

大阪府産技研での IPv6 利活用について

Using IPv6 in TRI-Osaka

石島 悌* 平松 初珠*
Dai Ishijima Hatsumi Hiramatsu

(2006年6月2日 受理)

キーワード：次世代ネットワーク, IPv6, IPv4, TCP/IP, IP アドレス

1. はじめに

いわゆる「ホームページ」の仕組みである、Web を活用したオンラインショッピングや各種の行政サービス、そして電子メールなど、インターネットは我々の社会生活になくしてはならない情報インフラに成長した。また、IP 電話など、インターネットを活用した、安価で、かつ新しいサービスも定着しつつある。もはやインターネットは、電気や水道などと同様の「ライフライン」として成長を続けているといっても過言ではないだろう¹⁾。

一方、1990年代より急速に普及したインターネットは、我々の生活を単に豊かにしただけではない。あまりにも急激な情報通信技術の進展は、社会的、そして技術的にもさまざまな歪みをもたらしている。

社会的側面からみると、情報漏えいに代表されるセキュリティの問題²⁾や、情報に触れる機会の格差が新たな経済格差を生み、さらにそれが情報に触れる機会の格差を拡大させる「デジタル・デバイド」が注目されている³⁾。これらの問題は、マスコミなどでも大きく取り扱われることが多く、ネットワークを利用している人々だけでなく、社会的に広く認知されている。

その一方で、技術的側面が抱える問題点は、ネットワーク技術者以外にはあまり注目されてこなかった。その問題とは、インターネットを支える通信規約（プロトコル）である Internet Protocol (IP) の限界である⁴⁾。

現在広く使われているプロトコルは Internet Protocol Version 4 (IPv4) である。このプロトコルは、1980年代に規格化された非常に古いものである⁵⁾。1990年代

に入ると、このプロトコルをいつまで使い続けることができるかが議論されるようになり、そこで、新しいプロトコルである Internet Protocol Version 6 (IPv6) の規格化が始まった⁶⁾。

IPv6 は、現在の IPv4 が抱えるさまざまな問題を解決できるだけでなく、新たな情報サービスを構築するための基盤技術として注目されている。政府が打ち出した情報戦略⁷⁾や大阪府の施策⁸⁾でも、IPv6 の利活用の推進がうたわれている。

当研究所では、2001年度より試験的に IPv6 の利用を開始した。また、2004年度より大阪府立インターネットデータセンターが中心となって組織した「大阪都市圏 IPv6 活用推進フォーラム」に参加するなど、他の多くの公設試験研究機関に先駆けて、IPv6 の利活用を進めてきた。さらに、2004年度より運用を開始した所内情報システム⁹⁾の IPv6 での動作検証を2005年度に行った。

本稿では、まず、現在使われている IPv4 と IPv6 の違いを説明する。そして、2001年度から現在にいたるまでの当研究所における IPv6 利活用について詳しく記述する。

IPv6 の普及が急激に進展していない原因の一つに「IPv6 は難しい、コストがかかる」という先入観があるといわれている。本稿は、そのような誤解を解き、政府や大阪府の施策である IPv6 利活用の推進を促すことを目的としている。

2. IPv4 と IPv6 の違い

まず初めに、IPv4 と IPv6 の違いと、アドレス空間の枯渇など、現在の IPv4 が抱える問題点について整理し

* 情報電子部 制御情報系

ておく。

(1) アドレス空間

IPv4 と IPv6 の最も大きな違いは、ネットワークに接続できる、パソコンをはじめとするネットワーク機器の台数である。

ネットワークに機器を接続する際には、IP アドレスと呼ばれる固有の番号を、各機器を識別するために割り当てる。IPv4 では、このアドレスに 32 ビットの整数を用いている。

アドレスに 32 ビットを使うと、割り当てることのできるアドレスの数は 2 の 32 乗、すなわち約 42 億 (4,294,967,296) になる。つまり、IPv4 では、基本的には 42 億台までしかネットワークに機器を接続することはできない。42 億という十分な数と思えるかもしれないが、これは地球人口よりも小さい数字である。つまり、一人一人がパソコンを持つような状況には対応できないことは明らかである。

また、情報家電のように、さまざまな機器がネットワークに接続される時代はそう遠くない将来やってくる。パソコンや携帯電話、あるいは、冷蔵庫やテレビなど身の回りにある電気製品の数を数え上げていくと、42 億という数では、日本国内だけでも足りないことは容易に想像がつく。

かたや、IPv6 では、アドレスに 128 ビットを使う。単にビット数が 4 倍になっただけかと感じる人も多いかもしれないが、128 ビットで表現できる数はおおよそ 340 澗 (340 × 10³⁶, より正確には 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456) という、とてつもなく大きなものである。

身近なものに例えると、IPv4 のアドレス空間がバケツ 1 杯に相当するとしたら、IPv6 のアドレス空間は太陽の体積に相当する。また、地球人口が仮に 100 億に達したとしても、一人あたり 10²⁸ 個ずつ IP アドレスを配布してもまだまだ余裕がある。

1990 年代以降、現在の IPv4 をいつまで使い続けることができるか、言い換えると、ネットワークに接続できる機器の数が IPv4 のアドレスの数を超えてしまうのか、という予測がたてられてきた。現在の予測では、2010 年ごろには、アドレスの数が足りなくなるといわれている。

(2) アドレスの表記法

IPv4 では、アドレスを 8 ビットごとに区切り、それを 10 進数で表記する。たとえば「192.168.1.1」のようになる。

IPv6 では、容易に IPv4 と区別がつくように、アドレスの区切りにコロンの (:) を用いる。また、区切った

数値は 16 ビットごとに 16 進数で表記する。たとえば「2001:02a0:080a:0000:0000:0000:0001」のように書く。また、アドレスが 128 ビットと長いので、省略して書くこともできる¹⁰⁾。たとえば、このアドレスは「2001:2a0:80a::1」と書くことができる。

しかし、通常のインターネット利用においては、陽に IP アドレスを使うことは少なく、より人間にわかりやすいドメイン名(たとえば「tri-osaka.jp」)を使うため、ネットワーク管理者以外はこれらの表記をあまり意識する必要はない。

(3) 設定の自動化とプロトコルの整理

IPv4 では、ネットワーク機器に IP アドレスを自動的に付与したり、同一ネットワークセグメント外にアクセスするためのルーティング(経路)設定などを行うプロトコルは、DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) という独立したものとなっている。

一方、IPv6 では、これらの設定はプロトコルに含まれている。特に、同一セグメント間でのみの通信には、リンクローカルアドレスと呼ばれるアドレスが自動的に設定される。このアドレスは、ネットワーク・インターフェースの MAC アドレスから機械的に生成される。MAC アドレスは、インターフェースの製造者が、そのインターフェースに一意の 48 ビットのアドレスを付与することになっている。このため、この MAC アドレスから生成されるリンクローカルアドレスも重複することなく、一意に定まる。これは、MAC アドレス空間(48 ビット)より IPv6 アドレス空間(128 ビット)が広いからこそ可能なことである。

また、通信のセキュリティを確保するためのプロトコルである IPsec (IP Security Protocol) は、IPv4 では独立したプロトコルとなっているが、IPv6 ではこちらもプロトコルに含まれている。

さらに、通信に応じて確保する帯域などを制御する QoS (Quality of Service) など、IPv4 では、後から追加された別のプロトコルが、IPv6 では最初からプロトコルに含まれている。IPv4 では、増築を繰り返した、屋上屋のような趣きがあるが、IPv6 はプロトコルが整理されて非常にすっきりと洗練されたものとなっている。

(4) 非コンピュータ機器の接続

IPv4 の主な目的は、パソコンに代表されるコンピュータ機器を相互接続することである。一方、IPv6 では、コンピュータに限らず、多くの通信機器を IP に統合することができる。

実際に、電話や放送などの通信網や、空調などの制御およびセンシングなどのネットワーク(ファシリティ・ネットワーク)を IPv6 で統合した「IPv6 ビル」

が作られている。通信網の管理や電力制御などを効率的に行うことによって、コスト削減や環境へ配慮した運用が広がりつつある。

3. これまでの大阪府産技研での IPv6 の利用

大阪府産技研では、2001 年度に、プロバイダが実験接続サービスを開始したのを機に、インターネット接続に IPv6 を利用した。IPv6 を利用したウェブサイトを立て上げ、電子メールの送受信も、相手先が IPv6 を利用している場合は IPv6 で行っていた。

なお、この実験サービスは、2001 年度末で終了したので、それに伴って、研究所の IPv6 接続も一時終了した。しかし、2004 年度から再びプロバイダの提供するサービスを利用し、IPv6 でのインターネット接続を再開した。図 1 に現在のインターネット接続の概略を示す。

4. 所内情報システムの IPv6 対応

2005 年度には「所内情報システムの IPv6 化」というテーマの支援研究を実施し、所内のネットワークにおいても IPv6 の利用を開始した¹⁾。

本研究では、計算機室内のサーバネットワークと、実験室内のクライアントネットワークのみを IPv6 対応とし、トンネリングの手法を用いて、その二つのネットワークを接続した。図 2 にネットワークの構成図を示す。

次にこのネットワークについて、サーバの IPv6 対応、トンネリング接続の設定方法、クライアントの IPv6 対応方法、接続実験の結果を報告する。

(1) サーバの IPv6 対応

本研究で用いたサーバは、所内情報システムのうち

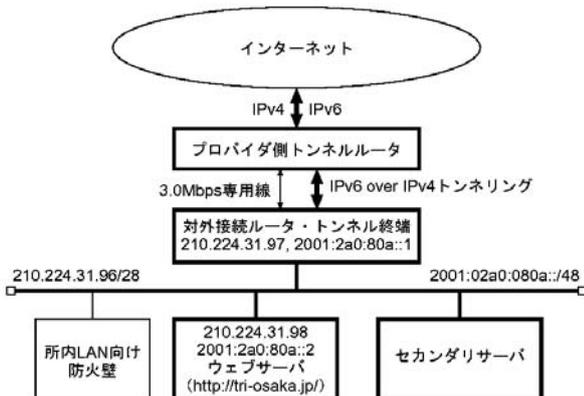


図 1 現在のインターネット接続

の依頼試験・機器利用システムの開発用サーバである。このサーバは、実際の依頼試験や機器利用などの受付処理を行っているものではなく、プログラムなどを更新する際に事前にテストを行うために用意してあるものである。これは、実際の業務に変更を適用する前に確認を行うために必要な措置である。所内全体の IPv6 対応は、2006 年度に予定しているが、それに先立った実証実験を行うために、このサーバを用いた。

(A) OS の設定

このサーバの OS は FreeBSD 4.9R である。FreeBSD は IPv6 のプロトコルスタックである KAME を早くから実装しており、特段の設定を行わなくても、同一セグメント内での IPv6 通信は行える状態となっている。

今回の実証実験では、セグメント外への通信が必要となるため、IPv6 アドレスの設定などを行った。設定は、必要なものを /etc/rc.conf ファイルに書き込むだけである。図 3 に IPv6 通信に必要な設定を示す。

(B) ウェブサーバの設定

サーバで用いているウェブサーバは Apache 1.3.33 である。このウェブサーバは、そのままでは IPv6 対応ではない。そこで、インターネットで公開されている IPv6 対応プログラム (パッチ) を適用して、サーバソフトウェアを再コンパイルした。また、IPv6 の通信を行うために設定ファイル httpd.conf ファイルに IPv6 に関する設定を追加した。これらについて図 4 に設定を示す。

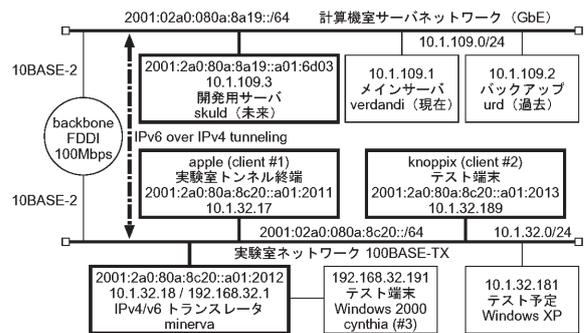


図 2 IPv6 実験接続ネットワーク構成図

```
#
ipv6_enable="YES"
ipv6_prefix="2001:02a0:080a:8a19"
ipv6_prefixlen="64"
ipv6_myhostpart="0a01:6d03"
ipv6_myaddress="${ipv6_prefix}:::${ipv6_myhostpart}"
ipv6_gateway_enable="YES"
ipv6_network_interfaces="bge0"
ipv6_ifconfig_bge0="${ipv6_myaddress} prefixlen \
${ipv6_prefixlen}"
```

図 3 サーバの IPv6 設定

```

【パッチの適用とコンパイルの準備】
zcat apache-1.3.33-v6-20041106.diff.gz | patch -p1
./configure --enable-rule=INET6 \
--prefix=/home/local/apache\
--enable-module=log_referer \
--enable-module=rewrite \
--enable-module=so

【設定ファイルへの追加】
# Listen can take two arguments.
# (this is an extension for supporting IPv6
addresses)
Listen :: 80
Listen 0.0.0.0 80

```

図4 ウェブサーバのIPv6対応化作業

以上の設定などを行うだけで、サーバを簡単にIPv6に対応させることができる。なお、サーバ上で動いている他のプログラム、たとえば、PostgreSQLなどのデータベースや、依頼試験・機器利用システムなどのプログラムには一切変更を加えなかった。

(2) トンネリング接続

計算機室のサーバネットワークと実験室内のクライアントネットワークは、それぞれIPv6対応にすることが比較的簡単にできるが、研究所内のネットワークそのものはIPv6には対応していない。

そこで、二つのネットワーク間でIPv6の通信を行えるようにするため、トンネリングという手法を用いてネットワークを接続した。これは、IPv6パケットをIPv4パケットの中にカプセル化することによって、実現している¹²⁾。

トンネリングには、二つのネットワークに、トンネリング用の設定を行った計算機を用意する。サーバネットワークでは、開発用サーバを、実験室ネットワーク

```

#
ipv6_tunnel_peer="2001:2a0:80a:8a19::/64"
ipv6_static_routes="tunnel"
ipv6_route_tunnel="{ipv6_tunnel_peer} \
-interface gif0"
ipv6_gateway_enable="YES"
#
gif_tunnel_peer="10.1.109.3"
gif_interfaces="gif0"
gifconfig_gif0="{myaddr} ${gif_tunnel_peer}"

```

図5 トンネリング設定例（実験室側）

ではFreeBSDクライアントを使用した。トンネリングに必要な設定例を図5に示す。

(3) クライアントのIPv6対応

研究所では、クライアントコンピュータのOSに、Windowsを使用している。Windowsで、初めてIPv6プロトコルに対応したOSは、Windows 2000である。しかし、Windows 2000におけるIPv6プロトコルの対応は、正式なものではなく、開発者向けのモジュール提供であった。正式なIPv6プロトコルの対応は、Windows XP Service Pack1（以下、Windows XP SP1）からである¹³⁾。また、2008年に発売予定のWindows Vistaも、IPv6プロトコルに対応している。Windows Vistaは、初期状態からIPv6で通信が可能であるといわれている¹⁴⁾。

しかし、Windows XPのSP1以降のバージョンは、出荷時の状態でIPv6プロトコルが用意されているが、インストールはされていない。そのため、IPv6で通信を行うために、IPv6プロトコルをインストールする必要がある。また、インストール以外にも設定が必要となる場合がある。下記に、IPv6の通信に必要な設定を紹



図6 Windows XPでのIPv6設定方法

介する。

1. IPv6 プロトコルのインストール
2. IPv6 アドレス、プレフィックス長、ルーティングの手動設定

なお、確認に用いた OS のバージョンは Windows XP Professional Version 2002 Service Pack 2 である。

(A) IPv6 プロトコルのインストール

IPv6 で通信を行うために、IPv6 プロトコルをインストールする必要がある。その手順を以下に示す。

まず、「スタート」－「コントロールパネル」から、コントロールパネルの画面を開く。次に、「ネットワーク接続」の画面を開き、IPv6 プロトコルを実装する接続インターフェイスを選択する。右クリックでプロパティを選択すると「ローカルエリア接続のプロパティ」が表示される。その後、開いた画面から、Microsoft ネットワーク用クライアントを選択し（図 6 の a）、「インストール」をクリックする（図 6 の b）。開いた画面の「プロトコル」を選択し（図 6 の c）、「追加」をクリックする（図 6 の d）。ネットワークプロトコルの選択画面に、IPv6 通信サービスである「Microsoft TCP/IP Version 6」がある。このプロトコルを選択し（図 6 の e）、最後に「OK」を押す（図 6 の f）と IPv6 のプロトコルがインストールされる。

なお、別の設定方法として、コマンドプロンプト上で「netsh interface IPv6 install」と入力することで、プロトコルをインストールすることもできる。

IPv6 プロトコルをインストールした時点で、既に MAC アドレスから生成された IPv6 アドレスが自動付与されている。この IPv6 アドレスのプレフィックス長 64 であり、ネットワークプレフィックスは、fe80::/64 である。この時点で、セグメント内での通信が可能となる。

しかしながら、セグメント間の通信やインターネットの接続を行うには、セグメントを単位とした適切な IPv6 アドレスとプレフィックス長の設定、また、セグメント外と通信を行う際に通過するルーティングの設定を行う必要がある。これらは、ルータの設定を適切に行えば、自動化できる。しかし、現段階では、研究所内のルータは、このような設定を行っていない。そのため、クライアントのコンピュータで、以下の設定を行った。

(B) IPv6 アドレス、プレフィックス長、ルーティングの手動設定

IPv6 でセグメント間の通信やインターネットの接続を行うために、手動で IPv6 のアドレス、プレフィックス長、ルーティングの設定を行った。少なくとも現時点では、グラフィック画面上で、IPv6 アドレスの手動設定を行う手段がない。このため、コマンドプロンプト上で、IPv6 アドレスの手動設定を行った。これらの設定には、実行中のコンピュータのネットワーク構成を表示および修正する netsh を起動する必要がある。netsh は、コマンドプロンプト上で、“netsh”と入力することにより起動する。netsh が起動した後、IPv6 アドレスの設定を行った（表 1 参照）。

(4) DNS の設定

ところで、実際に IPv6 で通信を行うためには、サーバとクライアントを IPv6 対応にし、その間の IPv6 での通信を行えるようにするだけでは不十分である。それは、クライアントからサーバを参照する際には、IP アドレスではなく、ドメイン名が利用されるからである。

このため、サーバならびにクライアントのドメイン名から IPv6 アドレスを検索できるように DNS の設定を行う必要がある。DNS の設定は、ネームサーバのゾー

表 1 IPv6, プレフィックス長, ルーティングの設定と確認 (斜体文字はプロンプト)

	netsh コマンド (# は , dos コマンド)	例
インターフェース番号の確認	C:¥> IPv6 if(#)	-
IPv6 アドレスの手動設定	netsh> interface IPv6 set address インターフェイス番号 or “インターフェイス名” IPv6 アドレス	netsh> interface IPv6 set address 4 2001:2a0:80a:8c20::a01:20bf
プレフィックス長の設定	netsh> interface IPv6 set interface インターフェイス番号 or “インターフェイス名” siteprefixlength=プレフィックス長	netsh> interface IPv6 set interface 4 siteprefixlength=64
ルーティングの設定	netsh> interface IPv6 set route 送信データアドレス インターフェイス番号 or “インターフェイス名” ゲートウェイ	netsh> interface IPv6 set route ::/0 4 2001:2a0:80a:8c20::a01:2011
IPv6 アドレス, プレフィックス長の確認	netsh> interface IPv6 show interface インターフェイス番号 or “インターフェイス名”	netsh> interface IPv6 show interface 4
IPv6 ルーティングの確認	netsh> interface IPv6 show route	-

【正引きゾーンファイル】	
skuld	IN AAAA 2001:2a0:80a:8a19::a01:6d03
apple	IN AAAA 2001:2a0:80a:8c20::a01:2011
minerva	IN AAAA 2001:2a0:80a:8c20::a01:2012
skuld-v6	IN AAAA 2001:2a0:80a:8a19::a01:6d03
apple-v6	IN AAAA 2001:2a0:80a:8c20::a01:2011
minerva-v6	IN AAAA 2001:2a0:80a:8c20::a01:2012
【逆引きゾーンファイル】	
;-----:-----:-----:	
3.0.d.6.1.0.a.0.0.0.0.0.0.0.0.0.9.1.a.8 \	
IN PTR skuld.tri.pref.osaka.jp.	
1.1.0.2.1.0.a.0.0.0.0.0.0.0.0.0.2.c.8 \	
IN PTR apple.tri.pref.osaka.jp.	
2.1.0.2.1.0.a.0.0.0.0.0.0.0.0.0.2.c.8 \	
IN PTR minerva.tri.pref.osaka.jp.	

図7 ネームサーバの設定

ン設定ファイルにIPv6アドレスを指定する「AAAAレコード」を追加することによって実現する。

また、IPv6アドレスからドメイン名を検索できるように逆引き設定を行う場合は、「PTRレコード」を追加する。今回の実験にあたって追加した情報を図7に示す。

(5) 接続実験の結果

サーバネットワークと実験室のクライアントネットワークをIPv6対応とし、それらをトンネリングで接続した後、クライアントからサーバにアクセスして、所内情報システムが使えることを確認した。

確認方法は、クライアントがIPv4ではなく、IPv6で接続していることを確認すること、そして依頼試験登録、機器利用登録、職員動静表が動作することを確認した。

確認に用いたクライアントは、Windows XPだけでなく、FreeBSDおよびLinux (knoppix)、そしてIPv6に対応しているPDAで実施した。

図8と9にWindowsでプロトコルを確認している画面、knoppixで職員動静表を確認している画面を示す。いずれの場合も、システムの動作に問題はなかった。これにより、所内ネットワークをIPv6化しても、大きな問題なしに移行できることがわかった。

5. 実証実験の考察と今後の課題

2005年度に実施した、所内ネットワークの一部をIPv6対応にした実験では、所内情報システムのうち、依頼試験・機器利用システムが大きな問題なくIPv6で利用できることがわかった。

サーバOSやウェブサーバは、基本的にはIPv6に対応しているため、追加の設定を行うだけでIPv6化を行うことができた。またクライアントについても

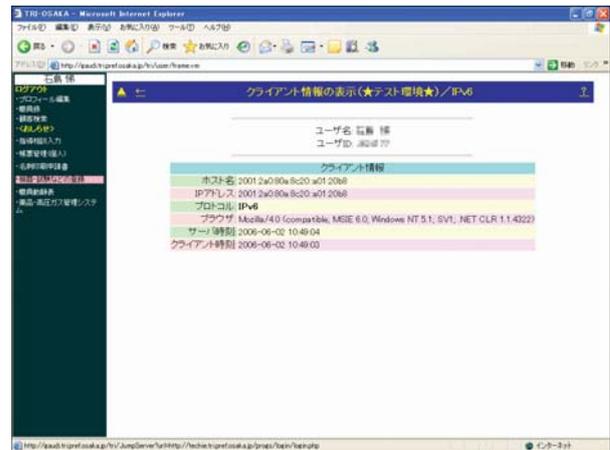


図8 プロトコルの確認



図9 動静表の表示

FreeBSDやLinuxについては特に難しい点はなかった。Windows XPでは、プロトコルの追加作業とコマンドプロンプトからの設定が必要となるが、こちらも特段の問題はない。

以上の結果から、IPv6の利用に関する「難しそう・コストがかかりそう」という先入観は、導入を試みれば簡単に払拭できるというよいだろう。

一方、IPv6の特徴を本稿の前半で説明したが、IPv6ではクライアントなどは特に設定を行わなくても、プラグ・アンド・プレイでIPv6ネットワークに接続できることがその大きな特徴である。これを実現するためには、ネットワーク機器、特にルータで設定を行う必要がある。

今回は、そのような設定を行わなかったため、クライアント側でIPv6アドレスの設定を行ったり、ルーティングの設定を行うといった作業が必要であった。これらについては、所内ネットワーク全体をIPv6化する際に、基幹ネットワークを接続するルータに適切な設定を行うことによって、クライアント側での設定を自動化する予定である。

また、2006年度の所内ネットワークのIPv6化にあたっては、コンピュータシステムのIPv6化だけではなく、これまではIP化されていなかった各種通信網のIP化を検討する予定である。IPv4では、アドレス空間の不足などの理由により、さまざまな通信機器をIP網に統合することが困難であるといわれてきた。IPv6の広大なアドレス空間と洗練されたプロトコルにより、通信網の統合が期待できる。

さらに、所内電話その他のネットワークを統合することによって、どの程度のコスト削減を行えるかを見極める予定である。

6. おわりに

本稿では、まず、現在インターネットを支えているIPv4とその限界、そして、IPv4の抱える問題を解決することを期待されているIPv6について説明を行った。そして、研究所におけるIPv6に関する過去の取り組みと、現在行っている研究について紹介した。

IPv6は2008年度以降には政府機関などで採用されることがすでに決定しており、ネットワークのIPv6化の流れは止まることがないことは明らかである。当研究所では、国の政策目標よりもずっと早く、所内ネットワークのIPv6対応を完了する予定である。これらの成果が、IPv6の利用を検討している企業やIPv6対応の機器ならびにソフトウェアを開発している企業に広く活

用されることを期待している。

参考文献

- 1) 総務省編：国民のICT利用，平成17年度版情報通信白書，ぎょうせい，(2005) p.2
- 2) 平松初珠，新田 仁：情報セキュリティ読本，大阪府立産業技術総合研究所情報電子部制御情報系(2006)
- 3) 石島 悌：商工振興，**53**, 6(2000) p.5
- 4) 増田康人，長橋賢吾，有賀征爾：IPv4の限界，使って学ぶIPv6，アスキー(2002) p.8
- 5) RFC791, Internet Protocol, (1981)
- 6) Silvia Hagen：IPv6とIPv4，IPv6エッセンシャルズ，豊沢聡訳，オライリージャパン(2003)
- 7) ユビキタスネット社会の実現に向けた政策懇談会：u-Japan政策，http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan/index.html
- 8) 大阪府商工労働部 科学・情報グループ：ユビキタス大阪戦略e-やんか大阪II，(2006)，<http://www.pref.osaka.jp/kikaku/kagakujoyoho/e-yanka2/index.html>
- 9) 石島 悌：大阪府立産業技術総合研究所報告，No.19(2006) p.19
- 10) RFC1924, A Compact Representation of IPv6 Addresses, (1994)
- 11) 石島 悌，中西 隆，袖岡孝好，平松初珠，中辻秀和，森田 均：電子情報通信学会技術研究報告，**106**, 34(2006) p.73
- 12) 大江将史：UNIX Magazine，**16**, 6(2001) p.87
- 13) マイクロソフト：IPv6に対するマイクロソフトの目標，<http://www.microsoft.com/japan/windowsserver2003/technologies/ipv6/ipv6.mspix>
- 14) マイクロソフト：Changes to IPv6 in Windows Vista and Windows Server “Longhorn”，<http://www.microsoft.com/technet/community/columns/cableguy/cg1005.mspix>