

## マルチフィードによるインターネット上でのリアルタイム情報発信

坂本仁明 宮川 晋

日本電信電話株式会社

インターネットにおいて、リアルタイム性が高かったり、情報量が膨大であったり、あるいは人気があってアクセスが多様な情報を発信することは困難である。これは、バックボーンやIX(Internet Exchange)の混雑や、資源予約機構の不備など、多くの原因を求めることができる。本稿では、筆者等が、実際に携わった三つの場合について、既存の枠組みの中でできる限り工夫することによって問題を解決した事例を紹介し、インターネットにおける情報発信と輻輳の問題について議論する。

## Realtime information sending on the Internet with Multifeed

Hitoaki Sakamoto Shin Miyakawa

Nippon Telegraph and Telephone Corporation

It is difficult to send some informations such as real-time, in very great volume, or too popular to access in the today's Internet. The reasons are: (1) The backborn networks and IXs (Internet Exchange) are seriously congested everyday. (2) QoS (Quality of Service) guarantee is not avalable widely yet... and son on. In this paper, we report our improvement methods in 3 cases we've applied acctually, and discuss about the problem.

## 1. はじめに

パーソナルコンピュータの高機能化とインターネットの発展によって、WWW[1]の利用による情報流通が推進され、さらにはマルチメディア情報をリアルタイムで世界中に発信するという試みも多く行われるようになった。

しかし、バックボーンやIX(Internet Exchange)[2]は日常的に混雑している。また、情報サーバを接続したアクセス回線も、そのサーバにある情報に関心が高ければ高いほどアクセスが集中し輻輳を生じてしまう。阪神大震災の直後には電話回線の輻輳が生じたが、インターネットでも災害情報を提供するWWWサーバへのアクセスの集中による輻輳が起きた。またイベントやテレビなどと連動した企画型の情報発信も輻輳の原因になりやすい。

このような通信量や通信相手を予測できない需要に対して、十分な容量をもつインターネットバックボーンを日常的に用意することは不経済である。仮にある程度のバックボーン容量の増強ができたとしても、資源予約機構の難しさから、適切な利用者負担を求めることは難しい。特に複数のネットワークサービスプロバイダ(NSP)をまたがるバックボーンに影響を与えるような場合には、イベントごとにNSP間の調整が必要となり手間もかかる。そのため、バックボーンネットワークの利用規定を設けることにより通信量を抑えたり、物理的に流量の制限をおこなう場合も多い。

こうした解決方法はいわば「後向き」であり、情報を伝達したいという本来の目的を達成するには、例えばアクセス回線を工夫するなどの「前向き」な解決が期待される。

本稿ではインターネットを利用した情報発信と輻輳の問題について、阪神大震災での情報発信、テレビ番組との連携によるインターネット利用の例としてSimTV3、平成8年2月24日に恵比寿ガーデンホールで開催されたコンサートのインターネットを利用したリアルタイム中継システムの3つを例にとって議論する。

## 2. 阪神大震災における

### WWWサーバのミラー化

阪神大震災では、地震直後から様々な災害情報の提供がインターネットを介して行われた。[3]

NTTでは日本文字放送より提供を受けた死亡者名簿をインターネットによって提供した。現地の安否情報に対する関心は高く、WWWサーバに対するアクセスが集中しサーバがダウンするなどの輻輳が生じた。

NTTでは災害情報の提供に関心が高く、バックボーンに比較的高速で接続されている組織に対して、提供していた災害情報のミラー化(複製)を依頼することによりWWWサーバを地理的に分散することを試みた。

(図1)しかし常に最新の情報を得ようとする利用者が、ミラー化の複製先ではなく複製元の情報にアクセスしたいと考えることや、輻輳が原因でアクセスできない場合にも複製先の情報に対する関心の低さや、クライアントによってReload(再読込)を繰り返すことから輻輳は緩和されず、WWWだけでなくFTPによるミラー自身にも支障が生じるまでになってしまった。

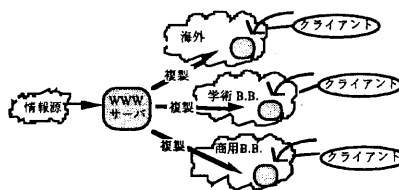


図1 WWWサーバのミラー化

そこでWWWサーバのプログラムを変更し、複製元の情報にアクセスしようとする利用者に対して、その利用者のホスト名の属性から考えて、もっとも適切と考えられる複製先サーバを自動的に紹介した。これには、httpプロトコルのRedirect機能を用いたので、クライアントには特別な変更無く、複製元サーバプログラムの変更のみで実現した。(図2)

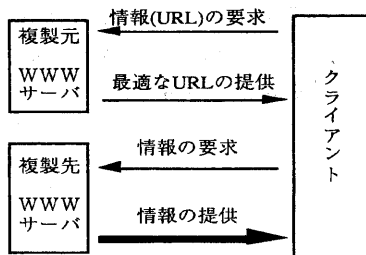


図2. 最適なWWWサーバへの回送

これにより情報の一貫性を保ちつつ、負荷の適切な分散が可能になった。

### 3. SimTV 3 における 用途別複数アクセス回線利用

昨年の10月にNHK衛星第二テレビで放送された番組「SimTV3」ではインターネットを単に紹介するだけでなく、実際に利用することによって番組づくりが行われた。[4][5]

この番組が生放送であったこともあり、スタジオに臨時に設置されたネットワークには、その構築・撤収が容易でかつ安定した運用がもたらされた。また、番組情報を提供するWWWサーバへの情報の入力、番組への電子メール、irc,ftp,ニューヨークへの映像中継などのアプリケーションの利用が計画されていた。そこでこれらのアプリケーションを利用する際に、相互のトラフィックによる影響を未然に防ぐ必要があった。

そこで、スタジオ内の臨時ネットワークと外部ネットワークとの接続には、用途別に複数のアクセス回線を用意した。(図3)

このように複数のアクセス回線を用意し、それぞれの回線には利用するアプリケーションによってポリシーを付加することに成功した。プロバイダからは単純なネットワークとして見えるため、臨時回線を引き込むという以上の特別な調整や手間はかからなかった。

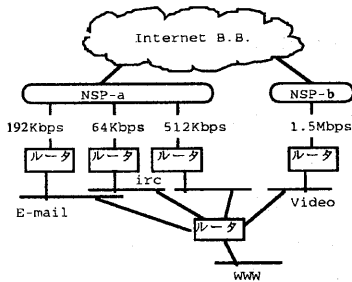


図3. SimTV3におけるネットワーク構成

### 4. コンサート中継における Multifeed技術の適用

#### 4.1 リアルタイム情報発信

マルチキャストによるIETFのaudio cast実験以来、イ

ンターネットを利用した映像、音声の伝達や生中継が行われるようになった。特に最近では、マルチキャストだけでなく、クライアント・サーバ間をユニキャストで伝達するアプリケーションも増えてきている。

また電話モデム等のアクセス回線を利用している利用者にも高品質の情報を提供するために、映像や音声を数十秒、あるいは数分ごとに圧縮してファイル化したり、映像を数十秒ごとに記録し、これらのファイル群をWWWサーバによって提供することも行われている。

今回の実験に用いたStreamWorks[6]では、映像・音声をエンコーダに入力すると、ネットワークにはマルチキャストパケットが出力される。そしてこのマルチキャストパケットを受信し、この受信した情報をクライアントの要求に応じて伝達するネットワークサーバをおく。また、ネットワーク上には情報の中継のみを行うプロバゲーションサーバを配置することも可能である。(図4)

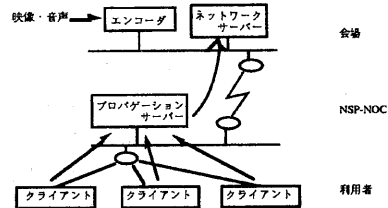


図4. Stream Worksのシステム構成の例

#### 4.2 MultiFeedとは

通常の情報発信では、一つのアクセス回線を用いて、特定のポイントに対して情報を送付する。この場合、必ずこのプロバイダのバックボーン回線を経由しなければ他のネットワークに情報が届かない。(図5)

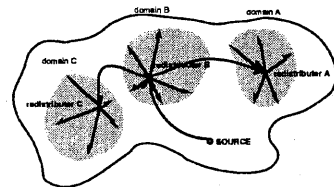


図5. 通常の情報発信

Multi Feedでは、複数のアクセス回線を用いて複数のポイントに接続し、それぞれのポイントに対して同時に情報を送付する。例えば複数のアクセス回線として、複数のNSPに対する回線を用意すれば、NSP間のバックボーン回線に負担をかけないだけでなく、バックボーン回線の状況に関係なく情報利用者に対して高品質の情報を届けることができる。(図6)

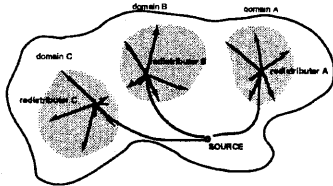


図6. MultiFeedによる情報発信

#### 4.3 MultiFeed技術の必要性

これまで行ってきた情報発信における輻輳対策は、WWWに代表される情報蓄積型のアプリケーションが対象であったため、2.で述べたように実際に蓄積されているファイルを適切に分散させることによって行っていた。阪神大震災の例でも、それぞれのファイルは比較的小規模(数10Kbyte~数100Kbyte程度)であり、複製のための転送はボトルネックにはならなかった。またSimTV3でも同様にWWWによる情報提供が主であった。しかしこの方式では、アクセスごとに内容の変化する情報や連続メディアによる情報提供には対応が困難である。

概念としてのMultiFeedは極めて当たり前の考え方であり、MultiHome技術やその他の(もちろんIPを利用しない)技術でも実現可能である。しかし、以下のような要求からは、多くの技術は不適當である。

- ・短期的な利用のためにNSPに運用上特別の手間をかけさせない。

- ・情報提供者の意志により利用するNSPを気軽に追加・削除したい。

- ・それぞれの情報サーバの状況を把握するためなどの目的のために、手元のネットワークは自由に行き来できるようにIPを利用したい

#### 4.4 狭義のMulti Feed技術

以下のような特徴を持つ「利用形態」を狭義の

MultiFeedと定義する。

(A) NSPやNSP間のバックボーン回線に対して負荷をかけることなく、情報利用者に対して直接情報の送付が可能となるようにする。複数のポイントに対して、複数のアクセス回線を用いて接続する。

(B) 各NSPとの分界点から先の部分には、通常の範囲以上の影響を与えない。つまりNSPの立場では、それぞれのアクセス回線は、単純なネットワークが接続されているように見えるようにする。

(C) 特に臨時利用において構築・撤収が短時間で可能であること

(D) 運用中は安定して動作可能とするため、特別な調整や、実装を利用しない。

#### 4.5 実装例

MultiFeedを利用したネットワーク構成の単純な例を図7に示す。

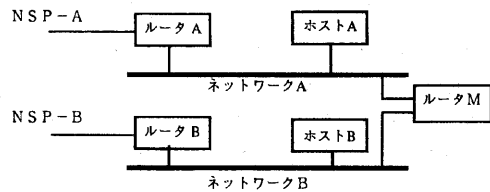


図7. 単純な例

以下に、その構築方法を示す。

(1) ネットワークA、ネットワークBはそれぞれのNSPのCIDRブロックから割り当てを受けたIPアドレスを利用する。

(2) ネットワークAに接続されたホストは、default routeをRT-Aとする。同様にネットワークBに接続されたホストは、default routeをRT-Bとする。

(3) ホストAには、ネットワークBに対してはルータMとする経路情報を設定する。同様にホストBには、ネットワークAに対してはルータMとする経路情報を設定する。

(4) ルータMでは、ネットワークAとネットワークBのみの経路情報を設定する。ネットワークAやネットワークBではネットワークを介しての経路情報交換は行わない。

#### 4.6 コンサート中継システム

平成8年2月24日にNTTの主催によるコンサートが、恵比寿ガーデンホールで開催された。テレビカメラによって撮影されたコンサートの映像にコンピュータグラフィックスを付加した映像を、電話回線やISDN回線によってインターネット接続を実現している利用者へに伝達するためにはQuickTimeやStreamWorks等を利用した。

今回利用するアプリケーションは、連続メディア系のアプリケーションで数100kbps程度を必要とすることや、会場でエンコードした大量のQuickTime形式の映像ファイルを、それぞれのNSPごとに設置したWWWサーバに転送するため、インターネット回線として1.5Mbpsを用いた。

今回は時間的制約から、会場から各NSPにそれぞれ分配するのではなく、ソフトウェア研究所をいったん経由する構成とした。恵比寿ガーデンホールにはNSP(NTTPC社)との1.5Mbpsの専用線と、ソフトウェア研究所に接続するためのINS1500を1回線を設置した。さらにソフトウェア研究所では、恵比寿及びNSP(IIJ社)との接続用にINS1500を2回線と、NSP(KDD社)との1.5Mbpsの専用線を設置した。(図8)

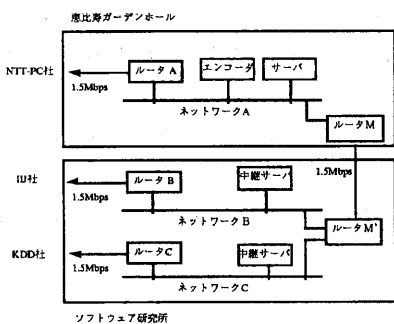


図8. コンサート中継システムの構成

#### 4.7 評価と今後の課題

今回のコンサートの開演中の約2時間の間に、約1000件を越えるStreamWorksへのアクセスがあった。また同時に設置したWWWサーバにも約1万件のhttpアクセスがあった。

ソフトウェア研究所では、それぞれのNSPに向けて

送出されているIPパケット数を測定した。ここで測定したIPパケットのサイズは、最小が40byte、最大が1500byte、平均は738byteであった。この測定結果を図9に示す。NSP-domesticは、IIJ社行きのパケット数を、NSP-overseaはKDD社行きのパケット数をそれぞれ表している。

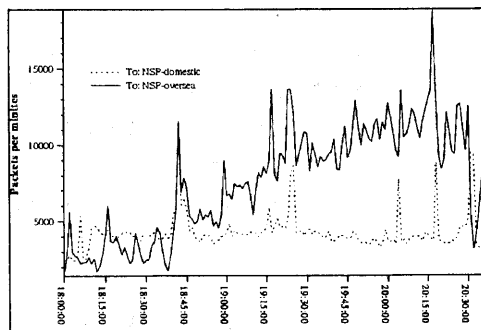


図9. 時刻の経過によるパケット数の推移

実線で示しているKDD社の回線は、コンサートが開始され18:30頃から、しだいに通信量が増加していることがわかる。破線で示しているIIJ社の回線のグラフは、コンサート開始後も大きな増減無く推移している。これは、利用者に対して、ソフトウェア研究所内に設置した中継サーバではなく、IIJ社のNOCに別途設置した中継サーバを利用するように告知したためである。

特に事後のアンケートなどによれば、海外に居ながらにして日本国内のリアルタイム中継をはじめ視聴することができた等の声もあり、Multi feedの有用性が証明できた。

また接続した各NSPの間では情報発信を原因とする輻輳は生じなかった。特に会場とソフトウェア研究所のリンクも順調に動作し、20msec程度のRTTで安定していた。またNTTアメリカのホストなどの外部ホストからクライアント接続用に告知した中継サーバへのRTTも大きな遅延が生じることは無かったことから、バックボーン等に輻輳は生じなかったものと推測される。

会場での臨時ネットワーク構築には約3時間、運用中もトラブルは無く、撤収も約1時間程で終わった。

今後の課題を以下に示す。

・クライアントから見た性能の評価

今回は、中継サーバ等が接続されているバックボーン回線を迂回し、複数の中継サーバに直接情報を送り込むことをおこなった。しかし、実際に遠隔地に設置されたクライアントにどこまで情報が伝わっていたかはわからなかった。今後、ネットワークの測定方法などを見直したい。

・MultiFeedに適した機器

今回の臨時ネットワークを構築、あるいは撤収する上では今回の機器構成は、ある程度満足できると評価できる。しかし、ある程度長い期間での運用や、日常的にもMultiFeedを利用したいという要求もある。これに対応し、各種設定の自動化や小型で使いやすい機器の選定などの必要がある。

・臨時アクセス回線

データリンクとして、高速デジタル専用線を必要とする場合、その設置にもある程度の期間が必要になる。そこで臨時アクセス回線として、無線や衛星通信などを利用した場合の特性について評価する必要がある。

## 6. おわりに

本論文では、インターネットにおける情報発信とそれに伴う輻輳の解決として阪神大震災における情報サーバのミラー化、SimTV3における用途別の複数回線の利用、MultiFeed技術の特徴とその評価について述べた。

WWWに代表される情報蓄積型のアプリケーションでの輻輳対策は、実際に蓄積されているファイルを適切に分散させることによって行うことができる。阪神大震災の例でも、それぞれのファイルは比較的小規模(数10Kbyte~数100Kbyte程度)であり、複製のための転送がバックボーン等に影響を与えることはなかった。またSimTV3でも同様にWWWによる情報提供が主であった。つまりこれらの方式は、ある程度の時間で情報の内容に変化が無い場合に有効であったが、アクセスごとに内容の変化する情報や連続メディアによる情報提供は困難であった。

今回のコンサート中継による、臨時ネットワークの構築と試験運用によりMultiFeedがWWWのような蓄積

型の情報提供はもちろん、連続メディアによる情報提供におけるバックボーン回線の輻輳の防止に有効であることを確認した。さらに、今後同種のシステムに求められる課題について検討を進める。

## 謝辞

最後に、研究の機会を与えていただいた細谷ソフトウェア研究所長、後藤早稲田大学教授(前ソフトウェア研究所広域コンピューティング研究部長)、伊藤グループリーダーをはじめグループ員の皆さんに感謝する。また、コンサート中継に協力していただいたNTT宣伝部、ならびに(株)NTTアドの関係者の方々、会場でのStreamWorksの運用に携わっていただいたIJJ-MCの谷口氏、中野氏、山本氏、そして臨時ネットワークの構築や設定には、東京大学の七丈氏、慶應義塾大学の峯尾氏など多くの方にお世話になった。この場を借りて感謝する。

## 参考文献

- [1] Berners-Lee, Tim, et. al.,  
World-Wide Web: The Information Universe, In  
Electronic Networking: Research, Applications and  
Policy, Vol. 1, No. 2, Meckler Publishing, Westport, CT,  
USA, 1992.
- [2] 中村 修: 商用インターネット相互接続実験 -  
NSPIXP-, Proc. IP Meeting '95
- [3] 奥野 博: 阪神大震災でインターネットの果た  
した役割と残された問題点, IAJ News, Vol.2 No.1  
(1995)
- [4] 倉又俊夫, 坂本仁明, 白崎英明, 水野重理:  
WebとTVの関係, Proc. Japan World Wide Web  
Conference '95
- [5] 阿久津裕, 下田 豊, 片田直行, 中西 弘:  
SimTV3インターネットを利用した双方向シュミレー  
ション番組, 放送技術, Vol.49 No.2(1996)
- [6] Xing Technology Corp : Stream Works ,  
<http://www.xingtech.com/streams/index.html>