

地域内IX技術の運用と地域情報化への適用

八代一浩¹, 笹本正樹², 平川寛之³, 山本芳彦⁴, 林英輔⁵

¹ 山梨県立女子短期大学

² ニスカ株式会社

³ 山梨県工業技術センター

⁴ サンテクノカレッジ

⁵ 山梨大学工学部

概要

地域行政区域である県の領域内で、各種組織や個人が接続する情報交換のためのコンピュータネットワークの利用環境を構築する手段として、各種ISP(Internet Service Provider)のネットワーク同士を相互接続する方法がある。しかし、広域に用いられる技術と地域に閉じた領域での技術には環境を含めた違いもあり、インターネットのIX(Internet eXchange)技術を特定地域に適用する必要がある。ここでは、山梨県の具体的な状況に合わせて、背景となる既存ネットワークの配置と運用状況を分析し、構築すべきネットワーク相互接続の形態の各種モデルの検討を行った。その中で当面可能な接続形態及び経路制御技術を検討し、採用する最適な接続システムの設計と経路制御技術について報告する。また、これによる地域内ネットワーク利用環境による社会活動への効果についても報告する。

A Management Way of Regional IX and Adaptation for a Local Community.

Kazuhiro YATSUSHIRO¹, Masaki SASAMOTO², Hiroyuki HIRAKAWA³, Yoshihiko YAMAMOTO⁴,
Eisuke HAYASHI⁵

¹Yamanashi Women's Junior Collge

²NISCA Corporation

³Yamanashi Prefecual Industrial Technology Center

⁴SUN Techno College

⁵Faculty of Engineering, Yamanashi University

Abstract

The growth of the Internet causes the traffic congestion at several places. National and Regional IX(Internet eXchange) is a one of solution to avoid this problem. A regional mutual connection which is not connected at a point has been operated since 1994 in Yamanashi area. However, several technical and social problems are indicated in past three years. And other problems will occur when national ISP(Internet Service Provider)es participate in it.

We discuss these problems at technical and social point of view, and introduce a new model of regional IX to adapte to a local environment. Also, we mention that regional IX assists local network activities.

1 はじめに

Internetの普及に伴い、トラフィックも急激に増加している。トラフィックの分散を行うためには、複数個所でのISP(Internet Service Provider)同士のネットワーク接続が必要となる。相互接続を行うためにはこれまで1点で相互に接続する方法が用いられ、階層化された相互接続機構をそれぞれ、International IX(Internet eXchange), National IX, Regional IXと呼んでいる。日本ではWIDE ProjectによるNational IX, NSPIX[1]が運用されていたが、現在では商用IXも含めた複数のNational IXが運用されている。これらNational IXは東京をはじめ大都市が中心となっているためすべてのトラフィックが大都市に依存する形となっている。また、技術的な側面以外にも技術者の大都市集中や地域でのネットワークに対する決定権の損失といった社会環境も含めた問題も指摘されている。これらの問題点を解決する方法としてより地域的な場所で相互接続を行うRegional IXが注目され、各地で設立構想が提案されている[2]。山梨では、1994年よりネットワークの相互接続を行っている[3][4]。ここでの運用では1点に接続する相互接続ではなく、複数で中継して相互に接続する方法を利用していた。これまでの運用からいくつかの問題点があることが明らかになった。

また、National ISPなどがRegional IXに参加する場合には、地域だけのISPで相互接続をする場合とは異なった問題もある。

さらに、Regional IXを構築する際には、都市に対する地域としての問題もある。

本稿では、これら問題点を明確にし、これを解決する手法について議論する。そして、この議論に基づいて新しいRegional IXのモデルを提案する。さらにこのモデルを実現した例として山梨情報ネットワーク相互接続機構 Y-NIX(Yamanashi Network Information eXchange)を紹介する。また、Y-NIXが構築された事による地域情報化への適用も示し、技術ばかりでなく社会環境としてのRegional IXの役割についても報告する。

2 相互接続の実現方法

地域で相互接続を実現する方法は様々ある。ここでは、これらの分類を行い我々の実現方法について明確にする。地域でのIXの実現手段として、中川らは相互接続に参加する組織に着目して以下の3つに分類している[2]。

- 大手プロバイダを含めたケース
- 地域プロバイダだけによるIX
- 上位プロバイダを持つ地域IX

一方、経路の転送(Transit)に着目すると以下のようにも分類できる。

- Transitを一切行わない。
相互接続で流れる経路を他のIXなどにはTransitしない接続方法である。東北地域[5]や山梨県での相互接続[3][4]がこれにあたる。
- 1つのISPのTransitを共有する。
1つのバックボーンを複数の地域ISPが共有する接続方法である。地域ネットワークとの違いは、地域のISPがTransitを供給するISPとそれぞれ経路に関する契約を行う点である。また、Transitを他に持ち、地域の経路を得る目的で参加するISPも存在する。東海地域[6]での実現がこれにあたる。
- 契約により複数のTransitを行う。
Transitの供給を行うISPが複数存在し、地域のISPが1つもしくは複数のISPと契約を行う方法である。いわば、Internetのマーケットのような機能を持つ実現方法である。岡山県での実現[7]がこれにあたる。

山梨でこれまで行われてきた相互接続はTransitを一切行わない形で実現している。この方法を用いた場合、広域へは何ら影響を与えずに相互接続が行うことができる。ここで新たに提案する相互接続方法においても、この立場は変わらない。

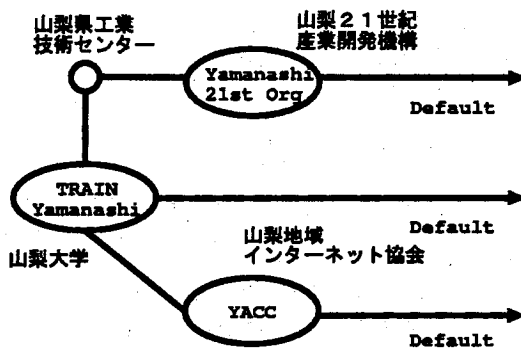


図 1: 1996 年の山梨地域のネットワーク接続図

3 複数箇所での相互接続を行った場合の問題点

山梨地域では 1994 年 10 月に TRAIN(東京地区アカデミックネットワーク)のサブセットで山梨大学を中心とした学術系のネットワーク「TRAIN 山梨」と地域の民間企業を中心となったネットワーク「YACC(山梨地域インターネット協会)」が相互接続を行っている。この 2 つのネットワークは、一方ではそれぞれが Transit の供給先を他に持ち、他方ではショートカットとして相互接続を行っていた。その後、1996 年 1 月からは商工指導団体のネットワークとの接続も行われ YACC, TRAIN 山梨, 山梨 21 世紀産業開発機構のネットワークが相互に接続されている。(図 1 参照) また、これら 3 つのネットワークを接続するために 4 つの組織(山梨大学, 山梨県工業技術センター, 山梨 21 世紀産業開発機構, 山梨地域インターネット協会)が運用に携わっていた。このように複数の中継点を持つモデルは、今までの運用において次のような問題点が議論されている。

- 相互接続されたネットワークの規模に起因する問題
ネットワークの接続が複数にわたるため、全体としての規模が大きくなる。そのためにネットワークを複数経路することから生じる遅延、ホップ数の増加といった問題がある。同時にネットワークに対するセキュリティも多数の所で注意が必要となり、全体としての安全性も下がるこ

とになる。

- 中継点のネットワーク運営に依存
間に入るネットワークが電源工事などで停止するような場合には、複数箇所接続する場合、全体に影響を及ぼすことになる。また、ネットワーク間に低速な回線が存在したり混雑した回線が存在する場合にも、ここでの速度がボトルネックとなり、全体の運営に多大な影響を与えることになる。実際、TRAIN 山梨と YACC 間の回線は 64kbps で接続され、しかも、ネットニュースの配送を行っていたために、論理的な利用上限に近いトラフィックが常に流れる環境にあった。

- ネットワークポリシーの問題
YACC と山梨 21 世紀産業開発機構は商用ネットワークであるが、TRAIN 山梨は学術ネットワークである。そのために全体としての商用目的のネットワーク利用が行えなかった。これは、今後のネットワーク利用を考えた場合には大きな障害となる。
- ネットワーク利用の不公平感
TRAIN 山梨の NOC(Network Operation Center) は山梨大学にあり、山梨大学の対外セグメントでパケット交換を行っていた。当初はマルチポートトランシーバを利用していた接続であったために、TRAIN 山梨以外のパケットがこのセグメントの混雑を招く場合もあった。ある意味において、本来の目的とは別のトラフィックによる混雑はネットワーク利用に不公平感を招くことにもなりかねない。

4 National ISP が Regional IX に参加する場合の問題点

山梨ではこれまで、上記のように地域の ISP が相互接続を行ってきた。しかし、Regional IX に参加する ISP は Regional ISP に限らない。ここでは National ISP が Regional IX に参加する場合の問題点について議論する。

4.1 広域ネットワークへの影響

National ISP 同士の接続においてはプロトコルに BGP が用いられる。ここでは、BGP の利用を前提に議論する。広域ネットワークに対して懸念される問題として経路情報 (BGP Table) の増加とフラッピング (Flapping) があげられる。現在のネットワーク機器において、経路情報の増加は主要な問題ではない。むしろ、経路の不安定から生じるフラッピングが大きな問題である。ただし、経路情報の増加とフラッピングの可能性は比例する関係にある。特に Regional IX の場合には、集積 (aggregate) できない細かな経路が生じる可能性も多い。

4.2 Regional IX の増加による業務増大

各地で Regional IX が構築された場合に、技術者の業務量もその数に比例して多くなる。そこで、これらの作業を軽減する方法として、Route Server を利用する方法がある。Route Server を用いることにより、経路の供給元および供給先を 1 箇所に集中でき、フルメッシュに接続を行う場合と比較して、作業量は大幅に軽減できる。また、Routing Registry Data Base を併用することによって、フィルタリング処理も Route Server で処理させることも可能である。

4.3 信頼性の確保

商用の ISP が参加する場合、信頼性の確保は重要な問題である。信頼性の確保のためには、システムの 2 重化が手法としてよく用いられる。多くの IX においては FDDI を利用し、Layer 2 での 2 重化を行い信頼性を確保している。

4.4 顧客への対応

Regional IX を利用してパケットを交換する場合 Regional IX への回線が低速な場合には、経路は短くても速度は遅くなる場合も想定される。一般にはトラフィックの平均観測を行い、これに応じて IX へ接続する回線速度を決めることが多い。しかし、WWW を中心としたネットワーク利用環境では一時的な応答速度が顧客の利用感を決めることになる。このため

に、山梨では Regional IX を利用することを顧客に連絡し、理解を求めた ISP もある。

5 地域特有の問題

山梨に限らず地域として以下のような問題がある。

- 技術者不足

多くの ISP が都市に集中しているため、技術者も都市に集中している。地域の ISP では初期導入を都市の技術者に依存し、運営を地域の技術者が行う場合が多い。しかし、稼働しているシステムに対して変更を加える事に消極的にならざるをえず、結局経路制御に関する部分に対して理解する機会を失っていることが多い。

- 経営規模

地域においては経営規模の小さな ISP も多い。このような ISP では、トランジットの購入のみしか行えない場合も多い。また、通信コストの高さも ISP の活動を妨げる原因となっている。

6 モデルの提案

これまでの議論により、問題点が明確になった。ここでは、これらの問題点を解決するモデルの提案を行う。

6.1 接続形態

3 節で議論した、相互接続されたネットワークの規模に起因する問題、ネットワーク運営の問題、ネットワークポリシーの問題は IX の形態に依存している。複数箇所での接続から 1 箇所での接続に移行することによってこれは解決できる。また、ポリシーなどに関しては、経路制御プロトコルに BGP を用いることにより解決できる。ネットワーク利用の不公平感に対してはスイッチタイプのネットワーク機器を利用することにより解決できる。

6.2 広域ネットワークへの配慮

4節での議論から、広域ネットワークへの影響を与えない方法を取る必要がある。この問題は、Regional IX で得た情報を他に Transit しないようにすることによって解決できる。実現する方法としては2つの方法が考えられる。1つは経路をフィルタする方法である。Regional IX に広告する経路をフィルタリングすることにより、他のエリアへの影響を無くすることができる。もう1つの方法はプライベートな AS 番号を用いる方法である。Regional IX に接続する ISP がプライベートな AS 番号を用いることにより、必要な経路を明に表記して、セッションを作ることができる。さらに、IGP との同期を遮断すると、より安全に経路を遮断することもできる。ここでは、後者の方法を利用する。

6.3 管理の自動化

業務増大に関する問題に対しては、4.2 で触れたように Route Server と Routing Registry Data Base を構築し、管理の自動化を図る。また、各 ISP の管理者は Data Base の情報を電子メールを通じて更新ができる。そのため導入が終わり、運用に入った段階で経路の受取に関する設定変更などは、技術者でなくとも行うことができる。これにより技術者の作業軽減や、技術者のいない組織での運用も可能となる。

6.4 信頼性の確保

信頼性を確保するために、ここでは、LAN Switch を2重化しそれぞれを Primary セグメント、Secondary セグメントとした。

Regional IX に参加する ISP は少なくとも Ethernet Interface を2つ持つネットワーク接続機器を用いなければならない。しかし、これにより Regional IX に参加する ISP は2系統の Ethernet セグメント、さらにそれぞれ Upper Stream への接続を別に持つことから、障害時に人手を介さずに経路の再構成が行われるチャンスが2回、全部で3重の経路が確保されることになる。(図2参照) また、Interface 数の増加により、フルメッシュで BGP セッションを作る場合には2倍の設定が必要となるが、Route Server を用いて

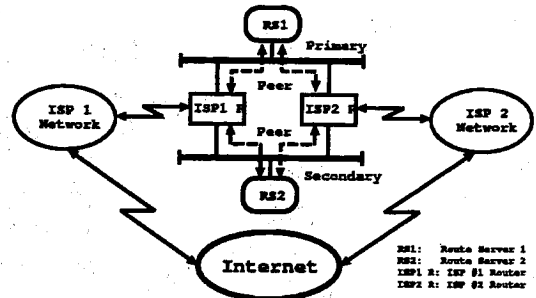


図 2: 信頼性の確保

いるために、2つの Route Server に対する peer を用意するだけですむ。

6.5 RIP2 セグメントの導入

5節での問題に対処するため、1つのネットワークセグメントを作成し、そこに接続する ISP の経路をまとめて、1つの AS を構成し、他の ISP と BGP により接続する方法を提案する。このネットワークセグメントでの経路制御プロトコルには RIP2 を採用した。現在、RIP2 を実装したネットワーク機器は BGP を実装した機器に比較すると安価に購入でき、導入コストを下げるができる。また、経路制御プロトコルも RIP2 であると BGP に比較して導入しやすい。また、このセグメントに、公共性の高いアプリケーションサーバや、協調運用が行えるアプリケーションサーバの配置も考えられている。現在は電子会議用のサーバがここでは稼働している。

6.6 モデルの提案

以上の議論より、新しい Regional IX の構成として、図3に示すモデルを提案する。

7 山梨での Regional IX の実現例

ここでは、このモデルに基づく、山梨での実現例を示す。

ソフトウェアの構成について説明する。Route Server は Merit/ISI による Routing Arbiter Project で開発

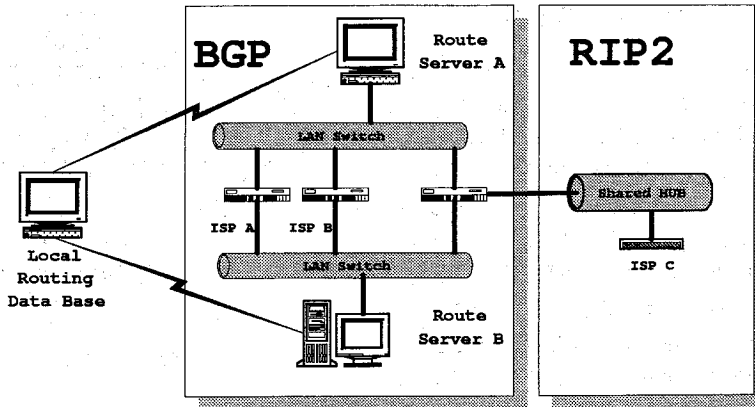


図 3: 新しいモデルの構成

されたものを用いている [8]. 同様に Registry Data Base も Routing Arbiter Project による RADB を用いている [9].

Route Server は 4 時間に 1 回, Data Base に問い合わせを行う. この問い合わせに対する情報をもとに, 経路およびフィルタリングに関する情報 (コンフィグレーションファイルの作成) を再構築する. コンフィグレーションファイルの作成には, Routing Arbiter Project の RTConfig を利用している [10].

また, OS は 2 種類のものを用意した.

- Route Server A
 - Solaris 2.5.1
 - RSd v1.3
- Route Server B
 - FreeBSD Release-2.2.5
 - RSd v1.3

2 重化されている LAN Switch では各 ISP がそれぞれの方法で, Primary セグメントの優先度を上げている. このため, 通常は Secondary セグメントには経路情報のみが交換されている.

8 運用状況

1997 年 11 月 5 日に最初の ISP が接続を行った. その後 1997 年 12 月 22 日に 5 組織による接続が完了

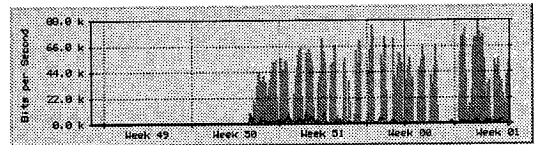


図 4: Primary Segment の TRAIN 山梨のトラフィック

し, 正式稼働日としている. 現在 Y-NIX 全体に流れる経路数は 56 である. これまでに, LAN Switch の電源トラブルが一度あったが, それ以外には, 大きな障害は生じていない.

ここで, TRAIN 山梨を流れるトラフィックを図 4, 図 5 に示す. Primary セグメントは優先度が高いため, 基本的にすべてのトラフィックがこのセグメント上を流れる. Secondary セグメントを流れるトラフィックは経路情報のみとなっている.

TRAIN 山梨は 1997 年 12 月 19 日より接続を行っている. パケットの収集は 5 分単位で行い, ここでは, 週単位の入出力平均を表示している. トラフィックの統計をとりはじめてまだ間もないこと, また, 年末年始の休日となっていることから, 現段階で大きな特徴を得るには至っていない.

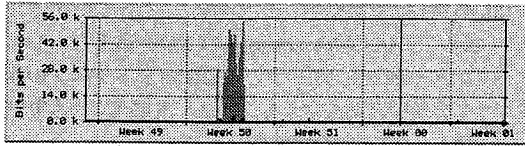


図 5: Secondary Segment の TRAIN 山梨のトラフィック

9 地域情報化

Y-NIX 設立の背景や社会的な効果などについては、林により報告されている [11].

ここでは、設立後の組織運営と検討されているプロジェクトなどについて報告し、Regional IX と地域情報化との関係を示す。

Y-NIX では、NOC に直接接続している会員を A 会員、直接は接続していない会員を B 会員としている。現在 (1998 年 1 月) Y-NIX に参加している A 会員は 6 組織、B 会員は 13 組織である。インターネットは相互協調により成り立っているにもかかわらず、1996 年に設立準備総会が開催されるまで ISP が集まる機会はなかった。今回、Y-NIX の設立により、組織自体に実体が伴うことになり求心力は高まっている。

Y-NIX の組織は A 会員による技術運用委員会が決議機関として組織されている。ネットワークの運営は山梨県内の技術者のボランティアを中心に行われている。また、接続を行っている技術者によって構成される、技術ワーキンググループが組織され、様々な技術的問題の解決を行っている。組織の事務局運営は特別会員である山梨県が担当している。図 6 に Y-NIX の組織図を示す。

Y-NIX の利用環境として以下のような協力が検討されている。この中の一部はすでに運営が始まっているものもある。ここでは、アプリケーションレベルでの協調のみならず、社会活動も含まれている。これらはエリア内の経路に対する自律が確保されていることが大きな要因となっている。

- ネットワークニュース配送の効率化
- NTP サーバの運用
- 地域活動のメーリングリスト

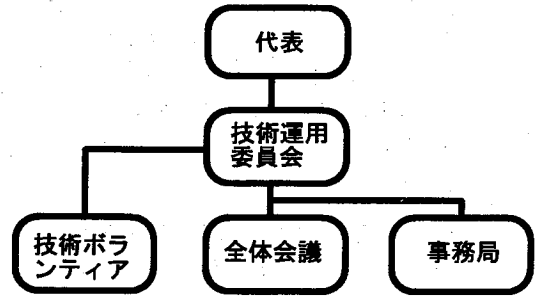


図 6: Y-NIX 組織図

- アプリケーション層での協力 (キャッシュサーバの設置)
- JPNIC 地域ドメイン割り当て委託業務の窓口および DNS の運用
- 災害訓練
- 教育活動への参加
- セミナー、講演などネットワーク中継の相互協力
- 医療情報の相互利用
- 電子商取引の実験

10 おわりに

本稿では、National IX などとは違った、Regional IX における各種問題点を明確にし、その問題点を解決するためのモデルの提案を行った。RIP2 を利用する事による導入時の障壁の軽減、Layer 3 での 2 重化による信頼性の確保、Route Server および Routing Registry Data Base の導入により運用の自動化が行える事を示した。また、Regional IX が技術的な存在ばかりでなく、社会活動にも影響を与えるものであることにも言及した。今後の課題として、以下のようなことがあげられる。

- Route Server の検討
Y-NIX では、Routing Arbiter Project の RSD v1.3 を利用している。現在は経路の供給とフィルタ処理を行っているが、今後は経路のチェック

や各地域 IX で, Routing Registry Data Base が共有できないか検討する必要がある。特に Y-NIX では, 2重化された系のうちの1つを用いて, radix, zebra[12] などの Route Server の利用を検証していきたい。

● 負荷分散

現在は, 2重化されている系のうち, 片側のみが利用されている。これを積極的に利用して, 負荷分散させる方法も考えられる。これを行うためには, Route Server 同士がそれぞれのセグメントのトラフィックのモニタを行い, 協調して運用する必要がある。

● 他の媒体との融合

CATV や無線 LAN などのローカルな通信業者をシームレスに相互接続を行う実験が検討されている。この中では, 音声や画像などのデータのやりとりがスムーズに行える環境も整えていく必要がある。

● ATM との融合

ATM を利用した大容量ネットワーク利用実験を, 東京, 山梨, 長野間で行う事も企画されている。ここでは, IX と ATM 網を接続しての実験も行われる予定である。

尚, Y-NIX に関する情報は下記から得ることができる。

<http://www.y-nix.or.jp>

謝辞:

本研究に際しては Y-NIX 参加 ISP の技術者の方々から多くの意見, 協力を頂いている。また, Y-NIX の設立および運営には山梨県の援助協力を受けている。これら関係者の方々に深く感謝する。

参考文献

- [1] WIDE Project: "WIDE/NSPIX Home Page", <http://xroads.sfc.wide.ad.jp/NSPIX/>
- [2] 中川郁夫, 米田正明, 安宅彰隆: "国内における地域 IX の動向", 情報処理学会 分散システム運用技術研究報告 No.7, 97-DSM-7, pp.1-6(1997)

- [3] 林英輔, 本多弘樹, 吉川雅修, 八代一浩, 山本芳彦: "TRAIN-Yamanashi の NOC 運用と山梨インターネット YACC", 「地域ネットワークの新しい展開と県域ネットワーク」東京大学大型計算機センター 研究論文集 pp.49-53(1994).
- [4] 林英輔, 八代一浩, 本多弘樹, 吉川雅修, 山本芳彦: "地域内インターネット相互接続機構の技術と運用", 情報処理学会 分散システム運用技術研究報告 No.1, 96-DSM-1, pp.41-48(1996).
- [5] 菅野浩徳, 樋地正浩, 布川博士: "コミュニティインターネットの相互接続実験", 情報処理学会 分散システム運用技術研究報告 No.6, 97-DSM-6, pp.19-24(1997).
- [6] TKiX: "TKiX - Tokai Network HUB", <http://www.nia.ad.jp/infoNia/tokai-hub.html>
- [7] OKiX: "岡山情報ハイウェイ", <http://www.okix.or.jp/>
- [8] Routing Arbiter Project: "The Route Server Daemon", <http://www.isi.edu/div7/ra/RSd/>
- [9] Routing Arbiter Project: "Routing Arbiter Database", <http://www.ra.net/RADB.tools.docs/>
- [10] Routing Arbiter Project: "Routing Arbiter Tools", <http://www.ra.net/tools/>
- [11] 林英輔: "地域 IX の試み-山梨県の Y-NIX 構想", 日本インターネット協会 IAJ NEWS Vol.4, No.1, pp.20-27(1997).
- [12] Kunihiro Ishiguro: "Zebra Home Page", <http://www.zebra.org/>