

大阪府産技研から見た World IPv6 Day と IPv6 の普及

石 島 悌^{†1} 平 松 初 珠^{†1}

大阪府立産業技術総合研究所では、2006 年度にネットワーク機器を更新した際に、インターネット接続と所内 LAN で IPv6 対応をすすめた。IPv4 アドレスの枯渇が話題となったところから、公開ウェブサーバやメールの配送において IPv6 の利用が増加している傾向にある。本稿では 2011 年 6 月 8 日に開催された World IPv6 Day ならびにその前後の IPv6 利用の増加傾向を報告する。

World IPv6 Day and Spread of IPv6 from Viewpoint of TRI-Osaka

DAI ISHIJIMA^{†1} and HATSUMI HIRAMATSU^{†1}

At Technology Research Institute of OSAKA Prefecture, network equipments were updated in 2006. Then, IPv6 support on intranet and Internet connection was improved. When IPv4 address exhaustion became a hot topic, the traffic of IPv6 on the web server and mail delivery was increased. In this paper, we report the increase of IPv6 traffic around the World IPv6 Day.

1. はじめに

IANA の IPv4 アドレス在庫が枯渇し、その後、APNIC ならびに JPNIC の在庫も枯渇したこと¹⁾ は記憶にあたらしい。IPv4 アドレスの在庫が枯渇することは、これまでのように IPv4 に大きく依存した形でのインターネットの拡大や発展が困難になることにつながる。この IPv4 アドレス枯渇問題への対応策として、分配済みの IPv4 アドレスをより効率的

に利用すること、アドレス変換技術である NAT (NAPT) を使い IPv4 アドレスの消費を抑制すること、IPv6 を導入することなどをあげることができる。

IPv6 の導入は、IPv4 アドレス枯渇問題への恒久的な対応策として有望視されている。しかし、その普及は十分であるとはいえない。その理由には IPv6 に詳しい技術者が不足していること、運用ノウハウをはじめとする情報が IPv4 に比べて圧倒的に少ないことなどをあげることができるだろう。

そのような中、世界中のさまざまな事業者が自らのウェブサーバなどを一斉に IPv6 に対応させて、運用ノウハウやそのときに発生した問題点などを共有する実験場として、World IPv6 Day というイベントが 2011 年 6 月 8 日に開催された²⁾。

本稿では、大阪府立産業技術総合研究所における IPv6 に関する取り組みを紹介する。まず、当所の IPv6 対応を紹介する。次に、ウェブサーバ、メールサーバ、ネームサーバなどのログから、ネットワークの末端に位置する小規模事業所として観測した IPv6 の普及状況について述べる。そして、World IPv6 Day 前後における IPv6 利用率の変化を報告する。

2. 大阪府産技研の IPv6 対応

当所では、その主な支援先である中小規模の事業者が IPv6 の普及にともなって遭遇するさまざまな事象に対して適切なアドバイスを行えるよう、徐々に IPv6 対応を行ってきた。ここでの事象は、中小規模の事業者自身が IPv6 を導入する際に遭遇するトラブルだけでなく、自身が IPv6 を導入しなくても、周囲の IPv6 対応が進展するにつれて発生するトラブルなどを合わせたものである。いずれの事象についても、当所が先行して IPv6 対応を実施することにより、再現が可能であったり、対応策を講じることができるだろう。そのためには、支援先となる事業者およびそれを取り巻く環境にあわせて、IPv6 への対応が必要であると考える。本章では、順を追って、当所の取り組みを紹介する。

2.1 ISP 提供の実験接続

2001 年に、当所で利用していた ISP が「IPv6 トンネル接続実験サービス」を無償で提供するとのアナウンスを行った。これを利用して対外接続に IPv6 を使ったのが、当所における IPv6 利用の始まりである。この接続実験は、2001 年から 2002 年 3 月末まで提供された。実験サービスの利用にあたっては、その利用方法が詳しく ISP において紹介された。割り当てられた IPv6 アドレスをウェブサーバに設定し、さらに、トンネルインターフェイスを用いて IPv6 接続をおこなった。

実際に運用したものは、IPv6 でアクセス可能なテストサイトだけである。実験サービス

^{†1} 大阪府立産業技術総合研究所情報電子部
Information and Electronics Department,
Technology Research Institute of OSAKA Prefecture

ではあったが、IPv6 によるインターネットアクセスが無償で提供され、ウェブサーバの運用やパケットフィルタによるセキュリティの確保など IPv6 に関連する技術を習得することができた。ここで得られた知見は当所にとって大きな財産となった。

また、この実験サービスの利用は、大阪圏の自治体やその出先機関としては先行していたこともあり、当所は、大阪府の企画調整課や通信事業者が中心となって組織された大阪都市圏 IPv6 活用推進グループに参加することになった。

2.2 商用 IPv6 サービスの利用

ISP が実験サービスではなく、商用サービスとして IPv6 over IPv4 トンネルサービスを開始した後、2005 年から、再びインターネット接続に IPv6 を用いるようになった。なお、この時点では、公開ウェブサーバのみ IPv6 対応を行った。

商用サービスの利用においても、ISP からは設定に必要な情報が十分に提供された³⁾。それに基づいて ISP 接続ルータやサーバの設定を行った。

さらに、各種ソフトウェアの更新にあわせて、2007 年からはメール受信で IPv6 の利用を開始し、2008 年にはネームサーバの IPv6 対応を行った。また、2011 年 1 月には IPv6 Enabled WWW ロゴを取得した⁴⁾⁻⁶⁾。

2.3 所内ネットワークの IPv6 対応

外部には公開しない所内イントラネットワークについては、2006 年にネットワーク機器を調達する際に、IPv6 Ready ロゴを取得している機器を導入して対応した⁷⁾。IPv6 対応は、その製品のマニュアルで解説されているとおりに設定を行い、クライアント PC にはルータ広告によって、IPv6 アドレスが割り当てられるようにした。なお、この時点では、所内ネットワークと公開ネットワークの境界にある防火壁において、IPv6 のルーティングは行わず、所内ネットワークだけの閉じた環境で IPv6 を利用することとした。

所内ネットワークに接続されているクライアント PC の大部分は Windows XP であり、IPv6 に対応している Mac OS X や Linux などは少ない。

また、ほぼ同時期に所内で用いる業務システムの一部を IPv6 対応とし、ウェブアプリケーションである業務システムが IPv6 でも支障なく利用できることを確認した。

その後、2010 年には、所内ネットワークと公開ネットワークにある防火壁の IPv6 対応を行なった。これにより、所内ネットワークから、インターネット上のウェブサイトを IPv6 で閲覧できるようになった。

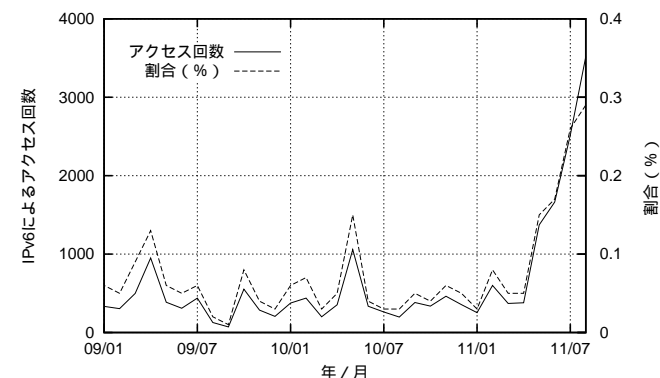


図 1 IPv6 によるウェブサーバへのアクセス回数とその割合の変化

3. 大阪府産技研から見た IPv6 の普及状況

IPv6 の普及度として、当所で観測できるものは、公開サーバへのアクセスに占める IPv6 の割合である。本章では、それらを報告する。

3.1 ウェブサーバでの IPv6 によるアクセス回数の変化

図 1 に、2009 年 1 月から 2011 年 8 月までの月ごとのウェブサーバへの IPv6 のアクセス回数ならびに全体のアクセスに占める割合を示す。

IPv6 によるアクセス回数は、ウェブサーバのアクセスログから、クライアントの IP アドレスを抽出し、そのアドレスが IPv6 アドレスであるものを月ごとに積算したものである。なお、研究所内などから死活監視のために実施しているアクセス回数は積算値から除外しており、外部から当所のウェブページを閲覧したもののみを数えている。

2011 年 3 月までは、IPv6 によるウェブサーバへのアクセス回数は毎月 500 回程度であり、ウェブサーバへの総アクセス回数に占める割合は 0.05%程度である。2011 年 4 月からは、IPv6 によるアクセスが大きく伸びている。IPv4 アドレス在庫枯渇が報告されてから、IPv6 に対応した事業所が増えたことがその原因と考えられる。

なお、2009 年 1 月のウェブサーバへの総アクセス回数はおよそ 55 万回、2011 年 8 月の総アクセス回数は 123 万回である。

3.2 受信 MTA への IPv6 による SMTP 接続回数の変化

図 2 に、図 1 と同じく、2009 年 1 月から 2011 年 8 月までの月ごとの IPv6 によるプ

イマリ MTA への SMTP 接続回数とその全体の回数に占める割合を示す。これは、当所にメールを送信してくるメールサーバの IPv6 対応状況を示している。接続回数が伸び出したのは 2011 年 12 月からである。それ以前は、月ごとの接続回数は 50 回程度であった。

接続回数の伸びた時期が、ウェブサーバへのアクセス回数より数ヵ月早く、IPv4 アドレスが枯渇する数ヵ月前である。ログを見ると、複数の大手プロバイダの送信 SMTP サーバがこの時期に IPv6 を利用しはじめたようである。

また、総接続回数に占める IPv6 の割合は、ウェブサーバへのアクセスより、受信 MTA への接続回数のほうが多い。これは、ウェブサーバへのアクセスの多くを占める事業所や個人が管理するクライアント PC などより、プロバイダの管理するサーバの IPv6 対応が進んでいることを示していると考えられる。

なお、2011 年 3 月に IPv6 による MTA への接続回数が 750 回を越えて突出しているが、これは、ある送信 MTA が IPv6 によるメール再送を繰り返したためである。なぜ、このような状況になったのかは十分に調査しきれていない。

また、ログを確認すると、IPv6 で接続してくる MTA の IPv6 アドレスに PTR レコードが設定されていないものが散見された。このことはメールの配送もれのような本質的なトラブルにはつながっていない。しかし、当所では、IP アドレスからホスト名を解決できない送信元に対して遅延をかけているため、1 分程度メールの遅配が発生するという現象が起こっている。このような PTR レコードが設定されていない IPv6 アドレスを持つ送信 MTA は減少する傾向にある。

なお、2009 年 1 月のプライマリ MTA への総接続回数はおよそ 3 万 6 千回、2011 年 8 月の総接続回数は 3 万回である。

3.3 送信 MTA における IPv6 によるメール送信件数の変化

図 3 に、当所から外部に送信するメールのうち、IPv6 によるものと、メール送信件数に占める割合を示す。IPv6 によるメールの送信が増えたのは、2011 年 7 月からである。それ以前は、IPv6 によるメールの送信件数は、月あたり 300 通程度であった。

図 2 と図 3 から、メールの受信と送信で IPv6 によるものが増加した時期が異なっていることがわかる。プロバイダにより、メールの送信と受信の IPv6 の対応時期に差があったためか、あるいは、当所が受信するメールの発信元と、当所から送信するメールの宛先との間に差があることが原因と思われる。

なお、2010 年 1 月における対外送信メール件数はおよそ 9 万件であり、2011 年 8 月の件数は 12 万件である。

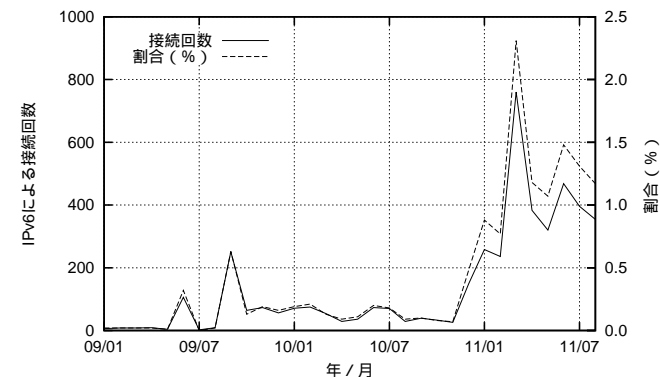


図 2 IPv6 によるプライマリ MTA への接続回数とその割合の変化

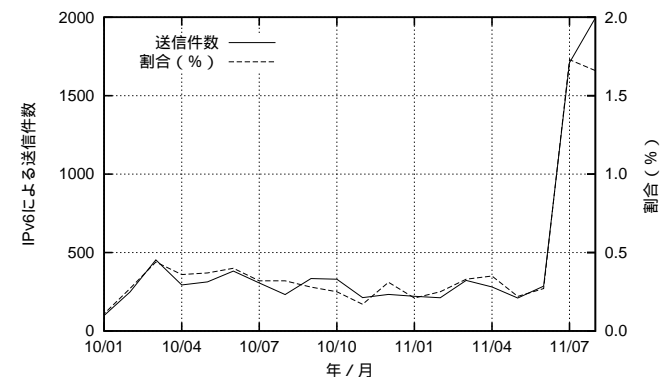


図 3 IPv6 によるメール送信件数とその割合の変化

3.4 今後の普及度調査

ここまで、ウェブサーバに対するアクセス、プライマリ MTA に対する SMTP 接続回数、所外に送信するメールの件数について、IPv6 の利用の推移を調べた。いずれも、IPv4 アドレスが枯渇したところを境に増加傾向にある。今後、この増加傾向が続くのか、あるいは、ある程度の割合で飽和するのか、調査を続行する予定である。

また、今回は所内のサーバでの調査のみであったが、クライアント PC の大部分が IPv6 対応となる時点、あるいはその前後で、所内ネットワークにおける IPv6 の割合などを調査する予定である。これにより、職員が閲覧している外部のウェブサーバなどの IPv6 対応状況を把握できると考えている。

4. World IPv6 Day について

World IPv6 Day は、ウェブで情報を提供している複数のサイトが、ある特定の日にサービスを一齐に IPv6 対応にして、その影響を探るという試みである。このイベントは、2011 年 6 月 8 日（日本時間で 8 日 9 時から翌 9 日 9 時までの 24 時間）に開催された。このイベントでは、参加者を募集していたので、当所はすでにウェブでの情報提供に IPv6 を利用しているサイトとして登録した。

このイベントでは、メーリングリストやウェブページを通して、登録者に多くの情報が提供された。当所ではすでに IPv6 によるサービスを実施していたが、このような形で情報提供があったことは非常に有益であった。提供された情報には既知の問題のリストなども含まれていた。それらの情報をチェックし、イベント開催当日に備えた。

4.1 World IPv6 Day での IPv6 によるアクセスの増加

World IPv6 Day に、IPv6 によるアクセスが増えたことを確認するために、2011 年 6 月の日ごとの IPv6 によるウェブサーバへのアクセス回数をログから調べた。その結果を図 4 に示す。この図からは、World IPv6 Day 当日である 6 月 8 日に IPv6 によるアクセスが増えていることがわかる。

12 日や 19 日は、全体のアクセスに占める IPv6 によるアクセスの割合が高くなっているが、これらはいずれも日曜日である。当所のウェブサーバへのアクセス回数は、週休日や祝日などに減少したため、相対的に IPv6 によるアクセス回数が高くなるのがこの原因である。

次に、図 5 に、対外 DNS サーバにおける、日ごとの AAAA レコードの問い合わせ件数を示す。図 4 同様に、6 月 8 日に件数が増えていることがわかる。また、問い合わせ件数は

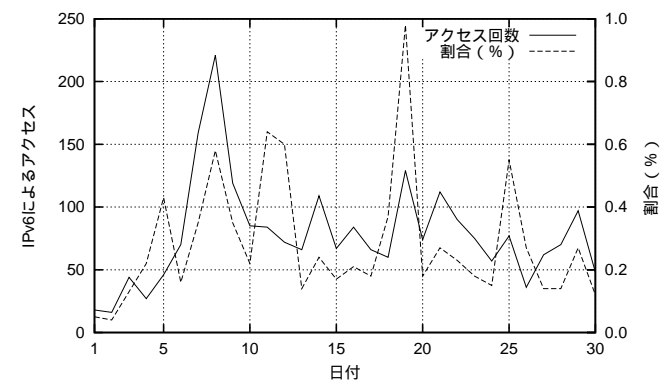


図 4 2011 年 6 月の IPv6 によるウェブサーバへのアクセス件数とその割合

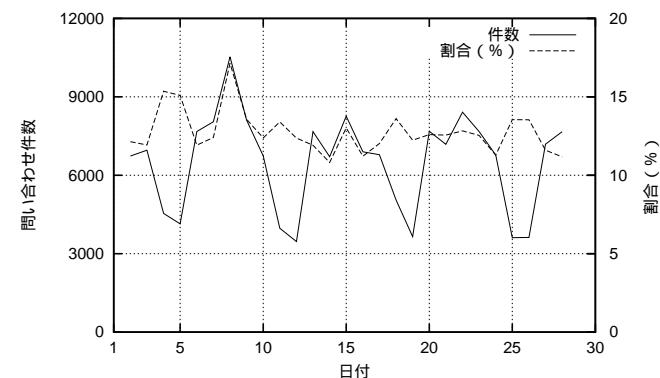


図 5 2011 年 6 月の AAAA レコード問い合わせ件数とその割合

7 日周期で少なくなっており、少なくなっているのはいずれも土曜日、日曜日である。

4.2 World IPv6 Day とその後のできごと

World IPv6 Day では、インターネットユーザのうち、およそ 0.2% に何らかの影響が出る可能性がある、とのアナウンスがあった。当所の 2011 年前半の一日あたりのアクセス回数はおよそ 3 万回程度であり、それに 0.2% を乗じると 60 回となる。このため、所内の相談窓口へウェブページの閲覧などに関して、電話による問い合わせがあった場合はただちに報告をもらえるように連絡体制を強化した。しかし、当日にトラブルなどの報告はなかった。

また、契約している ISP の担当者からも問い合わせがあり、何らかの問題があれば連絡をとれるようにした。こちらも特にトラブルなどの報告はなかった。

World IPv6 Day では、クライアントからの IPv6 による接続性などを確認できるページが用意された⁸⁾。このページでは、当該クライアントの IPv4 アドレス、IPv6 アドレス、通信において IPv6 と IPv4 のいずれが優先されるか、DNS でドメイン名から IPv6 アドレスの解決ができるかなど、さまざまな情報が得られる。このページを使うことによって、当所の所内ネットワークの IPv6 対応に問題がないことを確認することができた。

一方、ISP への接続ルータでは、IPv6 を使ったポートスキャンと思われる多数ログが 6 月 9 日の未明に観測された。これまでに IPv6 によるポートスキャンと思われるログが残ることはあったが、回数は非常に少なかった。このインシデントについては、World IPv6 Day の国内の担当者ならびに JPCERT/CC に報告を行った。

5. おわりに

本稿では、大阪府立産業技術総合研究所における IPv6 導入事例と、公開サーバでのログから観察した IPv6 の普及状況を紹介した。IPv6 の利用はまだまだ少ないが、IPv4 アドレスの在庫枯渇や World IPv6 Day を契機として利用が増えていることがわかった。

当所はすでに IPv6 に対応しているサイトとして World IPv6 Day に参加したが、さまざまな情報が提供されたため、特に混乱もなくイベントを終えることができた。当日の 6 月 8 日には IPv6 によるアクセスの増加が見られた。

IPv6 がこれからどのように使われていくのか予想のつかない面もあるが、当所の主たる支援対象である中小規模の事業者が IPv6 を利用しはじめるとき、あるいは、彼らを取りまく環境において IPv6 の普及が進んだときに、適切なアドバイスができるよう体制を整えておきたいと考えている。

また、World IPv6 Day のようなイベントはこれからもとり行われると思われる。次回は 2012 年に World IPv6 Week が企画されている。そのようなイベントについては積極的に参加し、そこで得られた知見あるいは遭遇したトラブルなどを報告し、情報を共有したい。

参 考 文 献

- 1) 社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター：APNIC における IPv4 アドレス在庫枯渇のお知らせおよび枯渇後の JPNIC におけるアドレス管理ポリシーのご案内、<http://www.nic.ad.jp/ja/topics/2011/20110415-01.html>
- 2) World IPv6 Day, <http://www.attn.jp/worldipv6day/>
- 3) KDDI 株式会社：トンネリングサービスにおけるルーター接続について、<http://www.kddi.com/business/customer/internet/powered/turouter.html>
- 4) 石島 悌, 平松 初珠：IPv4 アドレスの枯渇問題と IPv6 利用の推進, 大阪府立産業技術総合研究所報告, vol. 24 (2010/10), pp. 25-30.
- 5) 石島 悌, 平松 初珠：中小事業所における IPv6 導入事例, 情報処理学会 第 73 回全国大会 講演論文集 第 3 分冊 (2011/03), pp. 53-54.
- 6) The IPv6 Forum: IPv6 Enabled Program, <http://www.ipv6forum.com/ipv6-enabled/>
- 7) 平松 初珠, 石島 悌, 中辻 秀和：大阪府産技研にみる庁内 LAN 更新に関する問題解決と新ネットワークの評価, 情報処理学会 第 69 回全国大会 講演論文集 第 3 分冊, (2007/03), pp. 13-14.
- 8) あなたの IPv6 接続性をテストしましょう, <http://test-ipv6.jp/>