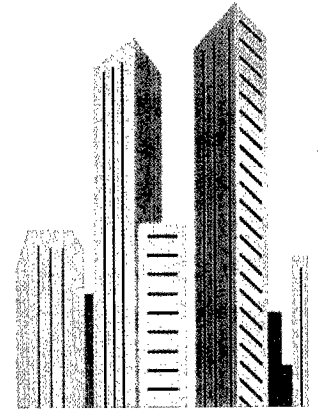


2. 地域IXの現状と展望

—新しい相互接続のかたち—

中川郁夫 (株) インテック・システム研究所



背景

インターネットでは複数のネットワークの相互接続を行う手段の1つとしてIX (Internet eXchange) の技術が欠かせないものとなっている。米国ではCIX, PAIX, MAE, NAPなどに代表される多くの国際IXが運用されており¹⁾、インターネットの主要なトラフィックの交換点として機能している。

国内ではWIDEプロジェクトが運用を行っているNSPIX²⁾が主要なIXとして機能しているとともに、1997年からはJPIX (JPan Internet eXchange) やMEX (Media EXchange) などの商用IXもサービスを行っている。国内の主要なプロ

バイダのほとんどは、これらのいずれかに接続を行い、国内のトラフィックを相互に交換している。

しかし、同時に国内の各地域では地域内でトラフィックの交換を行う地域IXを構築しようという動きが急速に広まってきている。すでに、東北³⁾、山梨⁴⁾、東海⁵⁾、岡山⁶⁾、富山⁷⁾、山口⁸⁾、沖縄⁹⁾等に代表されるいくつもの地域で地域IXによる相互接続実験を開始しており、他にも多くの地域で地域IX構築に向けた活動が進められている。

これらの地域IXでは東京などの一部の都市に依存する国内のインターネット状況に起因する多くの問題を解決しようとしている。いずれの地域でも地域内通信の効率化や安定

化、冗長性の向上、あるいは地域コミュニティの育成などを目的として地域内ネットワークを相互に接続するが、その技術や仕組み、あるいは活動母体などは各地域ごとに大きく異なっている¹⁰⁾。

本稿では地域IXに関する必要性、効果についてまとめるとともに、国内の各地域IXの現状を紹介し、さらに今後地域IXで取り入れられようとしている技術などについて述べる。

地域IXの必要性

地域内のインターネットを考えた場合、一般に、現状のネットワークポロジリーは図-1のようになっている。

図内の編かけの部分(Regional Area)が1つの地域である。GISPは国際線を提供するプロバイダや、国内全体をサービス範囲とするプロバイダなどのいわゆる大手プロバイダを表している。なお、ここでは学術ネットワークもGISPに含めている。

APは大手プロバイダのアクセスポイントを示している。この図のように、ほとんどの地域には多くの大手プロバイダがアクセスポイントを設置しているが、エンドユーザがインターネットを利用する

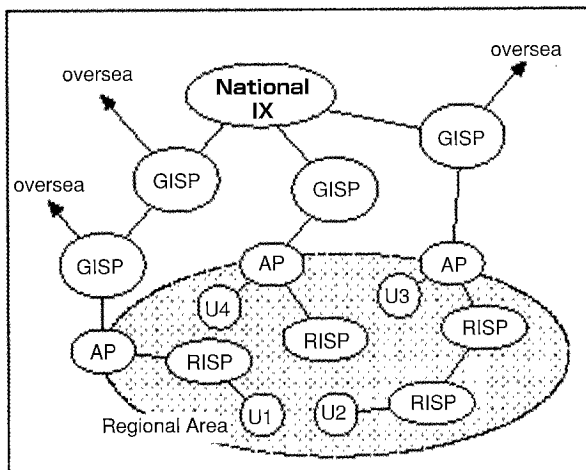
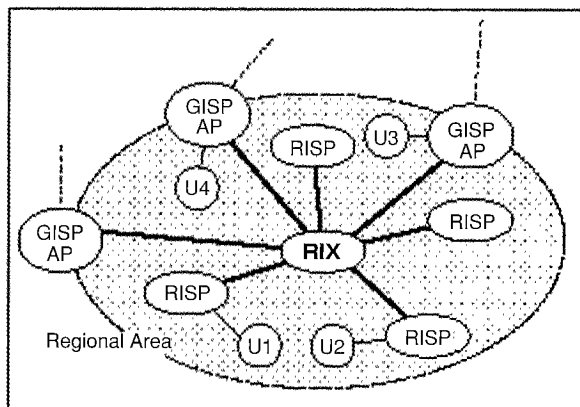


図-1 地域のインターネットの現状

GISP: 大手プロバイダ
AP: アクセスポイント
RISP: 地域プロバイダ
U1~U4: 地域ユーザ

図-2 地域IXによる地域内相互接続



GISP AP: 大手プロバイダの
アクセスポイント
RISP: 地域プロバイダ
U1~U4: 地域ユーザ
RIX: 地域IX

場合、接続する大手プロバイダによって接続するアクセスポイントもインターネットへの通信経路も異なることになる。

またRISPは地域プロバイダを示している。地域プロバイダは、一般に大手プロバイダのアクセスポイントに接続を行うことになる。

図中U1~4は地域のユーザを表している。U1, U2は地域プロバイダに接続するユーザであるが、これらのユーザ間の通信は地域プロバイダ間の通信路が存在しないためすべて東京を経由して行われる。またU3, U4は大手プロバイダに接続される地域ユーザであるが、大手プロバイダ間の相互接続のほとんどは東京で行われているため、これらのユーザ間の通信についても同様に東京経由になる。

このように、現在の地域のインターネットの構造では、一般に地域のユーザ間で行われる通信であってもその多くは東京などの大都市を経由して行われることになる。すなわち現在の日本のインターネットのトポロジーでは、地域のインターネット利用は大都市に依存しているといえる。

このことはいくつかの問題点を抱えている。

●通信遅延が発生する

通信時に経由するルータの数が多くなるため、ルーティングの遅延が

大きくなる。また、外的な要因により地域内の通信におけるパフォーマンスや安定性が左右される。特に、学術系のネットワークと商用ネットワークの通信が極端に遅く地域内の共同研究などで大きな問題となっている¹¹⁾。

●他地域の災害に弱い

東京、もしくは東京への経路上の災害時には、インターネットへのアクセスのみではなく、地域内の通信であってもそのほとんどが途絶えることになる。

●情報コンテンツが東京へ集まる

現状では、地域内のすべてのユーザに同等のサービスを提供するには、情報を提供するサーバや情報コンテンツは東京、しかも主要なIXの近くに設置することが望ましい。このことは情報コンテンツの地域外流出や情報産業の都市集中につながるとして懸念されている。

●地域内の通信路に関する決定権が地域にない

現状では、地域内の通信路は東京に依存しているため、ある地域プロバイダの末端ユーザと別の地域プロバイダの末端ユーザの間で高速な通信路や優先制御などを必要とするアプリケーションを利用しようとした場合、東京を経由するすべての通信路においてそれらのリソースの確保

や設定を行う必要があるが、これは現在のインターネットでは非現実的である。すなわち、通信路に依存する地域型のアプリケーションの利用は地域内で決定することはできない。

これらの問題点はほとんどすべての地域で共通しており、こうした問題を解決するため地域IXを構築し、地域内でのネットワーク間相互接続を行うことが増えてきているといえる。

地域IXを構築した場合、地域内のネットワークは図-2のようになる。

地域内の通信経路の実現には、後述の通りさまざまな方法があるが、いずれも前述の問題を解決し、次のような効果を期待しているという点で共通している。

●地域内通信の効率化と安定化

地域内の通信を東京を経由して行うという「無駄」をなくし、効率的な通信を可能にする。また、同時に地域内のネットワーク間の通信を安定して行えるようにする。

●他地域の障害に強いネットワークの構築

東京、もしくは東京への経路上で障害が発生しても、最低限のインターネット利用が可能であるような地域ネットワークの構築が可能になる。

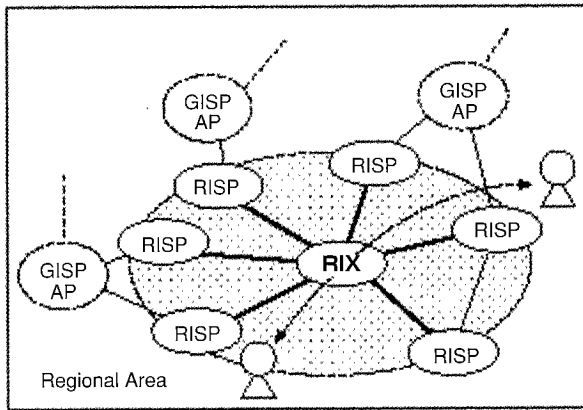


図-3 地域内に閉じた
トラフィック交換

GISP AP: 大手プロバイダの
アクセスポイント
RISP: 地域プロバイダ
RIX: 地域IX

- 地域の情報を地域から発信できる
地域に向けた情報発信が、東京ではなく、地域内から行うというきわめて自然な地域ネットワークが構成できる。これにより地域内の情報産業が東京へ流出するという問題が回避できる。

- 通信路に関する決定権が地域にある

地域内の通信はすべて地域内で閉じることができるため、たとえば、高速な通信路や優先制御を必要とするアプリケーションなどの導入を地域内で決定・実施することができる。

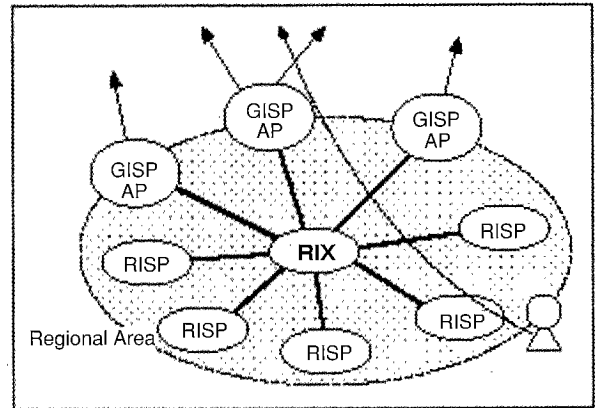
- 地域コミュニティの形成

地域内での技術交流、協調、コーディネートなどを行うことにより、地域内の技術者間でコミュニティが形成される。またそうしたコミュニティが地域内技術者の育成に役立つ¹⁴⁾。

特に地域コミュニティの形成、地域の技術者の育成は地域IXにとって非常に重要な目的の1つである。これらのことは、地域の技術レベルの向上、地域の情報化に大きく貢献し、さらには地域の活性化にもつながると思われる。

なお、郵政省によるIX研究会の報告¹²⁾でも、地域IXが地域の情報化政策の中心になると述べられている。

図-4 外部への接続性を持つIX



地域IXの実現手段

前述の通り、地域IXが必要とされる背景や地域IXに期待される効果については多くの地域IXに共通しているところである。しかし、地域IXを実現する手段については、各地域によって大きな違いがある。地域によって運営母体や予算などが異なり、地域IXの構築における「ポリシー」に大きな違いが生じているためと思われる。

ここでは、現在国内で実際に設計、あるいは構築されている地域IXについて、その実現手段を、相互接続における技術的な観点から3種類に分類する。

地域内に閉じたトラフィック交換

国内の多くの地域IXでの相互接続では、地域内に限定したトラフィックの交換を行っている。これは、地域内のユーザ間の通信に限定してその効率化と安定化を図ることを目的としており、地域プロバイダなどが持つ地域内の経路情報のみを交換することにより実現される。

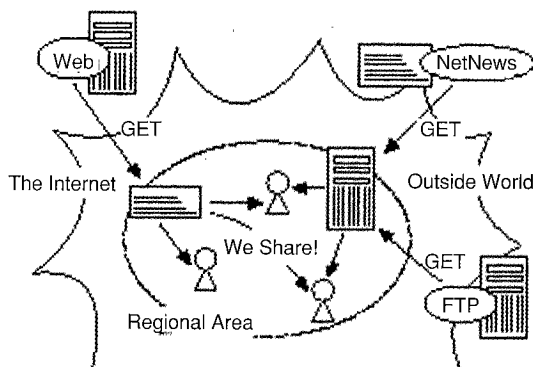
この場合、地域IXでの相互接続では地域外への通信はできないため、地域IXへ接続するネットワークは独自にインターネットへのコネクティビティを確保する必要がある。

このような地域IXでは地域プロバイダを中心に相互接続を行うことが多く、全国をサービス範囲とする大手プロバイダは地域IXに接続しないことがほとんどである(図-3)が、地域によっては、山梨地域のように、全国をサービス範囲とする大手プロバイダであっても相互接続に参加し、地域内のユーザのトラフィックに限定して地域IX経由で通信を行うケースもある。

なお、国内における地域IXでは技術的なニーズや参加するネットワークの運用ポリシー、あるいは構築に携わる技術者の経験・技術力などに応じて、OSPFやBGP4などの経路制御プロトコルを用いることになる。

なお、山梨や富山地域などでは個別のネットワーク間のポリシーを柔軟に制御するためBGP4による経路制御を行っているが、運用の効率化

図-5 外部への接続性を持つIX



を考慮してルートサーバを導入している。

その他、国内では東北、山口、沖縄などでも同様に地域内に閉じたトラフィック交換を目的とした相互接続を行っている。

外部への接続性を併用する相互接続

東海地域や岡山県などでは、全国をサービス範囲とする大手プロバイダが地域IXを介して、国内あるいはインターネット全体へのコネクティビティを提供している。

これらの地域IXでは、大手プロバイダが地域IXに接続を行い、地域IXに接続する他の地域プロバイダは、地域内のトラフィックを交換するとともに、大手プロバイダから地域IXを経由してインターネットへのコネクティビティを購入するという見方ができる(図-4)。

この形態では、地域プロバイダは地域IXに接続することにより地域内のトラフィックを効率的に交換することができるとともに、インターネットへの接続性も同時に確保できるため、コストメリットも大きくなる。

なお、このような地域IXに対して複数の大手プロバイダが接続を行う場合、大手プロバイダ間の経路制御は非常に複雑になるため、現実的には大手プロバイダ間の経路制御については言及されないことが多い。

アプリケーションレイヤでのトラフィック交換

前述の2つの形態は、地域内のネットワークがネットワーク層以下の相互接続を行うことを前提とした地域IXの構築手段である。

しかし、トラフィックを交換するというを最終目的と考えると、エンドユーザ間でネットワーク層でのコネクティビティがなくても、アプリケーション層においてトラフィックを制御することによって通信の効率化を行うことも可能である¹³⁾(図-5)。

たとえば、インターネット上にあるWeb上のコンテンツを地域内の複数のユーザが取得した場合、まったく同じデータがインターネットと地域の間を何度も流れることになる。企業などではキャッシュサーバなどを利用してインターネットから組織へ流れてくるトラフィックの効率化を図る場合が多いが、地域全体のネットワークを考慮しても同様の仕組みを用いて回線の利用率を上げることが可能である。

匿名FTPなどで巨大なファイルを転送することが多い場合には、地域内の共有FTPサーバを準備することによって地域外へのトラフィックを抑制できる可能性がある。特にRingServer Project¹⁵⁾で運用されているRingServerなどは、こうした地域内の利用に大きな効果をもたらすと思われる。

また、現在のインターネットではネットニュースのトラフィックが大きな問題になりつつあるが、これも、地域内に共有のニュースサーバを準備し、地域内ユーザは共有ニュースサーバからフィードを受けることで地域と地域外のトラフィックを大幅に抑えることができる。

ただし、アプリケーションレイヤでのトラフィック制御については次のような点に留意する必要がある。

●サーバの運用コストと回線コストのバランス

地域内に共有サーバを置くことは、確実に回線の有効利用につながるが、逆にサーバの運用コストがかかることも事実である。運用コストと回線コストの重要性は状況により異なる。これらのコストバランスをよく考慮する必要がある。

●冗長性、二重化に対する配慮

キャッシュや共有サーバの障害によってインターネットのサービスが利用できなくなる可能性は否定できない。常に冗長性や二重化を考慮してサーバの配置・利用を行うべきである。

●末端ユーザに対する影響

キャッシュサーバや共有サーバなどを地域内に配置した場合、これらを利用するよう末端ユーザに意識させなければならない場合がある。特にFTPサーバについては、地域内に「充実したサーバ」を準備し、それを広報する努力が必要である。

●AUPの問題

共有サーバが利用するネットワークリソースによってAUP (Acceptable Use Policy) が異なる場合がある。たとえば、学術ネットワークから商用の情報を取得することが問題になるなど、利用するネットワークごとのAUPを意識してリソースの共有を行う必要がある。

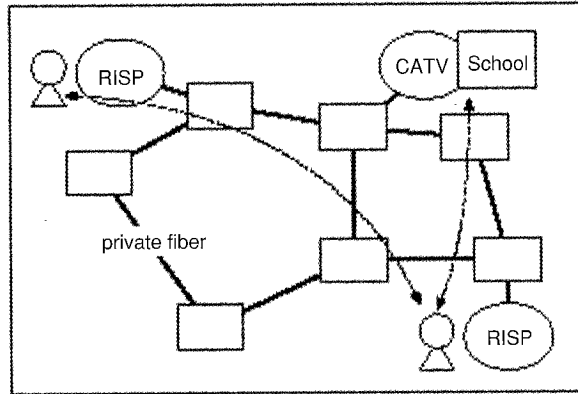
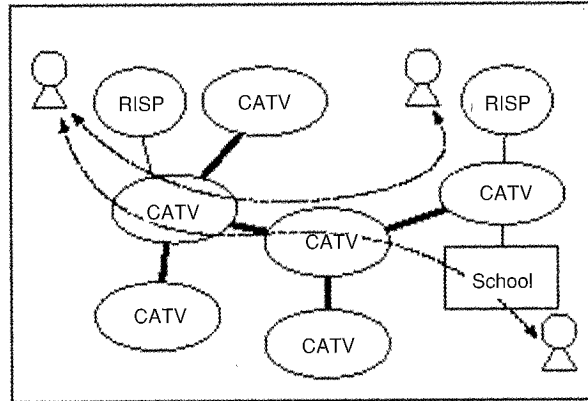


図-6 自設線による
地域インフラ

図-7 CATVによる
相互接続網



RISP: 地域プロバイダ
RIX: 地域IX

• その他の問題

キャッシュによって著作権が問題になることがある。また、代理機能の利用による末端のユーザ情報の隠蔽が問題視されることがある。

アプリケーション層での通信の効率化は、物理的な接続の方法やネットワークレイヤでのトポロジーにはあまり依存しない。すなわち、ネットワーク層での完全な相互接続がない場合でも、部分的な相互接続の組合せで、トラフィック交換は可能である。

また、逆に前述の2つの形態においても、アプリケーション層でのトラフィックの交換を組み合わせることにより、さらなる効率化を行うことが期待できる。

新しい相互接続のかたち

近年では各地でさまざまなかたちでの地域情報化が推進されるようになってきている。これらの地域情報

化においては、地域内のインフラ網の整備やネットワーク環境の改善などが行われているが、これに伴い、明示的、あるいは暗黙のうちに地域IXの仕組みが実現されるようになってきている。

ここでは、各地で行われている地域情報化などにおいて実現されている新しい相互接続の方法について紹介する。

自設網による地域インフラの構築

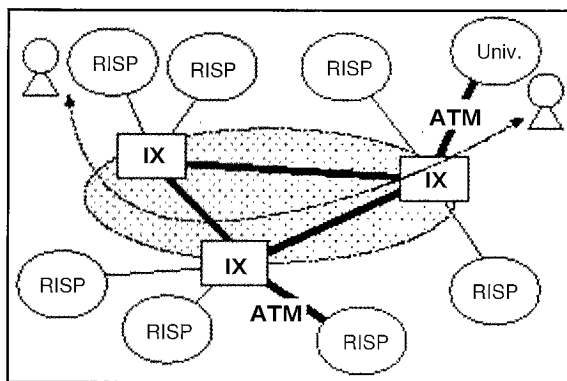
岡山県などに代表される地域では、地域内に自設線を整備し、地域の情報ハイウェイとして活用している。このような地域情報インフラでは、その上で高速な地域内の通信や地域情報サービスを実現することを目的としている。さらに、岡山県などのケースでは自設網による情報ハイウェイに地域プロバイダやCATVなどが接続され、広く県民に情報サービスを提供するとともに、同時に地域プロバイダやCATV間での相互接続が実現されている。

このように、自設網によって地域インフラを構築することにより地域内の通信コストを最小限に抑え、さらにATMやWDMなどを利用した高速な通信技術を用いて、地域内における遅延のない通信環境を実現している(図-6)。

CATV相互接続による地域インフラの構築

一部の地域では、地域でサービスを行っているCATV事業者のネットワーク間を相互に接続し、地域全体をカバーするネットワークを構築しているケースが増えてきている。国内におけるCATV事業者はサービスエリア内で光ファイバーを敷設し映像サービスや通信サービスを行っているが、近年では隣接したCATV事業者の網を相互に接続し、地域全体をカバーする巨大なネットワークを作り上げている。また、これらのCATV相互接続網には地方自治体や地域プロバイダなども相互接続し地域全体のインフラとして活用するこ

図-8 ATMを用いた地域IX



RISP: 地域プロバイダ
IX: 地域IX接続点

とをめざしているケースもある。

このようなネットワークでは個別のCATVや地域プロバイダの通信をCATV相互接続網を経由して行うことになり、前述の自設網の場合と同様、非常に高速な地域内相互接続を実現することが可能である(図-7)。

ATM接続サービスを利用した地域IX

近年、第一種通信事業者からATM接続サービスが提供されるようになってきた。これらのサービスはATMによる高速な通信路を提供するが、地域内、特にATMサービス提供者の同一局舎内の折り返し接続であれば非常に安価に高速な通信路を利用することが可能である。

図-8は富山におけるATMを活用した地域IXの実現例を示しているが、網かけの部分でATMを用いた地域IXの相互接続網を構成している。地域のプロバイダは最も近い地域IXの拠点に接続するか、もしくはATMを用いて直接相互接続を行うことが可能になる。

このように、富山県などでは複数個所に分散されて地域IXの拠点を結ぶ手段としてATMを利用しているほか、地域内の大学や企業などでもATMを用いて相互接続に参加するなど、安価に高速な地域内相互接続を実現することをめざしている。

今後の展望

本稿では国内の各地で活動が展開されている地域IXの状況についてまとめた。日本における地域IXの活動は1997年の商用IXがサービス開始とほぼ同時期に各地で始まっている。各地における地域IXに共通していえることは、商用IXによる国内のプロバイダ間の相互接続によっても地域内のインターネット事情は必ずしも改善されず、本質的には地域内に地域のための通信路や情報インフラが必要であり、その上での地域IXの機能が求められているということである。

一方、地域IXに関してはいくつかの問題も指摘されている。たとえば、地域IXを実現するための技術が非常に高度なものであり、まだ解決されていない技術的課題も残されていることや、多くの地域IXではボランティアに依存しているケースが多く、地域IXの一般的なコストモデルが確立されていないこと、さらには技術者や先導役となる人材の不足など、まだまだ多くの課題があるといえる。

しかし、地域における情報化において地域情報インフラの構築とその上の地域IX機能の実現は必須であり、地域IX実現に向けた活動は大いに推進されるべきである。また、地域IXの活動は地域のコミュニティの形成や地域内での技術交流に大

きな効果があることも期待されている。このように地域の技術者らによる地域のための活動という意味でNSPIXや商用IXなどとは大きく異なる目的を有しているともいえる。

各地域での今後の地域IXの活動が、地域内のコーディネーションや地域内の技術者の育成などの面で大きな成果を上げることが期待したい。

最後に、本研究にあたってご協力いただいた流通経済大学の林英輔教授をはじめ、全国の地域IX関係者の皆さまに感謝します。

参考文献

- 1) Manning, B.: Exchange Point Information: <http://www.ep.net/>
- 2) WIDE Project: WIDE/NSPIX Home Page: <http://xroads.sfc.wide.ad.jp/NSPIX/>
- 3) 東北地域内インターネット相互接続研究会: <http://www.tia.ad.jp/trix/>
- 4) 山梨地域情報ネットワーク相互接続機構: <http://www.y-nix.or.jp/>
- 5) 東海地域ハブ: <http://www.tkix.net/>
- 6) 岡山情報ハイウェイ: <http://www.okix.ad.jp/>
- 7) 富山地域IX研究会: <http://www.toyama-ix.net/>
- 8) RIXY Project: <http://www.urban.ne.jp/home/taiyo/rixy/rixy_project.html>
- 9) 沖縄インターネットエクステンジ: <http://www.oix.u-ryukyu.ac.jp/>
- 10) 中川郁夫, 米田政昭, 安宅彰隆: 国内における地域IXの技術動向, 分散システム運用技術研究会研究報告, 97-DSM-7 (Oct. 1997).
- 11) 菅野浩徳, 樋地正浩, 布川博士: コミュニティーインターネットの相互接続実験, 平成9年度情報処理学会分散システム運用技術研究会, No.6, 97-DSM-6, pp.19-24 (Oct. 1997).
- 12) 郵政省: IX研究会の報告書: <http://www.mpt.go.jp/pressrelease/japanese/new/970918j601.html>
- 13) 菊池 豊, 菊地時夫: PIX: 応用層によるトラフィック交換モデル, インターネットコンファレンス'97 (Dec. 1997).
- 14) 本田修啓, 尾形直秀, 高橋 昌, 平山和弘: 地域におけるネットワーク技術者コミュニティの育成, 分散システム運用技術研究会研究報告, 98-DSM-10 (July 1998).
- 15) RingServer Project: RingServer Home: <http://ring.etl.go.jp/>
(平成11年12月6日受付)