

## ブロードバンドアクセスサーバにおける BGP 経路制御プロトコルの用途および関連機能の提案

柘植 宗俊† 滝広 眞利† 平田 哲彦†

### 概要

ADSL 等の安価な常時接続広帯域アクセス回線（ブロードバンド回線）の普及が個人ユーザのみならず企業ユーザにまで広がりを見せており、今後はこのような回線を通して、ISP 網や他拠点網等と BGP による経路制御を行いたいとする企業ユーザも現れてくると考えられる。個人向けを主としたブロードバンド回線では、ユーザの PPPoE/oA/oEoA セッションを多数収容する機能を備えたブロードバンドアクセスサーバ(BAS)と呼ばれるルータが用いられている。本稿では、BAS を経由して、ISP 網と企業ユーザ網、もしくは企業拠点網と拠点網との間で BGP 経路制御を行う場合のネットワーク構成について述べ、その構成における BAS 向けの BGP 経路制御処理方法を提案する。

## Applications and its Related Functions of BGP Routing Protocol for Broadband Access Servers

Munetoshi TSUGE†

Masatoshi TAKIHIRO†

Tetsuhiko HIRATA†

### Abstract

Permanently connected broadband access lines (ADSL etc.) are widely used by not only personal users but also enterprise users, and it is expected that some enterprise users which want to perform BGP routing with their sites or an ISP will be appear. A Broadband Access Servers (BAS) is a router which has a function to accept many PPPoE/oA/oEoA sessions from broadband access line users. In this paper, we will explain network structures at which BGP routing is performed between an ISP and enterprise users, or an enterprise site and other sites, via a BAS. And then, we will propose a BGP route processing method for the BAS at one of the structures.

### 1 はじめに

日本・韓国・欧米等を中心に、従来のダイヤルアップ型インターネット接続に代わり、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) や FTTH (Fiber To The Home) をはじめとする安価な常時接続広帯域アクセス回線（以降、ブロードバンド回線と称す）が個人ユーザ向けに急速に普及しつつある。多くの ISP (Internet Service Provider) は、このブロードバンド回線を用いてインターネット接続サービスを個人ユーザ向けに提供している。また、個人ユーザ用のブロードバンド回線と共通のインフラを、企業の小規模拠点や SOHO (Small Office / Home Office) 企業のアクセス回線に適用する形で、ユーザにとって安価で導入が容易な、企業ユーザ向けアクセス回線を提供する ISP / NSP (Network Service Provider) やキャリアも現れ始めている。

個人ユーザ向けを主としたブロードバンド回線では、ユーザの認証や、ユーザへの IP (Internet Protocol) アドレス割当等を行うために BAS (Broadband Access Server) という機器を用いることが多い。BAS は、主に PPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet)[1]、PPPoA (PPP over ATM)、PPPoEoA (PPPoE over ATM) 等のユーザセッション認証プロトコル等を用いて、ユーザからのセッション接続要求を受け付け、その認証処理と IP アドレスの割り当てを行い、BAS

の上流網（主に ISP 網や企業の主拠点網）へのアクセスビリティをユーザに提供する。PPPoE、PPPoA、PPPoEoA といった PPP ベースのプロトコルは、OSI (Open System Interconnection) 参照モデルのデータリンク層（レイヤ 2）に属するポイント・ツー・ポイントのプロトコルであり、BAS はこれらのプロトコルによる PPP セッションを終端して、セッションと上流ネットワークとの間で IP パケットを中継する。すなわち、BAS は、OSI 参照モデルのネットワーク層（レイヤ 3）にあたる IP レイヤでパケット中継を行う、IP ルータの一種であると言える。このため、大抵の BAS 製品は、BAS とその上流ルータ（上流網内に存在し、レイヤ 2 以下の回線で BAS に接続されているルータ）との間で動的経路制御を可能とするために、幾つかの IP 経路制御プロトコルに対応している。

一方、個人ユーザ向けブロードバンド回線の企業ユーザによる利用が進み、その回線のバンド幅等が向上するに従って、従来の企業ユーザ網のアクセス回線に用いられてきた専用線や ATM (Asynchronous Transfer Mode)、フレームリレー等による接続と同様に、ユーザルータ（企業ユーザ網内に存在し、レイヤ 2 以下の回線で BAS に接続されているルータ）と上流網との間で IP 経路制御プロトコルを用いた動的経路制御を行うニーズも増えてくると考えられる。この場合、IP レイヤでユーザのすぐ上流に位置する BAS が、ユーザルータとの間で直接経路情報の交換を行うルータとなることも十分考えられる。

BAS を経由してユーザルータと上流ルータとの間に適用する IP 経路制御プロトコルとしては、RIP

†(株)日立製作所 中央研究所, Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

(Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol)[2] といったいくつかの候補が考えられる。ただ、ユーザルータは BAS とも上流ルータとも異なり、ユーザ自身の管理下に置かれることを考えると、互いに異なる管理下に置かれたルータの間で用いられることを前提とした経路制御プロトコルである BGP を用いるのが最も自然である。加えて、ユーザがマルチホーム接続や IP-VPN (Virtual Private Network) といったサービスを受けたい場合は、BGP を使わざるを得ないこともある。

本稿では、ブロードバンド回線上で BAS を経由して、ユーザ網と上流網との間で BGP による動的経路制御を行う場合のネットワーク構成案を幾つか示す。そして、それらの構成における BAS 向けの BGP 経路制御処理手法を提案する。

本稿では、第 2 章で BAS の利用形態を述べ、ブロードバンド回線を通してユーザ網と上流網との間で BGP 経路制御を行う場合のネットワーク構成案を幾つか示す。そして、第 3 章でこれらの構成案のうちの一つにおいて BAS が行う BGP 経路制御処理手法を提案し、第 4 章でその応用例を示す。

## 2 ブロードバンド・アクセス網における BGP 経路制御

本章では、まず、本稿で想定しているブロードバンド回線アクセス網のネットワーク構成と、その構成における BAS の位置を示す。次に、そのような BAS を挟む形態のネットワーク構成の下で、ユーザホストの代わりに主に企業ユーザを想定したユーザ網を接続し、上流網とユーザ網との間で BGP を用いた経路制御を行う場合を考える。そして、この場合の BGP ピアや AS の構成案を幾つか示し、各構成案が抱える問題点を明らかにする。

### 2.1 ブロードバンド・アクセス網の構成と BAS の役割

図 1 に、ブロードバンド・アクセス網のネットワーク構成を示す。なお、実際にはこの他に、DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) 等のレイヤ 2 以下の処理を行う機器や、L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol)[3] トンネル等のレイヤ 2 仮想回線もネットワーク上に存在する場合はあるが、IP レイヤの経路制御を説明する上では不要なため、省略した。

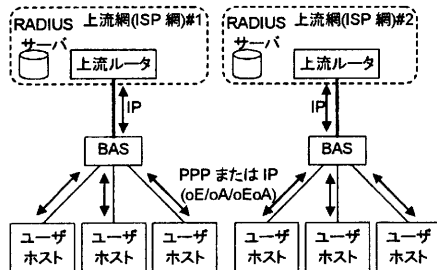


図 1 ブロードバンド網のネットワーク構成

BAS は、単一の上流網に接続され、ユーザホスト (またはユーザ網内のブロードバンドルータ) との間の PPP セッション (もしくは、PPP でカプセル化されていない IP パケット) を直接収容し、ユーザと上流ルータとの間で IP パケットの中継を行う。この PPP セッションの認証を行う際に、BAS は、上流網内に置かれた RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) サーバからユーザ認証情報を受け取り、その情報を元にユーザとの PPP セッションの認証を行う。

### 2.2 BAS・上流ルータ間の BGP 経路制御

現状の BAS の用途では、ユーザホストは単一の BAS と単一の PPP セッションを設け、ユーザホスト側が持つグローバル IP アドレスは PPP 接続時に与えられた単一のアドレスのみとなるのが普通である。この場合、BAS は PPP セッションによる直結経路のみをユーザ側の経路として持てばよく、ユーザホスト側もその単一の PPP セッションをデフォルト経路とすればよいので、BAS とユーザホストの間の動的経路制御は特に必要ない。

一方、上流ルータと BAS との間については、動的経路制御が行われることも有り得る。例えばユーザホストに割り当てた IP アドレスを BAS から上流ルータ側へ広告させたい場合、1 台の BAS が複数の上流ルータと接続されていてそれらの回線を使い分けたい場合などが、ここでの動的経路制御の用途として考えられる。

ここで用いられる経路制御プロトコルとしては、RIP, OSPF, BGP など、様々なものが利用可能であるが、本稿では、ここで原則として BGP を用いることとする。現在の国内の ADSL・FTTH 回線では、アクセス網 (BAS および、BAS とユーザホストや上流ルータとの間の接続回線) を管理するアクセス回線業者と、上流網 (ISP 網) を管理する ISP 業者は別であることも多く、この場合は BAS と上流ルータが互いに異なる管理下に置かれているとみなすことができる。このため、互いに異なる管理下のルータ間で用いられる経路制御プロトコルである BGP を用いるのが望ましいと考えられる。

図 2 に、BAS と上流ルータとの間の、BGP 経路制御の運用形態例を示す。

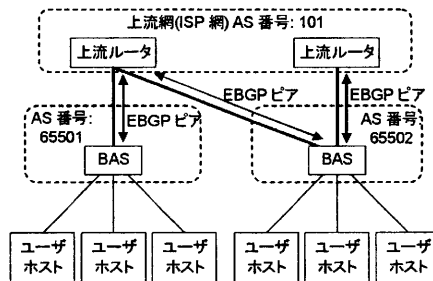


図 2 BAS・上流ルータ間の BGP 経路制御

BAS と上流ルータは、互いに異なる AS (Autonomous System) に属し、AS 間で経路情報を交換するための TCP (Transmission Control Protocol) 接続である EBGP (External BGP) ピア接続を両ルータ

時間に設ける。ここで、AS とは、同一の管理下にあり、単一の AS 番号が割り当てられたネットワーク範囲を指す。

### 2.3 上流網・ユーザ網間の BGP 経路制御

本節では、2.1 節、2.2 節で述べた状況を踏まえた上で、上流網とユーザ網との間で BGP 経路制御を行う場合の、BGP ピアと AS の構成を説明する。

#### 2.3.1 BAS を経由しない BGP ピア構成

図 3 は、BAS を経由せずに、上流網とユーザ網とを直結した場合の、BGP ピアと AS の構成を示している。従来の専用線や ATM、フレームリレー等の回線を用いた AS 間の相互接続がこの場合に当てはまる。

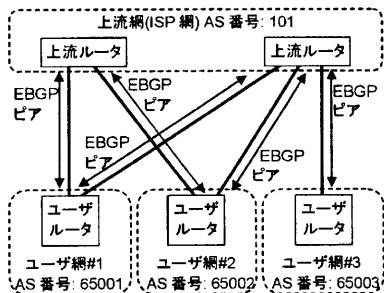


図 3 BAS がない場合の BGP ピア構成

この場合、上流網の AS とユーザ網の AS とは互いに隣接した AS となるため、例えば MED (Multi Exit Discriminator) 属性のように、隣接 AS 間でしか伝わらない BGP 属性情報も用いて、自由度の高いポリシー経路制御 (属性情報などを参照して行う、管理者の意思に従った経路制御) を行うことができる。

なお、この MED 属性とは、BGP の経路情報に付加される属性情報の一つで、二つの隣接 AS 間が複数の回線で接続されている場合に、IP パケット転送時に優先して使用すべき回線を、一方の AS から他方の AS へ指定するために用いられる。同一の隣接 AS から、MED 属性の値が異なる複数の経路情報を受信した BGP ルータは、MED 属性よりも優先すべき各種の経路選択条件が同一であれば、最も MED 属性の値が小さい経路を選択する。

#### 2.3.2 BAS 経由の BGP ピア構成案

一方、2.1 節で想定したブロードバンド・アクセス網を通して上流網とユーザ網を接続する場合は、両者の間に BAS、すなわちルータが挟まる構成となる。一般的に、EBGP ピア接続では接続を行うルータ同士が直結回線にないと、ピアルータ (ピア接続を行うルータ同士の間から見た他方のルータ) への到達経路が分からず、ピア接続を設けることができない。この問題を解決する方法としては、以下のものが考えられる。

- (a) 上流網、BAS、ユーザ網を全て異なる AS に属させ、上流ルータと BAS、BAS とユーザルータ双方で EBGP 接続する
- (b) BAS を上流網と同じ AS に属させ、上流ルータと BAS を IBGP (Internal BGP) 接続、BAS と

ユーザルータを EBGP 接続する

- (c) EBGP マルチホップ接続 (直結回線にないルータとの EBGP ピア接続) を用いて、上流ルータとユーザルータを直接 EBGP 接続する
- (d) トンネリングプロトコルを用いて、もしくは BAS をバイパスして、レイヤ 2 以下で BAS を通過させ、上流ルータとユーザルータを直接 EBGP 接続する

それぞれの BGP ピア構成を図に表すと、図 4 のようになる。

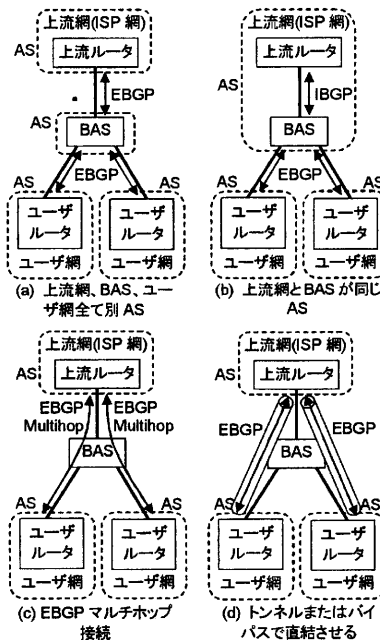


図 4 BAS を挟んだユーザ網・上流ルータ間の BGP ピア構成案

これらのうちで、(a)は、上流網、BAS、ユーザ網全てを異なる AS として扱うので、2.2 節でも述べたように、それぞれの管理独立性を維持しやすい。また、上流ルータと BAS との間でも、BAS とユーザルータの間でも、EBGP ピア接続を通して経路情報を交換することになり、BGP による AS 間経路制御を行うことができる。ただし、上流網とユーザ網との間に別の AS が挟まる形になるので、MED 属性のように、隣接 AS のみで適用可能な属性を用いたポリシー経路制御は行えなくなる。

(b)は、上流網の AS とユーザ網の AS とを隣接させることができるが、BAS が上流網の AS に属することになるため、上流網と BAS との間で管理独立性の維持が困難になる。また、上流ルータと BAS との間に設けられる IBGP ピア接続は、単に AS 外から得た BGP 経路情報を同一 AS 内の他の BGP ルータへ通知するためのピア接続であり、AS 内の経路制御には通常用いることができない。このため、ISP 網と BAS との間では RIP、OSPF といった IGP (Interior Gateway Protocol) による AS 内経路制御を別途行う必要がある。

(c)は、EBGP マルチホップ接続機能を用いることにより、BAS を挟んでいても、上流ルータとユーザルータが直接 BGP 経路制御を行うことができる。しかし EBGP マルチホップ接続を行うには、両ルータにピアルータへの経路を予め（ピア接続前に）設定する必要があるのに加え、上流ルータの IP アドレス変更や増設の際には、ユーザルータにも設定の追加や変更が及ぶ。加えて、送信元 IP アドレスの詐称の可能性が出てくるため、TCP 接続・切断要求による DoS (Denial of Service) 攻撃の可能性にも注意を払う必要がある [4]。なお、(c)では BAS がルータとして動作するにもかかわらず、BGP 経路情報は BAS を素通りしてしまうので、BAS への経路情報の設定を別途行う必要もある。

(d)は、IPSec (IP Security protocol) 等を用いて上流ルータとユーザルータとの間にトンネルを設けるか、もしくは BAS をバイパスする回線を設け、この両ルータ間のレイヤ 2 相当の回線を通して EBGP 接続を行う。トンネリングを行う場合、トンネリング機能とその設定、およびトンネリングのためのピアルータへの経路設定が両ルータで必要になる。バイパスする場合は、BAS を通らないバイパス回線の設置に手間がかかる可能性があるのに加え、BAS をバイパスするとなると、従来は BAS で行っていたユーザ認証処理等を、上流ルータ自身が行わなければならない。

以上、各方式にはそれぞれ利点、欠点があるが、以降では(a)の BGP ピア構成の下で、その欠点を解消する経路制御方式について説明する。

### 3 BAS 向け BGP 経路制御方法の提案

本章では、2.3.2 節の(a)で示したように、上流網と BAS とユーザ網を全て異なる AS として構成し、上流ルータと BAS との間、BAS とユーザ網との間の両方で、BGP による AS 間経路制御を適用する場合を想定する。そして、上流網の AS とユーザ網の AS との間に BAS の AS を挟むことにより発生する問題を整理し、それらの問題の解決案を示す。

#### 3.1 前提条件と課題の整理

##### 3.1.1 前提条件

本章では、次の四つの前提を設ける。

- 1 台の BAS は複数の上流ルータと複数の回線を通じて接続しても良いが、それらの上流ルータは必ず一つの AS、すなわち一つの AS に属する。
- BAS はユーザ網と上流網の間でデータパケットの中継を行うが、ユーザ網とユーザ網、上流網と上流網の間でのデータパケット中継を行わない。
- BAS 同士が直接データパケットの送受信を行うことはない（必ず上流網を介する）。
- ユーザ網はトランジット AS として働かない。すなわち、自 AS 以外を宛先とするパケットを、自 AS 外から受け取らない。ただし、完全にそのユーザ網の配下にある AS（そのユーザ網を通り抜ける以外に、他 AS への到達経路を持たない AS）のトラフィックについてのみ、トランジットしてもかまわない。

これらは、BAS を所有するアクセス回線業者と上流網の所有者（主に ISP）が異なる場合には、さほど無理のない前提であると考えられる。

#### 3.1.2 課題

図 5 に、あるネットワーク構成で 2.3.2 節の(a)の BGP ピア接続構成を適用した場合の、AS パス属性と MED 属性が付加された経路情報の伝播例を示す。

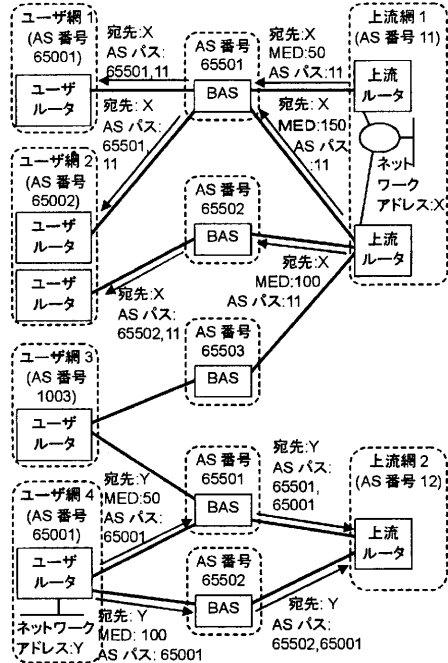


図 5 2.3.2 節(a)の BGP ピア構成における、経路情報の伝播例

3.1.1 節の前提の下で、図 5 の経路情報伝播例を見ると、2.3.2 節の(a)のピア構成には次の四つの問題が存在することが分かる。

- ユーザ網と上流網の間に、両者と異なる AS 番号を有する BAS が存在するため、MED 属性等の、AS を通過して伝播しない属性情報が、ユーザルータと上流ルータとの間で伝わらない。このため、ユーザ網と上流網との間でポリシー経路制御を行うための手段が制限されてしまう。
- ユーザルータから上流ルータへ広告された経路情報を別のユーザルータへ広告することを可能にするためには、同一の上流網に接続されている BAS それぞれに、異なる AS 番号を割当てる必要がある。もし、同一の AS 番号を持つ BAS が存在すると、あるユーザルータから受け取った経路情報を別のユーザルータへ再広告する際に、BAS が経路情報のループと間違えてその経路情報を破棄してしまう恐れがある。
- 仮に、BAS がユーザルータと上流ルータとの間で、MED 属性を単純に素通ししても、BAS はそれぞれ異なる AS 番号を持つため、MED 属性が有効に働かない。異なる BAS を通って届いた MED

属性付き経路情報は、それらの経路情報の受信側 AS では、それぞれ異なる隣接 AS から届いた経路情報であるとみなされる。このため、通常設定のルータでは、最適経路決定の際に MED 属性の比較が行われない。

- (4) ユーザ網の視点からは、上流網の AS ではなく、BAS の AS (通常、上流網側が独自に割当てたプライベート AS 番号を用いると考えられる) が隣接 AS に見える。これは、ユーザ網からみて違和感があるだけでなく、ユーザ網が複数の上流網とマルチホーム接続していた場合に、隣接 AS の AS 番号重複等の問題を引き起こす恐れがある。

### 3.2 課題を解決する BGP 経路制御方法

以下、本節では、3.1.2 節で述べた課題を解決する、BGP 経路制御方法を提案する。

#### 3.2.1 自 AS 番号の通知

まず、3.1.2 節の(3)の問題のうちでユーザルータへの経路情報広告に関する部分と、(4)の問題を解決するために、BAS はユーザルータに対して、上流網の AS 番号を自 AS 番号であるかのように見せかけて通知する。一方、上流ルータに対しては、上流網の AS 番号を BAS の自 AS 番号として通知すると、そのピア接続は IBGP として扱われてしまい、2.3.2 節の(a)に沿わないピア接続構成になってしまう。このため、同一の上流網の下にある BAS には、上流網ともユーザ網とも異なる、全て同一の AS 番号を自 AS 番号として割り当て、この自 AS 番号を上流ルータに対して通知することにより、(3)の問題のうちで上流ルータへの経路情報広告に関する部分を解決する。

BGP ルータがピアルータへ自ルータの AS 番号を通知する機会は、ピア接続確立時に送信する OPEN メッセージと、広告する経路情報に付随する AS パス属性の 2 種類がある。このうち前者の OPEN メッセージに、本節で述べた AS 番号の通知方法を適用した例を、図 6 に示す。後者の AS パス属性への適用については、他の問題の解決とともに、次節で詳しく説明する。

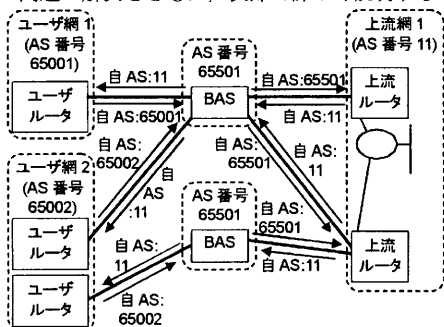


図 6 本稿提案の BGP 経路制御方法に基づく、AS 番号割当てと OPEN メッセージ

#### 3.2.2 属性情報の処理

3.2.1 節の変更を行うと、3.1.2 節の(2)で指摘した経路情報の破棄の問題が発生する。この解決のために、BAS は、上流ルータから受信した経路情報の AS パス

属性に自 AS 番号が含まれていても、その経路情報を破棄せずに処理する。そして、その経路情報をユーザルータへ広告する際には、AS パス属性の先頭に自 AS 番号を追加せず、AS パス属性から自 AS 番号を全て削除してから広告する。これは、3.2.1 節で述べたように、ユーザ網に対して BAS が上流網の AS に属しているかのように見せるためである。

また、ユーザルータから受信した経路情報については、自 AS 番号の代わりに上流網の AS 番号を用いて、経路情報のループチェックを行う。これは、ユーザ網からは BAS が上流網の AS に属しているように見えることを考えると、通常の BGP 経路情報ループチェックと同様であると言える。この経路情報を上流ルータへ広告する際には、その AS パス属性の先頭に自 AS 番号を追加して広告する。

以上の変更に加え、3.1.2 節の(1)を満たすために、BAS は、上流ルータから受信した経路情報をユーザルータへ広告する際には、受信した際に付加されていた MED 属性をそのまま付加する。ユーザルータから受信した経路情報を上流ルータへ広告する際も同様である。

以上で述べた、AS パス属性と MED 属性の処理変更を、図 5 のネットワークに適用した例を図 7 に示す。

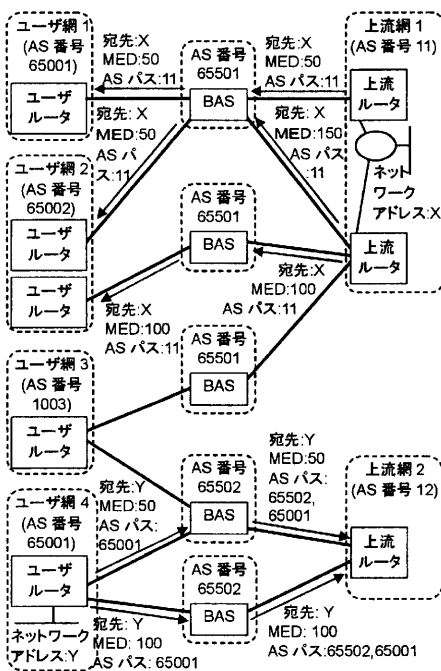


図 7 本稿提案の BGP 経路制御方法に基づく、経路情報の伝播例

以上の処理変更により、独立した AS を成すルータである BAS を間に挟んでいるにもかかわらず、ユーザ網と上流網の間で MED 属性が通過するようになり、これを用いたポリシー経路制御が可能となる。

#### 4 提案する経路制御方法の応用

以上で述べた、BAS 越しにユーザ網と上流網との間で MED 属性の通過を可能とする経路制御方法には様々な適用例が考えられる。ここでは適用例の一つとして、ユーザ網が L2TP 網 (L2TP トンネルを設けるための IP 網) を介して、LNS (L2TP Network Server) として運用されている複数の BAS に接続されている場合に、MED 属性を用いて、ユーザールータにより適切な LNS を経由した経路を選択させる例を図 8 に示す。

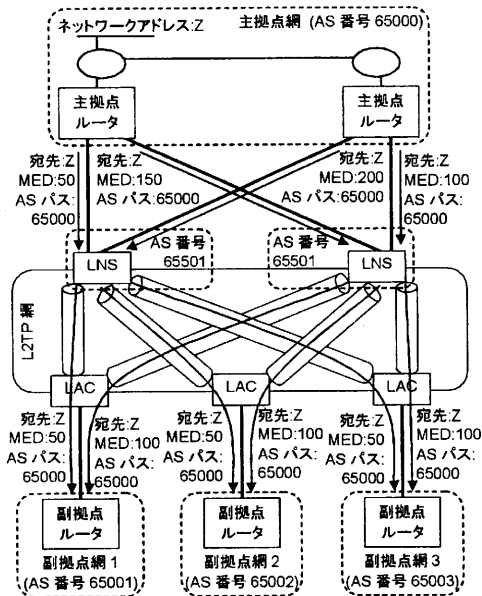


図 8 本稿提案の BGP 経路制御方法の応用例

この例では、主拠点網がここまで述べた上流網、副拠点網がユーザ網にあたる。各副拠点のルータは、2 台の LNS までの PPP セッションを設けており、それらを通して EBGP ピア接続を行っている。各 LNS は主拠点網内にある 2 台のルータと接続する回線を持ち、その上で EBGP ピア接続を行っている。また、図の左側の主拠点ルータと右側の LNS、右側の主拠点ルータと左側の LNS を接続する回線は、何らかの理由で積極的に使いたくないとする。

このネットワーク構成において、主拠点網内で左側の主拠点ルータに近い位置にあるネットワークの IP アドレスプレフィックス Z に関する経路情報を、各副拠点へ広告したいとする。この場合、図のように、左の主拠点ルータから左の LNS へは MED 属性値 50 を、右から右へは 100 を、左から右へは 150 を、右から左へは 200 を付けた経路情報を広告する。このようにすることで、主拠点ルータと LNS との間の回線がこれらの MED 属性値の小さい順で利用されるように、副拠点からの Z 宛のトラフィックが LNS へ届くようになる。例えば、主拠点ルータと LNS との間の回線に何も障害がなければ、副拠点からの Z 宛の IP パケットは、必ず左の LNS と左の主拠点ルータを経由して届くが、もし左の LNS と左の主拠点ルータの間の回

線に障害が発生すれば、右の LNS と右の主拠点ルータを経由して届くように切り替わる。

#### 5 おわりに

本稿では、BAS を経由して上流網とユーザ網との間で BGP 経路制御を行う場合を想定し、その場合の AS やピア接続の構成について、幾つかの案を示した。そして、それらの案のうちの一つである、上流網、BAS、ユーザ網それぞれに異なる AS 番号を割り当てた場合の構成において、隣接 AS でなければ通常は伝播も作用もしない MED 属性を、有効に作用する形で伝播させる、BAS の BGP 経路制御方法を提案した。また、その BGP 経路制御方法の有用な応用例も示した。

今後は、本稿の提案方法を用いた経路制御の正当性の評価、提案方法の有用性の検証、MED 属性以外の属性の扱いや追加すべき機能の検討を経て、実際の BAS 製品への適用を検討する予定である。

#### 参考文献

- [1] Mamakos, L., Lidi, K., Everts, J., Carrel, D., Simone, D. and Wheeler, R.: A Method for Transmitting PPP Over Ethernet (PPPoE), RFC2516 (1999).
- [2] Rekhter, Y. and Li, T.: A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), RFC1771 (1995).
- [3] Townsley, W., Valencia, A., Rubens, A., Pall, G., Zorn, G. and Palter, B.: Layer Two Tunneling Protocol "L2TP", RFC2661 (1999).
- [4] Murphy, S.: BGP Security Vulnerabilities Analysis, Internet Draft, draft-ietf-idr-bgp-vuln-00.txt (2003).