

インターネットトピック: IJ独自ルータ「SEIL」における4rdの実証実験

ネイティブ方式のIPv6接続サービスが提供開始されたことで、IPv6インターネットが身近になってきました。数年後にはIPv4からIPv6への移行がより進み、IPv4インターネットへの接続は難しくなる可能性があります。そこでIPv4 over IPv6を実現するトンネリング技術の一つとして、現在IETFで議論が進む、IPv4 residual deployment (以下、4rd)が提案されています。

ここでは、IJが独自に開発したルータ「SEIL^{*1}」で研究開発した4rdの実装、及びWIDEプロジェクト^{*2}研究会での4rdを用いた実証実験についてご紹介します。

4rdの特徴は、DS-liteのようなCGN/LSNに基づく技術と異なり、顧客側機器でNAPTを行う点です。顧客側機器でNAPTを行うメリットは、顧客自身でNAPTの状態を把握しやすいということ、また、ISP側機器ではNAPTセッションを保持しないため、冗長性の確保が容易であるということです。これらを踏まえて、IPv6の普及に備えて、4rdプロトコルをSEILへ実装しました。

■ SEILでの実証実験

2011年9月に開催された4日間に渡るWIDEプロジェクトのカンファレンス(以下、合宿)で、実装したSEILに対する4rdの実証実験を行いました。合宿地での通信環境は、対外接続はIPv6のみで、IPv4サイトへの接続は4rd、DNS64^{*3}、NAT64^{*4}、SA46T^{*5}等、複数のIPv4-IPv6移行技術を使用しました。今回の実験目的は、Webブラウジング等の生活上必要な通信が確保できるかの確認、動作するアプリケーションの調査、負荷をかけても問題がないかの確認、IPv4-IPv6移行技術の問題点の洗い出しの4つでした。

1つ目の「生活上必要な通信を確保できるか」については、4rd環境でもストレスなく通信できることが確認できました。合宿

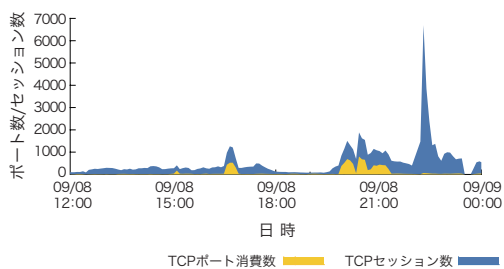


図-1 負荷試験でのTCPポート消費数とTCPセッション数

執筆者:

大谷津 昂季(オオヤツ コウキ) IJ SEIL事業部 製品開発部 研究開発課

監修・協力:

石田 潔(イシダ キヨシ) IJ 執行役員 IJ SEIL事業部 事業部長

末永 洋樹(スエナガ ヒロキ) IJ SEIL事業部 製品開発部 製品技術課

では、約150名が実験に参加し、4rdトンネル上で社内にVPNで接続し、メールやWebブラウジング等を行っていました。

2つ目の「動作するアプリケーションの調査」については、動作したものと、動作しなかったものを参加者同士で情報共有しながら、議論を交わしました。この調査でL2TP over IPsec VPN、リモートデスクトップ接続、Windows共有(Samba)等、業務で一般的に利用されるアプリケーションが問題なく利用できることが確認できました。

3つ目の「負荷をかけても問題がないか」については、最大トラフィック100Mbps、最大TCPセッション1,534、NAPTで使ったトータルセッションが10,365という負荷がある状態でも、SEILの動作には問題がないことを確認しました。

また、9月8日夜に実施した負荷試験(図-1)で、単一のIPv4アドレスを150名が共有した場合に、TCPのポート数はどれだけ必要になるのか測定しました。中規模のオフィスの場合、最低1,000ポート程度の割当が受けられれば実用上の問題はないと言えます。

4つ目の「IPv4-IPv6移行技術の問題点の洗い出し」については、4rdの動作について確認が必要な点が2つ挙がりました。

1つ目は、「コンテンツ配信系の視聴ができないことがある」という現象です。詳細は調査中ですが、IPアドレスを利用した端末認証が行われている可能性があり、IPv4アドレスを共有して通信を行う4rdで、どのように対応するか検討が必要であると考えています。既存のCGN/LSN等も同様の問題を持っている可能性があり、これらの技術も参考に検討を進めています。2つ目として、「ポート番号を持たないプロトコルの対応が実用上必要である」という点です。4rdはNAPTに依存したプロトコルであるため、ポート番号を持たないプロトコルに個々の対応が必要になります。今回の実験では、対応するプロトコルはポート番号を持つTCP/UDP、個別対応としてICMPとしましたが、実運用ではより多くのプロトコルへの対応が求められる可能性があります。

■ IJの今後の活動

4rdはIPv6への移行を促進する上で重要な技術であると考えています。実証実験により、4rdの有効性と懸念点を明らかにできたのは大きな収穫でした。今回は、主にビジネス用途中心の実験となり、映像配信やオンラインゲーム等をはじめとする娯楽アプリケーションの動作検証を十分に行うことはできませんでしたが、IJでは今後も、さまざまなユーザの視点を取り入れ、4rdを完成度の高い技術とするために、引き続き研究開発を行って参ります。

*1 ISPのノウハウを結集してIJが開発した高機能ルータ「SEIL(ザイル)」のポータルサイト(<http://www.seil.jp/>)

*2 1988年にスタートした産官学が連携した研究組織。WIDE(Widely Integrated Distributed Environment)プロジェクト。

*3 IPv4ホストの名前をDNSに問い合わせた際に、本来のIPv4アドレスではなくNAT64の変換対象となる特別なIPv6アドレスを応答する手法。RFC6147。

*4 IPv4のアドレス情報が埋め込まれた特別なIPv6アドレス宛のIPv6パケットを、IPv4/IPv6デュアルスタックのゲートウェイホストでIPv4パケットに変換(NAT)してIPv4インターネットへ転送する手法。

*5 特別なIPv6アドレスにIPv4アドレスを埋め込み、そのアドレスを終点とするIPv4 over IPv6トンネルを自動的に構築する手法。