

XCAST 技術のデプロイメントとプロモーションイベントの評価

田中 和也[†] 河川 信夫[‡]

[†]名古屋大学大学院情報科学研究科

[‡]名古屋大学情報連携基盤センター

電子メール、IP 電話、チャット、ビデオ会議、blog、SNS(Social Network Site)など、ネットワークを介して複数の人間がコミュニケーションを行うための形態には様々なものがある。これらの中で、物理的に離れた地点にいる人間同士が、相手の顔を見ながらリアルタイムで会話を行うような状況(遠隔多地点ビデオ会議)は、現実世界のコミュニケーションに最も近い。このような環境において、少人数コミュニケーションに適した多地点通信方式である XCAST を利用することで、簡単に遠隔コミュニケーション環境を構築することができる。本研究では、実際に XCAST を用いたコミュニケーションを普及させることを目指し、どのようなプロモーション活動を行えば、多数の人間に利用してもらうことができるか検討を行った。そして、イベントの開催を通して、実際に多数の人間をネットワーク上に集め、コミュニケーションを行ってもらった機会を設けた。このイベントに対する参加者の感想や、通信トラフィックなどのデータを通して、プロモーションイベントとしての評価を行った。

Deployment of XCAST Technology and Evaluation of Promotion Event

Kazuya Tanaka[†] Nobuo Kawaguchi[‡]

[†] Graduate School of Information Science, Nagoya University

[‡] Information Technology Center, Nagoya University

There are various ways to communicate each other with computer-network among multiple people such as E-mail, IP phone service, chat, video conference system, blog, and SNS(Social Network Site). It's the most similar situation to the real one that people talk and see the expression on someone's face in real-time by the Internet, which is called "multi-point remote video conference". Using XCAST, which is multi-point communication protocol targeting at small-group communication, people can construct a remote communication environment readily. It's the our goal that popularize the communication based XCAST, so we examine about how to conduct promotional activities. We provide opportunities to give the XCAST-beginners an online communication chance through the promotion event named "XCAST MATSURI", and evaluate the promotional activities on the basis of impression of participant and network traffic data

1. はじめに

近年、遠隔地に存在する複数の人間が、お互いの表情を確認しながらミーティングをする、といったネットワークを介したコミュニケーションがさまざまな場面で利用されている。本研究では、少人数グループコミュニケーションに適したプロトコルである XCAST を利用し、映像・音声を用いたオンラインコミュニケーションを、手軽に利用できる環境の構築を目指す。さらに、実際に多数の人間に XCAST を使ってもらい、多人数オンラインコミュニケーションをより利用しやすくするにはどうすればよいか検証を行う。XCAST は、IPv6 上で利用されることを想定しており、今後、キラーアプリとして普及していくことも考えられる

今回は XCAST プロモーションの一環として"XCAST MATSURI"というイベントを設けた。これは XCAST ツールを利用して、「たくさん人間がネットワークを通して一同に介するような機会を設けたい」ということを目的としたイベントであり、これを開催するために、一般ユーザが簡単に利用できるようにするために様々な工夫を行った。

以下では、2 節で XCAST の特徴や配送方式、メンバ管理方式について述べる。3 節では XCAST のデプロイメント手法について述べる。4 節では、XCAST のプロモーションイベントである"XCAST MATSURI"について述べる。5 節では、"XCAST MATSURI"に対する参加者からの評価について述べる。6 節では、まとめと今後の課題について述べる。

2. XCAST

2.1. XCAST の概要

XCAST (Explicit Multi-Unicast) [1]は、少人数グループ向けアプリケーション (IP 電話、ビデオ会議、ネットワークゲームなど) がネットワーク帯域を効率よく利用することに適したプロトコルであり、従来の ISM (Internet Standard Multicast) において識別子として用いられていたマルチキャストアドレスを利用する代わりに、データの送信者が受信者のリストを管理し、パケットヘッダに到達すべきユニキャストアドレスのリストを明記することで先を指定する配送方式である。

送信者から受信者への経路上の XCAST ルータは、ヘッダの解析を行い、リストのすべての先についてユニキャストのルーティングテーブルを参照し、ネクストホップによって先をグルーピングを行う。そして、ネクストホップごとに適切なヘッダの書き換えを行い、パケットの転送を行う。先が残った段階で、XCAST パケットは通常のユニキャストパケットに変換(X2U)され、先に対してユニキャストされる。

また、経路上のルータが XCAST に対応していない場合には、XCAST パケットは通常のユニキャストパケットとして扱われ、リストの最初の先にとりあえず転送される。そして、XCAST ルータが最初の先で折り返して次のルータに転送される。

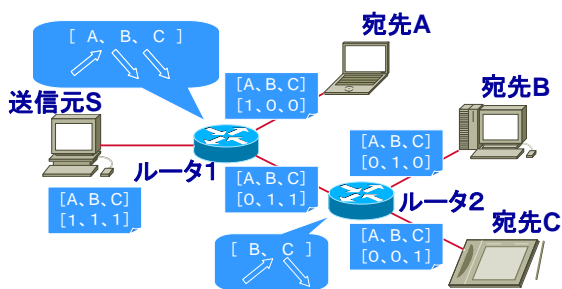


図 1 : XCAST パケットの転送

2.2. XCAST の配送方式

具体的に、送信元 S から 3 人の受信先 A・B・C に対して XCAST パケットを送る手順は以下の通りである。(図 1)。

- ① 送信元 S がヘッダにあって先リストを記述したパケットを送信する。(あって先リストは[A, B, C]=[1, 1, 1])
- ② ルータ 1 がパケットを受け取り、次のようなヘッダの解析を行う。
 - i. 各あて先に対して、ネクストホップを決定するためにルーティングテーブルを参照する
 - ii. ネクストホップに基づき、あて先をグループに分ける (ネクストホップに基づくグループが複数ある場合には、その数だけパケットのコピーを行う)
 - iii. それぞれのネクストホップに対してルーティングすべきあて先のみを含むように、各パケットのあて先リストを更新する。
- ③ ルータ 1 はネクストホップに対して、ヘッダを更新したパケットを転送する。(あて先リストは[A, B, C]=[1, 0, 0]と[A, B, C]=[0, 1, 1])
- ④ ルータ 1 からあて先 A にパケットが送信されるときは、あて先リストに含まれる配送先がただ 1 つなので、通常のユニキャストパケットに変換されてから、あて先に対して送信される。
- ⑤ ルータ 2 は、②と同様の処理を行い、ネクストホップに対してヘッダを更新したパケットを転送する。(あて先リストは[A, B, C]=[0, 1, 0]と[A, B, C]=[0, 0, 1])
- ⑥ ルータ 2 からあて先 B, C にパケットが送信されるときは、通常のユニキャストパケットに変換されてから、それぞれのあて先に対して送信される。

2.3. XCAST の特徴

XCAST には、従来のマルチキャストと比較して以下のような特徴がある。

- ルータがグループごとの状態を保持する必要がないので、サポートできるグループの数という点でスケーラビリティが高い
- 通常のユニキャストルーティングプロトコルに従うので、マルチキャストルーティングプロトコルが必要ない
- マルチキャストアドレスの割り当てが必要ない
- 送信元はすべてのあて先がわかっているので、特定の相手にのみデータを送信するなど柔軟な操作を行うことが可能

このような特徴から、XCAST はだれでも簡単に End-to-End で自由にグループを作ることが可能である。

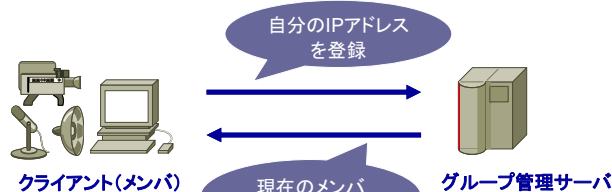


図 2 : 現在のメンバ管理手法(xcgroup)

特に、非常に多数の小規模グループを扱うことに適している XCAST は、本研究でターゲットとしている状況である少人数でのオンラインコミュニケーションにおいて想定されるネットワーク環境で、その優位性を発揮することができる。

2.4. XCAST におけるメンバ管理

XCAST を利用するには、エンドユーザが自分自身でグループに属するメンバの情報を保持・更新する必要がある。現在のメンバ管理手法として利用されている xcgroup の概要は以下の通りである (図 2)。

- ① あるグループに参加したいユーザ(クライアント)は、そのグループのメンバ情報を管理しているサーバに HTTP を用いて、自分の IP アドレスを登録する
- ② グループの情報を管理しているサーバは、現在そのグループに参加しているメンバの IP アドレスのリストをクライアントに返す
- ③ クライアントは①の動作を定期的に繰り返す
- ④ サーバは定期的なアクセスがなくなったクライアントの情報をメンバリストから削除する

このように、現在の XCAST で利用されているメンバ管理手法は、グループへの参加・離脱の情報を管理サーバに集中させ、クライアントはサーバにアクセスすることで、グループに所属している全メンバの情報を取得することができる。

3. XCAST のデプロイメント

3.1. オンラインコミュニケーション

映像や音声などのマルチメディアデータを多数の地点間でネットワークを介して扱うときに、ネットワーク帯域を有効に利用するためにマルチキャストを利用することがある。

しかし、実際に利用するためには IGMP といったグループメンバの状態を管理するプロトコルや、PIM などのマルチキャストルーティングプロトコルが必要となるなど複雑な制御が必要である。また、スケーラビリティの点に関しては、メンバを非常に多数抱えるような大規模なグループを少ない数だけ扱うには最適であるが、数人のメンバが利用するグループを多数扱うには適していない。

本研究では、少人数のグループを多数扱うことに適した XCAST 上で利用できる vic (video conference tool)、rat (robust audio tool) [2] といった映像・音声を送受信するアプリケーションを利用して、遠隔多地点会議などを代表としたオンラインコミュニケーションを支援することを目指している。さらに、このようなコミュニケーション形態を多くのひとに知ってもらい、実際に使ってもらおう。それによって IPv6 を身近に利用してもらおうユーザをさらに増やしていくことも本研究では狙っている。

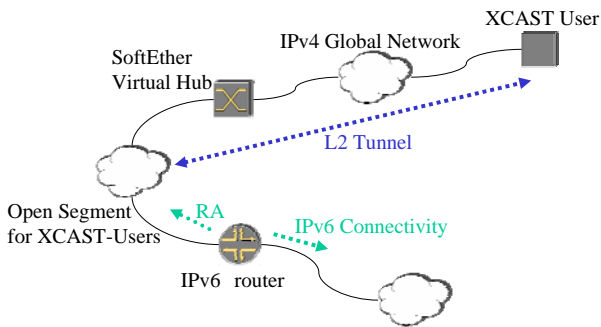


図 3 : VPN による IPv6 接続性の確保

XCAST という新しい技術を世の中に広めていくためには、まず実際に使ってもらうことが重要である。そのために、本研究では、IPv6 ネットワーク環境と容易なセットアップ方法を提供するため、一般ユーザに「SoftEther」+「Windows Binary-kit」という 2 つのキーワードで XCAST 環境を構築してもらうスタンスを取っている。

3.2. IPv6 の利用

XCAST の利用に関しては、IPv6 接続性のある環境での利用を想定している。しかしながら、現状では IPv6 接続性が提供されていないネットワーク環境も多い。XCAST を誰でも簡単に利用することが可能とするためには、IPv6 接続性のあるネットワークを利用できる環境を整えることも、XCAST のデプロイメントを行っていく上で重要である。

我々は、一般ユーザが IPv6 利用可能なネットワークに参加できるように、以下のような接続形態を用意している。

- VPN
- XCAST ルータ
- XCAST BOX

VPN に関しては、単体の PC で XCAST を利用したい場合に用いられる接続形態である。具体的には、名古屋大学に XCAST 利用のための公開セグメントを設け、「SoftEther」[3]を利用して L2 接続を行う。このセグメントには RA が流されており、IPv4 NAT 配下からも IPv6 アドレスが取得可能であり、IPv6 接続性を確保することができる(図 3)。また、このセグメントには、登録されたユーザのみが接続可能であり、IPv6 通信のみが許可されている。ここでの「登録されたユーザ」とは、SoftEther のアカウントを発行されたユーザを指しており、XCAST の利用を目的とするならば誰でもアカウントを取得することができる[4]。

XCAST ルータに関しては、あるネットワークの中の複数の PC で XCAST を利用したい場合に用いられる接続形態である。具体的には、前節で述べた方法で XCAST が利用可能なマシンを用意し、そこに IPv6 ルータとしての機能を持たせる。このルータは必要であれば DTCP (Dynamic Tunnel Configuration Protocol) を利用して IPv6 接続性を持つネットワークにトンネル接続を行う。つまり、XCAST を解釈できる IPv6 ルータを設置することで、そのルータ配下のネットワークに接続されているマシンは、X2U の機能をもたないプラットフォーム(windows)での利用が可能になる。



図 4 : XCAST BOX

XCAST BOX[4]は、XCAST ルータの機能を CF (Compact Flash) に書き込んだ HD レスのマシンであり、ネットワークケーブルをさし、簡単な初期設定を行うだけで、XCAST ルータとして利用可能なものである(図 4)。一時的な IPv6 ネットワークの構築にも有用であり、DTCP アカウントが必要ならば名古屋大学の DTCP サーバから発行可能である。

3.3. XCAST 環境の構築

多くの人に XCAST を利用してもらうためには、環境の構築が容易であることも重要である。現在、XCAST を利用することが可能であるプラットフォームとして、以下のものが挙げられる。

- Windows
- BSD (NetBSD, FreeBSD)
- XCAST6 Live CD

一般ユーザにとっては、Windows で XCAST を利用することがもっとも簡単な方法である。まず、IPv6 スタックをインストールしたマシンを用意する。そして、「Windows Binary-kit」[5]インストーラをダウンロードし実行すると、XCAST が利用可能な環境ができあがる。ただし、windows 版の以前の実装では、XCAST パケットを送信する際に raw socket を利用していたが、SP2(Service Pack 2)以降は仕様変更が行われ raw socket の利用が出来なくなった。そのため、winpcap[6]を利用して XCAST パケットを送信するように実装を修正した。また、IPv6 インターネット接続ファイアウォール (IPv6 ICF) などでは、デフォルト設定として IPv6 パケットをドロップする設定がなされていることが多いので、利用に際しては注意が必要である。

BSD 上で利用するためには、SourceForge[7]にあるパッチを取得し、カーネルの再構築を行う。さらに、ライブラリや必要なツールのインストールを行うことで XCAST を利用することが可能になる。この方法は、これまでのところ最も動作実績が多く、安定した運用が報告されており、経験者向きである。

XCAST6 Live CD[8]とは、BSD ベースで XCAST の利用環境が既に整えられたブート可能な CD のことであり、現在は「Ebifuryaa」と「FreeSBIE with XCAST」の 2 種類が用意されている。それぞれ、NetBSD, FreeBSD がベースとなっており、必要なライブラリやツールが 1 枚の CD にすべて収められている。これを利用することによって、環境構築の手間をかけずに簡単に XCAST を体験することが可能である。

なお、Linux 上での利用のための開発も現在進められている最中である。

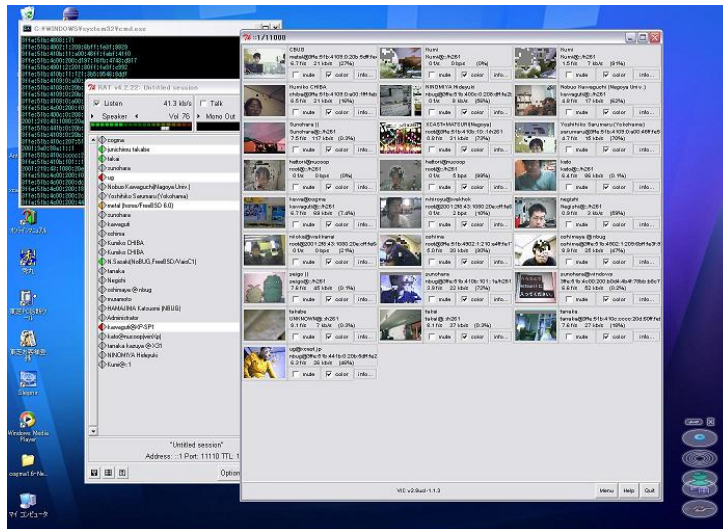


図 5 : Max Connection Challenge!!の様子

4. XCAST MATSURI

4.1. XCAST MATSURI の目的

これまで説明してきたようなネットワークやソフトウェアが、実際に多くの人にとって使いやすいものであるのか、ということを検証するために「XCAST MATSURI」を開催した。また、このイベントは、「初めて利用するユーザが XCAST を体験してもらうきっかけ」であると同時に、「初めて利用するために何が障壁であったかを、洗い出すための機会」でもあった。また、多人数でのオンラインコミュニケーションの利点と欠点を洗い出すための場としても利用された。

また、多数の人間が一度にネットワークで会した場合、現実世界と同様に円滑なコミュニケーションが行えるかどうか実際に試し、オンラインコミュニケーションとリアルコミュニケーションの間にある差は何であるか、どのようなサポートツールが必要であるかの洗い出しを行う。

参加者には、イベント終了後にアンケートをとり、XCAST を利用するための手間や、実際に映像や音声を用いたコミュニケーションを行った感想などを答えてもらった。また、参加者の動向やネットワークの負荷を記録するために、ネットワークトラフィックやグループに参加したノードの観測を行い、客観的に MATSURI を評価する指標とした。さらに IRC のログや SoftEther 仮想 Hub のログ、参加者が保存したスクリーンショットを通して、MATSURI 活動の記録を行った。

4.2. XCAST の様子

「XCAST MATSURI」[4]は 2005 年 10 月 8 日から 10 月 10 日の 3 日間にかけて開催された。実際に参加者を集まってもらった時間は 3 日間で合計 7 時間であり、そのあいだオンライン上で人が集まりコミュニケーションをはかっていた。

MATSURI 全体を通して 3 つのグループ(グループ)が用意されており、それぞれパラレルで進行されていた。

それらの中身としては、初参加者のサポート専用グループや、テストストリーミングを流し続ける、などがあつた。また、XCAST を利用した BUG(BSD User Group)のミーティングの相互接続がおこなわれ、「On Line(ネットワーク)」と「Real(現実)」の融合したコミュニケーションが展開された。

さらに、同時に 1 つのグループに何人の参加者が集まることできるかを検証した「Max Connection Challenge!!」[4]も 10 月 9 日に行われた(図 5)。

これは、技術的な面と社会的側面から重要な実験であった。技術的な面では、XCAST は実運用上、16 ノードが限界といわれているが、それを超えるとどうなるのか実際に試す意義深い機会であった。また、社会的な面では、それだけたくさんの人間が一同に会すると、コミュニケーションは円滑に行うことができるのか検証する興味深い機会であった。

技術的には、最大で 30 ノードを同時に 1 つのグループに収容したという実績がつくられたが、パケットのロスが激しく、映像や音声の品質の劣化が激しかった。これは、vic の送信レートをチューニングしていないなど、品質に関して考慮を行わなかったためである。XCAST の仕様上では、100 名を超えるメンバを収容することも可能である。

また、社会的には、30 ノードが集まったグループで話をすることは、困難が伴った。誰かの話に対して複数の人間が反応すると、誰が何を話しているのか判断すること自体が大変であったが、ジェスチャーなど映像による情報の伝達でコミュニケーションを成立させることは可能であった。

さらに、MATSURI のために、SoftEther 仮想 Hub 専用マシンを用意した。新規アカウント申請が 40 件あり、最大同時接続数は 18 であった。18 人が同時に映像や音声の送受信を行うと、SoftEther の接続が安定しない状況も観測された。

4.3. XCAST のサポート体制

今回は、MATSURI を運営するにあたり、参加者に対する告知には主に wiki[9]を利用した。これは、多数の人間が協調して編集を行うことが容易であり、また、参加者が気軽に疑問点などを運営側と共有することが可能だからである。

特に、トラブルシューティングにおいて、wiki の効果が発揮されていた。誰かが操作などに関してうまくいかないことがあると、それを書き込み、それを見た同じトラブルを経験した人が解決策を示していく。このような蓄積が自然と行われることにより、後から参加したユーザにとって有益な FAQ (Frequently Asked Questions)が参加者の協調作業によって出来上がっていくことになった。

さらに、各グループに現在いくつのノードが参加しているかを wiki のリンクから確認することが出来るようにした。これによって、自分のノードが正しくグループに参加しているかどうかを確認したり、他のグループにどれだけ参加者がいるか調べたりすることができた。

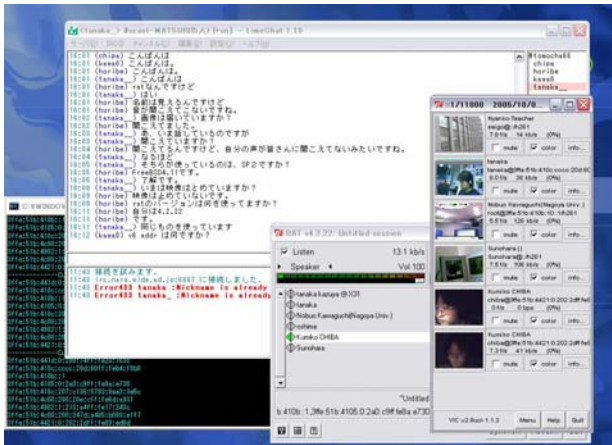


図 6 : IRC でサポートを行っている様子

また、MATSURI の告知に関しては、様々な団体の ML(Mailing List)を活用した。そこで興味を持っていただいた個人には XCAST Live CD の配布を行った。また、団体で利用したいと申し出があった拠点には XCAST BOX の提供と DTCP アカウントの発行を行い、140 のアドレスブロック割り当てを行った。さらに、設定や利用方法に関して個別のサポートを行うなど人的・リソース的なバックアップを行った。

さらに、MATSURI 開催中には、参加者のあいだで情報の共有を行うために IRC を利用した(図 6)。これを利用することで接続が不安定になった際の連絡や、設定方法のアドバイスなど、コミュニケーションの補助手段として有効に活用された。今回は IRC サーバとして、irc.nara.wide.ad.jp や irc.tokyo.wide.ad.jp を利用し、MATSURI 用に開設されたチャンネルにおいて、連絡を取り合った。後から入ってきても議論の流れがわかるように、web にログがリアルタイムでアップされるようにした。

5. イベントの評価

5.1. トラフィックと参加状態

MATSURI 開催にともない、どれだけのトラフィックが流れるか、MATSURI ネットワークトポロジのコアに存在するホストである xgate.xcast.jp において SNMP により観測を行った。このホストは WIDE X6-Bone に接続された DTCP サーバであり、全国の XCAST ルータのトラフィックは、このネットワークに収容される。つまり、ユーザ間の XCAST トラフィックは、このホストを経由することになるので、ここで観測されたトラフィックは、MATSURI 期間中のトラフィックとみなすことができる。

MATSURI の公式な開催時間は 1 日目が 18 時から 20 時の 2 時間、2 日目が 13 時から 16 時の 3 時間、3 日目が 18 時から 20 時の 2 時間である。図 7-1、図 7-2 の MRTG が示すように MATSURI 開催中はネットワークを流れるトラフィックが飛躍的に増加している。

「Max Connection Challenge!!」が行われた 10 月 9 日の 15 時 50 分前後に MATSURI 期間中のトラフィックのピークを記録した。瞬間最大トラフィックは、送信が 3465.9 KB/s、受信が 1535.5 KB/s であった。

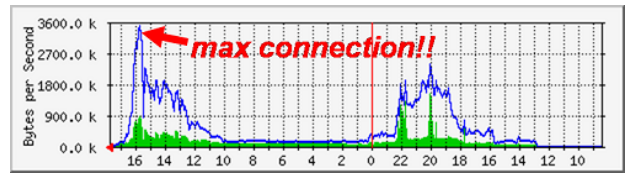


図 7-1 : 1 日目から 2 日目のトラフィック

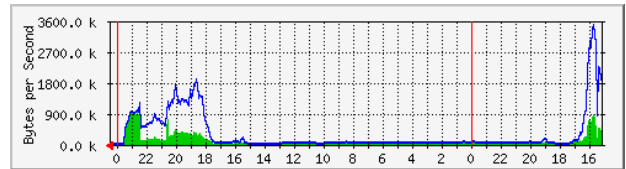


図 7-2 : 2 日目から 3 日目のトラフィック

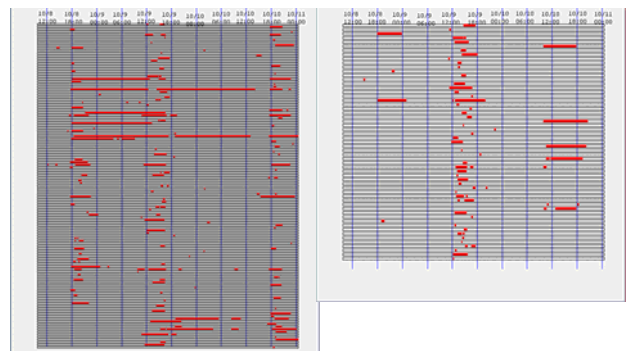


図 8 : アドレス別参加状態(左 : matsuri1、右 : matsuri2)

また、MATSURI を客観的に評価するデータとして、各グループに参加しているノードの IPv6 アドレスを 1 分ごとに記録した。XCAST におけるメンバ管理システムである xcgroup ではクライアントからの”join”コマンドを受けると、グループメンバの IPv6 アドレスを保存したサーバ上のファイルをアップデートする。今回は、MATSURI で利用された xcgroup サーバである xmeet.xcast.jp において、1 分ごとにこのファイルのコピーを行い、MATSURI 期間中の参加ノード数の推移を記録した。

3 つのグループ(matsuri1, matsuri2, matsuri-test)に参加したノード数の推移は図 9-1 から図 9-3 のとおりである。このグラフは左から右へ時系列に沿った参加者数を示している。それぞれの瞬間最大参加ノード数は、matsuri1 が 30、matsuri2 が 17、matsuri-test が 13 であった。

また、それぞれのユニークな参加ノード数は、matsuri1 が 88、matsuri2 が 45、matsuri-test が 58 であった。MATSURI 期間中のユニークな参加ノード数は全部で 142 であった。それぞれのアドレスが、どの時間に参加していたかをグループごとにまとめたものが図 8 である。横線 1 本が 1 アドレスに対応しており、左から右へ時系列にしたがっている。濃い色になっている部分はそのグループに参加していた時間である。

「Max Connection Challenge!!」が行われた 10 月 9 日の 15 時 50 分前後が matsuri1 に参加したノード数もピークとなっており、トラフィックのピークと一致している。

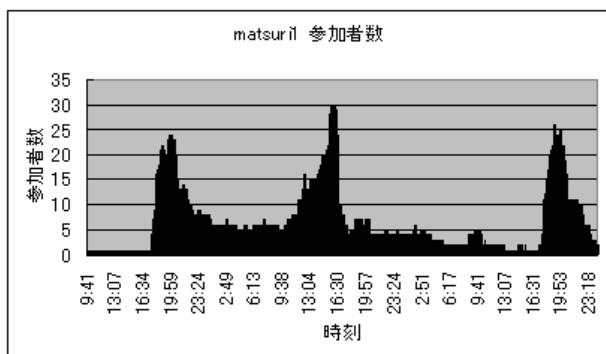


図 9-1 : matsuri1 グループの参加者数

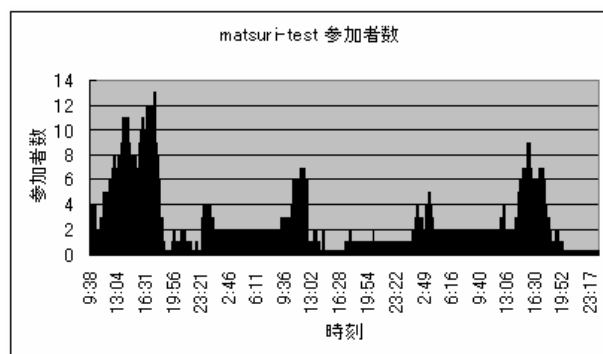


図 9-3 : matsuri-test グループの参加者数

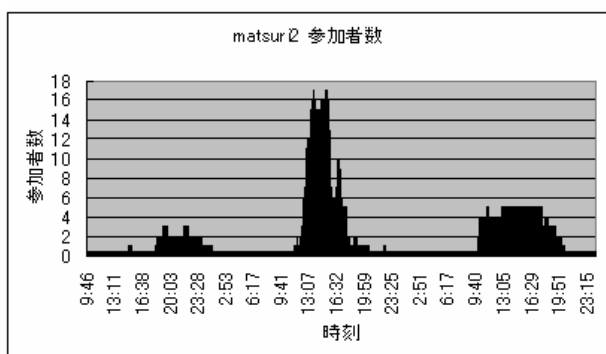


図 9-2 : matsuri2 グループの参加者数

5.2. アンケート結果

MATSURI 参加者の方に協力していただいた結果、35 人分の有効な結果が得られた。

参加者が利用したプラットフォームとしては「WindowsXP SP2」[15 人]、「NetBSD」[11 人]、「FreeBSD」[8 人]、「WindowsXP SP1」[7 人]、「XCAST6 Live CD」[5 人]、となった。また、IPv6 接続性に関しては、「SoftEther」[21 人]、「DTCP」[19 人]、「ネイティブ」[5 人]、「6to4」[1 人]となった。これらの結果から、本研究の基本スタンスである「SoftEther」+「Windows Binary-kit」による XCSAT 環境の構築が、実際に多くの初参加者に利用されたことがわかった。

また、XCAST を使ったコミュニケーションに対する感想としては、「楽しい」[25 人]や「映像は必要である」[18 人]というものが多かったが、ストリームの品質に関しては、「画像や音声が届きにくかった」[7 人]や「他のツールと比べると少し落ちる」[5 人]といった意見もあった。参加者としては、映像があるほうがコミュニケーションを円滑に行うことができるが、音声のほうがより重要であるので、音声の品質は最低限確保してほしいという、要望があることがわかった。

今回のイベントは、XCAST を体験してもらうきっかけという意味合いも持ち合わせていたが、地域別では、東海[19 人]、関東[12 人]、北海道[1 人]、信越[1 人]、北陸[1 人]、近畿[1 人]、四国[1 人]と全国各地からの参加者を集めることができた。

5.3. プロモーション活動の評価

XCAST MATSURI を通して、映像・音声によるオンラインコミュニケーションを今まで経験したことがなかった人が多数参加してくれたことにより、XCAST の現状を把握することができた。アンケートの結果から参加者の意見をまとめると、「実際に XCAST を使ってみると、顔をみながら話ができるのは面白い。しかし、導入の手間を考えると何らかのサポートが必要」となる。

今回は、チャットによるテクニカルサポート、wiki の情報を参考にする、わかる人に直接教えてもらう、サポート窓口メールする、といった方法をとった参加者が多かった。このようなサポートを評価してくれた参加者もおおかったので、今後も継続的にサポートをおこなう予定である。

6. まとめ

今回のイベントで最も大きな反響があったのは WindowsXP SP2 での XCAST 利用である。これまで、あまり多くの Windows ユーザがいなかったため、対応が遅れがちであったが、初参加の方々の要望の多さに応え、SP2 対応バイナリをリリースすることができた。もっと早い時期に対応していれば、よりたくさんの方がデータを送り出すことができ、MATSURI の雰囲気も変わっていたかもしれない。

今後も多様な環境においてユーザが、XCAST を使ったビジュアルコミュニケーションを利用できるように環境の整備やツールの充実をはかり、XCAST を普及させていきたい。XCAST に興味をもたれた方は、疑問等がある方は、xcast@el.itc.nagoya-u.ac.jp までご連絡ください。

参考文献

- [1] R. Boivie, et al., “draft-ooms-xcast-basic-spec-08.txt”, IETF, 2005
- [2] <http://www.mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/>
- [3] SoftEther, <http://www.softether.com/>
- [4] <http://www.el.itc.nagoya-u.ac.jp/~tanaka/xcast/wiki/>
- [5] <http://xcast.cogma.org/xcast-nu-win-kit/>
- [6] winpcap, <http://www.winpcap.org/>
- [7] <http://sourceforge.net/projects/xcast6>
- [8] http://wiki.xcast.jp/cgi-bin/xcast-wiki.pl?To_Whom_Get_s_XCAST6_Live_CD
- [9] pukiWiki, <http://pukiwiki.sourceforge.jp/>