

高度情報インフラストラクチャの構築に関する研究

ネットワーク相互接続の実証実験

平成 24 年研究報告書

慶應義塾大学 SFC 研究所

WIDE Project NSPIXP WG

遠峰 隆史, 宇多 仁, 関谷 勇司

1. 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明確にし、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した実証実験を行う。また、近年成長し続ける動画系のインターネットトラフィックに対して、トラフィック輻輳を防ぎ、ユーザへの応答性を保つためのトラフィックエンジニアリングや、大規模災害等の障害にも対応できるための強固なインターネットバックボーンの形成に関する実証実験を行うことを目的とする。さらに、Software Defined Network (SDN) の IX への適用を検討することで、より柔軟な構成やトラフィック制御を行うことができる、次世代 IX のモデルに関する研究を行う。

具体的には、WIDE Project のサブプロジェクトである、Network Service Provider Internet exchange Point (NSPIXP) 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った。これにより、インターネットがより信頼性を有した高度情報インフラストラクチャとして機能するために必要となる機能の検証や開発、ならびにその実証実験を行った。

NSPIXP プロジェクトでは、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、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、現在は 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。さらに本年は、DIX-IE と NSPIXP-3 を連結した、広域 IX である NSPIXP-23 の運用も開始した。

NSPIXP Project では特に近年、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動向をふまえた、IX の利用方法に関する議論と、IPv6/IPv4 デュアルスタック運用、Root DNS や Teredo、6to4 などの、個々の組織のみではコスト的に運用メリットが存在しない公共的なサービスの IX 上での提供、コンテンツミラーによるトラフィック削減、EhterOAM を利用した L2 レベル監視などの実証実験を積極的に推進していく方針である。さらに、東阪を接続した広域 IX であ

る NSPIXP-23 では、トラフィックエンジニアリングに重心をおいた実証実験を行なっている。関東と関西にまたがった広域IXを利用することで、より強固な、拠点単位の災害に対応することのできるインターネットバックボーンとIXのアーキテクチャに関する実証実験に取り組んでいる。

本報告書では、第2節にて本年の研究計画を再掲し、その研究計画に基づいた本年の研究成果を第3節にて報告する。最後に、第4節にて本年の活動のまとめと、平成25年にむけた活動方針について述べる。

2. 本年の研究計画

平成 24 年初頭に提示した、本年の重点研究課題は、以下の 5 項目である。

- (1) 拠点障害にも対応できる IX アーキテクチャの研究
- (2) IPv4/IPv6 トラフィック成分分析に関する研究
- (3) 公共サービスならびにキャッシュアーキテクチャの展開に関する研究
- (4) 6to4 や Teredo といった IPv6 移行に関する公共サービスの提供に関する研究
- (5) EtherOAM の IX への適用モデルに関する研究

以下に、それぞれの課題の研究計画について再掲する。

2.1 拠点障害にも対応できる IX アーキテクチャの研究

本研究課題においては、今までにもトラブルを極力低減し、万が一の障害発生時においても自動的に回復することのできるような IX アーキテクチャに関する実証実験を行なってきた。平成 24 年は、これをさらに発展させる形で、より障害に強い IX アーキテクチャとして、東京エリアにある DIX-IE と大阪エリアにある NSPIXP-3 を相互接続するための広域 IX アーキテクチャならびに要素技術に関する研究に取り組む。

DIX-IE と NSPIXP3 を相互接続するにあたっては、それぞれのネットワークをいきなり相互接続するのではなく、DIX-IE と NSPIXP3 をまたがる新たなネットワークを別途構築し、DIX-IE と NSPIXP3 の両拠点に 802.1Q tagged VLAN によって提供することを行った。これは、いきなり DIX-IE と NSPIXP3 のネットワークを相互接続した場合に、同じブロードキャストドメインに属してしまうため、東京と大阪の間にて広域ブロードキャストパケットが発生してしまうため、まずは新規に別ネットワークを構築して、DIX-IE と NSPIXP3 を接続する形態にて開始した。

また、実際に広域 IX を運用するにあたっては、広域となるがゆえにその障害や品質低下をより即時性をもって検知する技術が必要となったため、EtherOAM を用いた IX の監視と品質保証に関する実証実験も行う。

具体的には、EtherOAM のどのような技術、ならびにどのようなエリア分割を行うことによって、広域 IX をより効率的かつ即時性をもって監視できるかの運用技術に関する実証実験を行う。後述の研究課題(5)とも関連するが、具体的には、IEEE 802.1ag にて定義されている CC (Continuity Check)、LB (Loop

Back)、LT (Link Trace)といった技術を、MEP (Maintenance End Point) を適切に設定することによって、検知できる障害点を分類することを目的とした運用モデルの形成と実証実験を行う。

また、ISP が東京と大阪の両拠点に接続点を有することによって、東京エリアの一部の拠点に災害や障害が発生したとしても、自動的に他の拠点のバックアップ接続ポイントを利用してトラフィック交換を継続して行うことのできるアーキテクチャの検討を行う。

まとめると、DIX-IE と NSPIXP3 を連結させた広域 IX を形成し、拠点障害に耐えうる新しい IX アーキテクチャを形成するためには、解決すべきいくつかの技術的課題が存在する。そのため、平成 24 年はこれらをより具体的に検討・解決すべく、研究開発と実証実験を進める。

2.2 IPv4/IPv6 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。これは IPv4 アドレス枯渇にともなう IPv6 への移行が本格化してきたことを反映していると考えられる。

DIX-IE、NSPIXP-3 では、sflow を利用したトラフィック成分分析を平成 22 年度から開始した。NSPIXP-3 では、すべての拠点、ならびに参加組織を対象として sflow データの収集を開始し、IPv6 のトラフィックに関しても、その成分分析を行なっている。平成 23 年は、これをさらにすすめ、DIX-IE においても KDDI 拠点と他拠点との間で交換されるトラフィック、ならびに KDDI 拠点のすべての参加組織のトラフィックに関して、sflow を利用した成分分析を開始した。

平成 24 年は、これをさらに推し進める形で、DIX-IE 全拠点において、全参加者を対象とした sflow トラフィック成分分析を開始する予定である。開始するにあたっては、sflow 自体のトラフィックがトラフィック成分分析自体に影響を与えてはならないため、sflow トラフィックを別回線しくは別 VAN を利用して KDDI 拠点にあつめる形式にて実現することを計画している。このためのインフラ整備やトラフィック収集のモデル定義に関する実証実験を行う。

特に、IPv4 と IPv6 のトラフィック成分に関する分析では、これからの IPv6 本格移行時代を迎えて、IX が再度、IPv4 普及期のような役割を IPv6 において担うことになるのかを、トラフィック成分分析によって判断することができる

かの検討を行いたい。

2.3 公共サービスならびにキャッシュアーキテクチャの展開に関する研究

近年、ISP 同士のトラフィック交換が、パブリックピア接続からプライベートピア接続に移行するにつれて、公共的なサービスを提供するためのインフラが問題となっている。例えば、Root DNS や ccTLD DNS、また逆引きゾーンを受け持つ APNIC 管理 DNS に代表されるような、特定のユーザに課金するのではなく、インターネットを利用するユーザ全体に対する公共的なサービスである。これらの公共的なサービスは、効率よく多組織に対して提供することが求められており、これらサービスに接続性を提供するためには、プライベートピア接続よりパブリックピア接続の方が適している。今まで DIX-IE ならびに NSPIX3 では、積極的にこのような公共インフラとしての性格をもつ組織の誘致を行ってきた。平成 24 年もその流れを引きつぎ、商用 IX とは性格の異なったサービスを提供できるよう、公共的なサービスの誘致を行っていく。

また、近年海外からのトラフィックによる国際線帯域の圧迫や、ダウンロードトラフィックの増大によるトランジット回線圧迫が問題となっている。これは、海外動画サイトやダウンロードサイトから日本に流入するトラフィックが増大するにつれて、プライベートピアリングやトランジットの帯域のほとんどをこれらのトラフィックが占めるようになり、下位 ISP が上位 ISP に支払う課金が増大するという問題である。この問題に対応すべく、Google 等の大手コンテンツプロバイダーは独自に ISP に対してキャッシュ機能を有した装置を設置することを進めているが、Google が設置したキャッシュ装置は Google に関連するトラフィックのみしかキャッシュすることができず、全体としてのトラフィックを低減することはできない。そこで、IX においてキャッシュ装置を設置することで、IX 経由で海外からの流入トラフィックを低減することができるような運用モデルの研究を行う。これによって、下位 ISP に発生する大きな課金を防ぐことができ、かつ限られた海外回線の帯域を有効に利用することが可能となる。本研究課題では、IX におけるキャッシュのあり方について検討を行う。

2.4 6to4 や Teredo といった IPv6 移行に関する公共サービスの提供

前述 2.3 の研究課題でも述べたとおり、IX の役割の変化に伴う公的なサービ

ス提供がこれからの IX 研究課題のひとつとなっている。

DIX-IE においては、平成 21 年から 6to4 サービスの提供を開始しており、平成 22 年は Teredo サービスの提供も開始した。これは NSPIXP プロジェクトと Tokyo6to4 プロジェクトの協力によって行われている公共サービスである。

平成 22 年ならびに平成 23 年には、他の主要 IX でも 6to4 サービスならびに Teredo サービスが開始されたが、DIX-IE はその研究的な性格から IPv6 ユーザの数が多いため、主要 IX の中でも最大の 6to4 ならびに Teredo トラフィック流量が存在する。この実証実験を通じて、公共的サービスを効率よく広域に展開し、広域 IX にまたがるトラフィックをどう制御するか、また拠点障害に対応するためのアーキテクチャに関する実験を行う。

2.5 EtherOAM の検証

NSPIXP Project では、IX におけるサービス品質の向上と定常監視技術として、EtherOAM に注目している。本研究課題では、EtherOAM を IX の監視にどのように利用することができるか、その運用モデルを含めた実証実験を行う。

IX アーキテクチャが広域になるにしたがって、その品質監視が従来の技術のみでは難しくなっている。そこで、EtherOAM を利用した品質管理と監視アーキテクチャを検討し、実証実験を行う。これは、研究課題 2.1 と関連するものであり、より信頼性におけるサービス展開や、効率的な迂回路の確立のために必要な要素技術となる。

EtherOAM 技術を利用した監視においては、MEP をどの範囲に設定するかが大きな問題となる。MEP を設定する地点によって、監視できる機器と監視できる技術(CC, LB, LT)が決定され、監視対象も自ずと決定される。したがって、EtherOAM 導入時には、MEP の綿密な設計を行うことが必要不可欠であり、MEP 設定を適切に行うことが運用モデルの定義につながる。そのため、IX に適した MEP 設定を形成することは、EtherOAM を利用した IX 監視モデルを定義することにつながる。

平成 23 年は、WIDE Project 内部のネットワークを利用して、EtherOAM の運用監視モデル定義の検証を行った。その結果を用いて、平成 24 年は DIX-IE への EtherOAM 導入のための検討とモデル定義を行う。

3. 本年度の研究成果

本節では、前節にて述べた (1)～(5)の各研究課題に関して、本年度の研究成果を報告する。

3.1 拠点障害にも対応できる IX アーキテクチャの研究

平成 24 年は、平成 23 年に引き続き、拠点障害に対応するための分散アーキテクチャの構築と、高信頼性を実現するための冗長化アーキテクチャの構築と運用に関する実証実験を行った。表 1 に、平成 24 年 12 月時点における DIX-IE ならびに NSPIXP-3 の実証実験拠点を示す。

表 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)

西大井拠点を除く他の拠点では FE (FastEthernet) 接続サービスが公式には終了している。特に事情のある数組織がまだ FE 接続として残っているため、GbE への移行への呼びかけもしくは西大井拠点への移設を勧める方針である。次に、平成 24 年 12 月における、DIX-IE の拠点構成図ならびに NSPIXP-23 の構成図を図 1 に示す。

平成 24 年の大きな構成変更としては、平成 24 年 1 月 31 日に行われた、NTT 大手町拠点機材更新である。それまで NTT 大手町拠点では、Brocade 社の MG8 を利用していたが、この更新によって Brocade 社 MLXe-4 に変更された。これによって、より広帯域のトラフィックに対応することができ、かつ sflow や EtherOAM といった、IX 運用に必要となる最新技術にも余裕を持って対応することが可能となった。また、この移行にあたっては、NTT 大手町拠点に設置している光スイッチを利用することで、ユーザへの接続性に影響を与えることなく、無停止での機材変更を行うことができた。NTT 大手町拠点には、光スイッチ自体は以前から設置されており、組織単位のメンテナンスや機材のファームウェア更新に利用されてきた。しかし、機材全てを交換するような大規模メン

テナンスに利用したのは今回が初めてであり、その有用性が検証された。

また、今回の NTT 大手町の機材更新にともない、KDDI 大手町拠点と NTT 大手町拠点との間の接続形態も、他の拠点に合わせた接続形態に変更された。更新以前は、機材のポート数の関係から、NTT 大手町拠点は KDDI 拠点の MLX-3 の下に接続される形態となっており、正しい冗長性の確保ができていない状態であった。そのため、今回の更新時に KDDI 大手町にてポートの整理を行い、MLX-1 と MLX-2 の下に機材冗長性を持って接続する形に変更した。これにより、KDDI 拠点の MLX-1 もしくは MLX-2 のいずれかに機器障害が発生したとしても、IX としての通信性は失われることのない冗長構成となった。

さらに、平成 24 年 5 月には、広域 IX 実験である NSPIXP-23 を形成するために、KDDI 大手町拠点から NSPIXP-3 への接続を行った。

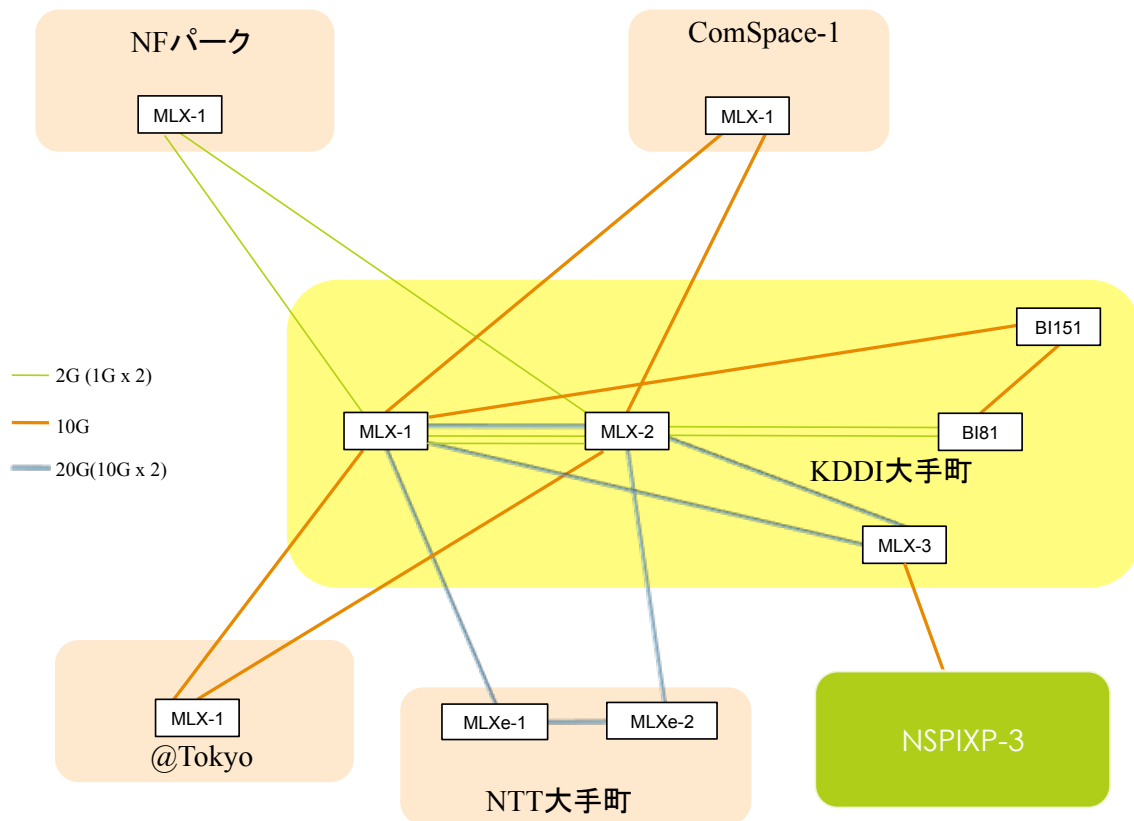


図 1 : DIX-IE / NSPIXP-23 構成図

次に、DIX-IE ならびに NSPIXP-3 にて平成 24 年に行った計画メンテナンスおよび障害、イベントについてまとめる。

[2012/01/31] NTT 大手町拠点機材更新のためのメンテナンス

- [2012/02/15] ixp@wide.ad.jp メーリングリストへの投稿制限開始
- [2012/05/15] KDDI 拠点 NSPIXP-23 対応完了
- [2012/05/15] NSPIXP Project IXP meeting 開催@品川
- [2012/05/22] NTT 拠点 NSPIXP-23 対応完了
- [2012/05/31] NSPIXP-23 実験開始アナウンス
- [2012/06/21] ComSpace-1 拠点 NSPIXP-23 対応完了
- [2012/07/08] NSPIXP Project 緊急連絡受付電話番号の変更
- [2012/07/18] NF 西大井拠点 NSPIXP-23 対応完了
- [2012/08/22] @Tokyo 拠点 NSPIXP-23 対応完了
- [2012/09/12] Tokyo6to4 Project による 6to4, Teredo サービス終了
- [2012/11/13] NSPIXP-3 湊町拠点サービス終了
- [2012/11/29] KDDI 大手町拠点 == @Tokyo 拠点間回線メンテナンス

さらに、平成 24 年 12 月時点における、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図 2 に示す。

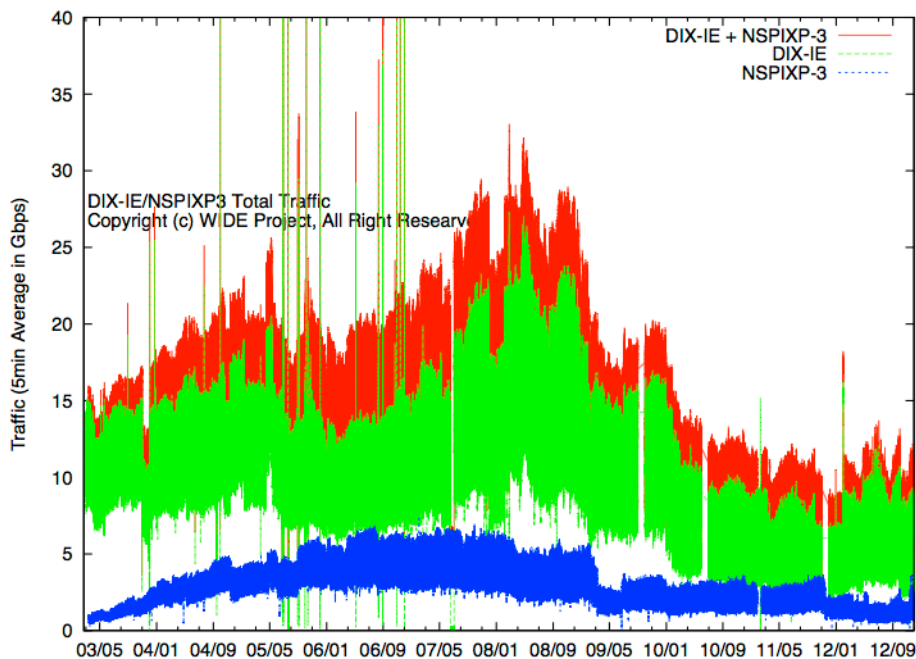


図 2 : DIX-IE ならびに NSPIXP-3 におけるトラフィック総量推移

前年に比べると、多少トラフィック総量が増加傾向にある。これは、NSPIXP-23 実験開始によって、東阪間の組織間によるトラフィック交換が発生

し、その分トラフィックが増量したためである。新たな実験を行うことでトラフィック総量が増加することは、NSPIXP Project の趣旨から見ても喜ばしいことであり、今後も広域 IX を用いたトラフィックエンジニアリングや拠点単位の冗長性確保のための実験を行っていききたい。

平成 24 年において特筆すべき事項は、10 月 1 日に施行された違法ダウンロード厳罰化法案の影響である。DIX-IE の KDDI 拠点に收容されている参加組織のトラフィック総量の変化を図 3 に示す。

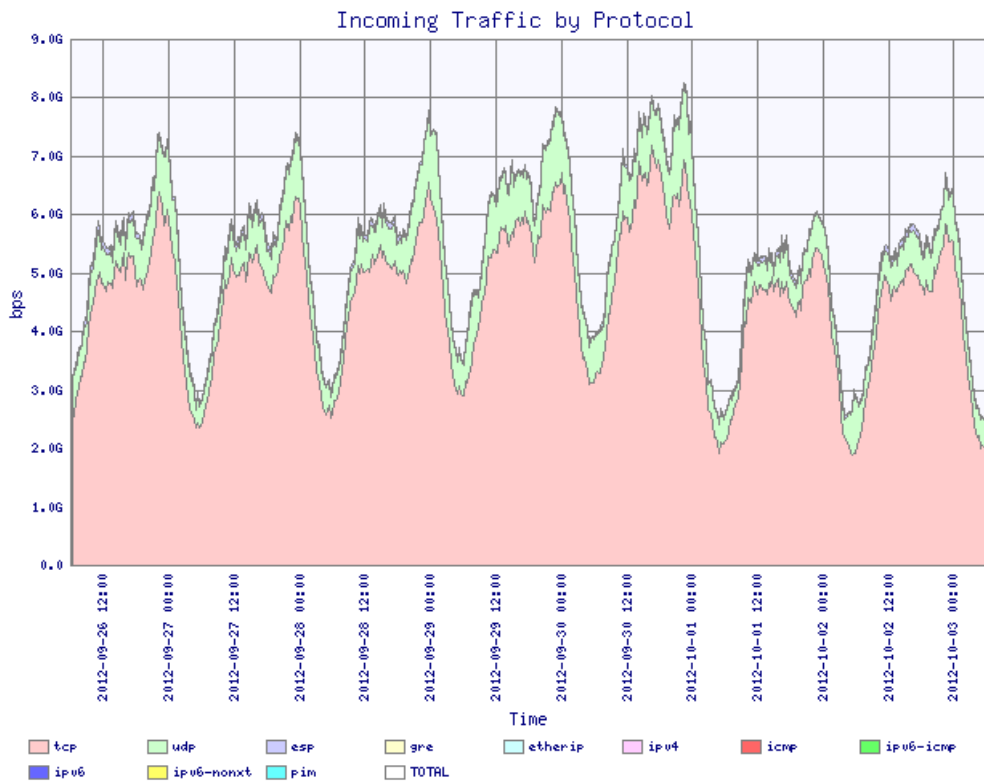


図 3：違法ダウンロード厳罰化法案施行前後におけるトラフィック変動

10 月 1 日を境に、トラフィックの減少が見て取れる。これは一部のユーザがダウンロードを控えることによるトラフィック量の減少であると考えられる。その後もトラフィック総量は回復せず、図 4 に示す通り減少したままとなっている。

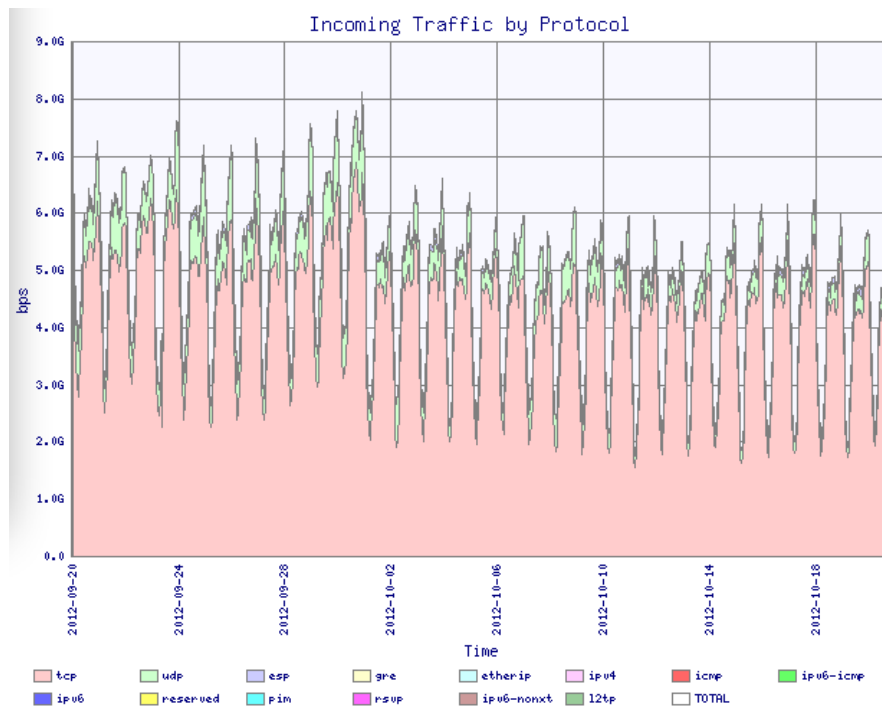


図 4：09/20 から 10/20 までのトラフィック変動

減少したトラフィックをアプリケーション別に表すと、図 5 となる。http が減少していると予想したが、実際は http も https もほとんど減少傾向は見られず、ポート番号では分類できない P2P などのアプリケーションの割合(グラフ白塗りの部分)が減少することによるトラフィック総量減であることがわかった。この結果から、P2P アプリケーションを利用したファイルダウンロードは、依然としてダウンロードトラフィックに占める割合が高いことがわかった。

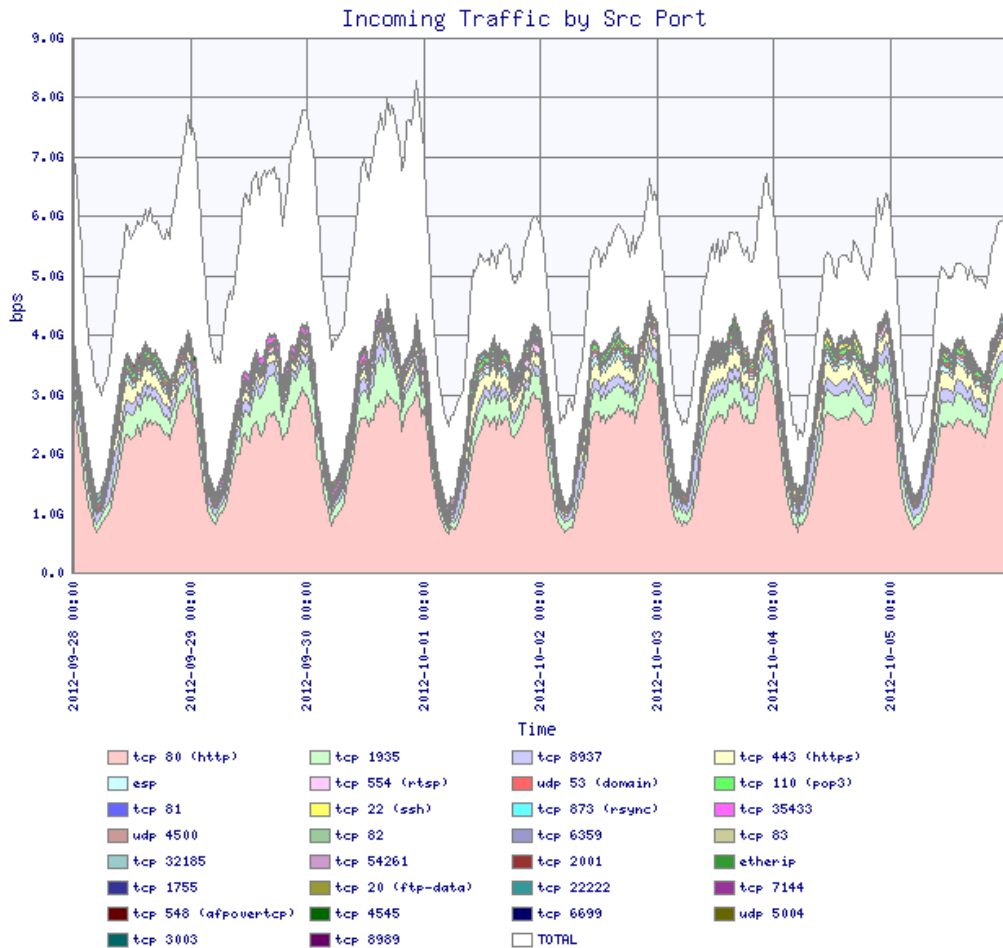


図 5：10/1 近辺のトラフィック成分分析

3.2 IPv4/IPv6 トラフィック成分分析に関する研究

昨年の報告書においても報告した通り、DIX-IE ならびに NSPIXP-3 とともに、sflow を用いたトラフィック成分分析を開始している。DIX-IE においては KDDI 拠点のコアスイッチ 2 台と参加者収容収容スイッチ 1 台の全インタフェースにおいて sflow を有効にしており、NSPIXP-3 では NTT 堂島拠点のスイッチにおいて、sflow を有効にしている。3.1 節にて示した成分グラフは、DIX-IE における sflow を利用して計測し、作成したものである。今後は、DIX-IE においては全拠点にて sflow 計測を行うことができるよう準備を進めていく予定である。

sflow を用いたトラフィック成分分析の解析例として、DIX-IE KDDI 拠点の顧客収容スイッチにおける全トラフィックの 24 時間成分分析例を図 6 に示す。この図からもわかる通り、約 5 割のトラフィックがポート番号 80 番(http)に関

連するトラフィックであることがわかる。また、第2位がTCP ポート番号 1935 番であり、第3位がTCP ポート番号 8937 番であることがわかる。ポート番号 1935 は Flash Media ストリーミングに用いられるポート番号であり、ポート番号 8937 番は、ラジオストリーミングサービスである radiko によって使われているポート番号である。

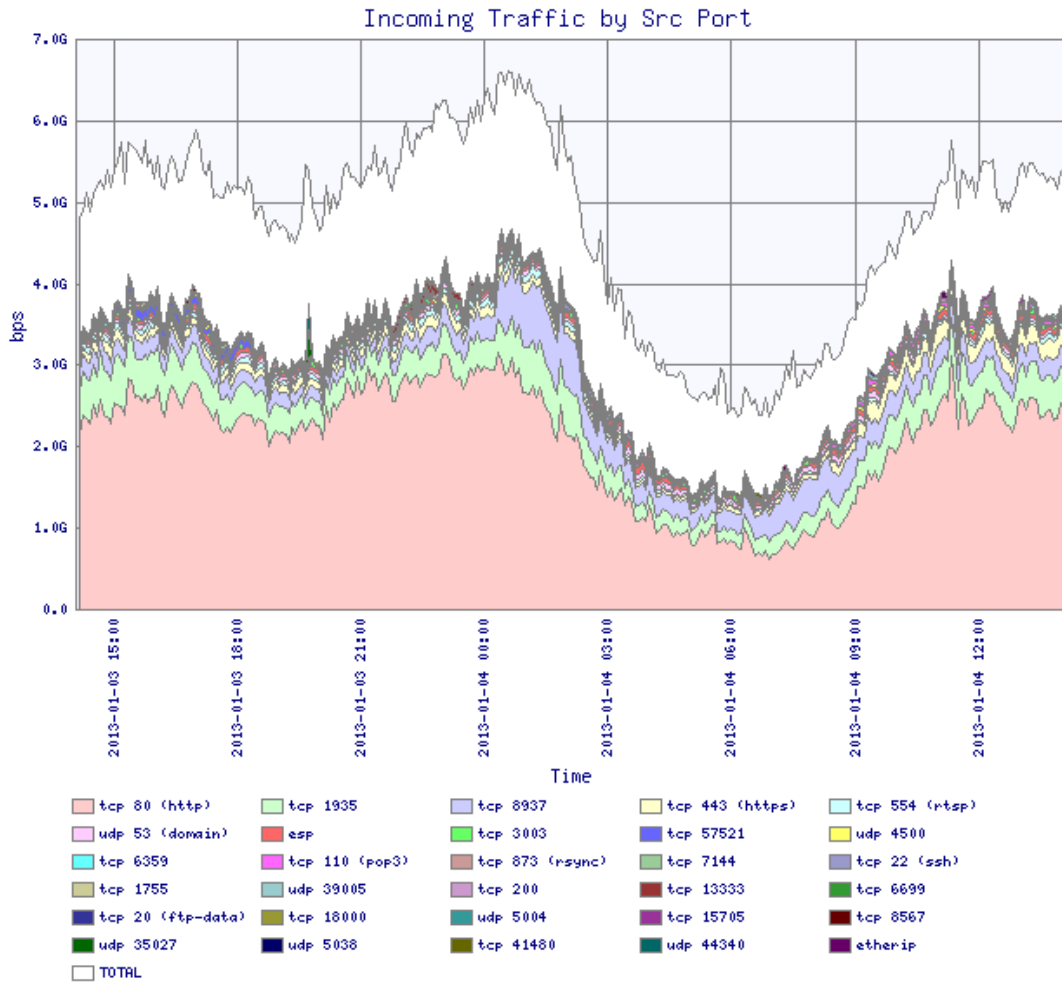


図 6：24 時間のトラフィック成分分析

また、6/1 から 12/31 までの、IPv4 と IPv6 の比率を分析したグラフを図 7 に示す。当然 IPv4 が総トラフィックのほぼ大半を占めるが、IPv6 もグラフ上に現れるようになっており、その比率が向上していることが見て取れる。特に 9 月以降の IPv6 トラフィックの伸びが目立つ。

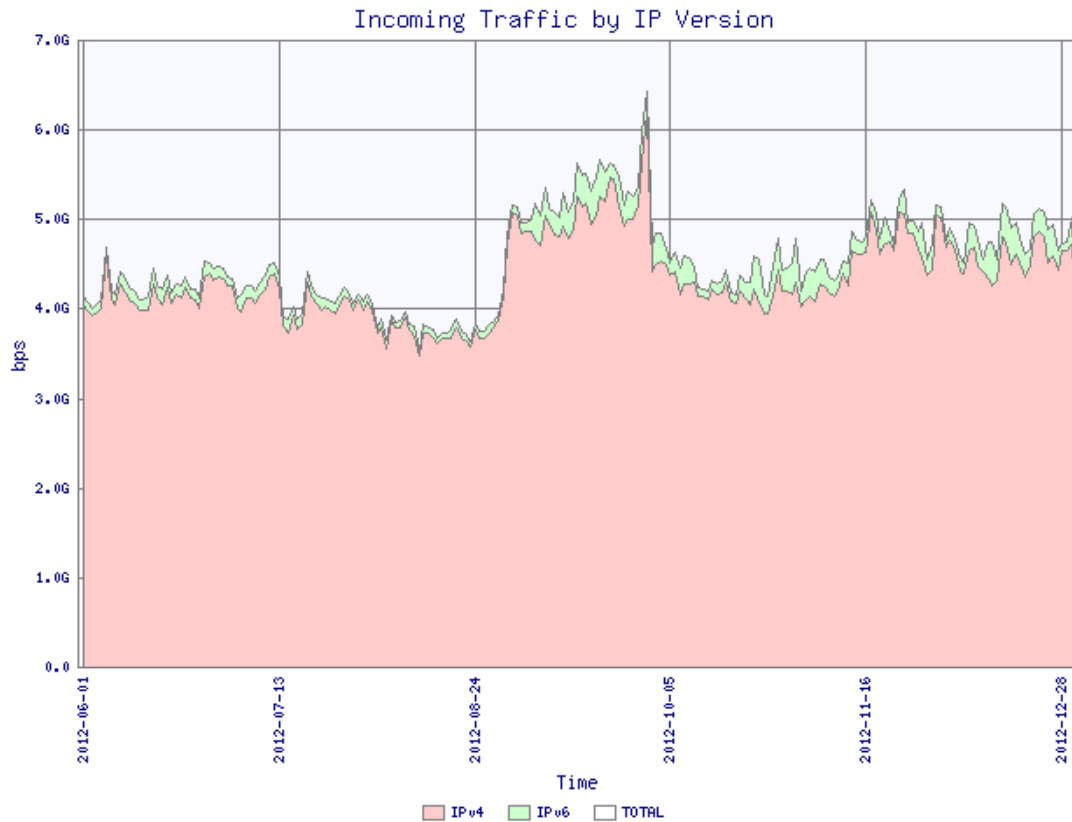


図 7：IPv4 と IPv6 のトラフィック量比較

3.3 公共サービスならびにキャッシュアーキテクチャの展開に関する研究

DIX-IE ならびに NSPIXP-3 においては、いくつかの公共的なサービスを提供する実証実験を行っている。IX にて公共的なサービスを提供することは、日本ならびに世界のインターネットの健全な運営のためにこれからの IX が担う必要な役割であると考えられる。

公共的なサービスを提供するのは、これからの IX の役目であると考え、DIX-IE ならびに NSPIXP-3 では、今までにおいても、積極的に公共的なサービス展開を行ってきた。その例として、Root DNS や ccTLD DNS、ならびに 6to4 や Teredo といったサービスがあげられる。今後もその流れをさらに発展させるために、具体的には、次の 2 項目に対して取り組みを行なっている。

- FTP サーバ等の大量トラフィックを発生させるサーバの誘致
- 動画やファイル等、多数のユーザがダウンロードするコンテンツのキャッシュサーバ設置

具体的なアーキテクチャとしては、図 8 に示すようにコンテンツを送出する

ための専用 AS を DIX-IE 内部に設置し、その AS を利用して様々なコンテンツサーバやキャッシュサーバを設置することを計画している。

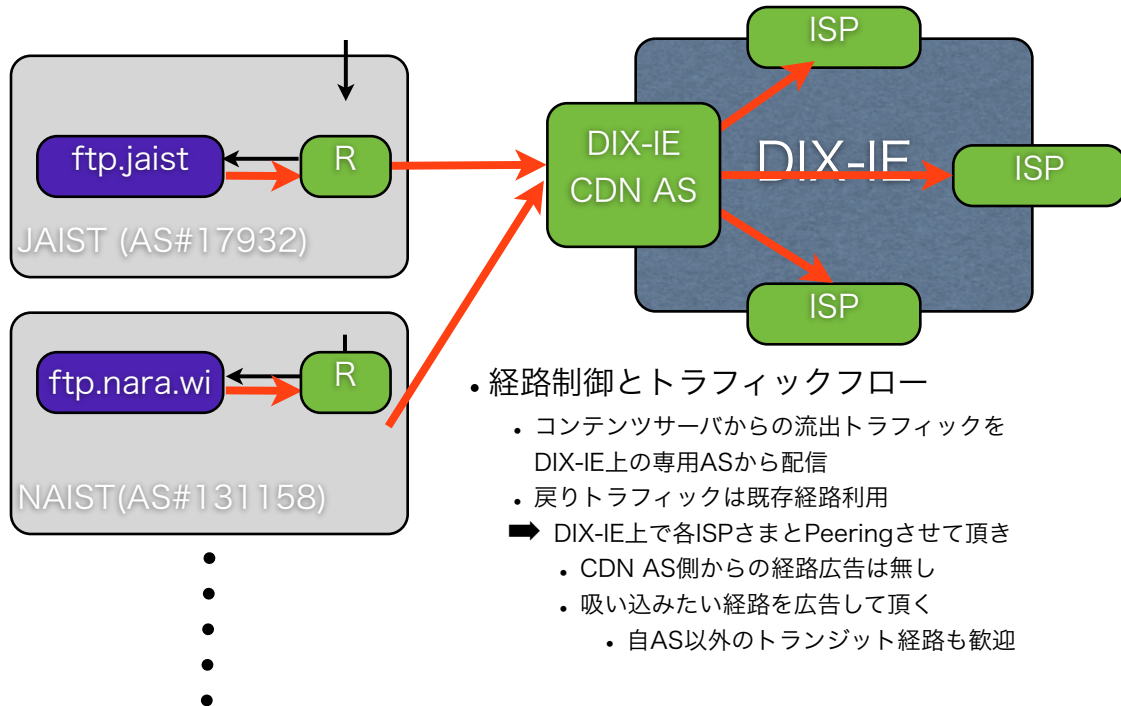


図 8：コンテンツ専用 AS

さらに、DIX-IE においてキャッシュサーバの誘致を検討している。これは、Google や Akamai といった、特定のサイトに特化したキャッシュシステムではなく、様々なサイトに存在し、ユーザが特に頻繁に利用する HTTP や FTP のファイルをキャッシュすることを目指す。これにより、IX 参加組織にとって本来ならばトランジット回線を通るはずのトラフィックを、IX 経由に変更することが可能となる。しかし、このシステムを実現するためには、

- IX に存在するキャッシュサーバにファイルを提供するための IX 用トランジット回線
- IX キャッシュサーバに存在するファイルを IX 経由で取得するようポリシーベース経路制御もしくは SDN による経路制御

という問題を解決する必要がある。これが実現すると、IX 参加組織がトランジットトラフィックを低減することが可能となり、トランジットにかかるコストを削減することが可能となる。このシステムを実現するためにはさらなる検討が必要であり、IX を利用したトランジットコスト削減のモデルを引き続き検討する。

3.4 6to4 や Teredo といった IPv6 移行に関する公共サービスの提供

平成 24 年 6 月 6 日に、World IPv6 Launch というイベントが開催された。これは、世界の大手 Web サイトなどを運用するコンテンツ事業者、通信事業者、ネットワーク機器ベンダーなどがこの日以降、IPv6 への恒久的な対応を目指すためのイベントであり、この日以降多くのサイトが IPv6 対応となった。

このイベントに関連して、DIX-IE にて提供されている、6to4 と Teredo のイベント当日のトラフィック動向を、図 9 に示す。

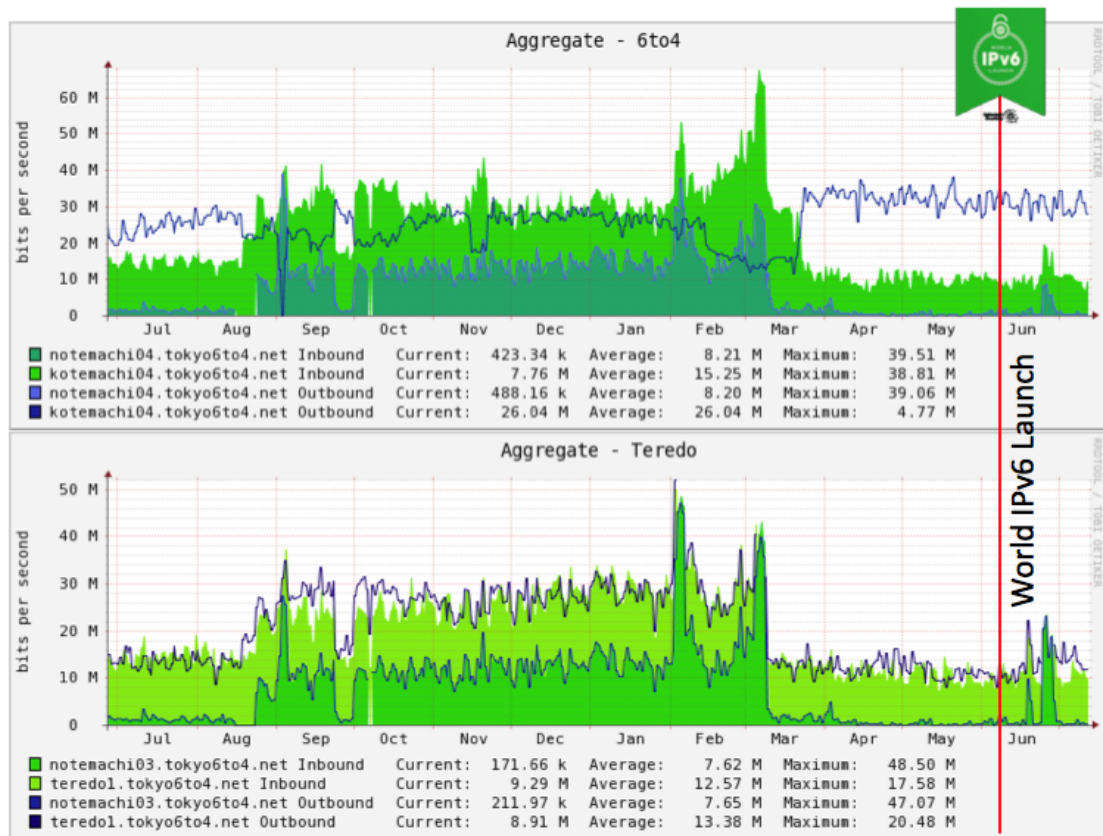


図 9 : World IPv6 Launch 時における 6to4/Teredo トラフィック

6to4 ならびに Teredo 共に、特に変化は発生しなかった。6to4/Teredo は BGP エニーキャストを用いて世界各地で提供されているため、トラフィックが発生した場合にもどの拠点にてサービスが提供されるかが不明なため、Tokyo6to4 Project が提供する 6to4 ならびに Teredo にはトラフィックが発生しなかったと思われる。

Tokyo6to4 Project が提供する 6to4 / Teredo サービスは、2012 年 9 月 12 日にて終了した。もともとこのプロジェクトが提供する 6to4 や Teredo は IPv6

接続環境が整うまでのつなぎとして提供されるものであり、恒常的に続けるサービスではないためである。そのため、いつまでも提供し続けることが必ずしも IPv6 接続環境の向上に寄与するとは限らないという考えの元、9月にサービス停止を行った。

2.5 EtherOAM の検証

DIX-IE ならびに NSPIXP-3 は、Layer 2 IX として運用されている。そのため、従来から利用されている ping などをベースとした Layer 3 における監視、および、機器のインタフェースなどから得られる情報だけでは、IX としての品質監視という観点では、すべての情報を網羅できているとは言えない。そのため、Layer 2 レベルでの監視を行うことが、IX の安定運用を行う上では重要になっている。

EtherOAM は、Ethernet レベルで監視を行うための技術である。Ethernet レベルで、回線の死活監視の他に、遅延やスループット、回線品質などの監視を行うことが出来る。EtherOAM は IEEE 802.3ag、IEEE 802.3ah、ITU-T Y.1731 などで標準化されている。

DIX-IE では、Layer 2 の監視にこの EtherOAM を利用することを検討してきた。さらに、NSPIXP-23 のサービス開始にともない、東阪間においても EtherOAM による品質監視を行うことを計画している。その事前検証として、WIDE-BB に於いて EtherOAM 監視機器、および、EtherOAM の運用に関する検証を開始した。WIDE-BB に於ける EtherOAM トポロジを図 10 に示す。

WIDE-BB EtherOAM design
Topology (rev. 2011/12/05)
Takashi Tomine (tomine@wide.ad.jp)

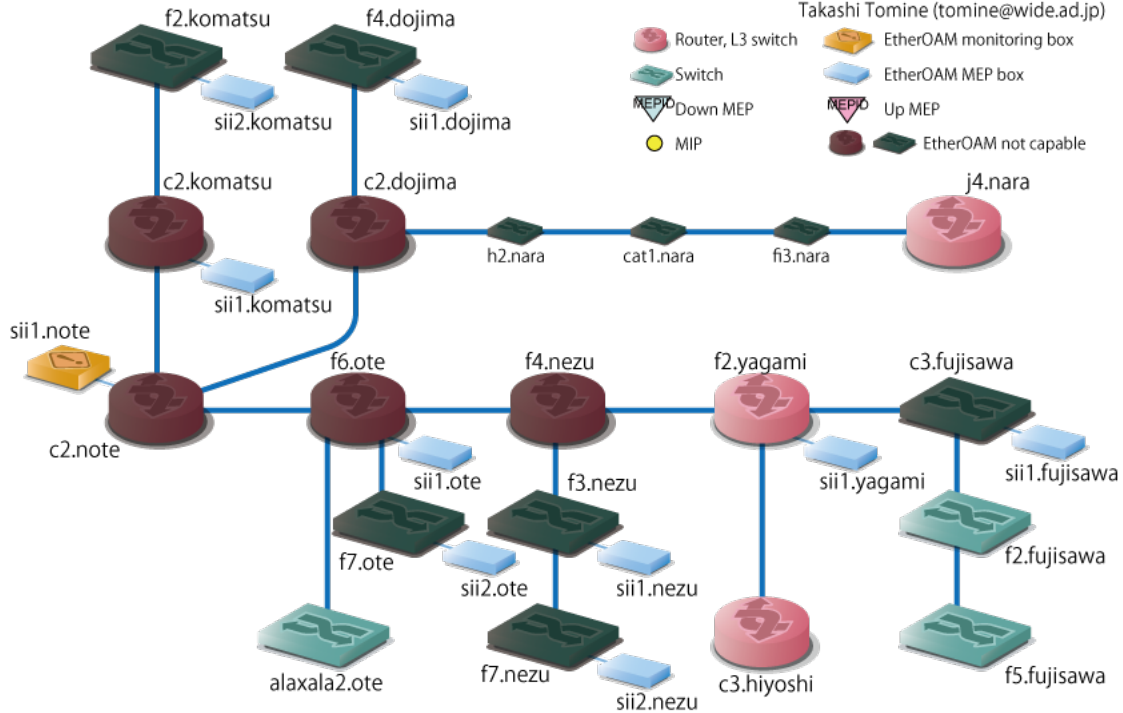


図 10：EtherOAM 検証トポロジ

DIX-IE では、WIDE-BB に於ける検証結果を踏まえ、DIX-IE に於ける EtherOAM 運用計画を立て、まず NSPIXP-23 にて EtherOAM による監視を開始する予定である。

4. おわりに

本報告書では、平成 24 年に行った実証実験に関する成果報告についてまとめた。平成 23 年に引き続き、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、より強固なインターネットバックボーンとサービスを実現するための、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、トラフィック成分分析による IPv6 移行支援や、公共的サービスを展開するためのアーキテクチャの形成、DIX-IE と NSPIXP-3 の結合による広域 IX アーキテクチャの拠点障害回避への応用、キャッシュサーバを利用したトラフィックの効率化、EtherOAM による品質検証等、商用 IX とは異なった性格の実証実験を、来年度も重点的に推進していく所存である。