

第 XXVIII 部

IX の運用技術

第 28 部 IX の運用技術

第 1 章 はじめに

本研究では、商用インターネットを相互に接続する場合の問題点を洗い出し、それを解決するための技術や手法の研究開発ならびに実証実験を行うことを目的とする。具体的には、WIDE Project のサブプロジェクトである NSPIXP (Network Service Provider Internet exchange Point) プロジェクトにて行われている、DIX-IE ならびに NSPIXP-3 の運用を通じて、新技術の研究開発や実証実験を行う。

1994 年の NSPIXP-1 運用開始、1996 年の NSPIXP-2 運用開始、1997 年の NSPIXP-3 運用開始を経て、現在では東京に分散配置した DIX-IE、大阪に分散配置した NSPIXP-3、IPv6 に特化した NSPIXP-6 の運用を基盤とした実証実験を行ってきた。2008 年 6 月に NSPIXP-6 の運用を終了し、本年度は DIX-IE、NSPIXP-3 におけるプロダクション品質の IPv6/IPv4 デュアルスタック運用に取り組んでいる。

特に、Internet eXchange Point を物理的に配置した環境での ISP 間のトラフィック交換において、高信頼性および高効率性を考慮した上での分散ネットワークアーキテクチャに着目し、メディアおよび制御技術の実証および展開の検討と議論をおこなっている。現在、今後のトラフィックボリュームを考えた新規ネットワークボロジへの移行を終え、IPv6/IPv4 デュアルスタック運用、DNS や NNTP などの公共 IX としてのサービスに、ならびに IPv6 への移行において公共 IX が果たす役割について検討しながら、実証実験を行っている。

第 2 章 本年度の研究計画

年次初頭の研究計画書にて示した通り、本年度の研究課題は以下の通りである。

2.1 IX アーキテクチャに関する研究

(1) 広帯域化に対応し、安定性かつ冗長性を向上させた IX アーキテクチャの研究

平成 20 年度は DIX-IE において新アーキテクチャのスイッチを導入し、本格的な 10GbE 環境における、安定性と冗長性を向上させた IX 構成に関する研究に取り組んだ。平成 21 年度は、この経験を生かし、NSPIXP3 における新アーキテクチャスイッチの導入、ならびに安定性と冗長性を向上させた 10GbE 構成の構築に取り組む。

(2) トラフィック成分分析に関する研究

IPv4 から IPv6 への移行が進むにつれて、IX における IPv6 での BGP peering も増加している。平成 21 年 2 月現在、20 組織が IPv6 における BGP peering を行っており、平成 21 年度はさらに IPv6 による BGP peering 参加組織は増加するものと思われる。このような状況をふまえ、IX において交換されるトラフィックに関して、IPv4 と IPv6 の割合、ならびにそれらのプロトコル分析による、利用されるアプリケーションの分析を行う。これによって、IPv4 と IPv6 におけるユーザのネットワーク利用動向の違いを明らかにし、将来における IX の姿を分析するデータとして利用することを目指す。

2.2 パブリック IX における各種サービスに関する研究

(1) IPv6 対応 Root DNS の IX におけるサービス形態に関する研究

IPv4 から IPv6 への移行が進むにつれ、Root DNS においても、平成 20 年に本格的な IPv6 サービスが

開始された。DNS は、インターネットにおいて名前解決サービスを提供するサービスであり、全てのアプリケーションに必要とされる基盤技術となっている。Root DNS とは、この DNS サービスデータベースの起点となる DNS サーバであり、重要な公的サービスとして位置づけられる DNS サーバである。しかし、IPv4 に比べて IPv6 対応 Root DNS サーバは限られた構成にて運用されており、安定したサービスを提供するためのモデルが確立されていない。そこで IX を利用して、より多くのユーザに対して安定した IPv6 対応 Root DNS サービスを提供するための構成に関する研究に取り組む。

(2) IPv6 によるニュースサーバ構築に関する研究

電子ニュースサービスは、国内でのサービス拠点が減少する傾向にあるが、トラフィック量は依然として多く、また根強いユーザからの要求も残っており、依然廃止できないサービスと成っている。その一方で、コスト問題からニュースサービスを停止する ISP が増えており、日本国内でのニュースサービスは、限られた数組織のみによって支えられている現状がある。このような状況下で、大量なトラフィック処理が要求されるニュースサービスを IPv6 を利用して構築するための研究に取り組む。これによって、既存の IPv4 インフラを圧迫することなく、大容

量トラフィックを交換できる可能性を検討する。

本中間報告書では、主に「2.1. IX アーキテクチャに関する研究」の中から (1) に関して、ならびに「2.2. パブリック IX における各種サービスに関する研究」の中から (1) と (2) に関する中間報告を行う。

第 3 章 研究成果

3.1 IX アーキテクチャに関する研究

2009 年度前期では、2008 年度に引き続き、広帯域化によるトラフィック増加に対応するための、IX アーキテクチャの研究と運用を通じたその実証を行った。表 3.1 に 2009 年 12 月時点での DIX-IE ならび

表 3.1. DIX-IE/NSPIXP-3 実証実験拠点一覧

DIX-IE	KDDI 大手町拠点 (WIDE)
	NTT 大手町拠点 (NTT Communications)
	NF 西大井拠点 (MIND)
	ComSpace-1 拠点 (Vectant)
	@Tokyo 拠点 (@Tokyo)
NSPIXP-3	NTT 堂島拠点 (WIDE)
	K-Opti 湊町拠点 (WIDE)

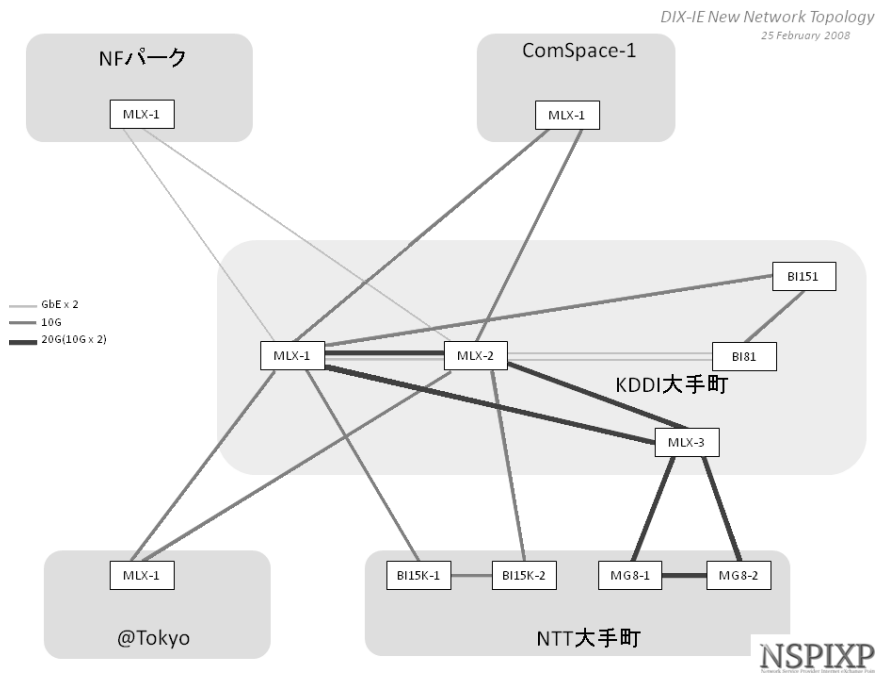


図 3.1. DIX-IE 拠点構成図

に NSPIXP-3 の実証実験拠点を示す。

2009 年度では、まず主に NSPIXP-3 の構成に関する変更を行った。具体的には、トラフィックの増加やジャンボフレームパケットへの対応、ならびに IPv4/IPv6 混在環境でのトラフィック成分計測を行うのに適した機材への変更を行った。具体的には、NSPIXP-3 NTT 堂島拠点の機材を、今まで利用していた Foundry Networks 社 BigIron 15000 から同じく Foundry Networks 社の BigIron MG8 に変更した。これによってバックプレーン容量が増大し、モジュール単位のトラフィック容量も 8 Gbps から 40 Gbps に増大した。また、ジャンボフレームやサンプリングによるトラフィック計測技術である、sFlow にも対応することができ、sFlow を利用した IX におけるトラフィック成分分析実証実験を行うことが可能となった。

また、DIX-IE においても、NF パーク拠点の機器更新が完了した。これによって、DIX-IE 全拠点の機器更新が完了し、全拠点にて sFlow を利用したトラフィック成分分析実証実験を行うことが可能となった。図 3.1 に 2009 年 12 月における DIX-IE の拠点構成図を示す。

さらに、DIX-IE ならびに NSPIXP-3 の 2009 年

12 月現在における接続 ISP 数を表 3.2 と表 3.3 に示す。

次に、図 3.2 に DIX-IE ならびに NSPIXP-3 にて交換されたトラフィック総量の推移を示す。

以上のデータより、本年度の傾向をまとめる。前年度に比べ、接続 ISP 数は減少している。これは、ISP の統廃合による日本国内の ISP 数の減少、ならびにパブリック IX における BGP peering から、プ

表 3.2. DIX-IE における接続 ISP 数

接続メディア別	10 Gbps	9
	1 Gbps	41
	100 Mbps	19
接続拠点別	KDDI 大手町拠点	51
	NTT 大手町拠点	10
	NF パーク拠点	3
	ComSpace-1 拠点	4
	@Tokyo 拠点	1

表 3.3. NSPIXP-3 における接続 ISP 数

接続メディア別	1 Gbps	15
	100 Mbps	0
接続拠点別	NTT 堂島	14
	K-opti 湊町	1

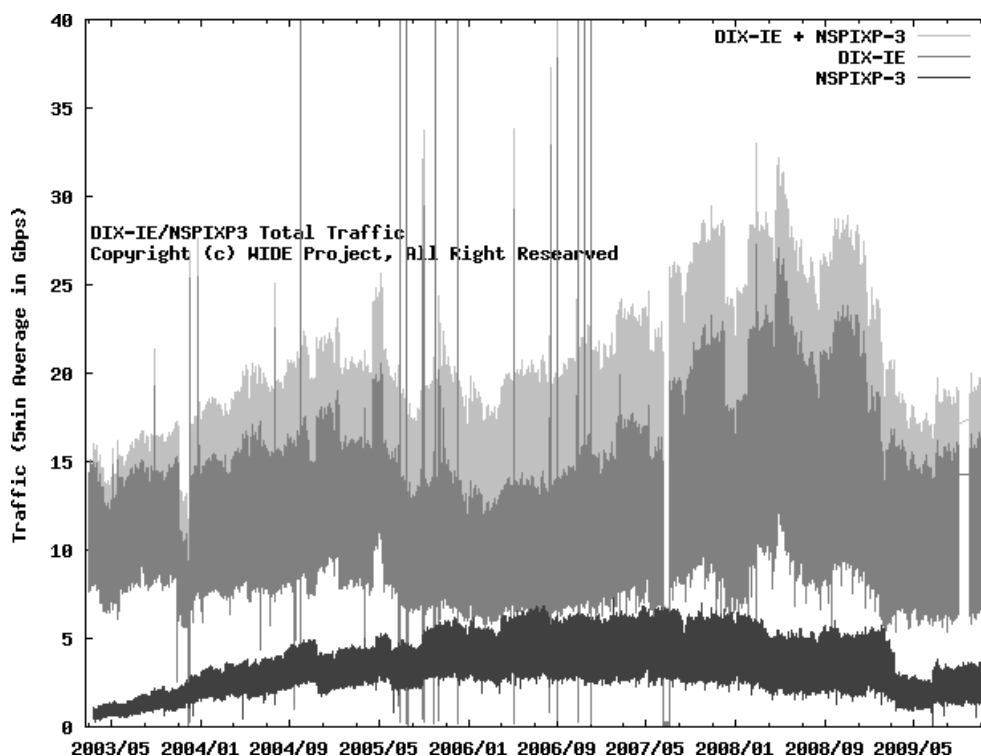


図 3.2. DIX-IE ならびに NSPIXP-3 におけるトラフィック総量の推移

プライベート BGP peering への移行が考えられる。その根拠として、IPv4 での BGP peering は減少しているが、IPv6 peering は増加していることがあげられる。これは、商用ベースになっている IPv4 のトラフィック交換は、大手 ISP が下流 ISP に対して、そのトランジットを販売し、下流 ISP は BGP オペレーションをすることなく顧客に対して接続性を販売することだけに注力する例が増えているからである。一方、IPv6 はまだ完全に商用ベースになっていないため、パブリック ISP においてより多くの ISP と BGP peering することで接続性を向上させる段階にあるからである。

3.2 パブリック IX における各種サービスに関する研究

IPv4 におけるトラフィック総量が増えるに従って、ISP はトラフィックをさばくための設備投資費や人件費が増大する傾向にある。すると、資金面に強い ISP はその設備を増大し、大手顧客からの要望に応えることによって、さらに規模を拡大している。一方、あまり資金面に強くない ISP は、増え続けるトラフィック総量に対して設備投資を行うことができず、顧客はより良い ISP へと移動してしまう。そのため、現在 ISP の二極化が進んでおり、国内における ISP の数も減少傾向にある。

すると、大手 ISP がそのトラフィック交換のほとんどを担うようになり、中小 ISP は、大手 ISP からそのサービスを購入し、顧客に対してより安い価格で再販する形態をとるようになってきている。そのため、パブリック IX における BGP peering 数も減少している。パブリック IX における BGP peering では、基本的にトラフィック等価交換の原則で成り立っている。すなわち、お互いに交換し合うトラフィック総量に大きな差がないという前提で無償でのトラフィック交換が行われている。しかし、ISP の二極化が進むことでその前提がくずれ、中小 ISP は大手 ISP と IX にて BGP peering を行うことができなくなっている。その結果、中小 ISP はパブリック IX から撤退し、大手 ISP からサービスを購入するという形態が増加している。

ISP をとりまく状況が変化するにつれて、IX が果たす役割も変化せざるを得なくなっている。今までのように、信頼性を向上させるための冗長化技術や、より多くのトラフィック交換を行えるよう、大容量

設備の実証実験を行うことだけでは、ISP からの要求に応えることができなくなっている。

そこで本研究では、まだ商用ベースのっていない IPv6 移行へのサービスを、エンドユーザではなく ISP に対して提供することに主眼を移し始めている。具体的には、

- (1) IPv6 移行のための移行技術の導入
- (2) IPv6 による公共的なサービスの提供

である。(1) においては、6to4 や Teredo と呼ばれる、IPv4 から IPv6 移行への橋渡しを行う技術を提供し、実証実験を行う。また (2) においては、Root DNS サーバや News サーバといった、普遍的に利用されるサービスを IPv6 にて提供するための実証実験を行う。

まず、移行のための技術では、Tokyo 6to4 Project (<http://www.tokyo6to4.net>) プロジェクトを誘致し、DIX-IE にて共同でそのサービス提供を行った。6to4 とは、Windows XP や Vista、MacOS X に組み込まれている IPv6 移行技術であり、このサービスを提供することで、IPv4 環境のエンドユーザがより快適に IPv6 環境に移行することができるようになる。

図 3.3 に 6to4 サービスの動作概要を示す。

2009 年 7 月においては、日本国内における唯一の 6to4 パブリックサービスとなっており、公開、非公開含め 10 ISP がこのサービスを利用している。また 2009 年 8 月には JPPIX においても本サービス提供が開始され、4 ISP がサービスを利用している。

ISP にとってみれば、本サービスを利用することで、エンドユーザに対する IPv6 接続性に改善がみられる。ある ISP における IPv6 サーバ (www.kame.net) への RTT 改善の様子を、図 3.4 に示す。

また、6to4 と同様に、エンドユーザに対して IPv6 の接続性を提供するための Teredo という技術も存在する。6to4 は IPv4 NAT ユーザが利用できないという欠点がある。しかし、Teredo は IPv4 NAT ユーザも利用することができ、より多くの Teredo サーバが ISP 内部もしくはその近くに提供されることによって、エンドユーザの IPv6 接続性が改善される。Teredo サービスは現在試験運用をしており、WIDE Project (AS2500) 内部にて Teredo サーバを運用している。そのトラフィック推移を図 3.5 に示す。

Teredo サーバを試験運用して得られた感触としては、6to4 サーバと Teredo サーバを両方提供するこ

6to4 Relay Routerと IPv4/IPv6インターネット

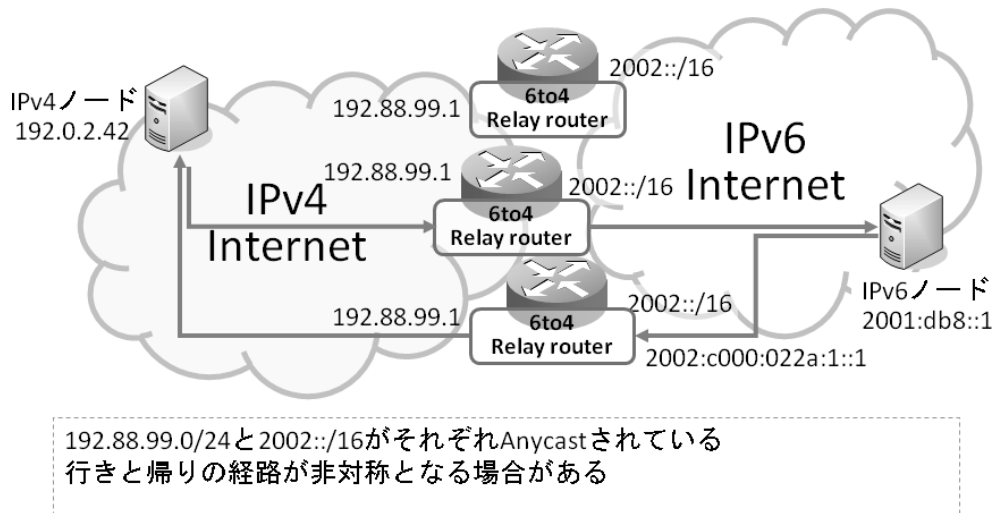


図 3.3. 6to4 サービスの動作概要

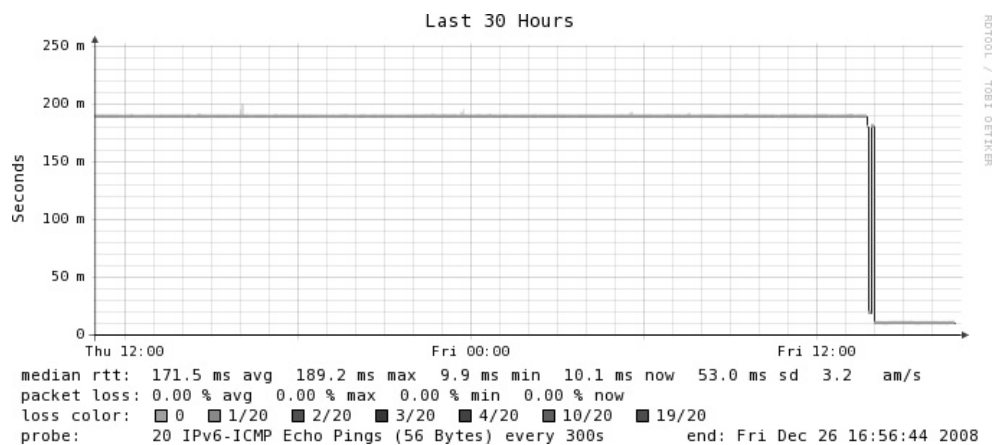


図 3.4. ISP から www.kame.net へのアクセス RTT 改善例

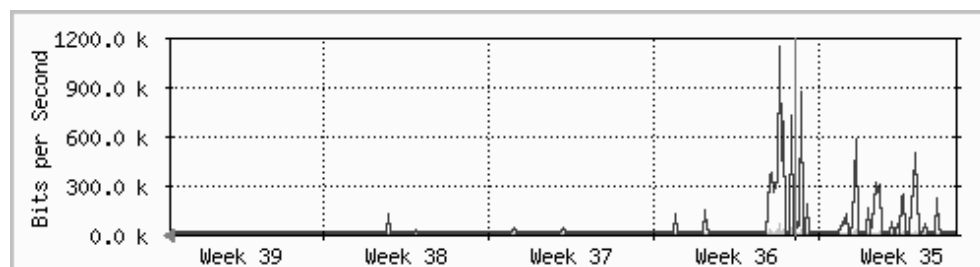


図 3.5. Teredo サーバトラフィック量の推移

とによる、相乗効果が得られるということである。具体的には、6to4 を利用しているユーザと Teredo を利用しているユーザそれぞれが、短い RTT にてトラフィックを交換することができるため、IPv6 に

対応した P2P ソフトウェアである Bit Torrent の通信を多く観測することができた。図 3.5 は 2 時間平均の図であるが、図 3.6 にトラフィックのピークを記録した 5 分平均を示す。

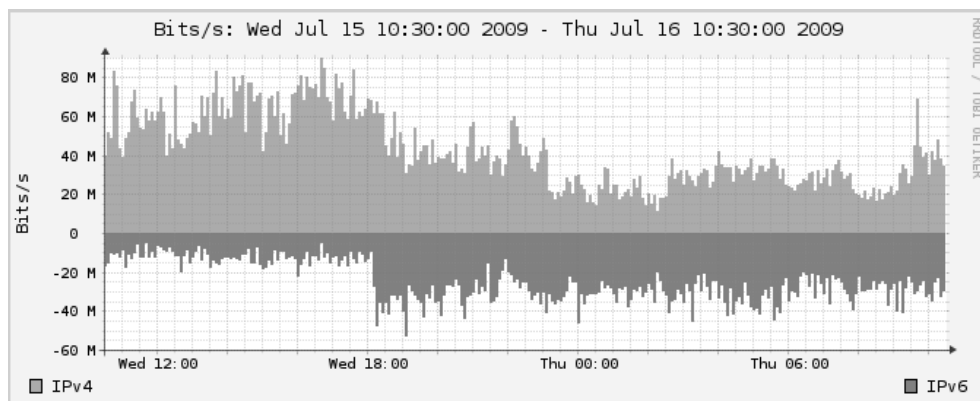


図 3.6. Teredo サービスによる IPv6 トラフィックの増加

図 3.6 は、Teredo サーバに流れている IPv4 と IPv6 のトラフィックの割合を、同じく試験運用している sFlow を用いて計測した図である。零点より下にのびているラインが IPv6 のトラフィック流量、上にのびているラインが IPv4 のトラフィック流量である。ある時点を境に、IPv6 の流量が一気に増加していることが見て取れる。これが Teredo サーバの試験運用を開始したタイミングであり、6to4 サービスとの相乗効果で主に日本国内ならびに韓国方面からの IPv6 トラフィックを引き寄せている。

また、この 6to4 サービスと Teredo サービスを利用した IPv6 News サービスの提供も考えている。IPv6 News サーバは DIX-IE にて現在試験運用が開始され、希望する ISP に対しては Net News のフィードを行っている。しかし、IPv6 による NNTP フィードに対応した News サーバを持っている ISP がまだ少ないため、あまり利用されていないのが現状である。そこで、旧来の IPv4 にて利用されていたサービスを IPv6 に移行するにあたって、これら 6to4 や Teredo といった技術を組み合わせ、ISP に対してより透過的な移行技術を提供することを目指す。

これによって、パブリック IX というものの存在意義を、従来の信頼性を有した大量トラフィック交換という役割から、新たな公的サービスを提供するための高度インフラとしての役割に変えていくことをねらっていく。そのために必要な運用技術の研究開発をさらに推し進めていく方針である。

第 4 章 おわりに

本報告書では、2009 年度前期に行った実証実験に関する中間報告を行った。3 章でも述べている通り、これからの ISP やエンドユーザに求められる高度情報インフラストラクチャとしてのパブリック IX サービスのありかたというものを念頭に、さらに高度な運用技術の研究開発ならびに実証実験を行っていく方針である。具体的には、sFlow を利用したトラフィック成分分析による IPv6 移行支援や、Teredo サーバの本格運用、また MobileIPv6 のパブリックホームエージェントサービス等を計画し、その実現性に関して研究開発と考察を行っている。