

田中 慶彦・小松 大実

NTTサテライトコミュニケーションズ(株)

tanaka@nttsc.co.jp・komatsu@nttsc.ad.jp

通信衛星を利用した広帯域 インターネットサービス

インターネットの普及

日本におけるインターネットの普及は目覚ましいものがある。日本インターネット協会の調査¹⁾によれば、1999年2月現在でインターネット人口は1,500万人を突破し、前年比150%の伸びだと報告されている。またホームユーザの数がはじめてオフィスユーザの数を抜いたことが特徴として報告されている。

インターネットの普及にはPCの低廉化も大きく影響している。米国で一先に話題となっていた、ある特定のサービス等の利用を条件に無償で提供される「フリーPC」も日本に登場し、今後ますますPCおよびインターネットの一般家庭への普及率が高まるであろうということは想像に難くない。

また、企業においてもインターネットの利用は必須となっており、メールの送受信のみならず、業務上のあらゆる局面でインターネットまたはインターネット技術を利用したイントラネット利用が進んでいる。

インターネットの速度

急速に増加しているインターネットユーザではあるが、インターネット利用時の通信速度には不満が大きい。前述の調査によれば、ホームユーザの場合、33.6Kbps以上の速度で接続している割合は1998年が50%強だったのに対し、1999年は80%を超えているにもかかわらず、多くのユーザが現在の通信速度に不満を感じている（我々の独自の調査でも60%以上の人々が現在の通信速度に不満を感じている）。

また企業においても、インターネットへつながらるバックボーン回線を十分に確保しようとするとそのコストはばかにならない。業務上必要な大容量のファイルを送受信しようとするバックボーン回線の容量の制限から、企業内で利用する場合であってもホームユーザと大差がない環境であることが多い。

通信速度も技術の進歩により、モデムの速度も9.6Kbpsから14.4Kbps、33.6KbpsさらにISDN128Kbpsへと格段と速度が上がっているが、それ以上にインターネット上のコンテンツの大容量化が進み、ユーザの不満は一向に解消されていない。

これから述べる通信衛星を利用したインターネットサービスは、CATVインターネット、xDSL、無線インターネットとともに、インターネットを利用

する際の速度の不満を解決する方法の1つとして注目されている。

インターネットに衛星を利用する技術

衛星回線の利用形態としては、回線の両端に送受信設備を設置して双方向回線を構成するものと、片端に送信設備を設置し、もう片端は受信専用設備として片方向回線を構成するものがある。前者は各端末が高価になるうえ、無線局免許の取得等も必要となるのに対し、後者は送信設備が高価なものの、受信専用設備は小型で安価、免許も不要である。CS放送は衛星通信の持つ広域性、同報性といった特性と後者の形態を組み合わせたもので、1カ所の送信設備から多数の受信専用設備に同一の情報を送るといふ、最も衛星通信に適したアプリケーションの1つである。

CSデジタル放送（SKYPerfecTV!）の普及により、受信アンテナや受信機が非常に低価格となったが、CSデジタル放送の伝送方式をデータの伝送路として利用することにより、これらの安価な機器やコンポーネントを流用して、大容量の片方向データ通信回線を構築することが可能になる。この回線をインターネットの通信に利用すれば、帯域を多地点で共有したり、また、この回線は同報メディアであるので、地上のネットワーク上では難しい広域IPマルチキャストを容易に実現することができる。

このような片方向の回線をインターネットの通信回線として利用するために必要となる技術を考えてみる。

インターネットの通信は通常、専用線、ISDN、電話等の回線を使用して行われているが、これらはいずれも双方向の回線であり、World Wide Web等、インターネットのアプリケーションも多くは双方向の通信を行うものである。衛星回線は片方向であっても、これらのアプリケーションを利用するためには何らかの方法で双方向の通信を実現しなくてはならない。衛星回線以外に既設の専用線や電話回線による接続性があることが前提となるが、利用形態別に双方向通信を実現する2種類の方法を述べる。

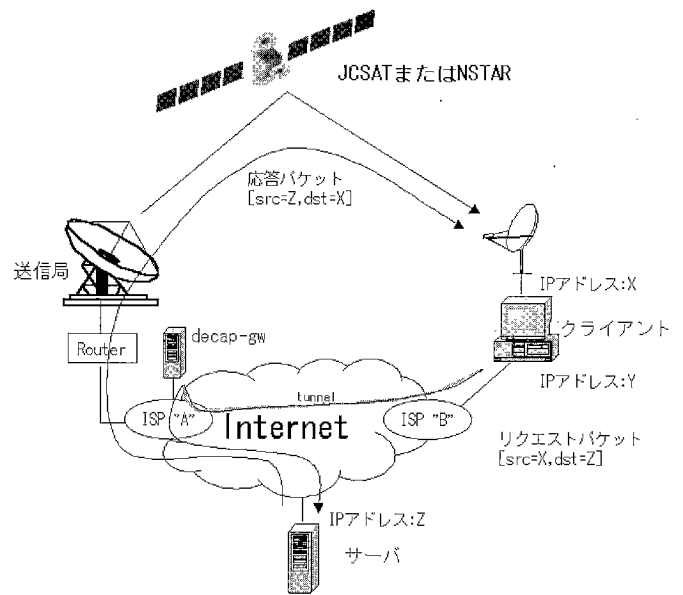
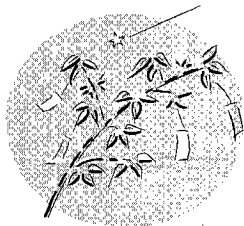


図-1 アクセス回線としての利用形態

<アクセス回線としての利用>

図-1のような接続形態で、単一のホストがアクセス回線として衛星回線を利用する形である。この場合、地上側はダイヤルアップ接続でもルータを介した専用線接続でもよいが、そのホスト自身が地上側と衛星側の2つのネットワークインタフェースを持つことになる。衛星側インタフェースにつけられるIPアドレスを“X”，地上側インタフェースにつけられるIPアドレスを“Y”とすると，“X”は送信局を持つISP“A”から，“Y”は地上回線で接続されたISP“B”から割り当てられたアドレスとなる。このクライアントホストがインターネット上の任意のサーバと通信する時、サーバに対するパケットは地上側のインタフェースから送り出されることになる。通常IPパケットの送信元（src）アドレスにはパケットを送信するインタフェースのアドレス“Y”が用いられるが、ここで“Y”の代わりに衛星側のアドレス“X”を用いると、パケットを受け取ったサーバは“X”に対して応答を返すことになる。“X”はISP“A”に属するアドレスであるので、ISP“A”によってインターネットに対し広告されている。したがって、応答パケットはインターネットにおける経路制御に基づきISP“A”に送られ、衛星を経由して元のホストの衛星側インタフェースに届けられることとなる。

しかしながら、このようにISP“A”に属するアドレスを送信元としたパケットがISP“B”からインターネットに出て行くことはセキュリティ上の問題があり、ISPはこのようなパケットをフィルタすることが推奨されている。

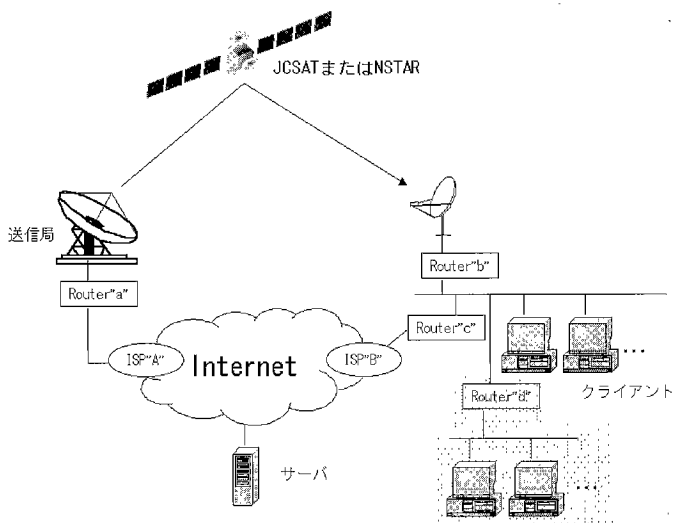


図-2 ネットワーク接続回線としての利用形態

これを回避するためにはクライアントホストからISP“A”のネットワーク内までIPinIPトンネルを用いてパケットを運んでやればよい。クライアントホストからのパケットはISP“A”が用意したトンネルの出口であるdecapgw (decapsulation gateway) を経由し、ISP“A”からインターネットに出て行くことになる。このような方法により、図中の矢印で示した通信経路が構成される。

NTTSCではダイヤルアップ接続と同様のホスト認証、衛星側IPアドレスの動的な割当て/回収を行うSLCP (Satellite Link Configuration Protocol) と呼ぶプロトコルを開発し、これを実装したソフトウェアパッケージを実用に供している。

<ネットワーク間接続回線としての利用>

図-2のように衛星回線を介してネットワークを接続する場合も同様に、受信側ネットワークのIPアドレスをISP“A”から割り当てられたものにすれば戻りパケットを衛星経由とすることができる。イントラネットに適用する場合も同様で、最も単純な方法としては受信側のネットワークに対する経路が衛星に向くよう各ルータに対して経路を設定すれば戻りパケットを衛星経由とすることができる。

しかしながら、このような静的な経路制御はネットワークの運用性、可用性を低くすることとなる。上記のような設定を行った場合、受信側ネットワークにRouter“d”を追加して新たなネットワークを接続する際、送信側Router“a”にこのネットワークへの経路を追加設定しなければならない。また、何らかの理由によりリンクがダウンすると一切の通信が行えない状態となってしまう。

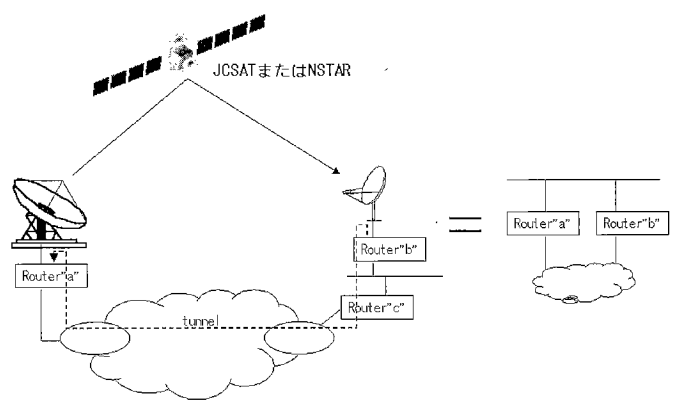


図-3 UDLR概念図

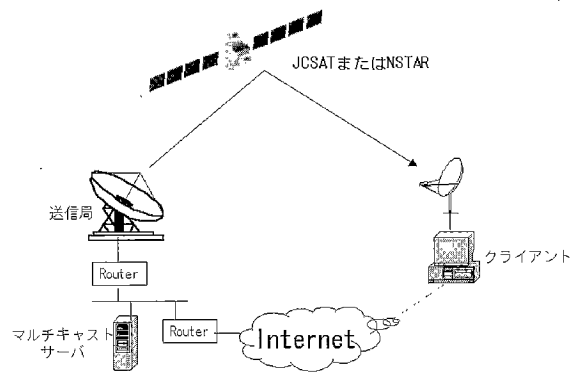


図-4 マルチキャスト配信

インターネット/イントラネットといったIPネットワークにおいては、各種の経路制御プロトコルを使用して通信経路を動的に制御することが一般的に行われている。経路制御プロトコルは、ネットワークを構成するルータ間で経路情報を交換して最適な経路を計算する機構であり、これを使用することによりネットワーク構成の変更は自動的にネットワーク全体に伝播し、経路上で障害が発生した場合、(もしあれば) 代替経路を使用して通信を継続することができる。

衛星回線に動的な経路制御を適用する際に問題となるのは、現在一般的に用いられている経路制御プロトコルがすべて双方向回線を前提にしているということである。動的経路制御を実行しているルータは互いに隣接しあう、つまり同一ネットワークに接続されたルータと通信し、経路情報の交換を行う。図-2中のRouter“a”とRouter“b”は衛星を介して隣接しているが、Router“b”からRouter“a”方向の通信ができないため受信側のネットワーク情報が送信側に伝わらず、このままでは衛星回線が使用されない。

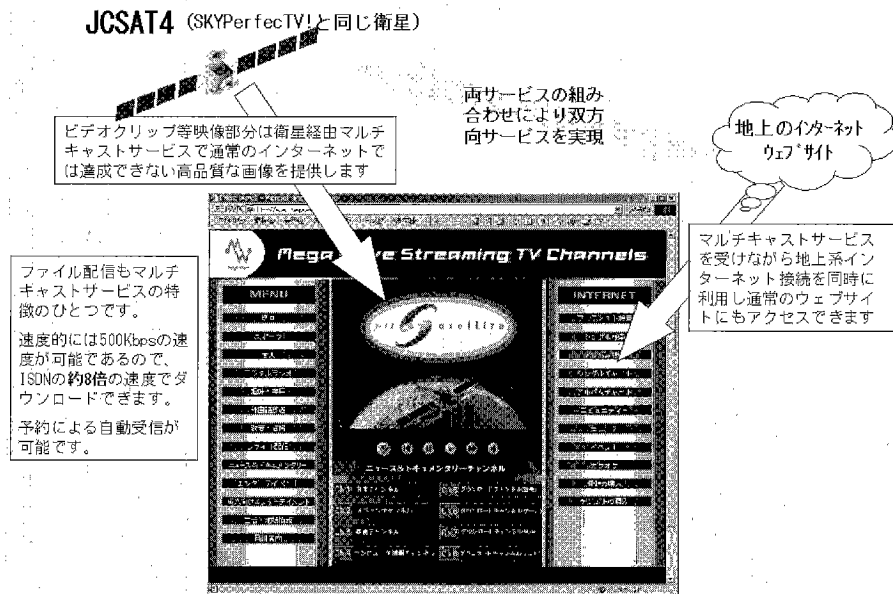


図-5 衛星マルチキャスト配信と地上系インターネット接続を「オーバーレイ」することにより実現する広帯域インターネットサービスイメージ

この問題を解決する方法として考案された技術がUDLR (Uni-Directional Link Routing)²⁾である。UDLRは図-3に示すように、地上線等双方向の通信路を利用して送信側-受信側間でデータリンク層トンネリングを行い、片方向の衛星回線を擬似的な双方向回線とする技術である。UDLRを用いることにより衛星回線はイーサネットと等価になるため、ユニキャスト、マルチキャストともに通常の経路制御プロトコルをそのまま利用して動的な経路制御を行うことが可能となる。あとは衛星経由の経路と地上経由の経路に適切な重み付けを行えば、衛星回線と地上回線を組み合わせた非対称な双方向通信を実現することができる。

以上のような方法により、片方向に衛星回線を使った双方向通信を実現することができるが、一方で映像、音声のマルチキャストストリーミング等、元々片方向の通信しか行わないアプリケーションも存在する。これらのアプリケーションではサーバはパケットを送り出すのみ、クライアントはサーバからのパケットを受け取るのみという通信形態であるため、回線に双方向性を要求しない。

<マルチキャスト配送回線としての利用>

Web等双方向の通信は地上回線を利用して行い、片方向のマルチキャスト配送のみに衛星回線を利用することも可能である。この形態を図-4に示す。

クライアントは地上回線を利用して衛星上のマルチキャストセッションに関する情報を入手し、それに基づき衛星回線経由のマルチキャストセッションを受信することができる。衛星回線による受信が確立した後は地上回線は使用されないため、ダイヤルアップであれば切断することも可能である。

NTTサテライトコミュニケーションズが提供するサービス

<企業向けサービス：Mega Wave PRO>

我々は企業イントラネット向けに前述のUDLRを実装した専用線サービスを提供している。企業のデータセンタ等と我々のネットワークオペレーションセンタを専用線等により接続し、対応する受信機を全国の各拠点に設置することによって、全国の地上回線を大容量化するのに比べてはるかに安価に大容量のバイパス経路を持つことができる。

この際、既存ネットワークで運用している経路制御プロトコルをそのまま適用することができるので、既存ネットワークとのインテグレーションが非常に容易である。

また、この経路においてIPマルチキャストを用いることにより、全国規模のマルチキャストネットワークを容易に構築することが可能である。

JCSAT4 (SKYPerfecTV!と同じ衛星)

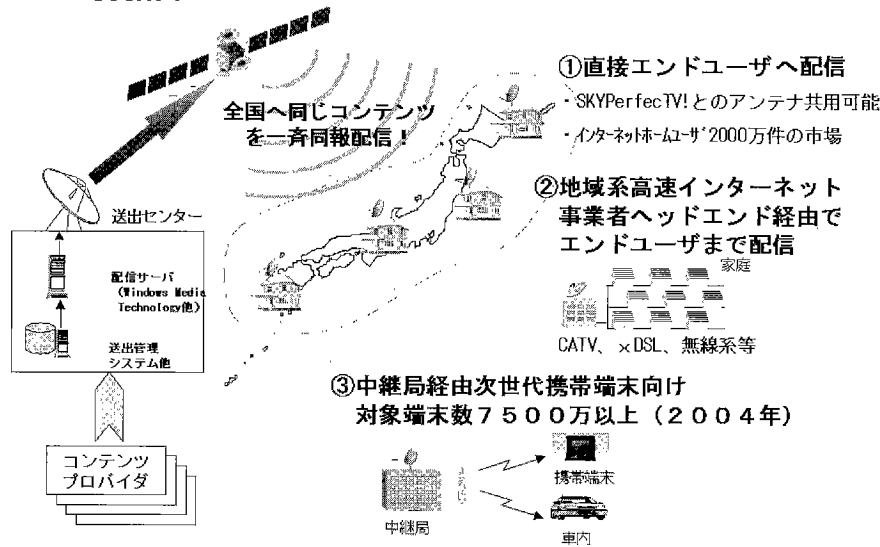


図-6 衛星マルチキャスト配信対象

<コンシューマ向けサービス：Mega Wave Select>

一方、コンシューマ向けにも、IPマルチキャスト方式を利用したコンテンツ配信サービス「Mega Wave Select」を今年の6月より無料サービスとして提供を開始した。

このサービスの特徴としては下記4点が挙げられる。

- 1) CSデジタル放送/SKYPerfecTV!と同じ通信衛星JCSAT4を利用しているため、SKYPerfecTV!用受信アンテナを共用できる
- 2) マルチキャストプロトコルを利用しているため利用ユーザ数にかかわらず、帯域を補償したIPデータ配信サービス提供ができる
- 3) 衛星回線の広帯域を利用して、映像ストリームで約500Kbps、音声ストリームで約64Kbps～128Kbpsという広帯域な配信が可能。また、ファイルのダウンロードも約500Kbps～1Mbpsの広帯域配信を予定。通常のインターネット接続に比し、圧倒的な高速度でコンテンツ提供が可能
- 4) 他の広帯域インターネット接続サービスと違い日本全国に一斉同報配信が可能

このサービスは提供できるコンテンツが固定されるという制限はあるが、これまで地上のインターネットサービスでは実現できなかった500Kbps以上という広帯域性をいかして、パソコンの画面においてはTVと同等ともいえる高画質のストリーミングコンテンツの提供が可能となる。また図-5に示すとおり、ユーザは衛星からの配信

であることを意識することなく、通常のインターネットブラウザでこのサービスを利用することができる。

このサービスをエンドユーザに届ける方法としては次の3通りが考えられる(図-6参照)。

- 1) エンドユーザが設置するアンテナ/受信機器に直接配信する
- 2) CATV、xDSL等の地域系の広帯域インターネット事業者のヘッドエンド経由で配信する
- 3) 現状より広帯域化する次世代携帯に向けて、その中継局経由で配信する

当面は1)の直接エンドユーザに受信機器を設置していただいて利用してもらうのが主流となるが、早い時期に2)または3)の広帯域インターネット接続事業者経由でエンドユーザまでの配信を実現したいと考えており、インターネット接続サービスも提供しているCATVの方々と具体的な検討に入っている(次世代携帯電話の方はもう少し先の話)。

今すぐこのサービスを利用させていただくためには、図-7に示すように、直接受信するために必要な受信機器設定を行う必要がある。今後はユーザの利便性を考慮し、SKYPerfecTV!チューナーと一体になったセットトップボックスの開発を検討していきたい。

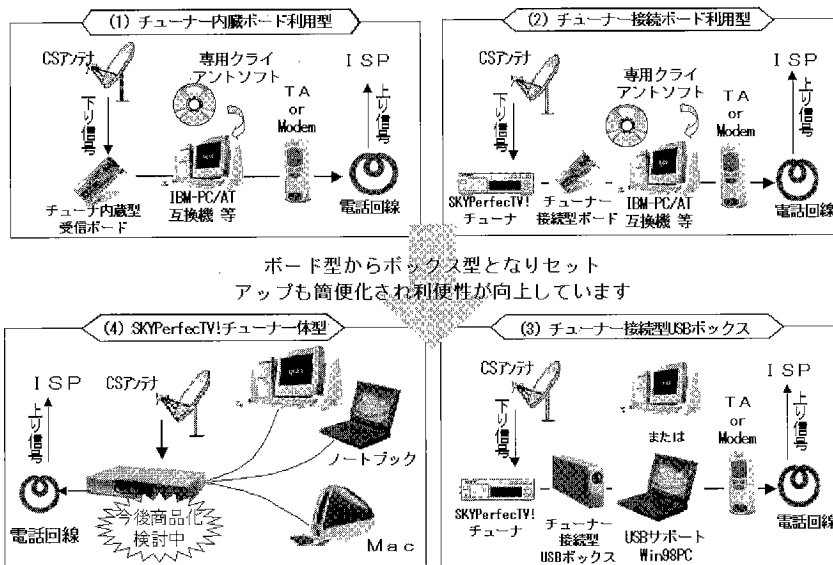


図-7 衛星マルチキャスト利用のために必要な受信機器設定例

広帯域インターネットの今後

前述の通り、日本でもインターネットの急速な普及とともに、その速度に対する要求が加速度的に高まっている。また、TVに変わるメディアとしても認知が高まりつつある中で、衛星に限らず、CATV、xDSL、無線、光ファイバ等、広帯域なインターネットサービスを提供する事業者の役割は非常に重要である。

なかでも、衛星利用したコンシューマ向けサービスについては、

- 1) 日本全国に一齐にサービス提供が可能
- 2) その他広帯域インターネットサービスとの組合せによるサービス提供が可能

という点で、非常に重要なポジションであると認識している。特にCATV、xDSL、無線、光ファイバ等、広帯域なインターネットサービス事業者は、衛星を利用したサービス展開に比べて、

- 1) 基本的には各地方ごとに展開されていくために全国一斉のサービス展開に時間がかかる
- 2) 共通のコンテンツ利用のために個別に回線を用意しては非効率的である

というデメリットがある。しかしながら、これら広帯域インターネットサービス事業者にとっては、衛星で配信される共通コンテンツを受信することにより回線効率の向上および有力コンテンツが確保できるというメリット、我々に

にとってはアンテナを設置せずにサービスを利用できるエンドユーザを増やせるというメリットが双方に生まれるため、我々とこれら広帯域インターネットサービス事業者とは競争相手ではなく、広帯域サービス普及のためのパートナーとして協調できるものと考えている。

また参考までに、弊社以外で衛星を利用したインターネットサービス提供事業者として、日本国内ではダイレクトインターネット社、ヨーロッパではアストラ衛星を利用したヨーロッパオンライン社、米国ではDirecPCというサービスを提供しているヒューズネットワークシステム社等が知られている。

参考文献

- 1) 日本インターネット協会編: インターネット白書 '99 (1999).
- 2) IETF INTERNET-DRAFT: A Link Layer Tunneling Mechanism for Unidirectional Links (draft-ietf-udlr-iltunnel-04.txt) (2000).

(平成12年5月2日受付)

