

IPv4-IPv6 相互接続における名前解決方式の一検討

3 F-3

屏 雄一郎 窪田 歩 堀田 孝男 山崎 克之 浅見 徹

株式会社 KDDI 研究所

1. はじめに

現在, IPv6[1]に関する研究開発が盛んに行われており, IPv6 ネットワークの構築事例も増えているが, IPv4 網と IPv6 網の混在環境は長期間続くと考えられている。そこで, ユーザに IP 層を意識せず、汎用的なサービスを提供する手段として, IPv4 網と IPv6 網の相互接続が必要になる。

IPv4 ホストと IPv6 ホストの相互通信を可能とするためには, IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの対応付け（マッピング）を行い, 問い合わせ元に対して実際とは異なるアドレスを返答するネームサーバ（以下アドレス変換ネームサーバと呼ぶ）と, IPv4 パケット→IPv6 パケット変換を行う IPv4-IPv6 トランスレータが必要となる。さらに IPv4 ホストから IPv6 ホストへの通信では, 名前解決の際に, アドレス変換ネームサーバとトランスレータの連携が必要となる。本稿では, IPv4 ホストから IPv6 ホストへの通信における名前解決方式について検討した結果を述べる。

2. IPv4-IPv6 トランスレータ

IPv4-IPv6 トランスレータは, IPv4 網と IPv6 網の境界に設置される。IPv4-IPv6 トランスレート技術としては, (1)ヘッダ変換 (2)トランスポートリレー (3)アプリケーションレベルゲートウェイ (ALG) がある[2]。

ヘッダ変換とトランスポートリレーでは, 名前解決時に IPv4 アドレスと IPv6 アドレスのマッピングが必要となる。一方 ALG ではその必要はないが, アプリケーション毎にゲートウェイを用意しなければならない。本稿ではトランスレータとして, アプリケーションに依存しないヘッダ変換またはトランスポートリレー方式を利用するものを想定する。

3. IPv4-IPv6 相互接続における名前解決

3.1 IPv6 ホストから IPv4 ホストへの通信

アドレス変換ネームサーバが IPv6 ホストへ返答する, 相手ホスト(IPv4 ホスト)の仮想 IPv6 アドレスは, 例えば 64 ビットのダミープレフィックスを定義し, 下位 32 ビットに相手ホストの IPv4 アドレスを埋め込んで作成したアドレスとする[3]。この場合機械的に IPv4 アドレスから仮想 IPv6 アドレスを

生成することができ, 全 IPv4 アドレスの IPv6 アドレスへの一対一マッピングが可能となる。またトランスレータでは, IPv6 パケットの宛先 IPv6 アドレスから相手ホストの IPv4 アドレスを取り出せるので, アドレス変換ネームサーバとトランスレータが動的に連携する必要はない。

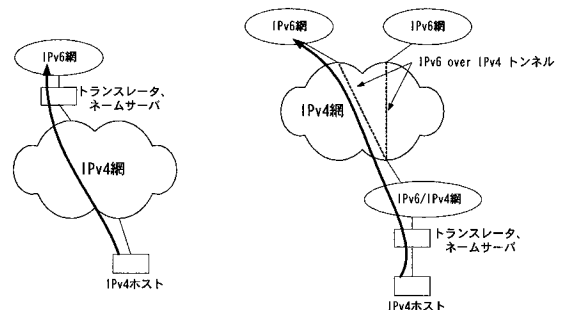
3.2 IPv4 ホストから IPv6 ホストへの通信

前節の場合と異なり, 全 IPv6 アドレスを一対一で IPv4 アドレスにマッピングすることは不可能である。従ってアドレス変換ネームサーバが IPv4 ホストへ返答する, 相手ホスト(IPv6 ホスト)の仮想 IPv4 アドレスは, 例えばトランスレータで IPv6 ホストへの割り当て用に確保している IPv4 アドレスから選択する, という手段が考えられる。この場合名前解決時に, アドレス変換ネームサーバとトランスレータが連携して, IPv6 アドレスと IPv4 アドレスのマッピングを行い, かつこの対応をトランスレータに登録する必要がある。またアドレスマッピングは静的に行うことも考えられるが, この場合提供できるサービスが限定されるので, 本稿ではアドレスマッピングを動的に行う場合を想定する

4. ネームサーバとトランスレータの連携

4.1 トランスレータとネームサーバの位置

IPv6 の普及段階においては, 小規模な IPv6 網と大規模な IPv4 網が混在する状況が考えられるが, その時の IPv4-IPv6 トランスレータとアドレス変換ネームサーバの位置としては, (1) IPv6 サービス側 (2) IPv4 ユーザ側 が考えられる (図 1)。本稿では, IPv4 ユーザがトランスレータやアドレス変換ネームサーバの存在を意識することなく, IPv4 ホス



(1) IPv6サービス側

(2) IPv4ユーザ側

図 1: トランスレータとネームサーバの位置

A study of the name resolution mechanism on the communication between IPv4 host and IPv6 host
Yuichiro Hei, Ayumu Kubota, Takao Hotta, Katsuyuki Yamazaki, Tohru Asami
KDDI R&D Laboratories, Inc.

トから IPv6 ホストへの通信を可能とする、という観点から、(1) の状況を想定する。

トランスレータとアドレス変換ネームサーバは連携する必要があるため、両者は同じ管理ドメイン内に位置すべきである。またアドレス変換ネームサーバは、任意の場所 (IPv6 網内、IPv4 網内、IPv6/IPv4 境界、トランスレータ内) に置くことができるが、ネームサーバを IPv6 網に置く場合は、IPv4 網からの問い合わせを受けるために、トランスレータではネームサーバの IPv6 アドレスに対して IPv4 アドレスを静的にマッピングしておく必要がある。この場合 DNS パケットも IPv4-IPv6 変換対象となるので、トランスレータの負荷が大きくなる。従って本稿では、アドレス変換ネームサーバは固定 IPv4 アドレスを持ち、IPv4 網に直接接続していると仮定する。

4.2 ネームサーバとトランスレータの連携

図 2 に検討モデルを示す。アドレス変換ネームサーバは、自身が管理するドメインのゾーンデータファイルを保持する。トランスレータは、IPv6 アドレスと IPv4 アドレスの対応を格納したアドレス変換テーブルを保持し、かつ IPv6 ホストへの割り当て用に、いくつかの IPv4 アドレスをプールしているとする。また名前問い合わせを行う IPv4 ホストは、普段使用しているネームサーバに再帰的な問い合わせを送るとする。従って、IPv4 ホストはアドレス変換ネームサーバやトランスレータの存在は意識しない。

IPv4 側からあるホストの IPv4 アドレス問い合わせを受けたアドレス変換ネームサーバは、そのホストの A(IPv4)、AAAA(IPv6)レコードの検索を行う。Aレコードが存在すれば IPv4 アドレスを、A、AAAAレコードとも存在しなければ名前エラーを問い合わせ元に返答する。AAAAレコードが存在する場合、アドレス変換ネームサーバはトランスレータとの連携動作に入る。

まず、アドレス変換ネームサーバは、トランスレータにマッピング情報を問い合わせる。マッピング情報が存在すれば、トランスレータはホストの IPv6 アドレスにマッピングされた IPv4 アドレスを返答する。そしてアドレス変換ネームサーバは、問い合わせ元にその IPv4 アドレスを返答する。その際、このエントリがキャッシュされないように生存時間(TTL)は 0 とする。トランスレータにマッピング情報が存在しない場合、アドレス変換ネームサーバはトランスレータにマッピング作成を要求する。要求を受けたトランスレータは、ホストの IPv6 アドレスに対してある IPv4 アドレスをマッピングし、その結果をアドレス変換ネームサーバに通知する。IPv4 アドレス不足等でマッピングが失敗した場合は、アドレス変換ネームサーバは問い合わせ元に

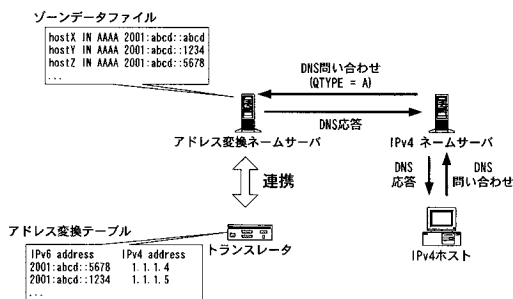


図 2: 検討モデル

名前エラーを返答し、マッピングが成功した場合は、その IPv4 アドレスを、TTL を 0 とし問い合わせ元に返答する。

アドレス変換ネームサーバとトランスレータの間で安全な連携を行うために、両者の間で何らかの認証機構が必要になると考えられる。アドレス変換ネームサーバとトランスレータが物理的に異なる装置である場合は、SSL(Secure Socket Layer)等を利用して互いの認証を行うことが考えられる。

4.3 キャッシュについて

IPv6 アドレスと IPv4 アドレスのマッピングを動的に行う場合、その対応は動的に変化するので、前節では DNS キャッシュは行わないと想定した。しかし、トランスレータが持っていないマッピング情報をネームサーバがキャッシュしている、という状況を避けるようにすれば、DNS キャッシュを行うことも可能である。だがトランスレータでプールできる IPv4 アドレスが少ない場合は、マッピングの解消を効率的に行うために、マッピング情報の TTL は比較的短い時間になると考えられる。従ってキャッシュの効果については別途検討、評価する必要がある。

5. おわりに

本稿では、IPv4 ホストから IPv6 ホストへの通信の際に行われる名前解決における、アドレス変換ネームサーバとトランスレータの連携方式について検討を行った。今後本検討に基づく IPv4-IPv6 トランスレータの実装、評価を行う予定である。

参考文献

- [1] S.Deering and R.Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC 2460, Dec. 1998.
- [2] K.Yamamoto and M.Sumikawa, "Overview of Transition Techniques for IPv6-only to Talk to IPv4-only Communication", draft-ietf-ngtrans-translator-03.txt, work in progress.
- [3] J.Hagino and K.Yamamoto, "An IPv6-to-IPv4 Transport Relay Translator", RFC 3142, Jun. 2001.