

IPv6 エンドツーエンドマルチホーミングのための アドレス割当と送信元アドレスを考慮した経路制御

大平 健司[†] 小山 洋一^{††} 藤川 賢治[†] 岡部 寿男^{†††}

[†] 京都大学大学院情報学研究科
〒606-8501 京都市左京区吉田本町
^{††} (株)トランス・ニュー・テクノロジー
〒606-8225 京都市左京区田中門前町72 いのはらビル2F
^{†††} 京都大学学術情報メディアセンター
〒606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: †ohira@net.ist.i.kyoto-u.ac.jp, ††koyama@trans-nt.com, †††fujikawa@i.kyoto-u.ac.jp,
†††okabe@media.kyoto-u.ac.jp

あらまし IETF Multi6 ワーキンググループで IPv6 サイトマルチホーミングに関する問題が議論されている。我々は、エンドツーエンドマルチホーミング (E2E-MH) への拡張として、サイト外へ送出されるパケットを送信元アドレスに対応したサイト出口ルータにルーティングすることにより、上流プロバイダでの流入フィルタリングの問題なく耐障害性と負荷分散を実現できる方式を提案している。本稿ではまず、そのようなサイト内での送信元アドレスを考慮した経路制御 (SABR) に関して、デフォルト経路エントリのみを SABR の対象とすることにより、経路エントリをほとんど増やすことなく適切な経路制御が実現可能であることを示す。次に、サイト出口ルータが上流プロバイダから得たアドレスプレフィクスを階層的な細分によりサイト内リンクへ自動的に割り当てるプロトコルを提案する。このアドレス自動割り当てに送信元アドレスを考慮した経路制御を連動させることにより、サイト内の各ルータにアドレスや経路情報に関する事前の設定をすることなく、サイトマルチホーミングに必要なすべての設定を自動的に行うようにすることができる。

キーワード IPv6, エンドツーエンド, サイトマルチホーミング, アドレス割当, 経路制御

Hop-by-Hop Address Assignment and Source Address Based Routing for IPv6 End-to-End Multihoming

Kenji OHIRA[†], Youich KOYAMA^{††}, Kenji FUJIKAWA[†], and Yasuo OKABE^{†††}

[†] Graduate School of Informatics, Kyoto University
Yoshida-Hommachi, Sakyo ward, Kyoto, 606-8501 Japan
^{††} Trans New Technology, Inc.
Inohara Bldg. 2F, 72 Tanaka Monzencho, Sakyo ward, Kyoto, 606-8225 Japan
^{†††} Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University
Yoshida-Hommachi, Sakyo ward, Kyoto, 606-8501 Japan

E-mail: †ohira@net.ist.i.kyoto-u.ac.jp, ††koyama@trans-nt.com, †††fujikawa@i.kyoto-u.ac.jp,
†††okabe@media.kyoto-u.ac.jp

Abstract IPv6 site multihoming discussed at the Multi6 working group is one of the hottest topics among many IPv6 related issues in the IETF. We have already proposed a variant of end-to-end multihoming (E2E-MH,) where an outgoing packet from a site is routed to a site-exit router by source address based routing (SABR) so that it goes out to the transit provider that gives the address prefix of the source address of it. In this paper, we first show that such SABR can be implemented with acceptable cost when we apply SABR only to default route entries on each router. Next we propose a hierarchical subdivision method for automatic address prefix assignment to links in a site. Connecting the SABR setting up on each router with the hierarchical address assignment, all needed configuration of routers can automatically be done, without any preconfigurations about IP address nor routing information.

Key words IPv6, end to end, site multihoming, address assignment, routing

1. まえがき

マルチホーミングは、複数の上流へ接続を持つことで負荷分散や信頼性向上などを図る技術である。インターネットがライフラインとして欠かさないものとなってきた今日、ISP の様な比較的大規模なネットワークにおいてだけではなく、家庭ネットワークや SOHO ネットワークのような中小規模のネットワークにおいても、マルチホーミング化したいという要求が高まっている。

現在のインターネットにおけるマルチホーミングには、AS 番号を持ち BGP [26] により経路情報を交換するモデルが広く採用されている。しかしこの運用を行うコストは大きく、現実にこの方式でマルチホーミングを行っているのは、ISP などの大規模で技術力のある組織を単位とするものに限られている。その一方で、小規模組織が AS を単位とせず経路情報を広告する、いわゆるパンチングホールの増加により、経路情報は膨大なものとなっている。IPv6 では経路情報の増大を防ぐために階層化されたアドレッシングアーキテクチャを採用している。しかしマルチホーミングによりアドレス割り当てが木構造でなくなると経路情報の集約が出来なくなり、アドレス空間が広い IPv4 よりはるかに深刻な経路情報爆発の問題を抱えることになる。Bates らは、複数の回線を上流との間に用意して、メイン側がリンク断状態のときのみサブ側に経路情報を流す方式 [4] を提案している。この方式を IPv6 へ適用した提案 [10] や、この手続きの自動化に関する提案 [3] もなされている。しかしこれらの方式では ISP 間の協調を必要とするため、小規模組織においては容易に利用できない。

このような状況のもと、現在 IETF Multi6 ワーキンググループにおいて、IPv6 でのサイトマルチホーミングに関する問題が議論されている。その中で、エンドツーエンドマルチホーミング [24] またはホストセントリックマルチホーミング [12] と呼ばれる、サイトが上流接続ごとに別々のアドレスプレフィックスの割当てを受け、サイト内の各ホストは上流接続の数と同じだけアドレスを持つようにする方法が提案されており、これらは総称してマルチアドレス型マルチホーミング方式と呼ばれている。

我々は、マルチアドレス型マルチホーミング方式における宛先アドレスおよび送信元アドレスの選択の問題をエンドのトランスポート層が行うことで解決し、サイト出口ルータでのフィルタリングの問題についてはサイト内で送信元アドレスを考慮した経路制御 (SABR) を行うことで解決する方法を提案している [23]。

本稿ではまず、サイト内での SABR に関して、サイト外経路は上流 ISP から割り当てられるアドレスプレフィックスごとにそれぞれ送信元アドレスに依存したデフォルト経路 (::/0) のみとし、デフォルト経路エントリのみを SABR の対象とすることにより、経路エントリをほとんど増やすことなく適切な経路制御が実現可能であることを示す。

また、従来の経路制御プロトコルはサイト内の各ノードにアドレス割り当てがなされていることを前提としており、上流 ISP の変更等によるアドレスプレフィックス変更も経路制御プロ

トコル外で対応する必要があった。

そこで本研究では、アドレス割り当ての際に、サイト内ネットワークにも出口ルータからの木構造にしたがって上下流関係を形成し、この関係に基づいてアドレス空間を細分する形でサイト全体にアドレスを割り当てる方式を提案する。ここで、サイト出口ルータに関する情報をアドレス割り当てネゴシエーション中に通知することにより、適切なサイト出口まで SABR 可能であることを示す。

本論文は以下のように構成される。2. では IPv6 サイトマルチホーミングに関する諸研究を解説する。3. では我々が提唱しているサイトマルチホーミング手法であるエンドツーエンドマルチホーミングについて述べる。4. でエンドツーエンドマルチホーミングに必要な SABR の実現方法について述べ、5. で、各ホップでアドレス空間を細分化しアドレスを自動割り当てし、それに SABR の設定を連動させる方式を提案する。最後に 6. でまとめを行う。

2. IPv6 サイトマルチホーミング

2.1 マルチアドレス型サイトマルチホーミング

マルチホーミングサイトとは 2 以上の ISP 接続を持ってインターネットに接続するサイトのことと定義される (図 1)。

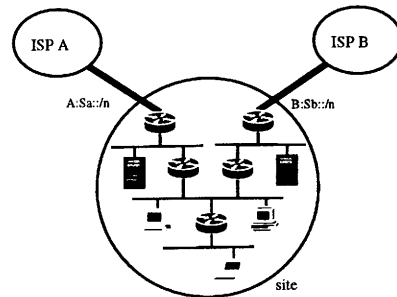


図 1 マルチホーミングサイトと ISP の接続

IETF の Multi6 ワーキンググループでは、規模拡大性に優れ Default Free Zone (DFZ) に広告しなければならない情報の量を減らせるような IPv6 マルチホーミングソリューションを求めている [1], [13], [15]。ここでは、IPv6 が IPv4 と比較して、

- アドレス長が 4 倍の 128 ビット
- 各インタフェースがアドレスを複数保持可能

という特徴を持つことに注目し、以下に述べるマルチアドレス型と呼ばれるマルチホーミング方式を中心に議論されている。

一般に、サイトは ISP に加入すると ISP からグローバルに有効な IPv6 アドレスプレフィックスが割り当てられ、サイト内では割り当てられたアドレスが適当な方法で分配される。ここでサイトに割り当てられるアドレスプレフィックスは全て ISP で集約されるものである。これはサイトが独自の AS 番号やアドレス空間を保有しないことを意味する。経路情報の集約のためにはアドレス空間の階層性を保持することが必要である。

ここでさらにサイトが他の ISP にも加入してサイト外との通

信路を複数持ち、そのそれぞれの上流からプレフィクスが割り当てられる状況を考える。マルチアドレス型サイトマルチホーミングでは、サイトは各 ISP から集約可能プレフィクスを委譲され、サイト内の各ホストはこれらのプレフィクスの付いたアドレスを複数付与される。サイトに割り当てられたそれぞれのアドレスプレフィクスについて割り当て元の ISP 以外の ISP からバンチングホールにより広告されることはない。

マルチアドレス型サイトマルチホーミングの実現にあたり、以下の問題が存在する。

- (1) コネクションと複数の IP アドレスの関連付け・長寿命コネクション対応
- (2) 送信元 IP アドレス・宛先 IP アドレスの選択
- (3) サイト外へのパケット送信時の流入フィルタリング (Ingress Filtering) への対応

これらの問題に対し、Multi6 ワーキンググループにおいて以下の様な方式が提案されている。

まず、(1) の問題については、IP アドレスとは独立したアドレスをトランスポート層プロトコルにバインドする方式として、HIP [18], NOID [19], SIM [20], WIMP [30], ODT [5], LIN6 [28] 等が、トランスポート層プロトコル自体をマルチアドレスに対応させる方式として、SCTP for MH [6], [27], TCP-MH [16], [17] が提案されている。またこの問題を IP アドレスの移動透過性の確保という観点で捉え、Mobile IP を流用する方式として MIPv6 for MH [2] が挙げられる。

(2) の、複数あるアドレスをどのように使い分けるかという問題については、ホストセントリックマルチホーミング [12] と呼ばれる方式では、各ノードが自らの持つアドレスを使い分けることによって、サイト内の各ノードがそれぞれのの上流 ISP を経由してサイト外ノードと通信するかを明示的に指定できるようにすることで解決している。すなわち、マルチホーミング環境での経路選択に関する処理を、ルータではなくエンドノードの責任で行わせようというものである。

その選択に関し、宛先アドレス・送信元アドレスの組として最適なものを与えるサーバを用いる方式 (NAROS) [14], 通信 2 者がそれぞれ保持しているアドレスについての情報を交換する方式 (MAST) [8], 同一ホスト上で動作するアプリケーションの間で、使用しているアドレスに関する情報を共有する方式 (CELP) [7] などが提案されている。

(3) の問題については次節で述べる。

2.2 流入フィルタリングとサイト出口ルータ選択の問題

セキュリティ上の観点から、不適切な送信元アドレスの付されたパケットは破棄するべきとされている [9]。このため、マルチホーミングサイト側から発信する場合に送信元アドレスと上流 ISP の組合せによってはパケットが破棄される可能性がある。すなわちパケットをサイト外に送出するにあたっては、送信元アドレスとサイト出口ルータの組み合わせを適切に選択せねばならない。これが (3) の流入フィルタリングとサイト出口ルータ選択の問題である。

Huitema らは、解決策を以下の 4 方式に分類している [12]。

- (3A) ISP 側での流入フィルタリングの緩和
- (3B) 送信元アドレスを考慮した経路制御 (Source Address Based Routing; SABR)
 - (3Ba) 単一のサイト出口ルータの場合にサイト出口ルータにより SABR を行う
 - (3Bb) サイト内の各ルータで送信元アドレスごとに別の経路表を保持
 - (3Bc) 複数の出口ルータを単一のリンク (典型的には DMZ) で接続
 - (3Bd) サイト出口ルータ間トンネリング [12] 不適切な出口ルータに到達したパケットを適切な出口ルータに転送
- (3C) ホストによる適切な送信元アドレスの選択
 - 全ホストがグローバルの経路表を保持 [24]
- (3D) サイト出口ルータにおける送信元アドレスの書き換え
 - (例) MHTP (Multi Homing Translation Protocol) [25]

このうち (3C) は (2) に関する提案の一種に分類される。(3A) は実施に ISP の協調が必要であり、(3Bd) はサイト出口ルータ間に無駄なトラフィック発生の可能性があり、(3D) はサイト出口ルータが NAT テーブルを管理するコストが発生する。そのためこれらは規模拡大性に乏しい。また (3Ba)(3Bc)(3D) については single point of failure となりうる箇所を抱えている。

さらに、IP アドレスを指定しても必ずしも経路を指定したことにはならないので、使用するアドレスを変更しても、結果的に同一の経路を通過することがありうる。これらの問題はとりわけサイトが複数リンク、複数出口ルータで構成される場合に顕著になる。

3. エンドツーエンドマルチホーミング

ホストセントリックマルチホーミング [12] では、送信元ホストが自らの持つアドレスを使い分けることによって、どの上流 ISP を経由してサイト外ノードと通信するかを明示的に指定できるようになる。すなわち、マルチホーミング環境での経路選択に関する処理を、ルータではなくエンドホストの責任で行わせようというものである。

ここではさらに、ホストではなく各ホスト上のトランスポート層ないしアプリケーション層が自らの持つアドレスを使い分ける方式を、特に区別してエンドツーエンドマルチホーミング [21], [24] と呼ぶ。

我々は、負荷分散や輻輳制御の面から、マルチホーミングはトランスポート層で把握すべき問題であるとし、また従来の宛先アドレスによる経路制御のみではなく発信元アドレスを考慮した経路制御 (SABR) を組み合わせることを提唱している [23]。SABR を前提とした場合、送信元ホストは宛先ホストへ IP パ

ケットを送るにあたり、自らの持つ IP アドレス群と宛先ホストの持つ IP アドレス群の中から何らかの基準により、最適な送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレスの対を選出する。またこれはエンドツーエンドマルチホーミングによって行う。すなわちトランスポート層ないしアプリケーションがアドレスの対を選出する。

SABR を利用すれば、2.1 に挙げた 3 つの課題のうちサイト出口ルータ選択の問題については、送信側エンドノードが送信元アドレスを選択し、サイト内ではパケットが送信元アドレスに対応したサイト出口ルータにルーティングされるような経路制御を行うことで解決する。すなわち 2.2 に述べた流入フィルタリングの問題は原理的に発生しない。しかしそのためにはサイト内の各ルータで送信元アドレスごとに別の経路表を保持することが必要であり、この方式は上流とする ISP の数に比例して経路表が大きくなること、既存のルータで送信元アドレスを考慮して複数の経路表を保持できるようになっているものは限られていること、経路制御プロトコルが送信元アドレスごとに別の経路表を構成できるようにはなっていないことなどの問題が指摘されている。これらの解決法について、次節および次々節で示す。

4. デフォルト経路エントリへの SABR 適用

SABR は現在のインターネットでは原則として用いられておらず、その採用には一般には前節で述べたような困難がある。しかし、IETF multi6 で考慮されているように、図 1 のようなサイトが複数の ISP に上流接続を持つが ISP 間のトランジットを許さない場合には、以下に述べるように、サイト内のルータの経路表にサイト内の経路情報と各サイト出口ルータに対応するデフォルト経路エントリのみを経路情報として持つことで、送信元アドレスを考慮したサイト出口ルータの選択が可能となる。

サイト内の各ルータは宛先の種類別に表 1 の基準に従い経路制御を行うものとする。これによりサイト外に宛てるパケットがどちらの ISP を経由するかをエンドホストが選択可能となる。

表 1 宛先との位置関係と経路制御の基準

| 宛先 | 経路制御の基準 |
|------|---------|
| サイト内 | 宛先アドレス |
| サイト外 | 送信元アドレス |

送信ホストは、あるプレフィックスのアドレスを送信元アドレスとして使用することにより、そのプレフィックスをサイトに割り当てた ISP を経由して、サイト外の宛先ホストへパケットを送出することが可能となる。表 1 のようにすることで、各ルータが保持すべき経路エントリは、サイト内経路については宛先アドレスに基づく通常の経路、サイト外経路は上流 ISP から割り当てられるアドレスプレフィックスごとにそれぞれ送信元アドレスに依存したデフォルト経路 (::/0) として表現すればよいことになる。

この結果、SABR 適用による経路表増大は高々デフォルト経

路数分であり、サイト内の各ルータで送信元アドレスごとに別の経路表を保持する方式に関して 3. に述べた課題の多くが解決される。例えば現行の多くの商用ルータ製品は送信元アドレスに基づくポリシールーティングの機能を有しており、これを用いればサイト外の経路について送信元アドレスごとの経路制御を行うようにすることが可能である。

5. 細分法によるサイト内アドレス割り当て

4. において、SABR により送信元ホストが指定した ISP を経由してサイト外へパケットを送出する方式を示した。この方式は、既存ルーティングプロトコルで実現することも困難ではないが、いずれのプロトコルを基礎にするにせよいくらかの拡張が必要である。またその場合サイト内の各ルータへのアドレス割り当ては既に完了していることが必要である。

ここで、サイト内に割り当てられるアドレスは上流 ISP の変更などによるプレフィックス変更に対応できなければならない。IPv6 サイトマルチホーミングで期待される家庭などの小規模サイトにおいてはこの変更が人手を介さず自動的に行われることが必須である。サイトが単一リンクで構成されている場合はこの変更は容易に行われるが、今後は家庭や SOHO などの小規模サイトについても、複数リンクで構成され、かつポロジリーがしばしば変化する可能性を排除できない。このことを考慮すると、サイトマルチホーミング環境においてサイト出口ルータが上流 ISP から割り当てを受けたグローバルアドレスプレフィックスを細分化してサイト内の各リンクに割り当てるアドレス割当自動化方式の構築が重要な課題である。

そこで、本研究では、4. で示した ISP-サイト間の階層的関係の概念をサイト内にも適用し、サイト内のルータへのアドレス割り当てとサイト出口ルータへのデフォルト経路エントリ設定を連動して行う方式を設計した [22]。以下、その方式について詳述する。

5.1 サイト内への上下流関係の概念適用

マルチリンクで構成されるサイトに対してアドレスを割り当てる場合、上位 n ビットについては加入する ISP から何らかの方法により与えられる。また RFC 3513 [11](図 2) より、IPv6 アドレス 128 ビットのうち下位 $128 - n - m$ ビットについてはインタフェースにつけられた MAC アドレス等を利用して自動的に決定できる。すなわち、マルチリンクなサイト全体のネットワーク設定を自動化する際に問題になるのは中間の m ビットである。

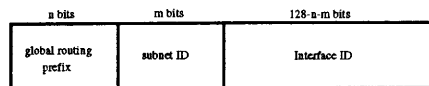


図 2 IPv6 アドレスの構造 (RFC3513)

ここでサイト内を階層化するためにサイト内の各ルータにおいて自らの所属するリンクを上流 (サイト出口に近い側)・下流 (サイト出口から遠い側) に区別させる。その上でアドレス割り当てについて 4. の ISP-サイトの関係を相対的に適用し、上下

流の関係とアドレスの包含関係を一致させる。つまり下流ネットワークのアドレス範囲は上流ネットワークのアドレス範囲に含まれているものとする。

サイト出口が複数存在する場合にはそれらはサイト出口ごとに互いに独立にサイト内に上下流関係を与えるものとする。

5.2 Subnet ID の階層的割り当て

サイト内のアドレス割り当て階層化のために m ビットの subnet ID 部を図 3 の様に分割する。

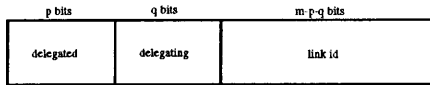


図 3 Subnet ID の分割

ここで各フィールドの意味は以下のとおりである。

p ビットの delegated 部はあるルータ R が上流ルータ R_{up} からアドレス割り当てを受ける時点で R のサイト内における位置関係により既に確定している部分である。あるサイト出口ルータにおいて、その出口ルータと接続している ISP から受け取る global routing prefix については $p = 0$ であり、以下下流に行くにしたがって p の値は大きくなる。

q ビットの delegating 部はルータ R が下流ルータ R_{down} に対してアドレス割り当てを行う際に R 自身に割り当てられたアドレス空間のどの部分を R_{down} に割り当てるのかを示す。delegating 部 == 0 は予約領域とする。

$m-p-q$ ビットの link id 部は図 4 のようにルータ R が直接の下流ネットワークとして複数のデータリンクを持つ場合にブロードキャストエリアを区別するために使用する。linkid 部 == 0 は予約領域とする。

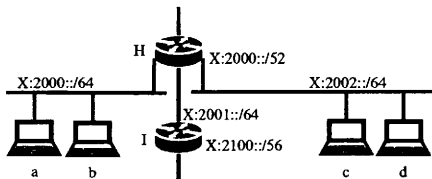


図 4 Link ID の使用例

上流ルータはどの下流ルータにどのアドレス空間を割り当てたかを把握しておく必要があるため、アドレス割り当てはリクエストベースの方式により割り当てを行う必要がある。本提案では DHCPv6 によるアドレスプレフィックスの割り当て [29] を用いることを想定し、各ルータが上流に対する DHCP クライアント機能と下流に対する DHCP サーバ機能を持つことを考えている。

このアドレス割り当ては各サイト出口ルータを頂点とする木構造を形成するため、各アドレスプレフィックスを送信元アドレスとして使用する場合、適切なサイト出口に向かうための経路は SABR により唯一に決定される。そこでこのアドレス割り当てに連動して、送信元アドレスに依存した上流ルータへのデ

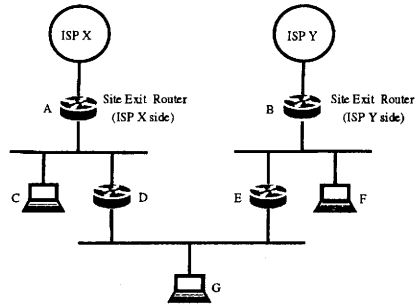


図 5 サイト例

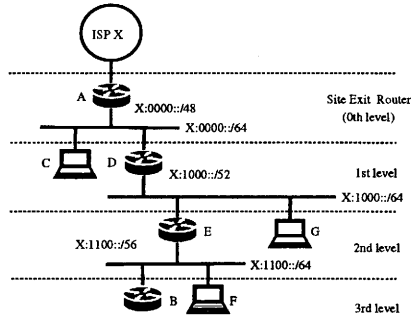


図 6 X::に関するアドレス階層

フォルト経路を各ルータに各アドレスプレフィックスごとに設定する。これにより、アドレスや経路に関してサイト出口ルータ以外の各ルータに事前に設定することなくサイトマルチホーミングに必要な経路制御が行えるようになる。サイト内の経路制御については通常の経路制御プロトコルによる宛先ベースの経路制御を行えばよい。

5.3 適用例

簡単のため、図 2 の n, m について $n = 48, m = 16$ とし、図 3 の q については全てのルータにおいて $q = 4$ とする。

図 5 のようなネットワークを考える。このネットワークに対し上述のアドレス割り当てを適用することにより各リンクにはそれぞれ図 6 に記すような Subnet ID が付されることが期待される。

5.4 不要なアドレス割り当ての回避

5.2 節で述べた階層的なアドレス割り当てを単純に行うと、サイト内で配布されるアドレスの数が不必要に増大してしまう。

図 7 のように、サイト内ネットワークにループが存在するとアドレス割り当てもループし、下流においてプレフィックス数を無意味に増やす可能性がある。そこで、同一の ISP に由来するアドレスプレフィックスについては重複して割り当てを受けないことで、下流へのアドレス割り当てを抑制する。

6. まとめ

本稿では IPv6 におけるエンドツーエンドサイトマルチホーミングについて論じ、そのためのアドレッシングアーキテクチャとエンドホストによる経路選択について示した。

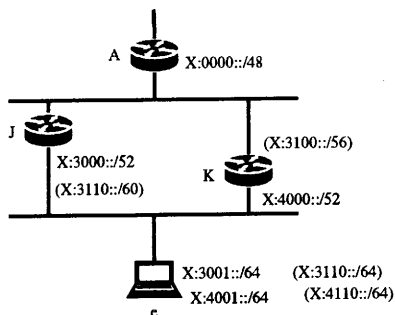


図7 アドレス割り当てのループ

提案方法では、マルチホーミング環境においてパケットの送達経路を送信側ホストが選択することができ、かつ、古典的なマルチホーミングで問題となっていた管理の難しさや経路情報の増大の問題を避けることが出来る。

5. で示したアドレス割り当てでは、ルータに同一ISP由来のアドレスプレフィックスを重複しては割り当てないこととしているが、その結果、サイト内のリンクまたはルータの障害による代替経路への切替えに時間がかかることとなり、耐障害性の確保が十分とはいえない。重複割り当てを許し、そこにもマルチアドレス型マルチホーミングの考え方を導入して冗長性を確保することも考えられるが、サイト内の各リンクにおいて上流が n 本ある場合その下流には n 倍の数のアドレスがアナウンスされることになり、段数が深くなるほど割り当て可能なアドレス数は指数関数的に増大する。これは経路冗長化による信頼性確保の観点からは無意味ではないが、実用上の観点から何らかの制限基準が必要であると考えられ、さらに検討が必要である。

文 献

- [1] Abley, J. et. al., "Goals for IPv6 Site-Multihoming Architectures," RFC 3582, IETF, 2003.
- [2] Bagnulo, M. et. al., "Application of the MIPv6 protocol to the multi-homing problem," Internet-Draft (work in progress) draft-bagnulo-multi6-mnm-00.txt, IETF, 2003.
- [3] Bagnulo, M. et. al., "Multi-Homing Tunnel Broker (MHTB)," Internet-Draft (work in progress) draft-bagnulo-multi6-mhtb-00.txt, IETF, 2004.
- [4] Bates, T. et. al., "Scalable Support for Multi-homed Multi-provider Connectivity," RFC 2260, IETF, 1998.
- [5] van Beijnum, I., "On Demand Tunneling For Multihoming," Internet-Draft (work in progress) draft-van-beijnum-multi6-odt-00.txt, IETF, 2004.
- [6] Coene, L. et. al., "Multihoming: the SCTP solution," Internet-Draft (work in progress) draft-coene-multi6-sctp-00.txt, IETF, 2004.
- [7] Crocker, D. et. al., "Framework for Common Endpoint Locator Pools," Internet-Draft (work in progress) draft-crocker-celp-00.txt, IETF, 2004.
- [8] Crocker, D., "Multiple Address Service for Transport (MAST): An Extended Proposal," Internet-Draft (work in progress) draft-crocker-mast-proposal-01.txt, IETF, 2003.
- [9] Ferguson, P. et. al., "Network Ingress Filtering: Defeating Denial of Service Attacks which employ IP Source Address Spoofing," RFC 2267, IETF, 1998.
- [10] Hagino, J. et. al., "IPv6 Multihoming Support at Site Exit Routers," RFC 3178, IETF, 2001.

- [11] Hinden, R. et. al., "Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture," RFC 3513, IETF, 2003.
- [12] Huitema, C. et. al., "Host-Centric IPv6 Multihoming," Internet-Draft (work in progress) draft-huitema-multi6-host-03.txt, IETF, 2004.
- [13] Huston, G., "Architectural Approaches to Multi-Homing for IPv6," Internet-Draft (work in progress) draft-huston-multi6-architectures-00.txt, IETF, 2004.
- [14] de Launois, C. et. al., "NAROS : Host-Centric IPv6 Multihoming with Traffic Engineering," Internet-Draft (work in progress) draft-de-launois-multi6-naros-00.txt, IETF, 2003.
- [15] Lear, E., "Things MULTI6 Developers should think about," Internet-Draft (work in progress) draft-lear-multi6-things-to-think-about-03.txt, IETF, 2004.
- [16] Matsumoto, A. et. al., "TCP Multihome Options," Internet-Draft (work in progress) draft-arifumi-tcp-mh-00.txt, IETF, 2003.
- [17] Matsumoto, A. et. al., "TLC-FM : Transport Layer Common Framework for Multihoming," Internet-Draft (work in progress) draft-arifumi-multi6-tlc-fm-00.txt, IETF, 2004.
- [18] Nikander, P., "Considerations on HIP based IPv6 multihoming," Internet-Draft (work in progress) draft-nikander-multi6-hip-00.txt, IETF, 2003.
- [19] Nordmark, E., "Multihoming without IP Identifiers," Internet-Draft (work in progress) draft-nordmark-multi6-noid-01.txt, IETF, 2003.
- [20] Nordmark, E., "Strong Identity Multihoming using 128 bit Identifiers (SIM/CBID128)," Internet-Draft (work in progress) draft-nordmark-multi6-sim-01.txt, IETF, 2003.
- [21] Ohira, K. et. al., "IPv6 Address Assignment and Route Selection for End-to-End Multihoming," Internet-Draft (work in progress) draft-ohira-assign-select-e2e-multihome-02.txt, IETF, 2003.
- [22] Ohira, K. et. al., "Hierarchical IPv6 SubnetID Autoconfiguration for Multi-Address Model Multi-Link Multihoming Site," Internet-Draft (work in progress) draft-ohira-multi6-multilink-auto-prefix-assign-00.txt, IETF, 2003.
- [23] 大平健司 et. al., "End-to-End マルチホームのための IPv6 アドレッシングアーキテクチャ," 情報処理学会 マルチメディア・分散・協調とモバイル (DICOMO2003) シンポジウム, 2003.
- [24] Ohta, M., "The Architecture of End to End Multihoming," Internet-Draft (work in progress) draft-ohta-e2e-multihoming-05.txt, IETF, 2003.
- [25] Py, M., "Multi Homing Translation Protocol (MHTP)," Internet-Draft (work in progress) draft-py-multi6-mhtp-01.txt, IETF, 2001.
- [26] Rekhter, Y. et. al., "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)," RFC 1771, IETF, 1995.
- [27] Stewart, R. et. al., "Stream Control Transmission Protocol," RFC 2960, IETF, 2000.
- [28] Teraoka, F. et. al., "LIN6: A Solution to Mobility and Multi-Homing in IPv6," Internet-Draft (work in progress) draft-teraoka-multi6-lin6-00.txt, IETF, 2003.
- [29] Troan, O. et. al., "IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6," RFC 3633, IETF, 2003.
- [30] Ylitalo, J. et. al., "Weak Identifier Multihoming Protocol (WIMP)," Internet-Draft (work in progress) draft-ylitalo-multi6-wimp-00.txt, IETF, 2004.