

# 2017年度におけるIPv6の大学等による利用状況

小林貴之<sup>1)</sup>, 鈴木伊知郎<sup>2)</sup>, 前野譲二<sup>3)</sup>, 近堂徹<sup>4)</sup>, 北口善明<sup>5)</sup>

- 1) 日本大学 文理学部
- 2) アラクサラネットワークス株式会社
- 3) 早稲田大学 情報教育研究所
- 4) 広島大学 情報メディア教育研究センター
- 5) 東京工業大学 学術国際情報センター

tkoba@chs.nihon-u.ac.jp

## Status of IPv6 utilization in Universities of Japan for the year 2017

### 概要

2016年11月の「IPv6 Summit in TOKYO 2016」において、携帯電話大手3社がIPv6を標準で利用できるようにする計画を発表するなど、IPv6を利用できる環境は整いつつある。本稿では2017年9月現在におけるIPアドレスをめぐる状況をまとめるとともに、大学等のIPv6の利用状況の実態について述べる。また、特に電子メールについてサービスを外部化している大学が増えていることを報告する。

### 1 はじめに

IPv6は実用段階にあると言われており、普及の定義にもよるが、日本では42%を超えている[1]。IPv6に対応したVNEも揃いつつあって、ネットワーク(ISP)のIPv6対応は着実に進みつつある。

一方、PCからスマートフォンに至るまで大半の消費者向けコンピュータが、実装状況にばらつきはあるものの、おおむねIPv6に対応している[2]。また、ネットワークがIPv4とIPv6のデュアルスタック運用されている場合はIPv6が優先して利用される状況になりつつある。2017年度内には携帯電話大手3社でIPv6接続が標準で利用できる予定になっており、今後多くのサービスでIPv6の導入が進むことが期待されている。実際に、GoogleやFacebook, Microsoft, Amazon Web Serviceなどのハイパージャイアントと呼ばれる大手コンテンツ事業者ではIPv6対応が急速に進んでいる。これらの事業者が提供するクラウドサービスでは、利用者の気が付かないうちにIPv6によるサービスが提供されることになり、またサービス提供開始によりIPv4とIPv6のトラフィック比率が大きく変化することが特徴的である。

このような状況のなか、大学などの高等教育機関のネットワークは依然IPv4接続のみの提供が主流であり、IPv6導入は進んでいない[3]。しかしながら、今後のIPv6が普及していくにつれて、コンテンツを提供するサーバや利用者のクライアント

に対するIPv6接続の提供は避けて通れない。

本稿では、対外的にはコンテンツとしてWebサイトを運用しており、また教職員や学生にネットワークへの接続性や各種ネットワークサービスを提供している主体として大学をみたとき、IPv6への対応状況(2017年9月時点)を調査した結果を以前のデータ[3,4]と比較し報告する。また、これらの結果をもとにIPv6導入における先行事例や知見等を参考にしながら、大学等の学術組織におけるIPv6導入モデルの検討を行う。

### 2 IPv6運用状況の判断基準

本章では、DNS、電子メール、Webの主要サービスにおけるIPv6運用状況に焦点を絞った調査方法について述べる。

#### 2.1 DNS サービス

DNSは、IPv6を実用するにあたって重要性が高くなるサービスである。改めて議論するまでもなくIPv6アドレスは普通のユーザが直接入力することを前提としていない。また、IPv4と名前空間を共有しているという意味でも重要であり、ユーザが「意識せずに」IPv6を利用している状況を作り出すことができるのは、DNSを正しく運用することにより、はじめて可能となる。

そこで、本稿では外部から観察することができるIPv6の運用状況の1つ目として、DNSサーバでNSレコードとして指定されているサーバが

AAAAレコードでIPv6アドレスとして解決できるかどうかを調査した。

## 2.2 電子メールサービス

電子メールは、いまだに重要なサービスの1つである。そこで、MXレコードで指定されるホストがAAAAレコードで解決されるかどうかについても調査を行った。一方、ここ数年で電子メールサービスをクラウドサービスで提供したり、ウィルスチェックに外部サービスを利用する大学が急増している。今回の調査では、電子メールサービスの提供形態についてもあわせて調査し、それらの結果をまとめる。

## 2.3 Web サービス

最後に、各機関が公式ウェブページを提供している、Webサーバの対応状況の調査を行う。具体的には、文部科学省による「高等教育機関<sup>1</sup>」に列挙された国立大学法人、公立大学、私立大学、公私立短期大学、放送大学のWebページのURLとして、AAAAレコードが定義されているかについて調査を行った。なお、これらの(多くの場合、「ac.jp」に続く第3レベル)ドメイン名については、2.1および2.2の各調査にも利用している。

## 3 調査結果と考察

本章では、2章で示した調査内容について2017年9月に実施した調査結果と考察について述べる。調査対象は1,105の大学・短期大学である。尚、県立大学で県庁(lg.jp)のドメイン名で運用されているものなどは除外した。

### 3.1 調査結果

まず、DNSサービスの結果について述べる。DNSコンテンツサーバ(NSレコードで指定されるホスト)にAAAAレコードが指定されており、何らかの形でIPv6アドレスの割当を受けていると思われる大学は415あった(約37.6%)。昨年[3]は385であったので、約1割の増加である。

ただし、AAAAレコードとして指定されているのがSINETのセカンダリサービスだけという大学が196(約17.7%)、外部事業者にDNSの運用を委託していると思われるケースが187(約16.9%)である。独自にDNSコンテンツサーバを運用してい

るのは32(約3.0%)であり、一昨年[4]の24、昨年[3]の26からの継続的な増加となった。これらはネットワーク更新やシステム更新の時期にも関連するが、全体的に増加傾向にあるもののまだまだ少数であると考えられる。

次に、MXレコードについては、独自にIPv6に対応したMXを運用しているケースは見つけることができなかった。その一方で観察されたことが2点あった。1点目が外部サービスの利用が急増しているということであり、2点目が第3レベルドメインにMXレコードが設定されていないケースが散見されるということである。これらは項を改めて議論する。

最後にWebページが運用されているドメイン名であるが、30(約2.7%)であった。このうち、ホスティングサービスの利用を除いて独自に運用しているのは28であった。

### 3.2 考察

調査結果をみると、SINET5の標準サービスが「インターネット接続(IPv4/IPv6 Dual)」であるため、標準的にIPv6アドレスが割り当てられているものの、実際に利用してはいないというケースが増えているものと考えられる。

IPv6対応を考えた時、最も敷居が低く導入しやすい部分としてはDMZセグメント等の比較的ネットワーク運用担当者の管理しやすい部分であり、とりわけ自己運用している場合はDNSコンテンツサーバとWebサーバをIPv6に対応させることであろう。できることからIPv6への対応を広げていくという観点からは、外部からのIPv6アクセスを可能にするという観点からもここから利用を開始することは考慮に値すると考えられる。

なお、DNSを自己運用していないということは、大学や講義の運営に利用している各種システムもIPv6対応していない大学が大半であろうことが伺える。今後は、入学してくる学生らが「意識せずにIPv6の利用をはじめている状況」にあることが遠からず実現するはずである。学生らに最も身近なインターネット対応機器であるスマートフォンから大学へのアクセスに影響を与える可能性があることに留意するべきである。

### 3.3 MXとドメイン名の運用

2017年の調査で注目したのは、電子メールサービスのアウトソース化である。MXレコードの調

<sup>1</sup> [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/link/1294885.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/link/1294885.htm)

査対象としたドメインのうち 411 (約 37.2%) が、外部サービスを利用していた。その内 52.3% が Gmail で、29.4% は Office365 の SaaS サービスであり、この 1 年ほどで急速に増加傾向にある。

また、もう 1 つ特徴的な傾向として、76 (6.9%) の大学が第 3 レベルドメインに MX レコードを定義していなかった点がある。これは、例えば example.ac.jp ドメインに MX レコードが定義されていないという意味である<sup>2</sup>。

あるドメイン名においてメールの運用を行わない、または行わなくなったということは起こりうる。ドメイン名を運用管理する上で、RFC で推奨されるメールアドレスは用意すべきであるが、ドメイン名の運用実態を考えれば Null MX を定義するなど、適切なドメイン名運用を心がけるべきである。今後 IPv6 が普及期を迎えながらも IPv4 から完全に置きかわるということではなく、IPv4 と IPv6 の平行運用期が当面と続くと考えられる。インターネット上へのリソースアクセスに、IPv4 と IPv6 を意識せずスムーズな橋渡しを行うためには、一層 DNS の適切な運用が重要となるだろう。

## 4 学術組織における IPv6 導入に向けて

本章では学術組織における IPv6 導入に向けて、ネットワーク上で提供するサービスとクライアント接続サービスの 2 つについて導入時に検討すべき項目について述べる。

### 4.1 ネットワーク上で提供するサービス

学術組織においては、事務系・教務系・研究系などに分かれてサービスを提供する形態が多いと考えられる。Web サービスなど学外からの利用が想定される DMZ 上のサービスについては IPv4/v6 デュアルスタック運用が現実的と考えるが IPv6 未対応のサービスを洗い出し、対応を検討しておく必要がある。

### 4.2 クライアント接続サービス

教職員や学生が利用するクライアントを学内 LAN に接続させるクライアント接続サービスにおいては、現在サポートが提供されているパソコン用 OS で IPv6 に未対応の機器は無いと考えられ

る。したがって、サービスを提供する際に構成を考える上での自由度は高い。

同時に考慮すべきであるのはモバイル端末の普及であり、OS のバージョンも考慮すると多種に渡る持込端末に対して接続サービスを提供する必要が生じている。

これらに対しネットワーク接続性を提供するためには一部の大学を除き、IPv4 を付与するか IPv6 アドレスを付与する、またはデュアルスタックという選択肢になる。表 1 に、ネットワーク機器に対する要件、アドレス配布方法、端末のトレーサビリティ (追跡可能性) の 3 つの観点から対応方法についてまとめる。

表 1. クライアント付与アドレス別対応

	IPv4 のみ	IPv6 のみ	デュアルスタック
ネットワーク機器	NAPT (プライベート利用時) 要トランスレータ	NAT64/DNS64	IPv4 用 NAPT L3SW テーブルリソース負荷
アドレス	DHCP	RDNSS に一本化?	IPv4, IPv6 双方に要対応
トレーサビリティ	DHCP 管理 NAPT ログ (プライベート利用時)	NDP	IPv4, IPv6 双方に要対応

通常、用意できるリソース (お金、人) は有限であるので、デュアルスタックのメリットはトランスレータが不要というだけと考えられる。したがって、IPv4 のみで NAPT とトランスレータにリソースを割くか、IPv6 のみで NAT64/DNS64 にリソースを割くかという選択の問題となる。

## 5 まとめ

IPv6 アドレスは 4 割近くの大学等で割当を受けているが、実際にネットワーク上のサービスへ導入スピードは非常に遅い。学生らが持ち込む情報機器は既に IPv6 対応であるにも関わらずキャンパス側での受け入れ体制には問題があると言わざるを得ない。高等教育機関は教育支援環境として十分な ICT 環境整備が急務と考えられる。

限られた予算のためクラウドサービス利用が今後益々盛んになると考えられるが、トラブル発生時にはオンプレミス環境よりもトラブルシューティングが難しくなることが予想される。

具体的な例として、本報告では Null MX 定義の

<sup>2</sup> 「Null MX」(RFC7505) が定義されていない限り、MX レコードが定義されていない場合、RFC 5321 に従いそのホストの A レコードが暗黙的な MX リソースレコードとして、優先度 0 で指定される。

必要性を指摘したが、長期的な視野で運用体制と  
キャンパスサービスについて考慮する必要がある。

## 参考文献

- [1] Cisco, 6lab – The place to monitor IPv6 adoption,  
<http://6lab.cisco.com/> (2017年9月29日参照)
- [2] 北口善明, 近堂徹, 鈴田伊知郎, 小林貴之, 前  
野讓二, クライアント OS の IPv6 実装検証と  
ネットワーク運用における課題、研究報告イ  
ンターネットと運用技術 (IOT) ,  
2017-IOT-36(13), pp. 1-8, 2017年3月3日
- [3] 小林貴之, 鈴田伊知郎, 前野讓二, 近堂徹,  
2016年度における IPv6 の大学等における状  
況, 大学 ICT 推進協議会 2016年度年次大会,  
2016年12月14日
- [4] 前野讓二, 鈴田伊知郎, 小林貴之, IPv6 の大学  
等における利用状況, 大学 ICT 推進協議会  
2015年度年次大会, 2015年12月2日