


# 衛星を利用した インターネットビジネス



JSAT (株) 竹井 淳

takei@jsat.net

近年、インターネットの普及が急速かつ広範囲に広がっている。また、衛星デジタル放送の進歩などにより衛星通信も急速に身近なメディアとして普及しつつある。本稿では、近年普及しつつある衛星回線を利用する商用インターネットサービスについて、国内外におけるその技術および特徴などについてまとめる。また、今後期待される新技術についても触れ、その将来について述べる。

## はじめに

近年、インターネットが一般社会に急速に普及しつつある。それは研究および教育機関から普及が始まり、最近では一般の家庭にまで急速に普及し始める状況にある。そしてそれは企業、教育機関、家庭を問わず、不可欠なメディアの1つとなりつつある。一方、家庭に普及しつつあるもう1つのメディアとして衛星を利用したデジタル放送サービスがあげられる。日本では、1996年よりデジタル衛星放送サービスが開始され、今ではCSデジタル放送を受信する世帯は260万世帯を突破する規模に発展し、衛星を利用するサービスの中で最も普及したものの1つとして重要な地位を築いている。

本稿では、デジタル衛星放送サービスの開始とともに普及しつつある衛星通信サービスとインターネットに着目し、インターネットにおける衛星利用の歴史と現状、そしてその商用サービスについて述べる。

## インターネットにおける衛星利用の歴史

本章では、インターネットにおいて衛星がどのように利用されてきたかについて触れる。衛星通信(ここでは静止軌道上の静止衛星を用いた通信のことを指す)は、その特徴として、同報性がある、通信品質およびその

コストが地理的距離に依存しない、比較的広帯域の通信路を提供できる☆1、ネットワークの構成(トポロジ)の変更を容易にできるなどの点を挙げることができる。

インターネットにおいて衛星回線は古くから利用されているが、その利用方法は、ある時点を境に大きく変化をしてきている。その変化は1990年代中期に起こり、それはデジタル放送の開始によるデジタルデータ受信機器の価格低下、およびその普及に起因する。それ以前の衛星通信および衛星放送はアナログ変調方式を用いたものが一般的で、受信機材もアナログ変調方式のものが主流であった。また、その時代のインターネットにおける衛星通信の利用は衛星回線を双方向の回線として用い、地上回線の敷設が困難またはコストが非常に高くなる2地点間において地上回線の肩代わりをさせる利用方法が一般的であった。

1990年代に入り、デジタル衛星放送が開始され、それにかかわる受信機材の価格低下が起こり、送信機能を持たない受信専用機(以後受信機)を用いてインターネットに接続をするサービス形態が出現してきた。本稿では、この変化が起こる以前をI期、デジタル方式の受信専用機を用いる方式が出現した時期以降をII期と呼ぶことにし、特にII期において受信専用機材を用い、衛星回線を片方向回線として利用する商用インターネットサービスを中心に述べる。

## I期における衛星の利用方法

衛星通信はその特性から主に大陸間の通信など長距



離を結ぶ通信に用いられてきた。この時期のインターネットにおける衛星の利用方法は、多くがネットワークを構成するノードとノードを結ぶ1本のパス(Path)として衛星回線を用いていた。そのため、接続は1対1の形態となり特別に前述のような衛星通信の特徴を生かした何らかの工夫を施したものはほとんど存在しなかった。1980年代に入り、衛星通信の世界でVSAT (Very Small Aperture Terminal) が普及し始めその仕組みの上でネットワークを構築する動きもあったが、大きな普及には至らなかった。単に、VSAT回線を専用線に捉える

にとどまっていたためと考えられる。衛星回線は遠距離を結ぶ場合には、距離に応じて地上回線よりもコストが安くなるが、大陸をまたがるような場合を除き距離が近い場合に、1対1の双方向通信回線として用いるには地上回線に比べコスト競争力の低い点が、I期において衛星の利用が広く普及しなかった理由の1つとしてあげられる。

## II期における衛星の利用方法

1990年代に入りデジタル衛星放送が現実のものとなり、MPEG技術を利用した放送が急速に普及し始めた。この普及により、MPEG方式を利用した受信機器の材料コスト(たとえばQPSK受信モジュール、MPEGデコーダチップ、その他)が飛躍的に安価となり、それらを用いた受信機が以前に比べ比較的安価に製造できるようになった。またMPEG方式を用いた衛星放送では、画像や音声をデジタルデータに変換して伝送を行う。そのプラットフォームにおいて、画像、音声データをIPデータグラムと置き換えることは比較的容易であったため、MPEG方式の受信機を利用した商用インターネットサービスがこの時期に出現した。MPEGデータ受信機出現により、一方向の回線ではあるが受信者まで比較的広帯域の回線を提供することが可能になり、回線の一方向性を補う技術の開発とともにそのサービスが広く普及するようになった。本稿では提供するサービス内容により次の3種類にその形態を分類し、それぞれについて述べていく。

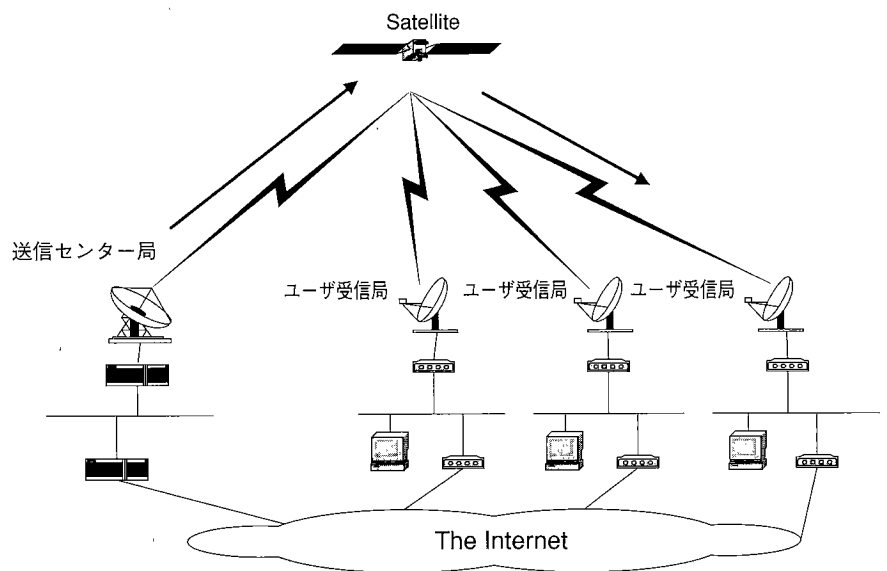


図-1 ネットワーク接続型の基本ネットワークトポロジ

- (1) ネットワーク接続型サービス(組織向けインターネット接続サービス)
- (2) ホスト接続型サービス(個人ユーザ向けインターネット接続サービス)
- (3) コンテンツ配信型サービス

これらのサービスでは、衛星回線は送信センター局からユーザ受信局への一方向のみで利用され、ユーザから送信センター局あるいはインターネット側への戻り回線は一般の地上回線(ダイヤルアップ回線、専用線)が利用される(図-1)。また、このネットワークトポロジの特徴として、一般的に衛星回線部分は戻りの地上回線部分に対して帯域を広くとるものとなる(たとえば衛星回線が2Mbps~数10Mbpsに対して、地上が回線56kbpsなど)。そして、送信センター側からユーザへの衛星回線部分を複数のユーザで共有して利用する形態もその特徴としてあげられる。複数のユーザでその回線を利用することで、その回線利用効率をあげることが期待でき、それに加えIP Multicast技術を適応することで、伝送する内容(コンテンツ)によっては地上回線では実現することの難しい、マルチキャストに適したネットワークを実現できる。これらの受信専用機と一方向回線を用いたネットワークのイメージは、送信可能なホストが1台または複数存在するEthernetに受信専用ホストが複数接続されている図-2のようなネットワークとなる。

### ● ネットワーク接続型サービス

ネットワーク接続型サービスは、衛星を介してユー

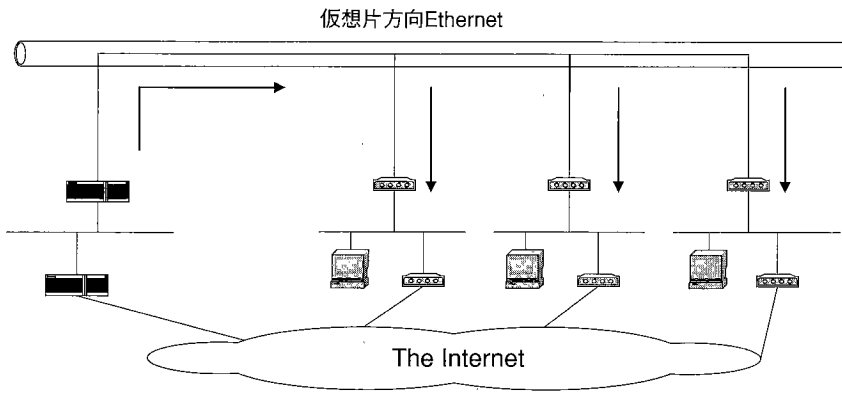
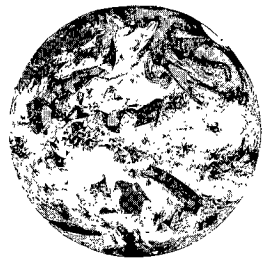


図-2 仮想片方向Ethernet

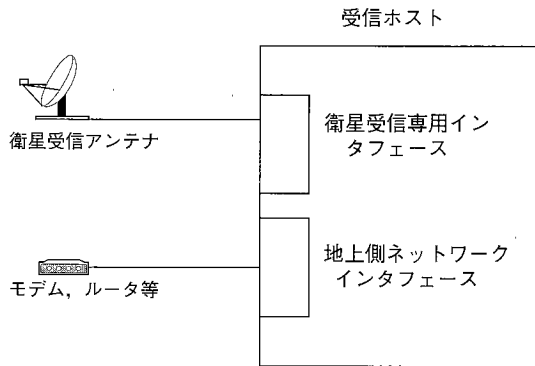


図-3 受信ホストにおけるインタフェース

ザのネットワーク(1つ以上のサブネットが存在するネットワーク)から他のネットワーク(インターネットまたは別の場所に存在する企業内ネットワークなど)への接続性を提供するものである。最近では、IETF (Internet Engineering Task Force<sup>☆2</sup>)において片方向回線を用いて既存のインターネット経路制御技術を用いるための仕組みについての規格がRFC3077“ A Link-Layer Tunneling Mechanism for Unidirectional Links<sup>1)</sup>”として発行された。日本、フランスではRFC3077に準拠したサービスがすでに実用化され図-1のようなトポロジでサービスが提供されている。ユーザのネットワークは、衛星からの経路(片方向回線)と地上の経路(双方向回線)の2種類を用いて目的のネットワークに接続される。RFC3077に準拠したネットワークであれば、RIP, OSPF, BGPなどに代表される一般的な動的経路制御プロトコルをそのまま利用することができる。このおかげで、衛星回線が片方向回線であったとしても、地上のネットワークで使用されている動的経路制御プロトコルを特別な改良を必要とせずにご利用できることにな

った。そのため、たとえば強い雨<sup>☆3</sup>により衛星回線が切れた場合に、動的経路制御プロトコルの仕組みのおかげで自動的に受信側は送信側ネットワークから受けている経路を衛星回線側から地上回線側に切り換えることができる。RFC3077に準拠した受信機またはルータも徐々に市場に投入され始めているので、今後IP Multicast技術へのニーズの高まりと

ともに普及が期待される利用形態である。

### ● ホスト接続型サービス

ホスト接続型サービスは、衛星を介してユーザの受信ホストに対し、他のネットワーク(インターネットまたは別の場所にある企業内ネットワークなど)への接続性を提供するものである。ユーザの受信ホストは、衛星からデータを受信するためのネットワークインタフェース(片方向通信用)と戻り方向のデータを地上回線経由で戻すためのネットワークインタフェース(双方向通信用)の2つのネットワークインタフェースを持つ(図-3)。このサービスでは、ネットワーク接続型サービスのように経路制御を衛星回線上で行う必要がないためIETF等において特に規格化は行われていない。

これらは大きく分けて送信局に置かれるプロキシサーバを用いる方式と、ユーザの受信ホストにある衛星受信ネットワークインタフェースと地上のダイヤルアップインタフェースとに個別のIPアドレスを付与し、それにより経路制御を行う方式に大別される。

プロキシサーバを用いる方式(図-4)は、プロキシサーバまたはその近傍にて衛星経由でデータを受信するユーザの管理、把握を行う。データの流れはまず、ユーザからのリクエストをプロキシサーバが受信をし(図-4①)、目的のデータをインターネットから取得した後に(図-4②③)、衛星回線経由にてユーザへ目的のデータを配信する(図-4④)のものである。この方式は、簡易に実装できるがプロキシサーバの機能に直接依存するため、拡張性などに制限事項が存在する。

一方、ユーザの受信ホストのネットワークインタフェースに対し個々のアドレスを付与する方式は、送信局側ネットワークから、受信ホストの衛星受信インタフェースに付与したアドレスに対する経路情報をインターネットに対し広報する(図-5)。そして受信ホストでは、インターネットに対しパケットを送る際に、送信

元 IP アドレス (Source IP Address) を衛星受信ネットワークインタフェースに対して付与された IP アドレスをつけて送信する (図-5 ①)。これにより、このパケットへの返信は、インターネットから送信局のネットワークに転送され (図-5 ②)、最終的に衛星回線を経てユーザの受信ホストにて受信される方式である (図-5 ③)。この方式は、ユーザから目的のホストへのリクエストも、その戻りも最短経路を通じてデータは伝送されるため、プロキシサーバ等による経路の制限を受けない。しかし、受信ホストから地上回線を通して伝送されるパケットの送信元 IP アドレスが、地上回線の接続されるネットワークインタフェースにつけられたものと違うため、セキュリティの問題が存在する。一般的に、インターネットサービスプロバイダは、ダイヤルアップ回線などの入り口から入ってくるパケットに対して、自分が割り当てた IP アドレス以外の送信元 IP アドレスを持つパケットを制限して廃棄することが推奨<sup>2)</sup> されているためである。そのため、このサービスを提供する衛星インターネット事業者は、ユーザが利用する地上側の ISP との調整が必要となる。

### ● コンテンツ配信型サービス

近年、静止画、音声、動画などの配信がインターネットで普及するにつれて、それらの広帯域な回線を必要とするコンテンツを配信するために、IP Multicast 技術と衛星回線を組み合わせて利用することで、効率的

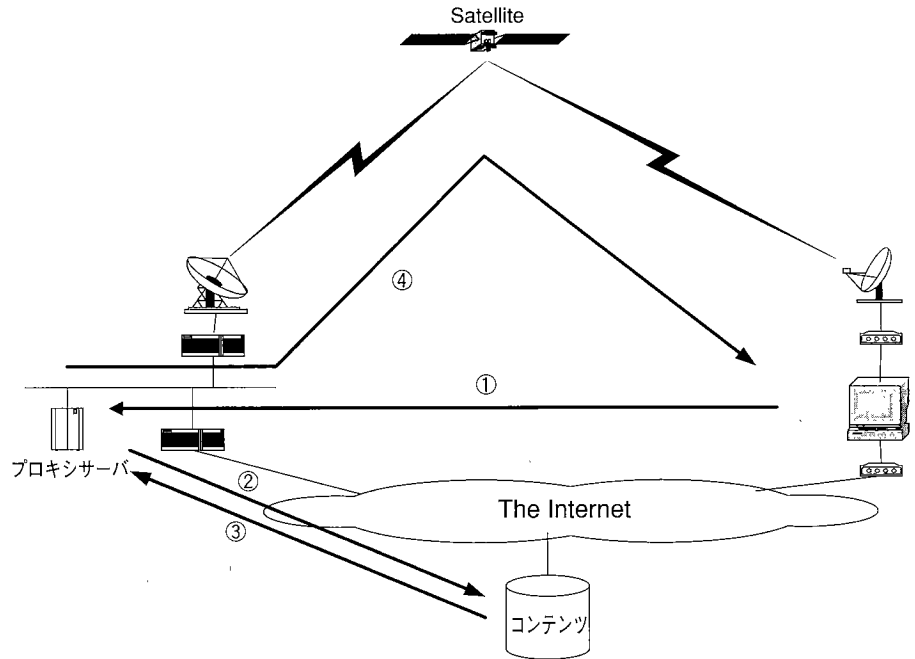


図-4 ホスト接続型サービスA方式

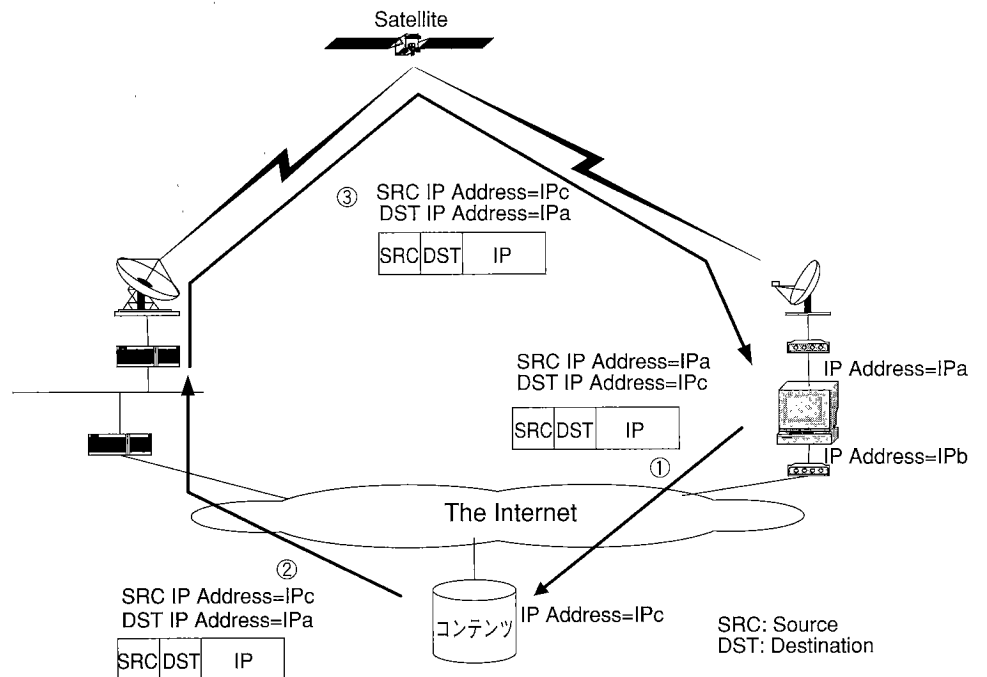


図-5 ホスト接続型サービスB方式

な配信を行うコンテンツ配信型サービスが提供され始めている。

このサービスでは、同報性のあるコンテンツ、たとえば net news、放送型コンテンツ、分散キャッシュサ

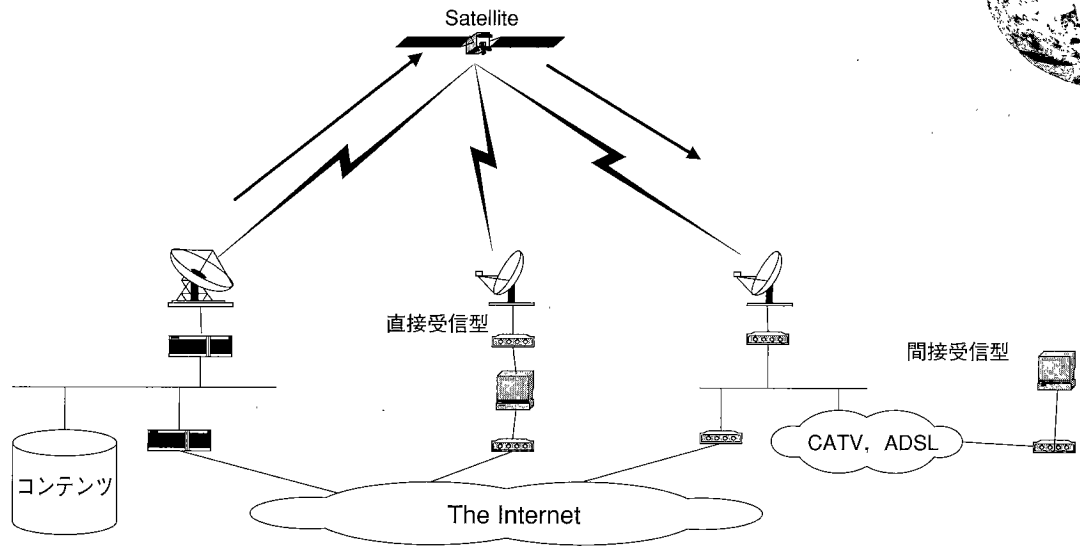
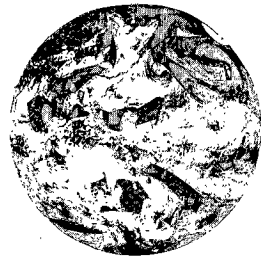


図-6 リアルタイム型コンテンツの直接受信および間接受信の形態

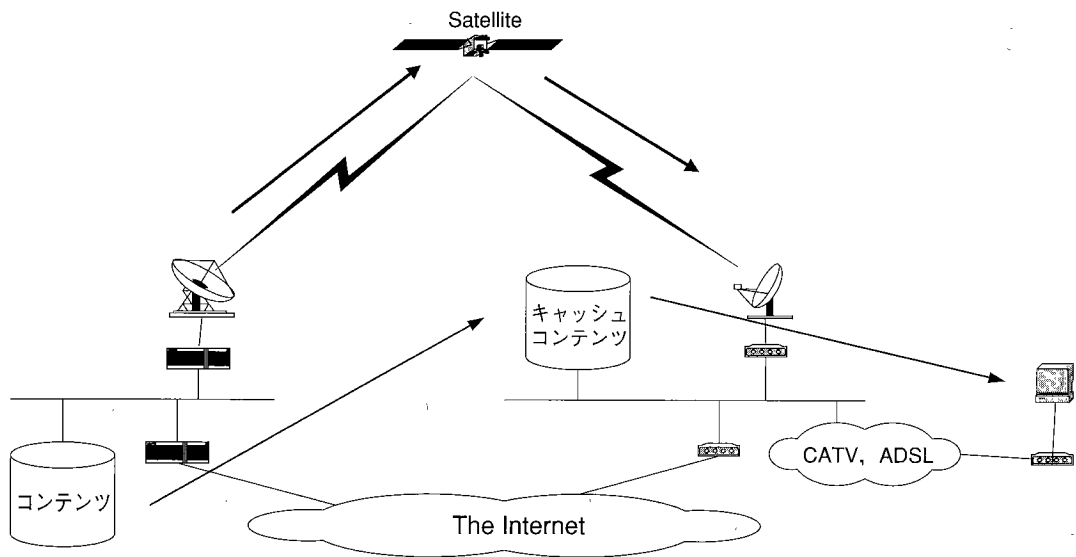


図-7 キャッシュサーバを利用した形態

サーバへのコンテンツなどが衛星回線を利用したIP Multicastで伝送されている。

近年では、動画伝送へのニーズがリアルタイム配信、蓄積型配信の双方で高まりつつあり、リアルタイム配信は直接および間接受信型でサービスが展開されつつあり(図-6)、また蓄積型配信型(図-7)ではユーザにできるだけ近い場所にあるキャッシュサーバへ配信を行いそこに蓄積されたコンテンツをユーザに提供するサー

ビスが展開されている。

## 商用サービスの展開

### ネットワーク接続型サービス

商用サービスの中でRFC3077に準拠したサービスとしては、日本のNTTサテライトコミュニケーションズ



(株)の行っている MegaWave Pro サービス (<http://www.megawavepro.ne.jp>), フランスの UDCAST社 (<http://www.udcast.com>) のサービスをあげることができる。

また, アメリカの Hughes Network Systems 社の提供する DirecPC サービス (<http://www.direcpc.com>) では RFC3077 とは違った独自の方式でネットワークの接続性を提供するサービスを提供している。日本では, 同方式のサービスを宇宙通信(株) (<http://www.deirecpc.ne.jp>) などが提供している。

### ホスト接続型サービス

日本国内でのホスト接続型サービスは, 地上回線を用いた比較的高速な接続サービスを安価で享受できる環境があるなどの理由から, 事業として難しい局面にある。NTT サテライトコミュニケーションズ(株)の提供していた MegaWave サービスは, 残念ながら2000年秋で終了してしまい, 日本においては DirecPC 方式のみが提供されている状態である。アメリカ国内でも同じような理由から DirecPC の普及は今1つ伸び悩んでいる状況と聞く。

ホスト接続型サービスは, 回線利用の多くが1対1のユニキャスト通信となる。現在の広帯域を要するコンテンツが多く存在するなか, 衛星回線を複数のユーザで共有して効率化を図ったとしてもそのスループットには衛星回線の帯域から限界があり, それがこの型のサービスの限界を生んでいるものと考えられる。

### コンテンツ配信型サービス

日本では, (株) ヒットポップス (<http://www.hitpops.co.jp>) の HitPOPS サービスがコンテンツ配信型サービスとしてあげられる。また, アメリカでは, 衛星オペレータである PanAmSat 社が提供する Net-36 (<http://www.net-36.com>) がこのサービスに相当する。HitPOPS と Net-36 は CATV 局や ADSL のヘッドエンドにキャッシュサーバを展開しそこに動画などの広帯域コンテンツを配し, ユーザとコンテンツサーバ間のネットワークの距離を短くすることで品質の良い環境でコンテンツを提供するものである。コンテンツサーバへの配信は衛星を用いた IP Multicast で行われ, 広い地域へ一度に大容量のコンテンツ配信を行うことができる。

これらのサービスはどれも近年立ち上がったばかりのもので, 今後いわゆる, ラストワンマイル(ユーザが

インターネットへ接続する場合, ネットワーク側から見たユーザへの最後の1ホップ)回線が広帯域化されること, および広帯域を要するコンテンツの登場により大きな普及展開の期待される利用形態である。また, 本サービスは本稿で分類した3サービスの中で最も衛星通信の特徴を活用したサービス形態であり地上の回線では実現できないトポロジを利用するものである。このことから今後の衛星を利用したインターネットの中では最も注目すべき利用形態の1つと考えられる。

### まとめ

本稿では, 衛星を用いたインターネットの利用について, 歴史および現在の利用形態, 商用サービスとしての展開について述べた。衛星通信は, 地上回線では実現できないネットワークトポロジを提供できる利点を持つが, その打ち上げ, 運用にかかる費用からその通信にかかるコストは, 1対1の通信では近年の光ファイバの普及により, 地上回線の方がコスト的に勝っている。しかし, インターネットの普及により, それに対するニーズも多様化しており, コンテンツの広帯域化, 世界中での接続性の需要などを考慮すると, まだまだ衛星を活用できる場はあると考えられる。また, 1対多の放送的要素を持つ利用形態が普及することも容易に予想され, そのようなコンテンツの配信には衛星の利用が不可欠となるであろう。

また今後は, ユーザから送信センターへの回線容量が比較的小さい非対称型ネットワークへのニーズも増大しつつあることから, ユーザ側設置アンテナの直径を45~60cm程度とした衛星双方向通信端末の普及も期待される。さらに, 衛星側の技術も進歩しており, 衛星上に交換機能を持つ衛星の登場, Kaバンド(20~30GHz以上の帯域を利用)を利用することで回線の大容量化をはかり, 低コストな衛星通信サービスを提供する可能性も検討されている。このように, 今後も新たなニーズとともにインターネットにおける衛星の利用は一層普及発展していくものと期待される。

#### 参考文献

- 1) Duros, E., Dabbous, W., Izumiyama, H., Fujii, N. and Zhang, Y.: A Link-Layer Tunneling Mechanism for Unidirectional Links, RFC3077 (Mar. 2001).
- 2) Ferguson, P. and Senie, D.: Network Ingress Filtering: Defeating Denial of Service Attacks Which Employ IP Source Address Spoofing, RFC2267 (Jan. 1998).

(平成13年7月27日受付)