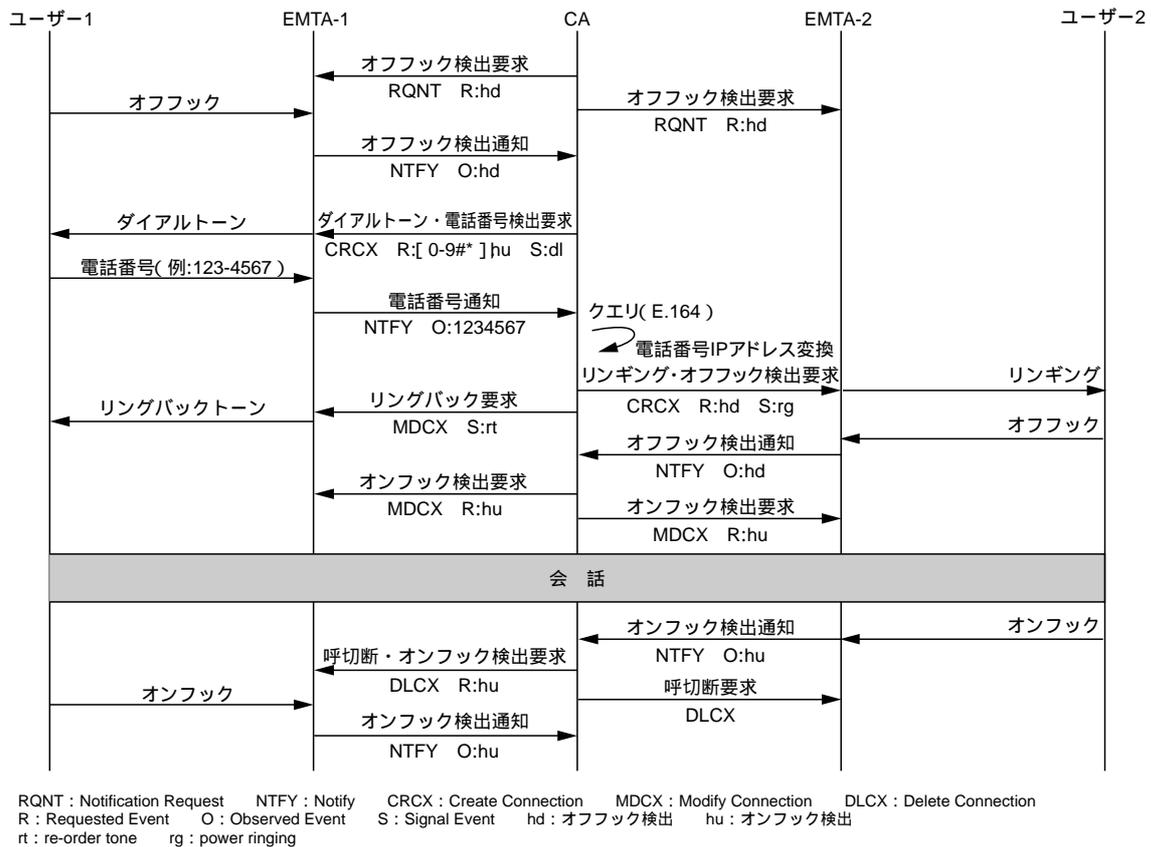


図3 . シグナリングプロトコル NCS Call フローの例 EMTAはCAによって制御される。ダイヤルトーン，リンギングを鳴らしたり，電話番号ダイヤルを検出するなど，すべてCAの指示で制御され，NCS プロトコルではEMTAはインテリジェンスを持たない。

Example of network calling signaling (NCS) protocol call flow

しく管理し音声品質を通常のアナログ電話レベルに保つことが要求される。特にケーブルテレビ網内は，データサービスと電話サービスとが共有されるため様々なデータトラフィックが流れており，このような回線内であっても，電話サービスを利用している個々の音声データごとに通信品質を保つことが重要となる。このようなリアルタイム性を要求するサービスをケーブルテレビ網で実現するため，CableLabs®ではQoSを強化したDOCSIS1.1を策定し，2001年からDOCSIS1.0に加えてDOCSIS1.1の認定試験をそれぞれ行っており，当社及びTI社がDOCSIS1.1に合格した(2001年9月現在)。

DOCSIS1.1に先立ち，DOCSIS1.0+と呼ばれる電話サービスに必要な最小限度のQoSが定義され，VoIPトライアルで使用している。DOCSIS1.0+では，音声通信に適したUGS(Unsolicited Grant Service)と呼ばれるQoS(DOCSIS1.1のQoSの一つ)が採用されている。

音声パケットは固定長で，ある一定間隔で流れる。音声品質を保つためには，パケットロスや遅延に加えてジッタ(パケット到着間隔の揺らぎ)を抑えることが重要である。UGSでは，CMTS(Cable Modem Termination System)が固定帯域を定期的にケーブルモデムに割り当てることで，

CMTSとケーブルモデムとのハンドシェイクのオーバーヘッドをなくし，ケーブルモデムが常に一定の間隔でパケット送信を行うことを可能としている。これにより，パケット到着間隔の定時性を確保し，ジッタを抑えて音声品質を高める効果を上げている。

音声品質テストを用いた実フィールドでの音声品質測定によれば，QoSがない状態ではレベルの高い音声品質を安定して保証することができない。音声パケット通信が伝送路を共有するデータトラフィックの影響を受けるので，音声品質のよしあしがデータトラフィック量の多少に依存するためである。フィールドにおける音声品質測定結果の一例を表1に示す。PSQM(Perceptual Speech Quality Measurement)はITU-TP.861で定義されたスコアで0から6.5の範囲で値が小さいほど良い。課金レベルの音声品質は1.5未満が望ましいとされている。QoSの有無による音声品質の違いは，同一VoIPネットワーク上の2台のEMTA(PCX3000SH - PCX3000SH)で顕著に表れている。Avg(平均)PSQM，Avg High PSQM(高PSQM値の平均)とも，QoSありのほうが1.5以下の良い値を示している。

将来，DOCSIS1.1がサポートされると，無音状態のときはQoSで割り当てた帯域をいったん開放して，他のケーブル

表1 . 音声品質の測定
Voice quality measurement

試験体	QoS (DOCSIS1.0 +)	Avg PSQM	Avg High PSQM	Avg 遅延時間(ms)
PCX3000 - PCX3000	なし	1.99	2.49	79.00
PSTN - PCX3000	なし	1.44	1.49	80.75
PCX3000 - PSTN	なし	1.40	1.72	64.63
PCX3000 - PCX3000	あり	1.06	1.07	64.75
PSTN - PCX3000	あり	1.19	1.20	39.00
PCX3000 - PSTN	あり	1.70	1.77	45.38

モデムへ割り当てる UGS-AD(Active Detection),ジッタを防ぐため長いデータパケットを分断する Fragmentation , 固定ヘッダを圧縮する PHS(Payload Header Suppression)などで , 帯域を有効利用することが可能となる。

5 PCX3000SH の主要緒元

PCX3000SH の主要緒元を表2 に示す。アナログ電話インタフェース以外はデータ用ケーブルモデム PCX2000 と共通である。一般的な電話サービスに加え , オプションとして下記の電話サービス機能をサポートしている。

- (1) Caller ID(number only) 相手先(発信側) の電話番号を電話機上に表示するサービス。電話機側が Caller ID(IDentification) 対応している必要がある(日本のナンバーディスプレイと同等)。
- (2) Caller ID Blocking(per call) 発信側の電話番号を着信側に表示するのを禁止するサービス(発信側が , * 67 を番号の前に押す)
- (3) Caller ID on Call Waiting Call waiting の際に , Caller ID を表示するサービス
- (4) Call Waiting 通話中に他の通話が着信すると , Call waiting tone を鳴らし , 他からの通話があったことをユーザーに通知する。ユーザーがフラッシュフックを押すと , 通話が切り替わり , 他者と通話が可能となるサービス(日本のキャッチホンと同等)。
- (5) Cancel Call Waiting Call waiting を禁止するサービス(発信側が , * 70 を番号の前に押す)。
- (6) Call forwarding 着信すると , 着信先を別の番号へ転送するサービス(* 72 を転送したい番号の前に押す。日本のボイスワープ 無条件転送と同等)。
- (7) Call forwarding when busy 着信側がビジーのときは別の番号へ転送するサービス(* 90 を転送したい番号の前に押す。日本のボイスワープ 話中転送と同等)。
- (8) Call forwarding don't answer 着信側が応答しないときは別の番号へ転送するサービス(事前に登録する必要がある。日本のボイスワープ 無応答転送と同等)。

表2 . PCX3000SH の主要諸元
Main specifications of PCX3000SH

項目		仕様
伝送 (DOCSIS)	周波数帯域	送信 5 ~ 42 MHz
		受信 88 ~ 860 MHz
	占有帯域幅	送信 200 , 400 , 800 , 1,600 , 3,200 kHz
		受信 6 MHz
	変調方式	送信 QPSK/16QAM
		受信 64QAM/256QAM
信号レベル	送信 68 ~ 118 dB μV 68 ~ 115 dB μV	
	受信 45 ~ 75 dB μV	
インタ フェース	ネットワーク側	10BASE-T(RJ45) USB(Type B)
	アナログ電話側	アナログ電話(RJ11)2ポート
	ケーブルテレビ (RF)側	F タイプ メス 75 オーム
機器	電源入力	本体 : DC12 V 1A(AC アダプタにて供給) AC アダプタ : AC 120 V 60 Hz
	消費電力	約 8 W
	外形寸法(本体)	48(幅)× 218(高さ)× 213(奥行)mm (突起物含まず)
	質量	約 0.75 kg (本体だけ)
	動作周囲温度 / 湿度	0 ~ 40 / 10 ~ 90 % (結露なし)
	保管温度 / 湿度	- 20 ~ 60 / 10 ~ 90 % (結露なし)

RF : Radio Frequency
QPSK : Quadrature Phase Shift Keying
QAM : Quadrature Amplitude Modulation

- (9) Call Return 着信後 , 発信者へ通話をかけ直すサービス(* 69 を押す。日本のコールバックと同等)。

6 あとがき

ケーブルテレビ網で使用できる周波数帯域は有限であるため , SO にとって電話サービスによる帯域使用率の把握が重要である。エンドユーザーの電話サービス使用頻度や , 圧縮率の高い CODEC で音声品質を満足するかなど , トライアルを通じて VoIP による電話サービスに関する技術的課題だけでなく , 商業的課題を洗い出しながらビジネスモデルの模索を行っている。ケーブルモデム市場での VoIP システムは , 明確な最終形態が見えていない。このため , トライアルでの客先要求を汲み取り , 各 CA ベンダーや CMTS ベンダーと協調しながら製品開発を進めてきた。今後はトライアルから商用化サービスへ移行していくことが予想され , データ用ケーブルモデム同様 , VoIP 対応ケーブルモデムでもトップベンダを目指し努力していく所存である。



古田 徹郎 FURUTA Tetsuro

e-ソリューション社 府中e-ソリューション工場 ネットワーク機器部主務。VoIP 対応ケーブルモデムの開発に従事。
Fuchu Operations - e-Solution