

## 大量情報配信システム VideoDome / InterDome

1C-8

渡部智樹

岸田克己

伊佐治真

田中一男

NTT サイバーソリューション研究所

### 1 まえがき

インターネットの普及により、WWW (World Wide Web) を使って、いつでも見たいときに見たい情報を簡単に得ることができるようになった。また、最近ではテキストだけでなく、絵や写真のほか、音声や映像などのマルチメディアコンテンツをリアルタイムに見ることができる。そのようなコンテンツは年々増加し、特に人気のホームページやニュース性の高いリアルタイムな映像では安定した受信・視聴が困難となってきた。情報提供者が多くユーザへ確実に配信しようとする場合、アクセス数に見合った回線容量と高性能なサーバが必要となり、高コストになる。つまり、情報提供サーバのプロセスと受信ユーザとの間はインターネット上で1対1の通信を行うため、ユーザが増えるに従って、その数に比例した通信路とサーバの処理能力が要求される。

そこで著者は、1対多型の通信サービスを用いて、サーバとなる1台のパソコンから複数のパソコンへのデータ配信を容易に実現する、大量情報配信システム「VideoDome」および「InterDome」を開発した。1対多型の通信サービスとして、現在、音声による「テレドーム」や「オフトーク通信」といったネットワークサービスが実施されており、アナログ InterDome は、このような通信サービスを利用して実現される。テレドームは全国で同時に100万規模のユーザに情報提供することが可能であるため、InterDome においても100万規模のユーザへのデータ配信が容易に実現できる。一方、定額性サービスのオフトーク通信を利用すると、輻輳なしで繋ぎ放題のデータ受信が可能であり、ユーザの受信コストを気にすることなく情報提供サービスを実現できる。さらに、近年中にサービス開始予定の ISDN 回線でのテレドームを利用した ISDN InterDome では64kbit/sでのデータ配信が可能で、これを使った VideoDome はライブ映像を100万規模のユーザに容易に配信することができる[1]。

本稿では、アナログ回線あるいは ISDN 回線を用いたファイル同時配信システム InterDome と、映像同時配信システム VideoDome を順に説明し、その中で適用する技術について述べる。また、これらのシステムを応用あるいは統合したシステムについて紹介する。

### 2 蓄積型コンテンツ配信システム～InterDome～

#### 2.1 1対多片方向通信サービスと伝送プロトコル

テレドームあるいはオフトーク(本稿では「テレドーム」のみを記述するが機能的にはどちらも同じである)

A WWW-Data Transmission System Using Multi-Point Distribution on the Telephone Network

Tomoki WATANABE, Katsumi KISHIDA,  
Shin Isaji, Kazuo TANAKA

NTT Cyber Solutions Laboratories

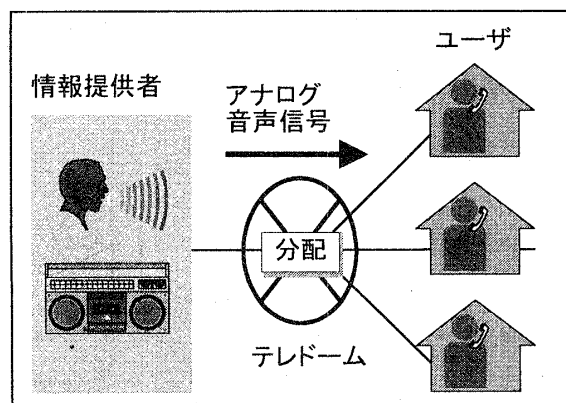


図1. テレドームサービスの概要

表1. 片方向伝送プロトコルの主な仕様

変調方式	ITU-T V.17 14.4kbit/s (2線半二重プロトコル)
キャリア送出	一定周期で送出・停止し、端末毎の非同期的な接続に対応
データ送受	HLDC フレームで行い、エラーリカバリのためにコンテンツを繰り返し送出
エラー制御	フレーム単位でのエラー検出。エラーフレームは破棄

は、1箇所の音源からのアナログ音声信号を複数の加入者線へ分配する機能を持った、1対多型片方向のアナログ通信サービスである(図1)。例えば、テレホンガイドのような音声情報を100万規模のユーザがほとんど話中なく同時に聞くことができる。ただし、片方向伝送であるため、各ユーザが音声情報の始まりから聞けるとは限らない。

テレドームによるデータ配信を実現するために、音源となる音声情報の代わりにモデムの変調音を送出する。ユーザはモデムを使ってこの音源のあるテレドームに接続し、回線から流れてくる変調音を復調することによってデータを受信する。複数のモデムが同時にテレドームに接続しても、音源から流れる変調音を必ず受信できるので、一度のアクセスで確実にデータを受信できる。

しかし、テレドームは音源からユーザ側への片方向伝送であるため、既存のデータ通信のように双方向でネゴシエーションする伝送プロトコルをそのまま適用できない。また、大多数の端末がそれぞれ非同期的に接続しても、確実にデータ受信を開始しなければならない。そこで、片方向通信で複数の端末にデータ配信を行うための、片方向伝送プロトコル(表1)を開発した。このプロトコルでは、送出側と受信側の双方で予め変復調方式を合わせておくため、双方向ネゴシエーションは必要ない[2]。

エラーフリーな環境において、片方向伝送プロトコルの送受信試験を実施したところ、1KByte/s以上の実効通信速度を得た。また、エラーを擬似に発生させた環境においても、繰り返し2周以内で全ての送信コンテンツを受信した[3]。

### 2.2 アナログ InterDome

テレドームに片方向伝送プロトコルを適用し、WWWコンテンツを配信するシステム「アナログ InterDome」を構築した(図2)。

アナログ InterDome のサーバからは、クライアント側からの接続の有無に関係なく、WWW ホームページのファイルセットをサーバのモデムへ繰り返し送出する。モデムは受け取ったファイルセットのデータを変調し、アナログ音声帯域の変調音を生成し、テレドームの音源として流しつづける。

クライアントでは、WWW ブラウザからテレドームの回線番号を含んだ InterDome 独自の URL (詳細は後述) をユーザが指定すると、モデムを使ってアクセスし、回線接続後、ファイルセットの受信を開始する。全ての受信が完了すると回線を切断して、受信したファイルセット (WWW コンテンツ) をブラウザに表示させる。ファイルセットの送信途中では、このファイルセットに含まれる全てのファイルリストが送出されており、クライアントは、このリストにより未だ受信できていないファイルがあるかどうかを確認する。

このように、InterDome では HTML などの WWW コンテンツを汎用の WWW ブラウザでアクセスし表示することができるので、InterDome で受信したページから http ではじまる URL へのアクセスや、逆にインターネットの WWW ページから InterDome へのアクセス、といったシームレスな相互参照や、コンテンツの共有利用が可能である。そのため、例えば、InterDome を使って人気のある WWW のトップページへ輻輳なくアクセスし、そのページから詳細な情報のページあるいは個人の認証が必要とされるページへのアクセスをインターネットで行う、といった利用形態を容易に実現できる。

### 2.3 ISDN 配信システム ~ISDN InterDome~

アナログ InterDome で用いたテレドームの代わりに、ISDN 回線版のテレドームと位置付けられる ISDN テレドーム (仮称: 近年中にサービス開始予定) を想定して、それを用いたデータ配信システム「ISDN InterDome」を開発した。ISDN InterDome は、アナログ InterDome に比べて高速かつ高信頼な、64kbit/s のデータ同時配信を実現する。上位レイヤの伝送方式についてはアナログ InterDome の片方向伝送プロトコルを適用する。下位レイヤについては、片方向伝送である ISDN テレドームに一般 TA を適用するための伝送方式を新たに開発した。一般の ISDN での 64kbit/s 通信では送信側・受信側の 2 台の TA 間で同期 PPP による双方向通信が行われるが、ISDN InterDome では、送信側 TA と受信側 TA の間を同

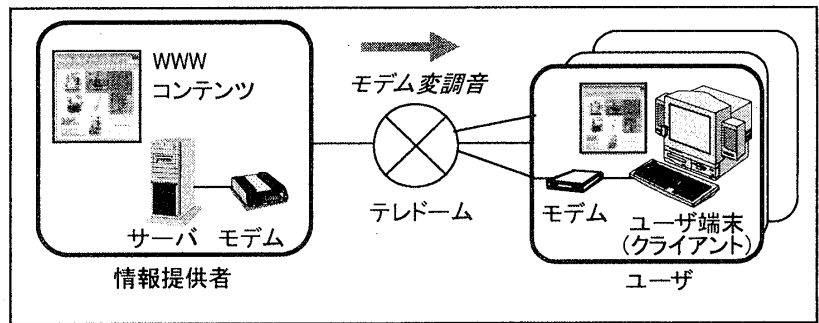


図2. アナログ InterDome の構成

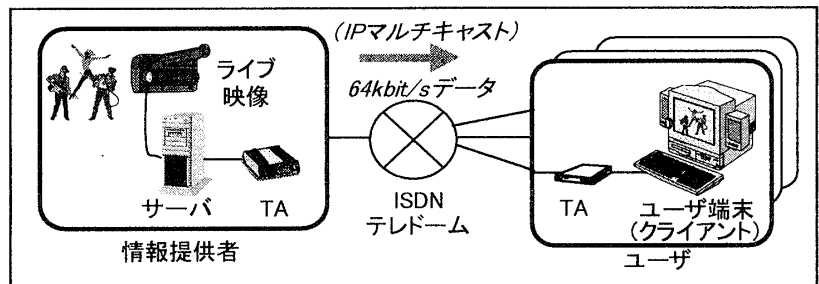


図3. VideoDome による映像配信の構成

期 PPP フォーマットで片方向伝送し、受信側 TA の同期/非同期 PPP 変換機能を用いて非同期 PPP フォーマットでパソコンに伝送することによって、64kbit/s の伝送を実現している。

## 3 映像配信システム ~VideoDome~

### 3.1 ストリーム映像配信の実現

2.3 節の ISDN InterDome の伝送容量 64kbit/s を活かして、リアルタイム映像などのストリーム型コンテンツを配信するシステム「VideoDome」を開発した[4]。この VideoDome を使用すれば、100 万規模のユーザでも確実に接続し、コンサートなどのリアルタイムな映像を途切れることなく観ることができ、また情報提供者にとってもサーバを低コストで構築できるというメリットがある (図3)。

VideoDome の通信形態は InterDome と同様に 1 対多の片方向伝送であるため、インターネット上の映像配信ツールで一般的に使用される TCP/IP などの双方向データ送受信プロトコルをそのまま利用することはできない。そこで VideoDome では、映像を IP マルチキャストデータとしてエンコードし、このマルチキャストデータを ISDN InterDome で配信し、マルチキャスト受信ツールで映像再生を行う。IP マルチキャストは UDP/IP であり、受信側から送信側への双方向での通信が必須でないため、VideoDome のような片方向通信との適合性が高い。

### 3.2 映像とファイルの同時配信

VideoDome では、1つの ISDN テレドームを使って、ストリーム映像だけでなくファイルも同時に配信することができる。例えば、配信する映像の関連情報をファイルで同時に配信するといった形態は、実際のサービスでも利用価値が高い。しかし、両者を1つの ISDN テレドームで伝送するため、ストリームとファイルの両方で 64kbit/s を超えないように制御しなければならない。現在は、「一定時間おきにストリームの伝送を一時停止し、

その間にファイルを伝送する」といった方式を採用している。この方式は、ストリームを中心に配信する一方で、データ量が比較的小さく更新頻度の低い、番組紹介などの情報を同時に配信するサービスに適している。このようなサービスを想定し、以下に設定したコンテンツを VideoDome で配信し、その受信と再生動作を確認した。

- 映像：H.261, QCIF（～48kbit/s）
- 音声：GSM, Mono（～12.8kbit/s）
- ファイル：案内用 HTML 文書（2～9kbit/s）。

以上に説明したように、VideoDome は InterDome の基本機能の上に構築した映像配信システムである。以下、VideoDome を含めて InterDome と記述するが、特に映像配信機能に関する説明については VideoDome と記す。

#### 4 InterDome アクセス用 URL

WWW で一般的な URL の http に対して、InterDome へのアクセスには dome という URL を用いる。この URL は、InterDome クライアントの起動・終了に合わせて自動的に WWW ブラウザに登録・解除されるので、使用する WWW ブラウザへの特別な設定は必要ない。

InterDome で使用する URL を図 4 のように定義した。ファイル受信の場合、アナログ回線ではテレドームセンタの回線番号を①のように、ISDN 回線では回線番号の後に“.isdn”を付けて②のようにそれぞれ指定する。受信後すぐに WWW ブラウザへ表示されるページは、情報提供者側でデフォルトを設定するので、URL 内では特に指定する必要はない。

映像などのストリーム受信の場合は、送信中のマルチキャストデータと照合するための情報として、マルチキャストアドレスとポート番号を③のように指定する。アプリケーション拡張子は映像再生ツールを起動するための識別子で、使用するツールに関連付けられた拡張子を指定する。③の形式は若干複雑になるため、一旦、インターネットや InterDome で配信映像の番組案内ファ

イルを受信させ、その中から③の形式の URL で映像受信にアクセスできるようにしておけばユーザの手間が省ける。

WWW ブラウザから図 4③の URL を指定すると、VideoDome クライアントは映像ストリームの受信アクセスを開始すると同時に、URL 内で指定したアプリケーション拡張子に関連付けられたストリーム再生ツールを自動的に起動し、受信映像の再生を行う。ストリーム再生ツールをユーザが終了させると、VideoDome クライアントは回線を切断する。このように VideoDome へのアクセスやストリーム再生ツールの起動をユーザは意識しなくてもよく、見たい時にすぐ見ることができる。

#### 5 InterDome 応用技術とシステム例

これまで InterDome の基本的な機能と利用形態を説明してきたが、以下、InterDome の技術を応用した情報配信システムについて述べる。

##### 5.1 InterDome Proxy ～イントラネットでの利用～

オフィスなどでの LAN（イントラネット）環境では、モデムや TA で公衆回線に直接接続されていない端末が多いと考えられる。そのような環境においても、LAN を経由して InterDome へのアクセスを可能とする「InterDome Proxy」を開発した(図 5)。

公衆回線に直接接続されていない端末(InterDome Proxy クライアント)は、同じ LAN 上で公衆回線に接続している端末の InterDome Proxy サーバへアクセスし、代理でテレドームへアクセスさせ、ファイルを受信させる。受信が完了すると受信したファイルが Proxy サーバからクライアントへと転送され、WWW ブラウザへ表示される。Proxy サーバが一旦受信したファイルは一定期間キャッシュとして蓄積され、同じファイル要求があった場合にはテレドームへのアクセスを行わず、キャッシュのデータを要求元へ転送するという機能も備えている。

● アナログ InterDome:ファイル受信	dome://テレドーム回線番号/	…①
● ISDN InterDome:ファイル受信	dome://ISDN テレドーム回線番号:isdn/	…②
● VideoDome:映像ストリーム受信	dome://ISDN テレドーム回線番号:isdn/stream:ポート番号*/マルチキャストアドレス*/アプリケーション拡張子	…③
*1:映像ストリームが使用する IP マルチキャストのポート番号。		
*2:映像ストリームが使用する IP マルチキャストのアドレス。		

図 4. InterDome アクセス用に定義した URL

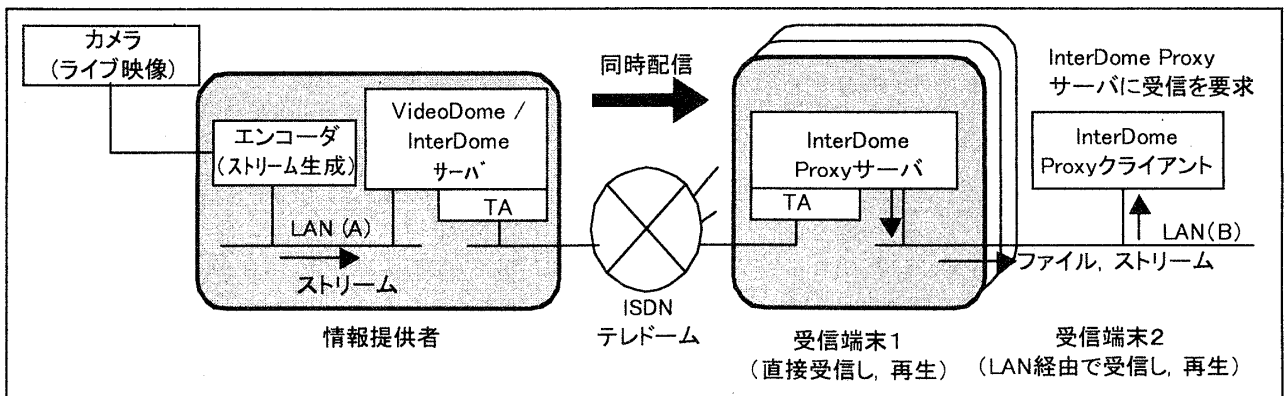


図 5. InterDome Proxy の構成

ストリーム受信の場合も同様に、InterDome Proxyサーバがアクセスを行い、LAN上にIPマルチキャストでストリームデータを送出し、要求したProxyクライアントをはじめ、LANに接続する全ての端末がこのデータを受信し、同時に映像を見ることができる。

このようにInterDome Proxyでは、限られた数の公衆回線をLAN内で共有し、より多くの端末でInterDomeを利用することが可能となる。

### 5.2 Integrated InterDome ~クライアントの統合~

これまでに述べた通り、アナログ回線を利用したアナログInterDome、ISDN回線を利用したISDN InterDome、ストリーム映像を配信するVideoDome、イントラネットから公衆回線を共有してアクセス可能なInterDome Proxyなど、それぞれの利用形態に応じたInterDomeのサービスを提供してきたが、ユーザはこれらの受信用ソフト(クライアント)を自ら選び、切り替えて使用する必要があった。そこで、全てのInterDomeクライアント機能を統合し、適切なクライアントを自動的に選択実行する「Integrated InterDome」を開発した。このIntegrated InterDomeでは、アナログInterDomeとISDN InterDomeという異種回線へのアクセスや、同時に複数の回線をそれぞれ別なInterDomeサーバへのアクセスなど、より複雑なアクセスでも1つの受信用ソフトで簡単に実現できる。このIntegrated InterDomeを起動するだけで、ユーザは回線の種別や使用状況を気にすることなく、InterDomeの各種サービスをスムーズに利用できる。

### 5.3 VideoDome-HQ ~伝送容量の拡大~

VideoDomeの伝送容量64kbit/sでは、映像の画面サイズやコマ数が限られてしまうため、より大きな伝送容量が求められている。このような要望に対し、64kbit/sのISDNテレドームを2本あるいはそれ以上同時に使用してストリームを送信するシステム「DivLink」を開発した(図6)[5]。

DivLinkは、2本以上のISDNテレドームに1つの映像ストリームを分割して伝送し、個別に受信したデータを結合することにより、元のストリームを復元する。DivLinkを用いることにより、VideoDomeでは64kbit/sであった伝送容量を、ISDNテレドームを束ねた分の容量にまで拡大できる。ISDNテレドームを複数利用したDivLinkは、64kbit/s以上のマルチキャストの橋渡しを実現し、高品質な映像ストリームを手軽に配信することが可能なシステムである。

しかし、DivLinkでは1つのISDNテレドームを利用する場合には1台のTAが必要となるため、2つのISDNテレドームを用いる場合には2台のTAが必要となる。最近のTAではMP(Multilink Protocol)と呼ばれる方式により1台のTAでの2B接続が実現されており、VideoDomeでも同様な2B接続を求める声が多かった。

そこでDivLinkの特殊な形態として、1台のTAで2B(128kbit/s)のストリーム受信を実現するシステムを現在開発中である。MPでは1Bの接続完了後に双方向ネゴシエーションを行い、2B接続に移行するため、MPを片方向伝送であるISDNテレドームにそのまま適用できない。現在は、片方向で2B接続するためのTA制御方式の検討を進めている。

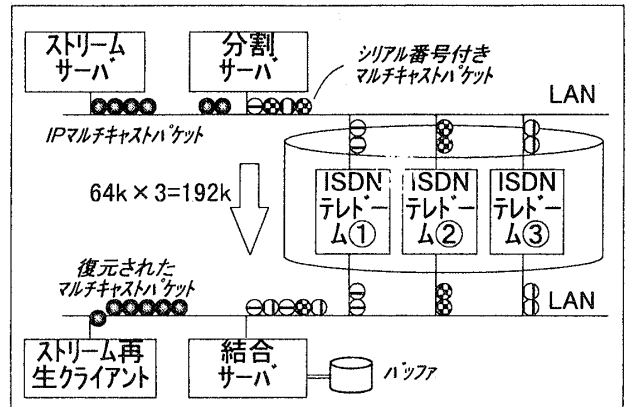


図6. DivLinkの概略 (ISDNテレドームを3つ使用した場合)

### 5.4 今後の通信サービスとInterDomeの展開

InterDomeは1対多通信という特徴を効果的に利用したデータ配信システムであるが、テレドームなどの通信サービスのメニューが今後広がっていけば、InterDomeの世界にも新たな形態のサービスを提供できるようになる。

例えば、テレドームで情報料課金が実現できれば、有料映像配信やインターネットコンテンツの課金サービスが可能となる。また、現在は携帯電話やPHSからテレドームへの接続はできないが、これが実現すれば、モバイル端末への強力な一斉情報配信サービスが可能となる。

## 6 あとがき

WWWコンテンツへの輻輳を解決する、1対多型の通信サービスを利用した大量情報配信システムInterDomeの基本機能を述べた。特に、ストリームデータに対応させたVideoDomeでは、ISDNテレドームという通信サービスを利用して、リアルタイム映像を100万規模のユーザに安定した品質で提供できる。またInterDomeの応用技術として、イントラネット向けの回線共有や伝送容量拡大の方式やシステムについて述べた。1対多で安定かつ確実に配信するInterDomeは、低コストでの情報提供を実現し、さらにインターネットと相互に参照することも可能な、新しい形態の情報流通サービスを実現するシステムである。

### 【参考文献】

- [1] 渡部・熊谷・丸山・岸田：“大量情報配信システムInterDome”，NTT R&D, Vol.48 No.4, 1999
- [2] 渡部・岸田・鈴木：“通信網による不特定多数へのデータ配信システムの実現”，1996年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-696, 1996
- [3] 福永・渡部・藤波・柏淵・渡部：“マルチ分配電話回線によるデータ配信の実現と応用”，情報処理学会第55回全国大会, 2V-01, 1997
- [4] 渡部・岸田・福永・田中：“交換網を用いたマルチキャストデータ同時配信の実現”，情報処理学会第56回全国大会, 6G-08, 1998
- [5] 渡部・岸田・丸山・田中：“IPマルチキャストストリーム分散伝送方式の一検討”，情報処理学会第57回全国大会, 1F-6, 1998