

## WISH\*におけるインターネットトラフィックの解析

4C-3

西田 佳史  
慶應義塾大学

峯尾 淳一  
慶應義塾大学

寺岡 文男  
ソニーコンピュータ  
サイエンス研究所

中村 修  
慶應義塾大学

村井 純  
慶應義塾大学

### 1 はじめに

WISHプロジェクト[1]は、インターネットを提供している通信媒体として地上網とともに通信衛星を用い、効果的な通信の提供を目的とする。本論文では、WISHプロジェクトの第一段階として、インターネットの通信の一部を衛星通信に置き換えた場合のトラフィックの変動について考察する。特に、インターネットの基本通信プロトコルであるTCP/IPプロトコルスタックのアルゴリズムの衛星通信に対する適応性について述べる。

### 2 実験環境

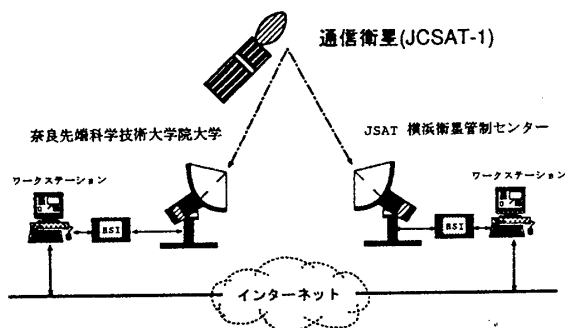


図1: ネットワーク概念図

図1に今回使用した衛星ネットワークの概念図を示す。本実験は、(株)日本サテライトシステムズのJCSAT-1号衛星を利用し、同社の横浜衛星管制センターと奈良先端科学技術大学院大学に設置された、送信電力2W、1.8mφのアンテナを用いた地上局により行なった。それぞれの地上局は、高速シリアルポートによりワークステーションに接続されており、データ

\*WIDE Internet with Satellite Harmonization —WISH— by Jun Murai(Keio University), Katsunari Mizuno(Japan Satellite Systems Inc.), Kazunari Mitani(Hokkaido University), Akira Kato(The University of Tokyo), Suguru Yamaguchi(Nara Institute of Science and Technology), Yoshiki Ishida(Kyushu University)

リンクレベルで2Mbpsのデータ転送速度が実現されている[2]。

### 3 衛星通信網におけるインターネットトラフィックの解析

#### 3.1 TCPの性能

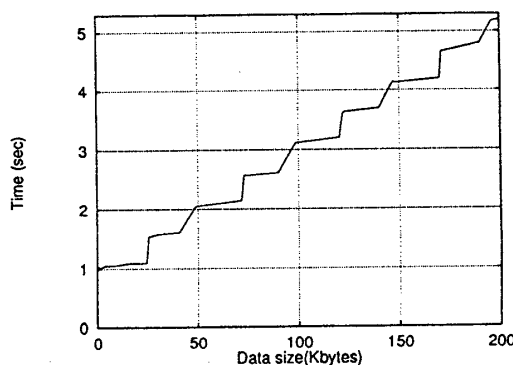


図2: TCP(ftp)によるデータ転送

図2は、TCPを用いて衛星回線上でデータ転送を行なった結果を示している。縦軸は転送時間、横軸は転送したファイルのサイズを示している。高速シリアルポートのループバックテストにおける性能測定では、95%の回線利用率が実現されることを確認している。このことから、シリアルポートの処理能力による実行帯域の低下は無視できる。

この実験結果から、TCPを使用した場合のデータの転送速度はデータリンクレベルの能力を大きく下回ることがわかった。データリンクレベルでの転送帯域は2Mbpsであるが、ファイル転送における実行帯域は、4Kbps~400Kbpsとなった。衛星通信リンクは500msのラウンドトリップタイムを持つために、TCPセッションの確立から実際にデータ転送が開始されるまでに500ms以上の時間が費やされる。ファイルサイズが20Kbytes以下の時点でのデータ転送時間が1sec程度

で安定しているのは、セッションの確立時からデータ転送までの500msecとデータを転送を終了し、送達確認が送られるまでの500msecが全体の転送時間のほとんどを占めているからである。

ファイルサイズが約25Kbytes増加するごとに転送時間が急激に変化している原因は、データ転送に使用したアプリケーション(ftp)が、24576bytesのウィンドウサイズでデータ転送を行なうことに起因している。TCPではウィンドウサイズ以上のデータを転送する場合、受信側のウィンドウ更新要求が送られなければならない。このため、1ラウンドトリップの間に1ウィンドウサイズ以上のデータの転送はできない。

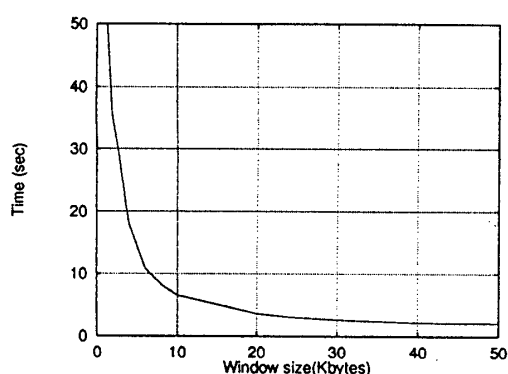


図 3: ウィンドウサイズによるデータ転送時間の遷移

図 3にウィンドウサイズを変更したときの、100kbytesのデータ転送時間の遷移を示す。縦軸は転送時間を示し、横軸はウィンドウサイズの大きさを示している。グラフから、ウィンドウサイズを大きくすることにより、データ転送時間を大幅に短縮できることがわかる。

今回の実験のように、衛星リンクの両端でデータ転送を行なう場合、大きなウィンドウサイズを設定することにより、帯域を100%近く利用することができる。しかしながら、インターネットの経路の一部として衛星リンクを利用する場合は、通信する両者の間に衛星リンク以外の経路も含まれることもあり得る。このような場合、大きなウィンドウサイズを指定しても帯域の狭い経路によって調整され、衛星リンクを十分に活用することができないことがある。現在ではこのような問題は解決されていない。

### 3.2 アプリケーションの評価

衛星通信リンクの実用的な利用実験として、音声情報伝送アプリケーションであるvat(Visual Audio Tool)と映像情報伝送アプリケーションであるnv(NetVideo)

を用いて会議を行ない、通信品質の評価を行なった。nvは、640X480ピクセルの画像を最大1024Kbpsで転送し、vatはPCM音声を64Kbpsで伝送した。衛星リンクを利用した場合、これらのアプリケーションの packet loss はほぼ0%であった。このため音声や画像の途切れのない高品質の通信を行なうことができた。

nvとvatは、送達確認を行わずに一方向的にデータを転送する同報型のアプリケーションである。このような特徴を持つアプリケーションは、衛星リンクの大きな遅延の影響を受けずに帯域幅を十分に利用できることがわかった。

## 4 まとめ

本稿では、衛星通信リンクにインターネットの基本プロトコルであるTCP/IPを適用した場合の性能について述べた。衛星通信は、地理的普遍性、同報性などの特徴を持ち、現在データリンクレベルで2Mbpsの転送能力を持つことなどから、拡大を続けるインターネットの諸問題の新しい解決策となることが期待されている。今回の実験により、送達確認を行わない同報型の通信における衛星リンクの有用性は実証された。しかし、TCPのように送達確認を利用するプロトコルでは衛星通信の大きな遅延に対し、リンクレベルの性能を十分に活用することは難しい。今後は、衛星通信に適したトランスポートプロトコルの設計と、従来の地上網から構成される通信媒体と衛星通信を統合したネットワークアーキテクチャについて研究を行なっていく。

## 5 謝辞

本研究は衛星総合通信共同研究会の実験局免許のもとに行なわれた。同研究会及び株式会社日本サテライトシステムズの協力に対し深謝する。

## 参考文献

- [1] 村井 純、水野 勝成、三谷 和史、山口 英、石田 慶樹:「衛星ネットワークを統合したインターネット-WISH-」情報処理学会第49回全国大会、1994年
- [2] 竹井 淳、泉山 英孝、村井 純、楠本 博之、登坂 章弘、望月 祐洋:「WISH 衛星ネットワークの性能評価」、情報処理学会第49回全国大会、1994年