

## 第 IX 部

### IPv6 の欠点の修正



## 第9部 IPv6の欠点の修正

### 第1章 はじめに

IPv6 Fix ワーキンググループでは、今年度以下の調査を実施した。

- ホテルで引き起こされる問題の調査
  - DNS サーバの調査
  - ip6.int が廃止される際の影響の調査
- 以下では、それぞれの項目について説明する。

### 第2章 ホテルで引き起こされる問題

#### 2.1 概要

近年、多くのホテルでインターネット接続環境が提供されるようになった。ほとんどの場合、接続はIPv4サービスに限定されており、IPv6は利用できない。一方、最近のオペレーティングシステムはIPv6をサポートしているものも多く、デュアルスタックノードとして動作するシステムも増えてきた。IPv4のみが提供されたネットワークでデュアルスタックノードを運用するという環境は、IPv4からIPv6への移行期間に必ず発生する状況であり、理論上問題が発生することはない。しかし、一部の環境ではIPv6の機能を有効にする事で、IPv4の接続に問題が発生することがわかっている。本報告書では、問題が観測された機器情報と、問題の原因の一例として調査したDNS実装の動作を解説する。

#### 2.2 問題のある機器情報

表 2.1 に問題が観測された機器を示す。ここに示した機器は、実際に問題が観測された機器のみであり、表 2.1 に示した機器以外では問題が発生しないことを保証するものではない。また、示した機器に関しても、内部ソフトウェアの更新などによって、問

題が解決している場合もあると考えられる。

#### 2.2.1 問題の一例の紹介

本項では、IPv6を有効化したオペレーティングシステムでホテルのインターネット接続サービスを利用し、問題の原因を調べた結果をまとめる。現時点では、調査したホテルで利用されているシステムが前節で紹介した機器のいずれかをを用いているのか、表 2.1 に挙げられていない機器を利用しているのかは不明である。

調査したホテルには、インターネット接続サービス利用の手引きの一部として、Windows XPを使う場合にIPv6をアンインストールするように指示する資料が備え付けられていた。すなわち、少なからぬ利用者が、この問題に遭遇していると思われる。

#### 2.2.2 テスト内容

以下に示した各種オペレーティングシステムでインターネット接続サービスを利用する。

- Windows XP SP2
- Linux2.6
- MacOS X 10.4.1
- FreeBSD5.4-RELEASE

テストを実施したホテルでは、インターネットに接続する際にウェブページの認証システムを利用する必要がある。部屋にはイーサネット接続口が用意されており、DHCPを用いた自動設定によりインターネットサービスを利用するしくみになっている。コンピュータを接続し、ウェブページ(任意のページ)にアクセスすると、サービス規約確認のページが表示され、規約を承諾するとサービスが利用できるようになる。

#### 2.2.3 テスト結果

テスト結果は表 2.2 のとおりとなった。

#### 2.2.4 現象の解説

ホテルのシステムに接続し、ウェブページ(任意のページ)を表示しようとする、サービス規約の確認画面が表示される。承諾ボタンを押すと、認証

表 2.1. 問題の発生が確認された機器

機器名	公開日付	概 要	解決方法
GuestLINK と Windows XP	2005/04/04	ホテルインターネット接続用ルータとして Atreus Systems から提供されている GuestLINK のウェブベースの認証システムは、IPv6 を有効化した Windows XP との組み合わせで問題が発生する。この組み合わせでは Windows XP はインターネット接続できない。ただし、認証システムを経由しないよう設定されている場合(認証なしでインターネット接続が利用できるように設定されている場合)、IPv4/IPv6 デュアルスタックのウェブサーバには問題なくアクセスできることが確認されている。	ipv6 uninstall で IPv6 モジュールを削除する。
HSG-1000 と Windows XP	2005/04/04	ホテルインターネット接続用ルータとして Nomadix, Inc. から提供されている HSG-1000 のウェブベースの認証システムは、IPv6 を有効化した Windows XP との組み合わせで問題が発生する。この組み合わせでは Windows XP はインターネット接続できない。	ipv6 uninstall で IPv6 モジュールを削除する。
ISS-2000 と Windows XP	2005/04/04	ホテルインターネット接続用ルータとして Handlink Technologies Inc. から提供されている HSG-1000 のウェブベースの認証システムは、IPv6 を有効化した Windows XP との組み合わせで問題が発生する。この組み合わせでは Windows XP はインターネット接続できない。	ipv6 uninstall で IPv6 モジュールを削除する。

表 2.2. テスト結果

Windows XP SP2	接続不可 (サービス確認画面から先に進めない)
Linux2.6	問題なし
MacOS X 10.4.1	問題なし
FreeBSD5.4-RELEASE	問題なし

システムに接続され、接続したコンピュータがインターネットに接続できるように設定される。承諾ボタンを押すまで、確認画面以外のページは表示できず、どのページにアクセスしてもすべて確認画面に転送される。

パケットのやり取りを観測した結果、Windows XP SP2 では以下の理由により問題が発生することが判明した。

- 当該ホテルのインターネット接続システムは、存在しない DNS リソースレコードに対して、特定の A 応答を返す。
- Windows XP SP2 は、DNS に問い合わせたりリソースレコードの種類と、その応答として返ってきた種類が合致していなくても受け付ける。

例えば、AAAA 問い合わせに A 応答が返ってきた場合、A 応答を受理する。

以下、実際のやりとりから得られた tcpdump の出力結果をもとに、詳細な現象を順を追って解説する。

1. ホテルの LAN (実際はケーブルモデム) にコンピュータを接続する。
2. DHCP でプライベートアドレスを取得する。ここで、DHCP により IPv4 DNS サーバのアドレス (例: 172.31.0.1) をもらう。
3. ブラウザで、どこかのウェブページを表示しようとする。例えば <http://v6fix.net/> にアクセスする。
4. 172.31.0.1 に対して、v6fix.net の AAAA を問い合わせる。

```

44 5.315060 172.31.0.116 -> 172.31.0.1
    DNS Standard query AAAA v6fix.net
問い合わせの結果、以下の応答が返る。
45 5.358404 172.31.0.1 -> 172.31.0.116
    DNS Standard query response AAAA
    2001:200:1b0:1000:203:47ff:fe3f:d15
コンピュータにはグローバル IPv6 アドレスは
割り当てられていないので、AAAA 応答で入手
したアドレスへの接続は失敗し、A 問い合わせ
にフォールバックする。
46 5.359035 172.31.0.116 -> 172.31.0.1
    DNS Standard query A v6fix.net
その結果、以下の応答が返り、5.へ進む。
47 5.402664 172.31.0.1 -> 172.31.0.116
    DNS Standard query response
    A 203.178.140.19
5. この時点で、v6fix.net のアドレスが 203.178.
140.19 であることがわかったので、203.178.
140.19 に対して HTTP GET を発行する。
51 5.412318 172.31.0.116 -> 203.178.140.19
    HTTP GET / HTTP/1.1
6. 5. のリクエストは横取りされ、サービス規約確
認画面を表示するための HTTP OK が返る。内
容は以下のとおりである。
53 5.493634 203.178.140.19 -> 172.31.0.116
    HTTP HTTP/1.0 200 OK (text/html)
    <HTML>
    <!-- This file is generated by
    /usr/sbin/gl_nwconfig -->
    <HEAD>
    <meta httpd-equiv="Cache-Control"
        content="no-cache";
        http-equiv="Content-Type"
        content="text/html"
        meta httpd-equiv="Pragma"
        content="no-cache">
    </HEAD>
    <BODY onload="open('http://registration.
    test.example.jp', target='_self')">
    </BODY>
    <HTML>
7. 応答に含まれる Java スクリプトによって、ユー

```

1 <http://v6fix.net/docs/v6fix.html.ja#sec3>

ザは `http://registration.test.example.jp` にリダイレクトされる。リダイレクト先を表示するため、`registration.test.example.jp` の AAAA を問い合わせる。

```

58 5.552679 172.31.0.116 -> 172.31.0.1
    DNS Standard query AAAA
    registration.test.example.jp
その結果、以下の応答が返る。

```

```

59 5.585076 172.31.0.1 -> 172.31.0.116
    DNS Standard query response
    A 172.31.0.1

```

このホテルで利用されている DNS システムは、存在しないリソースレコードの問い合わせに対し、常に特定の(上記の例では 172.31.0.1) A 応答を返送する。さらに、Windows XP SP2 は、AAAA 問い合わせに対して返信された A 応答を受理し、ここで問い合わせをやめてしまう。結果、正しい A 応答を得られない。

8. 172.31.0.1 に HTTP GET する。

9. 6. に戻る。

Linux、MacOSX、FreeBSD では、AAAA 問い合わせに対して返ってきた A 応答を利用せずに、A 問い合わせに対して返ってきた A 応答のみを利用する。そのため、問い合わせたリソースレコードの種類に合致しない応答がホテル側の DNS から返ってきても問題なく動作した。

---

## 第 3 章 DNS サーバ

---

### 3.1 はじめに

IPv6-Fix ワーキンググループでは、IPv4 から IPv6 へのスムーズな移行の妨げの一因となっている AAAA RR の問い合わせに不正な挙動を示す DNS サーバの調査を昨年に引き続き JPRS と共同研究を行った。本報告書では、昨年と今年の調査結果の比較について述べる。

不正な挙動を示す DNS サーバについては、RFC4074[193] に詳述されている。また、調査方法、調査内容、昨年の調査は、文献 [V6FIX-2004]<sup>1</sup> に記述されている。

表 3.1. DNS Survey: % by Domain

—		2005 年			
		問題なし	問題あり	不明	存在なし
2004 年	問題なし	90.068	0.018	4.058	5.854
	問題あり	11.409	85.234	2.013	1.342
	不明	21.700	0.006	59.878	18.414
	存在なし	84.417	0.017	15.564	N/A

表 3.2. DNS Survey: % by DNS Server

—		2005 年			
		問題なし	問題あり	不明	存在なし
2004 年	問題なし	70.812	0.030	4.773	24.383
	問題あり	7.216	74.226	6.185	12.371
	不明	13.806	0.021	48.058	38.112
	存在なし	81.644	0.076	18.279	N/A

### 3.2 調査結果

本年の調査は、2005年11月10日時点のJPドメインリストを用い、2005年11月21日から24日にかけて行った。表3.1および表3.2は、2004年から2005年の調査結果の判定の変化を百分率で示しており、表3.1はドメインの、表3.2はDNSサーバの結果である。判定結果の「問題あり」は、AAAA RRの問い合わせに不正な挙動をするDNSサーバまたはそのようなDNSサーバを用いているドメイン、「問題なし」は、AAAA RRの問い合わせに正しい挙動をするDNSサーバまたはそのようなDNSサーバを用いているドメイン、「不明」は、一時的にDNSサーバが落ちていたり、問い合わせに必要な名前が見つからないなどの理由で調査ができなかったケース、「存在なし」は、DNSサーバやドメインが、去年は存在していない場合や、今年はなくなったケースを示している。

### 3.3 考察と今後の方向性

全般的な傾向として、(昨年存在しなかったドメインやDNSサーバを除き)前回同様の判定結果を維持する傾向がある。一方、前回から悪化したものが0.1%未満であるのと対照に、前回から改善された割合も相当あり、改善の兆しもみられる。

IPv6-Fixでは引続き問題のあるDNSサーバなどの解析と啓蒙を通じ、DNSサーバの挙動の改善を目指す。

## 第4章 ip6.intが廃止される際の影響

### 4.1 要約

2006年6月1日にip6.intが廃止される。本報告書では、この影響と対策について述べる。

### 4.2 背景

1995年12月に発行されたRFC1886[276]で、IPv6の逆引きにip6.intを利用することが定められた。

2001年8月に発行されたRFC3152[24]で、ip6.intの代わりにip6.arpaを利用することが定められた。理由は、IABの声明<sup>2</sup>を参照のこと。2005年8月のRFC4159[112]では、2005年9月1日以降RIRはip6.intを保守する必要はないと述べられている。

すべてのRIRは、ip6.int以下で権威を持つドメインの保守を2006年6月1日に停止する。

余談ではあるが、6boneの廃止は2006年6月6日だとRFC3701[83]で定められている。

### 4.3 決定事項

以下のことが決定している。

- RIRは、次のことをip6.intの管理者に通知する。すなわち、ip6.int以下で、RIRが管理する

2 <http://web.archive.org/web/20010415112050/www.iab.org/iab/DOCUMENTS/statement-on-infrastructure-domains.txt>

表 4.1. ip6.int 配下ドメインに対する query

トランスポート	ip6.int	ip6.arpa	ip6.int+ip6.arpa
IPv4	109273 (22.4%)	366474 (75.3%)	475747 (97.7%)
IPv6	5211 (1.1%)	6023 (1.2%)	11234 (2.3%)
IPv4+IPv6	114,484 (23.5%)	372,497 (76.5%)	486,981 (100%)

IPv6 アドレスの逆引きに対応するドメインについて、RIR への委譲を決定日に止めること。

- RIR は、管理している IPv6 アドレスの逆引きに対応する ip6.int 以下のドメインを運用している DNS サーバから削除する。

なお、APNIC 20 の DNS SIG での発表<sup>3</sup>も参考にされたい。

#### 4.4 現状分析

##### 4.4.1 アドレスの割り当て

IANA から RIR への IPv6 アドレスの割り振りは、IANA のページ [114] に載っている。

##### 4.4.2 統計

APNIC が管理する ip6.int 配下のドメインに対し、query は毎分 5 個程度である。

WIDE が管理している DNS での統計は表 4.1 のとおりである。期間は、2005 年 12 月 30 日 05:00 から 2006 年 1 月 20 日 03:20。ip6.int への query は、毎分 3.8 個程度である。

##### 4.4.3 リゾルバ

- FreeBSD (src/lib/libc/net/name6.c)
  - 4.7 以前: int のみ
  - 4.8-4.10: arpa int
  - 4.11 以降: arpa のみ
  - 5.0-5.2: arpa int
  - 5.3 以降: arpa のみ
- NetBSD (src/lib/libc/net/getnamaddr.c)
  - 1.5, 1.6: arpa int。
  - ただし、ブランチを最新にすると arpa のみになるようだ。
  - 2.0 以降: arpa のみ
- OpenBSD (src/lib/libc/net/gethostnamadr.c)
  - 3.1 以前: int のみ
  - 3.2-3.5: arpa int

- 3.6 以降: arpa のみ

- Linux (glibc) (resolv/nss\_dns/dns-host.c)
  - 2.0-2.0.6: int のみ
  - 2.1-2.1.3: int のみ
  - 2.2-2.2.4: int のみ
  - 2.2.5: arpa (nibble) のみ
  - 2.3-2.3.2: arpa (nibble) int
  - 2.3.3: arpa (bitlabel) int
  - 2.3.4-2.3.6: arpa (bitlabel) arpa (nibble) int
- Windows
  - IPv6 Technology Preview for Windows 2000: int のみ
  - Windows XP: int のみ
  - Windows XP (fully updated): arpa のみ
  - Windows Server 2003: int のみ
  - Windows Server 2003 (fully updated): arpa のみ
  - Windows Vista: arpa のみ
- MacOS X: 調査中
- Solaris: 調査中

#### 4.5 考察

##### 4.5.1 変化

- おおざっぱに言えば、RIR が管理する IPv6 アドレスの逆引きに対応する ip6.int 以下の名前を引くと、常に name error (NXDOMAIN) が返るようになる。
- LAME が新たに発生するとは考えにくい。LAME はむしろ減ると考えられる。なぜなら、RIR レベルの上位ドメインで name error が無条件に返るようになるため、中途半端に管理されることが多い下位ドメインの悪影響を受けにくくなるからである。

##### 4.5.2 リゾルバへの影響

- arpa のみ引くリゾルバ

<sup>3</sup> <http://www.apnic.net/meetings/20/docs/sigs/dns/dns-prop-sanjaya-ip6int-deprecation.pdf>

## 第 9 部 IPv6 の欠点の修正

- 変化：なし
- 問題なし
- int のみ引くりゾルバ
  - 変化：まったく逆引きができなくなる
  - 問題あり
- arpa int と引くりゾルバ
  - 変化：ip6.int のみ登録されたレコードが引けなくなる
  - 問題なし
- int arpa と引くりゾルバ
  - 変化：ip6.int のみ登録されたレコードが引けなくなる
  - 変化：ip6.int と ip6.arpa で登録内容が違う場合、返り値が変わる
  - 問題なし

## 4.5.3 アプリケーション

- ログを取るもの
  - SSH、Apache
- 認証に使うもの（逆引きの存在を確かめる）
  - Sendmail、tcpwrapper
- 認証に使うもの（正逆一致）
  - Sendmail、tcpwrapper

## 4.5.4 予測

- ip6.apra に登録されず、ip6.int のみに登録されているアドレス
  - 引けなくなるが、そもそも誤った設定であり、直していくしかない
- それ以外のアドレス
  - これまでよりもスムーズに引けるようになると思われる

## 4.6 スケジュール

- 2005/11/18 キックオフミーティング (done)
- 2006/12/17 WIDE 研究会 (done)
- 2006/01-02 実証実験
- 2006/03/01 APNIC 21 IPv6 Technical SIG で報告
- 2006/03 各 ISP へ説明
- 2006/06/01 ip6.int 廃止

## 第 5 章 まとめ

現在、調査は進んでいるものの、サイト管理者やベンダーへ報告できていない状況である。今後、報告する方法を模索していきたい。