

地域 IX における地域内経路制御の実現

中川 郁夫
インテックシステム研究所

概要

近年、国内の各地域で地域 IX (Internet eXchange) 構築の動きが活発になってきている。東北、山梨、東北、岡山をはじめとするいくつも地域で既に実験が開始されており、他の多くの地域でも実験が計画されている。これらの地域 IX では地域毎で独自の手法により相互接続が行われているが、いずれの地域でも、地域内の通信がより少ない遅延で安定した地域内の通信路上で実現されることをひとつの目的としている。

しかし、これらの地域 IX で共通する問題のひとつとして国内全体をサービス範囲とする大手プロバイダが地域 IX に接続する場合の経路制御の問題が指摘されている。大手プロバイダが地域 IX に接続する場合、その大手プロバイダは地域 IX のために特別に経路制御の管理・運用を行う必要があり、運用コストの負担が大きくなる。そのため、地域 IX が国内の多くの地域で構築された場合、それらのすべての地域 IX に大手プロバイダが接続するのは事実上不可能とされていた。

本稿では、BGP4 により経路制御を行っている地域 IX に大手プロバイダが接続しようとする場合、大手プロバイダの地域ユーザの経路情報を交換することによる問題点についてまとめる。さらに、経路の抽出機能や地域内経路データベースの構築、および BGP4 のコミュニティ属性や同盟などの技術を用いて地域 IX における経路制御を実現する具体的な手法について提案を行う。

An implementation of intra-region routing for regional internet exchanges

Ikuo Nakagawa
INTEC Systems Laboratory Inc.

Abstract

Recently, many regional IXes (Internet eXchanges) are discussed and planned to implement in several regions in Japan. Especially, some regional IXes are already implemented and operated experimentally in Tohoku, Yamanashi, Tokai, Okayama and so on. There are also many plans to implement regional IXes in many other regions.

While implementations of these regional IXes are different from each other, one of common goals for these regional IXes is communicating intra-region communication in their regional networks.

On the other hand, there is a common serious problem about *exchanging routing information when large providers connect to the IX*, where a *large provider* means an internet service provider which serves internet connectivity to whole area of Japan. To interconnect large providers at a regional IX, these large providers must take care routing operations particularly for the regional IX. So, operational cost for regional IXes are increased for such large providers. This is because it seems to be impossible for large providers to interconnect at all regional IXes in Japan.

In this paper, we survey about problems which occur if large providers connect to regional IXes. We also suggest a way to implement routing exchange in regional IXes using de-aggregation technology, regional routing registry, communities attribute and confederation technique.

大手プロバイダが地域 IX に接続を行う場合、地域内で大手プロバイダに接続を行う地域のユーザ B と、地域プロバイダのユーザ C との通信はもちろん、異なる大手プロバイダに接続される地域のユーザ B、E 間も地域 IX によるショートカットによる通信が行われることが望ましい。ただし、地域外のユーザ A、D 間の通信は地域 IX を経由すべきではない。

このような経路制御を実現しようとした場合、地域プロバイダは自ネットワークの経路情報を流すだけで良いが、大手プロバイダは、自ネットワークの全経路情報を地域 IX で単純に広告することはできない。具体的には、大手プロバイダは、自ネットワークに割り当てられたアドレス空間のうち地域ユーザの経路のみを地域 IX で広告する必要がある。

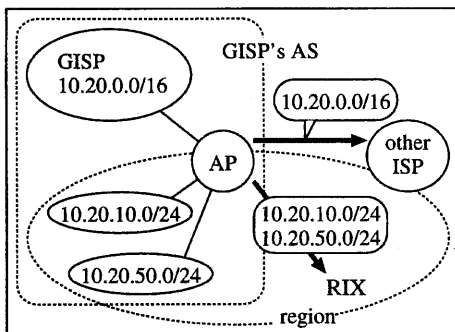


図 2: GISP のアドレス割り当ての例

図 2 は、地域 IX に接続される大手プロバイダのアドレス割り当ての例を示している。AP は図に示される GISP(大手プロバイダ) のアクセスポイントを示している。この大手プロバイダはインターネットレジストリ(アドレス割り当て機関) から 10.20.0.0/16 というアドレス空間を割り当てられており、そのプロバイダに接続される地域のユーザは 10.20.10.0/24 や 10.20.50.0/24 などの不連続なアドレス空間を利用している。

この場合、大手プロバイダが地域 IX で広告すべき経路情報は 10.20.10.0/24 および 10.20.50.0/24 などの地域ユーザの個別の経路情報であり、10.20.0.0/16 などの大手プロバイダ全体を表す経路情報を広告してはならない。

このような経路制御を行った場合、大きく次の 3 つの問題点が考えられる。

1. 地域ユーザの経路情報のみを抽出して地域 IX に対して広告するための個別の設定が複雑である。
2. 地域 IX での経路制御のために、地域ユーザの経路情報を個別に管理するための運用コストが大きくなる
3. 地域 IX で交換された経路情報が他の地域や世界的なインターネットに洩れた場合、深刻な問題を引き起こす。

以下の 3 つの節では、これらの問題点の詳細について述べ、その解決手法について提案する。

3 ルートサーバによる経路の抽出

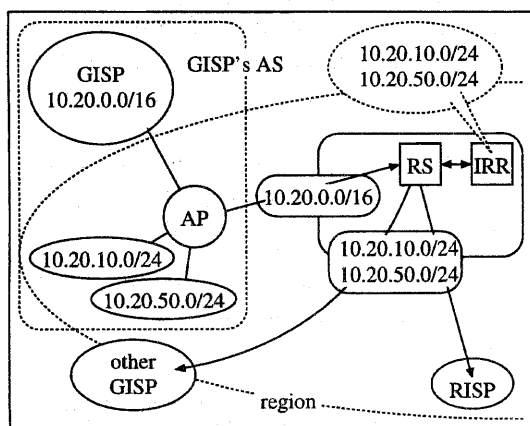
一般に、大手プロバイダが他のプロバイダと BGP4 による経路制御を行う場合、大手プロバイダはインターネットレジストリから割り当てられたアドレス空間を基本として経路情報を広告する。しかし、前述のように、地域ユーザの経路のみを地域 IX で広告しようとした場合、その広告すべきアドレス空間はインターネットレジストリから割り当てられたアドレス空間のうち、非常に小さい部分集合だけであることが多い。このように地域 IX でのみ個別の経路情報を抽出して広告することは、BGP4 ルータの設定上非常に複雑である。

これについては、著者らによって地域 IX にルートサーバを設置し、ルートサーバで経路情報の抽出 (de-aggregation) を行うことによって地域内の個別経路ごとに設定を不要にする仕組みが提案されている [6]。この提案に基づいた仕組みを利用することによって、大手プロバイダが地域 IX ごとに BGP4 に関する特殊な設定を行う必要はなくなることになる。

以下に簡単な例を示す。前述の例に従い、ある大手プロバイダがインターネットレジストリから 10.20.0.0/16 というアドレス空間を割り当てられているものとする。また、当該地域には、この大手プロバイダのユーザとして 10.20.10.0/24 および 10.20.50.0/24 という二つのネットワークが存在している。

この大手プロバイダは、他の IX や相互接続では 10.20.0.0/16 という経路情報を広告しているが、同様の設定により地域 IX でも 10.20.0.0/16 を広告すればよい。ただし、地域 IX ではルートサーバとの間のみで BGP4 の通信を行う。

ルートサーバは、経路データベースを参照し、受け取った経路のうち、経路データベースに登録してある



10.20.10.0/24 と 10.20.50.0/24 を抽出 (de-aggregate) し、これらをふたつの個別の経路情報として他のルータに広告する。なお、元になっている 10.20.0.0/16 という経路情報が到達不可 (unfeasible) になった場合には、上記のふたつの個別の経路情報も到達不可としてルートサーバから伝搬されることになる。

このように大手プロバイダからの経路情報を加工することによって、大手プロバイダは他のIXやプライベートピアリングで行っている経路制御と同様の設定を行うだけで、地域IXで地域内の個別の経路情報が広告されることになる。すなわち、大手プロバイダであっても、地域IXのために特別な機器の設置やルータへの個別の設定の必要はなくなる。また、ルートサーバで経路情報を照合するため、故意、もしくは事故による経路情報の混乱を未然に防ぐことも可能になる。

4 経路データベースの運用

地域 IX で地域のユーザの経路情報のみを扱う場合、何らかの仕組みによってそれらの経路情報の管理を行う必要がある。前述の地域 IX における経路情報の抽出に関する研究でも経路の抽出を行うルートサーバと地域内経路データベースの関係を前提に提案が行われているが、同研究では、経路データベースを最新の状態で維持することの困難さについても言及している。

世界的な経路データベース (Internet Routing Reg-

istry) [11][12]についても、実際に広告されている経路情報のうちデータベースに登録されている経路は7~8割であると言われており、さらに古い情報が削除されずに残っているケースも多い。このような現状を考慮すると、地域ごとに経路情報を管理し、個別に登録・更新・削除作業を行う場合、それらのすべての情報を最新の状態に維持する事は不可能に近いといえる。

本稿では、実際の登録・削除作業などの運用を考慮し、これらの地域ユーザの経路情報を管理するデータベースを全国的に統一されたデータベース上に構築することを検討している。

例えば、現在の日本では JPNIC がアドレス割り当ての業務を行っており、そのデータベース [10] は WHOIS などのインターフェースを用いて参照が可能である。これらのデータベースには国内のプロバイダに接続される全ユーザのアドレス割当の情報が管理されており、経路制御に必要な基本的な情報はこの中に含まれている。これに加え、割り当てられたアドレスごとに接続するプロバイダおよびそのアクセスポイントの識別子を記述する項目を追加することができれば、地域 IX で交換される経路制御のデータベースとして利用できるようになる。各地域 IX ではそれらのうち必要な情報のみを利用する仕組みを実装すれば良い。

前述の通り、経路データベースの最大の問題は、登録作業の繁雑さから必要な経路情報が最新の状態に維持されないことにあるが、JPNIC のアドレス割当データベースは現在も運用上支障無く管理されており、全国的に統一された経路情報データベースとしては理想的であるといえる。

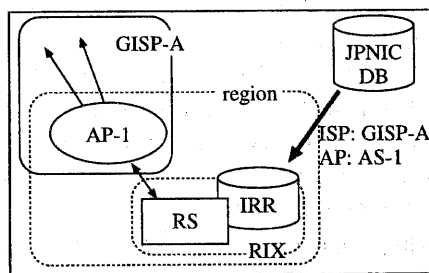


図 4: 経路データベースの利用

図 4 は、JPNIC のアドレス割り当てデータベースに登録された接続先、接続点情報を地域 IX で利用する方法

について表している。地域に設置された経路データベース (IRR) では、JPNIC のアドレス割り当てデータベース (JPNIC-DB) から、地域内の経路情報に必要な情報のみを定期的に取得する。例えば、地域に接続される大手プロバイダ GISP-A の、地域内のアクセスポイント AP-1 で接続しているユーザに関するアドレスのリストを JPNIC-DB から取得して地域内の経路データベースに登録しておく。こうすることによって、前述の経路の抽出による地域内経路制御を行った場合にも自動的に経路の登録が可能になる。

5 経路情報の有効範囲の制限

大手プロバイダの経路情報を地域 IX で交換した場合、それらの経路情報が他の地域、もしくは、世界的なインターネットへ影響を及ぼす可能性が指摘されている。特に、経路の抽出による経路制御を行った場合、ルートサーバで抽出された経路は世界的なインターネットで交換されている経路情報に比べ、より詳細 (more specific) な経路であるため、外部へ経路が洩れた場合に深刻な問題を引き起こすことになる。

この問題については、経路を伝搬する際にコミュニティ (Communities) 属性 [9] を付加することにより対応できる。コミュニティ属性は経路情報の有効範囲を制限することを目的として定義されており、RFC1997 ではその値について、次の 3 つの値を特別に定義している。

- NO_EXPORT

この値を持つ経路は同盟 (Confederation) [8] の境界 (一般的に AS: Autonomous System と呼ばれている範囲) を越えて広告してはならない。

- NO_ADVERTISE

この値を持つ経路は他の BGP4 スピーカに広告してはならない。

- NO_EXPORT_SUBCONFED

この値を持つ経路は同盟内のメンバー AS (Member-AS: 同盟を構成するひとつの AS) を越えて広告してはならない

前述の経路の抽出による経路制御を行う場合、地域 IX に設置されたルートサーバが経路を広告する際にこれらのいずれかが適切な値を用いてコミュニティ属性を付加することにより経路情報の影響範囲を制限することが可能

である。しかし、現実的には、各プロバイダ内のネットワークプロロジや同盟などの仕組みの利用の有無などにより上記のうち適切とされる値は異なってくる。

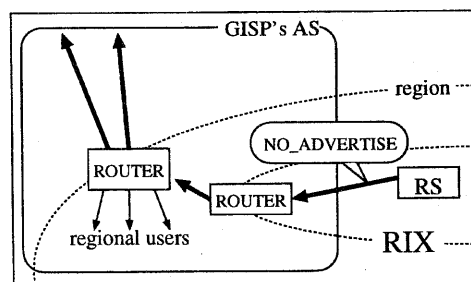


図 5: 対外ルータがひとつの場合

例えば、図 5 のように、地域 IX に接続される大手プロバイダにおいて地域内と地域外の接続を行うルータがひとつであった場合、地域 IX に設置されたルータからこのルータへ経路情報を伝搬する際に、NO_ADVERTISE という値を持つコミュニティ属性を付加することで、地域 IX から受け取った経路情報は大手プロバイダの地域内経路制御でのみ利用可能になる。

大手プロバイダ内で地域内経路制御を行っているルータが複数ある場合、これらのルータ間で地域内の経路のみを伝搬させることは難しくなる。

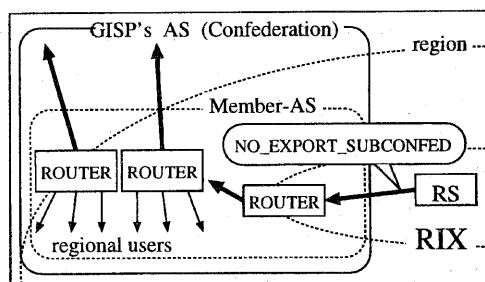


図 6: 地域内における同盟の利用

このような場合、図 6 のように、地域内経路制御を行っているルータ間で同盟のメンバー AS を構成し、地域内からの経路情報に NO_EXPORT_SUBCONFED という値を持つコミュニティ属性を付加することによって経路情報の影響範囲を適切に制限することが可能である。

以上のように、地域IXに接続されるプロバイダのネットワークポロジによって利用されるコミュニティ属性は異なるが、いずれも経路情報の有効範囲を地域内のみと限定することが可能であり、他地域や世界的なインターネットへの影響を防ぐことができる。

6 おわりに

本稿では、地域IXにおいて大手プロバイダが相互接続を行う場合に大手プロバイダから地域内の経路のみを広告することについての問題点について述べ、特にBGP4で運用される地域IXにおいて、次のような技術を用いることによって、具体的な経路制御手段を提案した。

- 地域IX内にルートサーバを設置し、ルートサーバで地域内の経路を抽出(de-aggregation)することにより大手プロバイダのBGP4に関する特殊な設定を不要とする。
- 地域内に経路データベースを構築し、それをルートサーバから利用することにより、経路の管理を自動化する。特にJPNICなどのアドレス割当データベースを拡張することにより、理想的な経路データベースを構築する。
- BGP4で定義されるコミュニティ属性や同盟などの仕組みを用いて地域内経路情報の有効範囲を制限する。

本稿の提案にしたがった地域IXを実現することによって、大手プロバイダであっても、地域IXに接続するための特別な管理・運用コストを最小限に抑えられ、少くとも技術的には、容易に地域IXでの経路情報の交換が可能になる。

なお、今後地域IXによる地域内通信を実現する上で、経路制御などの技術的な問題ばかりではなく、プロバイダのポリシーや管理・運用の責任範囲などの問題についても検討し、さらに実際的な地域IXの実現方法について研究を行っていく。

また、実際に大手プロバイダが経路制御実験に参加している地域IXにおいて、本稿で提案している経路制御について実装を進めるとともに、その問題点についても調査・研究を進める予定である。

謝辞:

本研究の一部は通信・放送機構の助成を受けて行っています。また、本研究あたって協力して下さった各地域IXの関係各位に感謝します。

参考文献

- [1] 中川 郁夫, 米田 政明, 安宅 彰隆: “国内における地域IXの技術動向”, 情報処理学会研究報告 97-DSM-7 pp1, Oct. 1997
- [2] TRIX: “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/>
- [3] Y-NIX: “山梨地域情報ネットワーク相互接続機構”, <http://www.y-nix.or.jp/>
- [4] TKiX: “東海地域ハブ”, <http://www.tkix.net/>
- [5] OKIX: “岡山情報ハイウェイネットワーク”, <http://www.okix.or.jp/>
- [6] 中川 郁夫: “経路の抽出を用いた地域内経路制御の実現”, ソフトウェア科学会 インターネット技術研究会ワークショップ, Aug. 1998
- [7] Y. Rekhter, T. Li: “A Border Gateway Protocol 4”, RFC1771, Mar. 1995
- [8] P. Traina: “Autonomous System Confederations for BGP”, RFC1965, Jun. 1996
- [9] R. Chandra, P. Traina: “BGP4 Communities Attribute”, RFC1997, Aug. 1996
- [10] JPNIC: “IP アドレス割り当て一覧”, <ftp://ftp.nic.ad.jp/jpnica/ipaddress/ip-list-j.txt>
- [11] Merit Network: “RADB/Merit IRR Services”, <http://www.merit.edu/radb/>
- [12] MCI: “networkMCI Routing Registry”, <ftp://ftp.mci.net/pub/rr/docs/mci-rr.txt>
- [13] R. Govindan, C. Alaettinoglu, K. Varadhan, D. Estrin: “A Route Server Architecture for Inter-Domain Routing”