

コミュニティインターネットの相互接続実験

菅野 浩徳^{†,††} 樋地 正浩^{††} 布川 博士^{†††,††}

[†]富士通東北システムエンジニアリング

^{††}東北インターネット協議会

^{†††}宮城教育大学

概要

インターネットを代表とする分散環境の進展により、多くの人々がこの環境のもとでコミュニケーションを行うことが可能となってきた。このコミュニケーションを手段として新たなコミュニティの形成と既存のコミュニティの活性化が進行している。我々はそれらそれぞれの特徴を持つコミュニティを形成しさらにその活動性を高めて行くためのインターネット（コミュニティインターネット）の構造についてトラフィックレベルからアプリケーションまでを対象に実践的に研究を行っている。本稿では、我々が実践的に運用を行っている TRIX を例にコミュニティインターネットを相互に接続するときの基礎資料となるべき事柄について論じた。特にその通信トラフィックに関して詳述しそこからコミュニティの特徴の把握を試みた。さらに、コミュニティの成員に対して利用性に関する評定を求めた。

An Experiment on Community Internet Exchange

Hironori Kanno^{†,††} Masahiro Hiji^{††} Hiroshi Nunokawa^{†††,††}

[†]Fujitsu Tohoku Systems Engineering Ltd.

^{††}Tohoku internet Association.

^{†††}Miyagi University of Education.

Abstract

With the widespread progress of distributed environments such as Internet, we have a wider and deeper communication with others. The use of this communication as a tool have produced the appearance of new communities and at the same time, the activation of traditional communities.

Our research interest is on the structure and the model of such communities, which we named "Internet Communities", where we focus not only at the traffic level but also the application level.

In this paper, we discuss some experiences we have got with the practice on Community Internet Exchange, named TRIX. Especially, we tried to understand the characteristic features from the traffic point of view between communities. Also, we report some results obtained from the answers to questionnaires by members of these communities.

1 はじめに

インターネットを代表とする分散環境の進展により多くの人々がこの環境のもとでコミュニケーションを行うことが可能となってきた。このコミュニケーションを手段として新たなコミュニティの形成と既存のコミュニティの活性化が進行している。例えば、電子メール（特にメイリングリスト）やネットワークニュース、WWW などを利用して同じ考え方や目的を持つ人々が互いに情報交

換を行うことにより新たなコミュニティが形成されている。また、既存のコミュニティもそれらの手段を利用して地理的制約や時間的制約の克服のみでなくそれら交換した情報のデータベース化など分散環境特有の機能の利用までも含めてより優れたコミュニケーションを行い、活動の活性化を進めている。これらのコミュニティには以下のようなものがある。例えば、インターネットプロバイダに参加しているそれぞれの利用者が形成するコミュニティや、地域内で形成されている

インターネット利用者のコミュニティ、広く分散しているが同じ研究を行っているコミュニティなどがある。インターネットは、それぞれが有するインターネット（LANを含む）の特徴を出しながら相互に接続をしている。

我々はそれぞれの特徴を持つコミュニティを形成しさらにその活動性を高めて行くためのインターネット（コミュニティインターネット）の構造についてさまざまなトラフィックレベルからアプリケーションまでを対象に実践的に研究を行っている。これは単にそれぞれのネットワークの相互接続のみではなく、アプリケーションレベルでの連携など広い範囲のものである。このような研究は、仮想的なネットワークの構築が可能なアプリケーション連携技術（キャッシング技術やプロキシの技術など）などの発達により可能となってきた。これにより、コミュニティに依存する形での仮想的なネットワークの構成などの基礎資料としてきわめて重要なデータとなる。

現在我々は以上の観点から、このようなコミュニティを基本単位とし、それらが有する比較的小規模なインターネット（コミュニティインターネット）を相互に接続するときの諸問題について検討を行っている。

本稿ではこの中で、我々が構築し運用を行っている地域内のコミュニティインターネットの相互接続（TRIX, Tohoku Regional Internet eXchange）[1]について報告をする。これによりコミュニティインターネットの相互接続においてそのモデル構築のための基礎資料とし、相互接続において考慮すべき点について考察することを目的としている。

2 相互接続ポイントの利用実験

2.1 目的

本利用実験では、まず、各インターネットサービスプロバイダ（ISP）に接続している利用者の利用状況を分析し、以下の点を明らかにすることを目的としている。

- 地域内と地域外の情報交換比率
- ネットワークの利用者層
- 利用されるアプリケーションの種別とその利用割合

- ネットワークを利用する曜日や時間帯の推移
- コミュニティ内の相互接続ポイントが利用者にも与える影響

これにより、今後の研究開発における課題を明らかにし、それを解決するための指針を得ることを目標としている。

2.2 実験ネットワーク

東北インターネット協議会 [2] では、1 はじめに述べた研究を推進するために、東北地域内インターネット相互接続研究会を設置した。本利用実験では、上記の目的を達成するため、1996年12月末より、東北インターネット（東北インターネット協議会：TiA）、東北学術研究インターネット（東北学術研究インターネットコミュニティ：TOPIC）、商用ISPであるMediaWebを相互に接続する相互接続ネットワークをTiAの仙台NOC（Network Operation Center）内に構築し、各ネットワーク組織間の相互接続の実験とトラフィックデータの収集を開始した。

1997年4月末には、同じく商用ISPであるやまびこインターネット（以下、YAMABIKOと記す）が新たに接続され、現在、この4つのネットワーク組織が相互接続の実験に参加し、トラフィックデータの収集と相互接続ポイントの構築、運用に伴う問題点の検討とその解決に向けた研究を行っている。

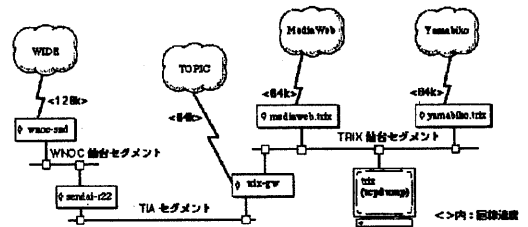


図 1: TRIX ネットワーク

現在の実験ネットワーク（TRIX ネットワーク）は、図 1 に示すような相互接続ネットワーク（TRIX 仙台セグメント）により接続されている。TRIX 仙台セグメントには、商用インターネット

の MediaWeb とやまびこインターネットがそれぞれ独立した接続装置で接続され、東北インターネットおよび東北学術研究インターネットは、学術系インターネットとして trix-gw でまとめて接続している。各ネットワーク組織は、図1に示す通りそれぞれ 64k のデジタル専用線で接続している。各ネットワーク組織間のトラフィックの測定は、TRIX 仙台セグメントに接続された測定用のコンピュータ(図1の trix)で tcpdump を用いて、1996年12月の実験の開始時点からトラフィックデータの取得を行っている。

TOPIC は、東北6県に存在する大学、研究機関、教育センターといった学術機関を接続している。YAMABIKO は、専用線接続サービスのみを行う ISP であり、主に仙台を中心としたソフトウェア開発企業および百貨店などが接続されている。また、MediaWeb は、東北4県にまたがるアクセスポイントをもち、端末型ダイヤルアップから専用線接続サービスまでを行っており、業種によるユーザの偏りは少ない。

2.3 実験方法

我々は、利用特性を明らかにするために以下の2つの方法を用いて実験を行った。

(1) トラフィックデータの収集・分析

利用特性を明らかにする1つの方法は、図1の trix で取得しているトラフィックデータの分析である。これらのデータは、時々刻々変化するトラフィックをそのまま収集しており、これをさまざまな観点から分析する。TRIX ネットワークのトラフィックを収集分析することにより、各ネットワークの利用者層、利用アプリケーション、時間帯・曜日別トラフィック推移、地域内と地域外の情報交換比率、等のコンピュータ・ネットワークを利用する人々の利用特性を明らかにすることができる。

TRIX ネットワークのトラフィックを分析することにより、各ネットワーク組織というコミュニティの利用者層、利用アプリケーション、時間帯・曜日別トラフィック推移、地域内と地域外の情報交換比率、等のコンピュータ・ネットワークを利用する人々の利用特性を明らかにすることができる。

表 1: 利用者アンケート内容 (一部)

Q1.	1996年12月より東北地域内インターネット相互接続実験が開始された事を、ご存じですか?
Q2.	この接続により、東北地域内の各大学(東北大学や会津大学)などへのアクセスは早くなったと思いますが、いかがでしょうか?

さらに、これらのデータから相互接続ネットワーク構築に必要な回線容量等の必要なリソース、相互接続ネットワークを効率的に利用・運用する上の問題点と今後の研究課題を明らかにすることができる。

(2) 利用者アンケート

トラフィックデータの収集・分析だけでは、地域内の相互接続ポイントが構築されたことにより、それを利用する利用者にとってどのような効果があるのかを知ることはできない。このような利用者から見た効果を得るため、利用者に対するアンケートとその結果の分析を行っている。今回の調査に使用したアンケートの内容の一部を表1に示す。

3 実験結果

3.1 トラフィックの分布

トラフィックデータの分析では、NNTP¹のトラフィックはあえて除いている。なぜなら、ネットワークニュースの配送は、サーバ毎の取り決めにより定期的に発生するもので、個々のネットワーク組織に属する利用者の利用状況を直接、反映するものではないと判断したためである。

当接続実験においては、前述のとおり1996年12月から現在まで間断なくデータの採取を行ってきている。この分析では、1997年4月末より新たにYAMABIKOが実験に加わったことと、この執筆時点でもっとも最新のデータであることから、ここでは主に1997年5月度のデータを中心に解析結果を示す。

図2は、5月度におけるネットワーク組織間のトラフィックを示したものである。横軸には日付

¹Network News Transfer Protocol

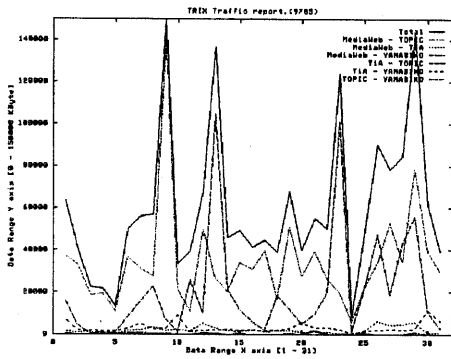


図 2: 各コミュニティ間のトラフィック状況

けを、縦軸にはその日当たりの総流量を Kbyte 単位で示している。これによれば、TOPIC - YAMABIKO、TOPIC - MediaWeb という、学術研究ネットワークと商用ネットワーク間のトラフィックがその大部分を占めていることが分かる²。反対に YAMABIKO - MediaWeb といった商用間のトラフィックは、あまり見られない。また、5月3,4,5日の連休などを始め、土日にかけては総じてトラフィックが落ち込んでおり、木曜、金曜といった週末にトラフィックが増える傾向がみられる。

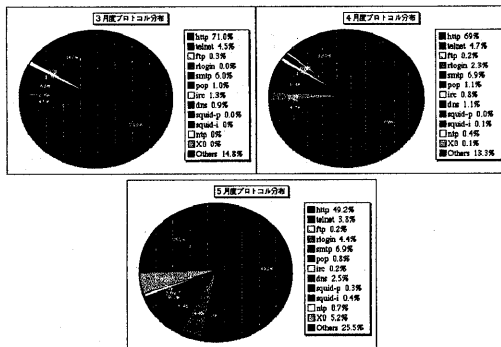


図 3: 月別のプロトコル状況

図 3は、3,4,5月の利用プロトコル比率を示したものである。3月、4月では、http の利用比率が全体の70%台を占め、telnet,smtp などがその次に続

²ピーク時のトラフィックは、9時台に平均で 312.1Kbps(140439Kbyte * 8 / 3600sec) を示している。

くといった同様の傾向が見られるが、5月に入ってから http の比率が下がり、替わりに Others の比率が延びている。Others は、well-known port と呼ばれる予約済および広く認知されている TCP/UDP ポート以外のプロトコルをまとめて集計したものである。前後のトラフィックログとの関連性などを調査した結果、この大半が ftp によるデータ転送のトラフィック³であることが判った。

これは前述のとおり4月末より、YAMABIKO という新しいネットワーク組織が加入した事でトラフィック構造が大きく変容したことを示している。

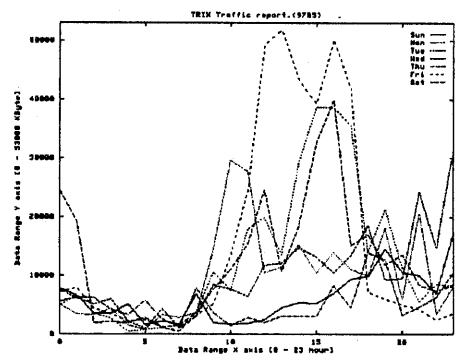


図 4: 曜日別のトラフィック状況

図 4は、5月度における曜日別のトラフィックを示したものである。横軸には時刻を、縦軸にはその時刻当たりの総流量を Kbyte 単位で示している。月曜から金曜にかけての平日ではビジネス時間帯にトラフィックが集中しており、逆に土曜、日曜といった休日には夜間にトラフィックが集中するといった傾向がみられる。

平日の傾向をさらに詳しく見るために、5月度の木曜日にあたる7,14,21,28日の4日間のデータを集計して、プロトコル別のトラフィックを示したものが、図5である。横軸には時刻を、縦軸にはその時刻当たりの総流量を Kbyte 単位で示している。このグラフから、トラフィックの大半を http

³proxy サーバや firewall ツールを介した ftp リクエストでは、PASV コマンドによるネゴシエーションを行う場合が多く、その結果データ用コネクションにその都度任意の空きポートを使って通信を行うため、単純にサーバ側の port 番号だけでそのトラフィックを割出すことが難しい。しかし、その通信の直前に port 21 (ftp) 及び port 20 (ftp-data) との通信がみられることから類推することはできる。

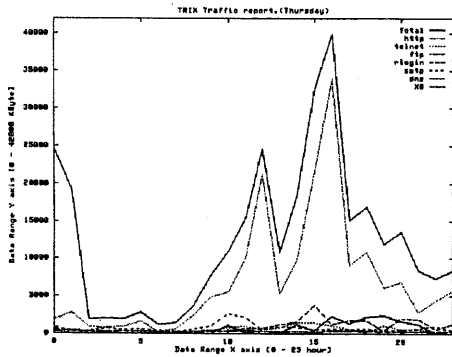


図 5: 曜日別のプロトコル状況

プロトコルが占めており、ビジネス時間帯にそのピークが現れている事が分かる。

午前0時付近で、httpに依らないトラフィックのピークが見えるが、凡例に示すプロトコル群の中からは該当していない。これは次に述べる図6との関連に於いて説明する。

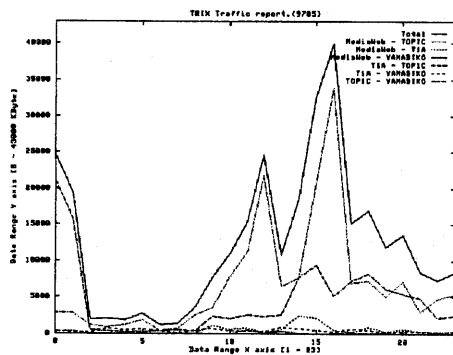


図 6: コミュニティー間のトラフィック状況 2

図6は、図5と同じ木曜日におけるコミュニティ間のトラフィック状況を示したものである。横軸には時刻を、縦軸にはその時刻当たりの総流量をKbyte単位で示している。図5と図6を比較することにより、各ピークを作り出しているのがどのコミュニティ間のトラフィックであるのが推察できる。例えば12時台と16時台に見える大きな2つのピークであるが、これは図5にみえるhttp

トラフィックを示す線が、図6でのMediaWeb - TOPIC間のトラフィックを示す線とほぼ相似を成しており、他のトラフィックはあまり見られないことから、MediaWeb - TOPIC間のhttpによるトラフィックであると言える。同様に、17時から23時にわたる夜間のトラフィックは、主にMediaWeb - TOPIC間及び、TOPIC - YAMABIKO間のhttpトラフィックであると言える。

午前0時付近のピークについては、図5との比較において、TOPIC - YAMABIKO間のトラフィックが主であることが分かるが、先に述べたとおりプロトコルが特定できない。これは先に図3の説明で述べたとおり、well-known port以外でのトラフィックであり、別途調査の結果、やはりftpデータ転送によるトラフィックと推察している。

3.2 利用性の評価

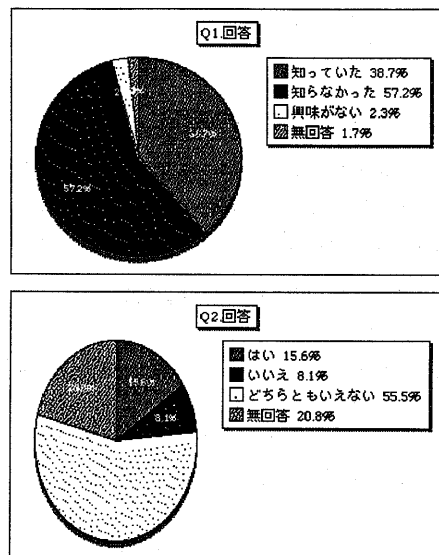


図 7: 利用者アンケート結果

図7は、当相互接続実験に関して表1に示したアンケートを利用者に求めた結果である⁴。アンケート対象者には、ダイレクトメールなどの方法により当相互接続に関する情報を事前に提供する等の事は一切行っていない。広報手段としては各ネッ

⁴有効回答数は173。

トワーク組織の Web ページへの掲載、及び地方新聞などへのニュースリリースだけである。

この結果、相互接続が行われているかどうかについては、『知っていた』と答えた人は約4割にのぼり、積極的にPRを行っていない点を考慮すると、相互接続に関する関心の高さが伺われた。

また、相互接続の直観的な恩恵であるアクセス速度について、早くなったと感じるかどうかについては、約半数の人が『どちらとも言えない』と答えている。これは相互接続実験開始以前との比較データを個々の回答者が持ち合わせていなかった事が要因である考えられる。

しかし、現在もなかなか改善されない東京1極集中型の相互接続によるトラフィック渋滞に悩まされていた、各コミュニティのシステム管理者や一部のパワーユーザなどからは、当相互接続により telnet でのレスポンスや Web ページの表示に関して格段の改善が見られ、作業の効率化と精神衛生の向上に役だっているとの報告が寄せられている。

3.3 分析結果の考察

これらの事から、各ネットワーク組織を利用している利用者によって構成されるコミュニティの間では以下の傾向があることが分かった。

1. 学術-商用間の情報交換が盛んであること。(図2, 図6)
2. 平日のそれも週末のビジネス時間帯の利用が主であること。(図4, 図5, 図6)
3. 休日は自宅などからのアクセスが主となる夜間の利用が多くなる傾向があること。(図4, 図5, 図6)
4. 主に利用されているリソースは、http および ftp であること。(図3, 図5)

TRIX ネットワークにおける情報交換では、現在のところ商用、商用間の情報交換よりは学術研究機関との情報交換がその主な利用方法であると言える。今後、地域における産学間の協調を考えると、このようなコミュニティ間相互接続ネットワークは、その間の情報交換を円滑に行う上で必要なインフラストラクチャの1つになると考えられる。

当相互接続実験がネットワークに与える副次的な悪影響も今のところ見られていないことなどから、本相互接続実験におけるコミュニティ間相互接続の有効性と今後の可能性が見出せたものと考えている。

4 おわりに

コミュニティインターネットを相互に接続しそれらの特性を明らかにすることは今後のインターネットの進展において重要なことである。本稿ではその観点からそれらを相互に接続するとき基礎資料となるべき事柄について論じた。特に各コミュニティインターネットを相互に接続しその通信トラフィックに関して詳述しそこからコミュニティの特徴の把握を試みた。さらに、コミュニティの成員に対して利用性に関する評定を求めた。

本研究はまだ端緒に付いたばかりであり、現在では数量的に把握できる面での評価しか行っていない。今後評価対象を広め、コミュニティインターネット把握のためのより広い範囲のパラメタの作成を進める予定である。

またこれらを社会的に位置づけて行くための方策についても、さらに実践を進める計画である。

謝辞

東北インターネット協議会、東北地域内インターネット相互接続研究会において日頃ご議論頂いている委員の方々に感謝する。

参考文献

- [1] <http://www.tia.ad.jp/trix/>
- [2] <http://www.tia.ad.jp/>
- [3] Kevin Washburn, Jim Evans, 油井 尊 (訳) : TCP/IP バイブル, ソフトバンク (1994).
- [4] 山本 和彦 : UNIX マガジン 1月号 pp.126-134, アスキー (1995).