

唐澤 圭                  藤崎 智宏                  三上 博英  
 NTT 情報流通プラットフォーム研究所

## 1. はじめに

インターネット利用の拡大に対応するため、広大なアドレス空間を持つ IPv6[1]が提案されている。1999年7月からは、実運用可能な subTLA の配布が開始された。また、IPv6 対応のアプリケーションについても、必要なソフトウェアが用意され、IPv4 と同等のサービスが可能になっている。

NTT PF 研では、IPv6 ネットワークの運用技術を実証しながら確立するため、国際的な広域 IPv6 ネットワークである NTTv6Net[2]の運用実験を行っている。その一環として、インターネットの標準化会議である IETF において、ターミナル・ルームの IPv6 トラフィックをアジア方面へトランジットする実験を、第 43 回(オランダ(米)), 第 44 回(ミネアポリス(米)), 第 45 回(オスロ(ノルウェー))会議にて連続して行った。本稿では、この IPv6 実利用トラフィックの分析結果を報告する。

## 2. IETF 会場におけるトラフィック分析

現状の IPv6 ネットワークは実験目的の利用が主流であるため、通常時は ICMP やルーティング・プロトコルなどネットワーク管理用のトラフィックが多い。しかし、今後の実利用環境において効率的な運用を行うためには、ユーザのトラフィックを分析する必要がある。

一方、IETF 会議には、IPv6 研究/開発者に加え、最先端のインターネット技術者が集まり、通常時よりも IPv6 アプリケーションを用いた通信が頻繁に行われる。また、IPv6 の特徴であるグローバル到達性を利用して、会議場からホーム・ネットワークに直接アクセスする可能性も高い。すなわち、IETF のターミナルルームの通信トラフィックは今後の利用形態に近いと考えられる。

この観点から、IPv6 トラフィックをトランジットする過程で、IPv6 パケットを収集し、トラフィックの分析を行った。

### 2.1. ネットワーク構成

IPv6 パケット収集ためのネットワーク構成を図1に示す。ここでは、日本の pTLA 組織である NTT-ECL と

WIDE (6bone-jp) のアドレスを広告して、IETF 会場とこれら 2 つのネットワーク間のパケットを転送した。

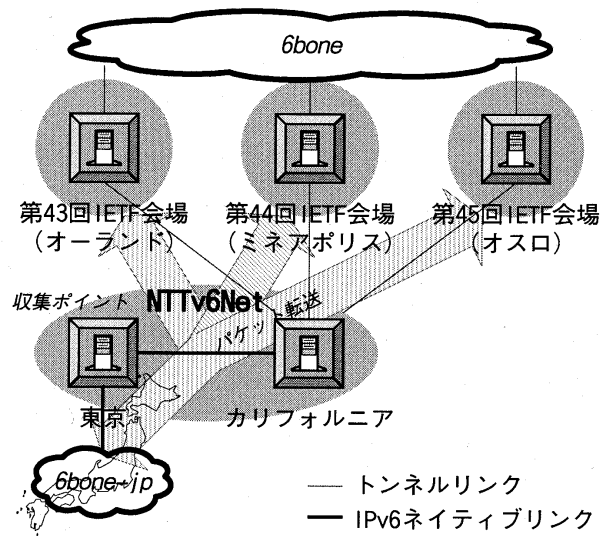


図1 IPv6 パケット収集時のネットワーク構成

今回対象とした IETF ターミナルルームのネットワークは、NTTv6Net へ IPv6 で直接通信できるリンク(ネイティブリンク)を持っていないため、既存の IPv4 ネットワークを利用して IPv6 通信を行う技術(IPv6 over IPv4 トンネル)によって接続する必要があった。ただし、トンネルを用いる際には、リンクの品質を考慮して、トンネル区間をできる限り短縮することが重要である。そのため、欧米に近いカリフォルニアまでを IPv6 ネイティブリンクで接続した後、会場までをトンネル接続する構成を採った。

### 2.2. トラフィック情報

まず、各会議における IPv6 の利用者数の変化を推定するため、IPv6 端末総数を測定し、表 1 にまとめた。この測定には、IPv6 のアドレス自動設定機能が、ハードウェア・アドレスを利用して、端末固有のアドレスを付ける

An analysis of IPv6 Real Traffic  
 Kei Karasawa, Tomohiro Fujisaki, Hirohide Mikami  
 NTT Information Sharing Platform Labs.  
 3-9-11, Midori-cho, Musashino-shi, Tokyo  
 180-8585, Japan

表 1 IETF における IPv6 端末数

第45回	第44回	第43回
24端末	21端末	17端末

ことを利用した。ただし、アドレス自動設定機能を用いていないアドレス、例えば下位 64bit が::1 などは、ルータなどに利用されることが多いので、ここでは除外した。

次に、IPv6 ネットワークの利用状況を知るため、第 43～45 回の各 IETF 会議期間におけるトラフィック量を 10 分間隔で測定した。その結果を図 2～4 に示す。ただし、本グラフには、ネットワークの利用形態を把握するため、管理用トラフィックを除いた値を用いている。

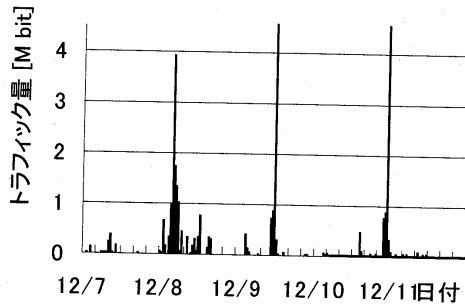


図 2 第 43 回 IETF のトラフィック量の時間分布

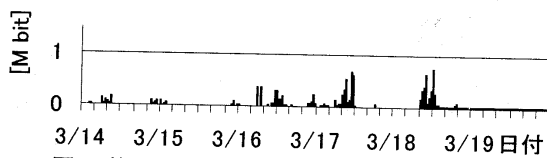


図 3 第 44 回 IETF のトラフィック量の時間分布

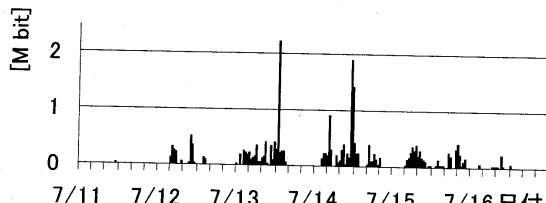


図 4 第 45 回 IETF のトラフィック量の時間分布

さらに、各会議において収集されたパケットを、プロトコルの種類ごとに分類して利用率を算出し、表 2 にまとめた。ここでは、ICMP6, BGP4+, RIPng をネットワーク管理用プロトコルとし、それ以外をユーザ・アプリケーションのプロトコルとして独立に集計した。

### 3. IPv6 実利用環境の考察

まず表 1 から、IPv6 利用者数は増加傾向にあることが分かる。この値は 2 つの pTLA 組織へのトラフィックのみから得られたので、現在の pTLA 組織の総数が 67 であることから推定すると、ターミナル・ルーム全体では表 1 の 10 倍程度の端末が IPv6 ネットワークを利用していたと考えられる。

また、図 2～4 のグラフ情報は、IPv6 のユーザトラフィックが IPv4 と同様な時間変化であることを示している。

表 2 IETF における IPv6 トラフィックの種類

種類	第45回	第44回	第43回
ICMP6	21.63%	5.65%	5.42%
BGP4+	68.34%	50.19%	40.14%
RIPng	10.03%	44.15%	54.44%
SSH	82.63%	60.59%	83.86%
TELNET	4.65%	20.66%	0.65%
POP3	3.08%	11.61%	4.19%
UDP	2.50%	2.75%	0.28%
SMTP	1.92%	0.32%	0.45%
HTTP	1.89%	3.18%	0.36%
DOMAIN	1.53%	0.80%	0.34%
FTP	1.44%	0.03%	9.82%
LOGIN	0.26%	0.02%	0.01%
AUTH	0.05%	0.00%	0.01%
SOCKS	0.04%	0.04%	0.02%
その他	1.32%	0.82%	3.67%

次に、表 2 については、以下の変化がある。

- 暗号化通信のための SSH の利用率が高い。
- UDP, SMTP, DOMAIN, LOGIN の利用率が増加。
- POP3, FTP の利用率が減少。
- ルーティング・プロトコルは、RIP から BGP へ移行。

これらの結果を合わせて考えると、IPv6 利用者の増加により、アプリケーションの利用率が平均化していることが分かる。これらの傾向は、IPv6 インターネットが現在の IPv4 インターネットと同様な発展過程をたどっていることを示すものである。

### 4. まとめ

IETF における実利用トラフィックを分析した結果、IPv6 の特徴を反映した以下の結果が得られた。

- 安全なリモートアクセスのための SSH の利用率が高く、セキュリティ意識が強い。
- 主なルーティング・プロトコルは、RIPng から BGP4+へ移行し、現在のインターネットと同様に、広域ネットワークが運用されている。
- IPv6 利用者は増加傾向にあり、多様なアプリケーションが使われ始めている。

この結果により、IPv4 と同等のネットワーク構築が行われていることが分かった。

今後は、SSH よりも容易に暗号化通信を行えるよう、IPv6 必須のセキュリティ技術である IPsec に注目し、広域ネットワーク運用技術を検討することが重要である。

### 参考文献

- [1]. S. Deering, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," RFC2460, p.39, Dec. 1998.
- [2]. NTT PF Labs., "NTT IPv6 Home Page," <http://www.nttv6.net/>.