

# Internet Exchange のIPv6対応

2008/11/26

インターネットマルチフィード株式会社

外山 勝保

## 概略

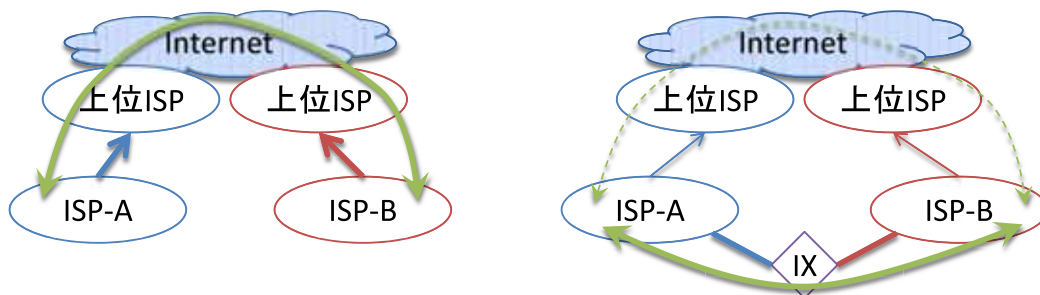
- I. Internet exchange と IPv6
- II. IPv6 IX の設計と運用
- III. JPNAP における IPv6
- IV. 海外の IX と IPv6

# I Internet exchange と IPv6

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## Internet Exchange (IX) とは

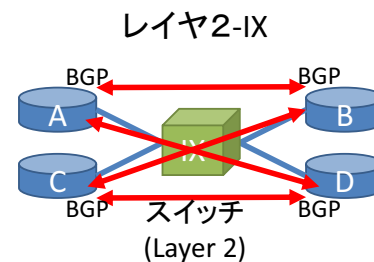
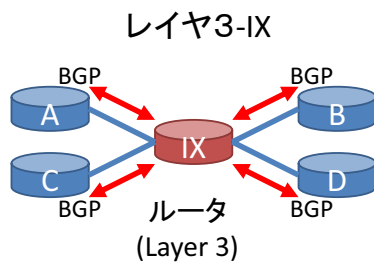
- ISPがお互いのトラフィックを交換する場
  - 上位ISPを経由するトラフィックを減らし、トランジット料金を低減することが主な目的



2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# IXのアーキテクチャ

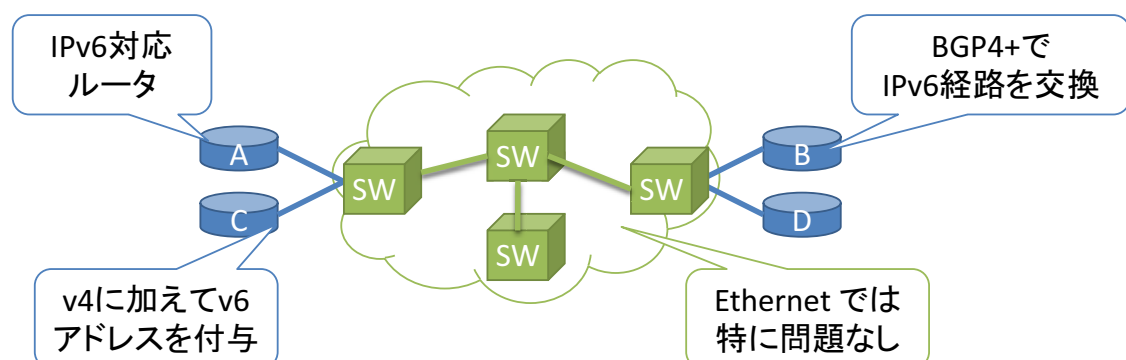
- レイヤ3-IX:
  - BGPルータを介して相互接続する方式
- レイヤ2-IX:
  - レイヤ2のLAN(Ethernetなど)を介して相互接続する方式
- 現在はレイヤ2が主流。
  - IX事業者は、ISP間の経路交換に関与すべきでないという考え



2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# レイヤ2-IXのIPv6対応

- EthernetベースのInternet Exchangeは
  - 基本的には、レイヤ3に透過的(Transparent)なネットワーク。
  - したがって、IPv6も簡単に通すことができる。
    - 国内のIXは、2002年頃からIPv6の実験を開始していた。



2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## Ⅱ IPv6 IXの設計と運用

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## IXの設計と運用

- 設計
  - ネットワーク構成
  - IPアドレスの設計
  - 流すべきでないパケットの定義
- 運用(監視と顧客通知)
  - スイッチの通信状況監視
  - 顧客との接続点の監視
    - 対ISPルータ
      - 接続インタフェースのLink Up/Down
      - 接続ルータのIPレベルでのUp/Down
      - BGPレベル(セッション)のUp/Down
  - トラフィック量測定
  - エラー等の監視
- 顧客への各種情報提供



これらを  
IPv6にも対応させる  
必要がある

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# IPv6対応に関する主な考慮点

- (1) ネットワーク構成
- (2) IPv6アドレス
- (3) ネットワーク監視
- (4) トラフィック計測
- (5) その他

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (1) ネットワーク構成

- IPv4とIPv6を同じ機器で扱うか否か
- IPv4とIPv6を同じVLANで扱うか否か
- IPv4しか使っていないISPに、IPv6のパケットが届いてもよいか？

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (2) IPアドレス

- IPv6アドレスはPIを付けるかPAを付けるか？  
それともLink-local addressを用いるか？
  - PI: Provider Independent Address
  - PA: Provider Aggregatable Address
- ルータへIPv6アドレスをどう付ける？
- 逆引き(reverse DNS)はどうするか？
- IXのIPアドレス空間(経路)をインターネットに  
広告する？

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (2) IPアドレス

- AS番号を埋め込むか否か
  - AS番号を16進表記で埋め込む
  - AS番号を10進表記で埋め込む
  - AS番号は埋め込まない
- IPv4アドレスと対応づけるか否か
  - IPv4アドレス(の一部)を埋め込む
  - IPv4アドレスは埋め込まない

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (3) ネットワーク監視

- ISPルータの監視
  - IPv6アドレスに対する監視
- 割り当てていないIPv6アドレスの有無
- スイッチに流しては困るパケットの監視

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (4) トラフィック計測

- IPv6のトラフィックをどう計測する？
- IPv4とIPv6トラフィックの計測
  - Ethernet Switchでは、IPv4とIPv6トラフィックを別々に測定できる？
  - sFlow？

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (5) その他

- マルチキャスト
- ルートサーバ
  - Looking glass用
  - Multi-Lateral Peering Agreement(MLPA)用
- 顧客ISPへの情報提供

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

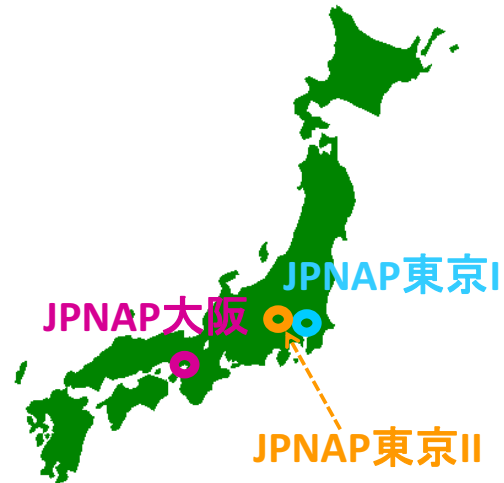
## Ⅲ JPNAPにおけるIPv6

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.



# JPNAP概要

- 商用のInternet Exchange
- 3箇所でIXを運営
  - JPNAP東京 I
  - JPNAP東京 II
  - JPNAP大阪
- ★それぞれ  
独立したネットワーク
- 2008年4月より  
すべて**正式に**IPv6対応

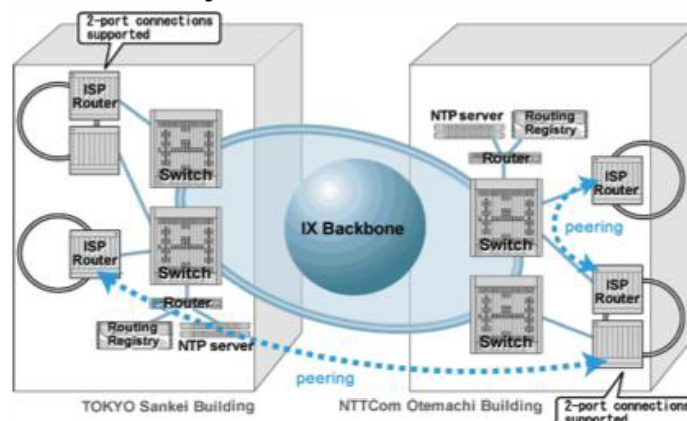


# JPNAPネットワークの特徴

- 高信頼IX
  - コアネットワークを完全冗長化
  - 顧客ISPに2ポート(Main/Backup)を提供、  
光スイッチにて数十ミリ秒で切り替え

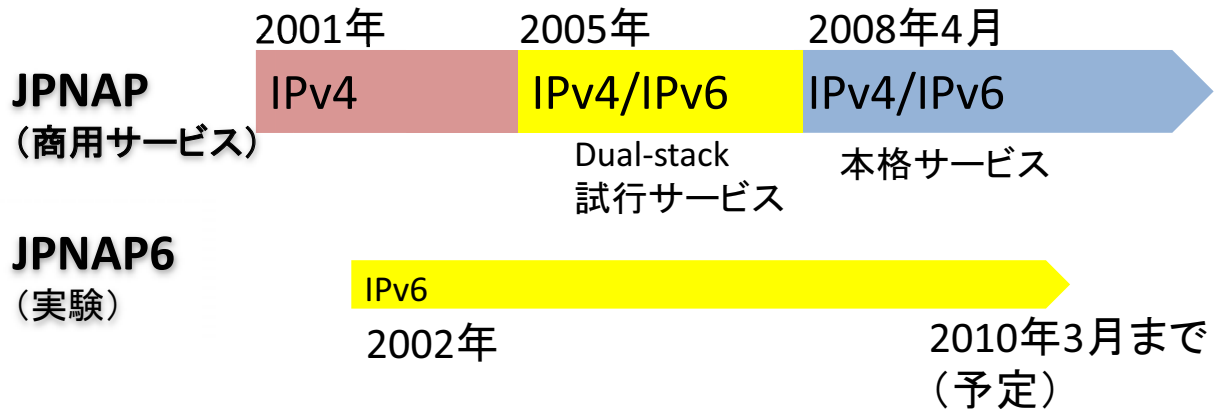
→ メンテや障害によるDowntimeが非常に短い

< JPNAP Tokyo I >



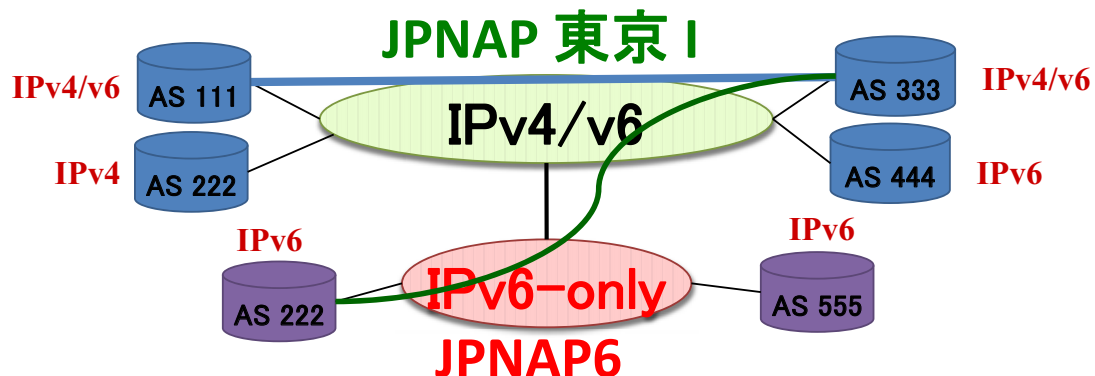
# JPNAPネットワークとIPv6対応時期

- 当初は別スイッチで試験開始 (JPNAP6)
- 次の段階として、デュアルスタック試行へ
- JPNAP東京・大阪においてデュアルスタック利用を試行
- デュアルスタックでも問題ないことが明らかになり、正式にサービスを開始。



## (1) JPNAPネットワーク概要

- JPNAPすべてで、IPv4とIPv6は同一ネットワーク・同一VLAN
  - ISPは、IPv4-only, IPv6-only, Dual-stack どのタイプで接続してもOK。
  - IPv4・IPv6両方のアドレスでPing監視
- JPNAP6
  - IPv6のみ。サービスレベルとしては「実験」レベルで提供。
  - ただしJPNAP東京 I に接続しているISPとピアリング可能。



## (2) IPv6アドレス

- JPNAPの割当：2001:07fa:0007::/48
  - JPNAP東京 I、II、大阪にそれぞれ/64を利用
  - 当該空間をBGPで広告しない
- 参考：特殊用途PIアドレス(IX向け)
  - APNIC地域 2001:07fa::/32, 2001:0de8::/29
  - ARIN地域 2001:0504::/31
  - RIPE地域 2001:07f8::/32
    - » <http://www.apnic.net/db/ranges.html>
    - » [http://www.arin.net/reference/micro\\_allocations.html](http://www.arin.net/reference/micro_allocations.html)
    - » <http://www.ripe.net/ripe/docs/ripe-434.html>

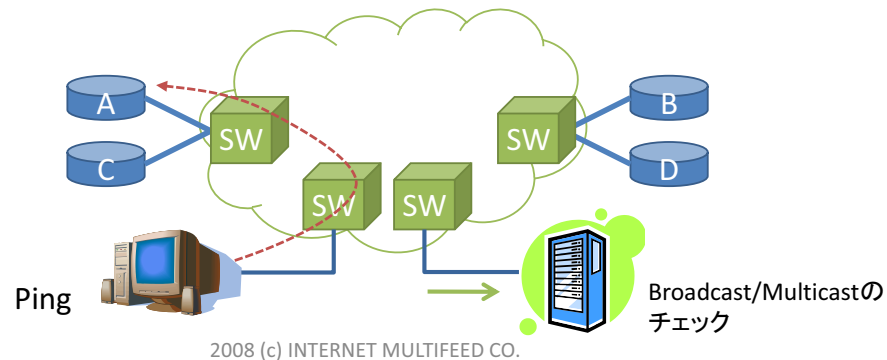
2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## (2) IPv6 アドレス：付与ルール

- パブリック面：
  - AS番号を10進表記で埋め込む
  - 2001:7fa:7:ZZZZ:00xx:xxxx:xxxx:n/64
    - ASPLAINでもASDOTでも、10進表記で10桁必要
    - 例：AS7521  
2001:7fa:7:0:0:0:7521:100
    - 例：AS131079 (AS2.7のASPLAIN表記)  
2001:7fa:7:0:0000:0013:1079:100
- プライベートVLANサービス：
  - AS番号は用いない

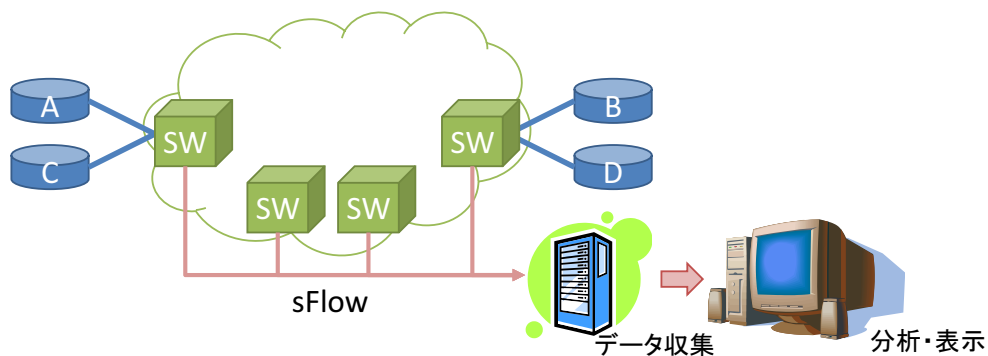
## (3) ネットワーク監視

- ISPルータのIPv6アドレス監視
  - Nagiosから監視
  - IPv4と同様にタイムアウトしたらISPへ連絡する
- 不要なIPv6パケット等の監視
  - ツールを用いて監視
  - ISPにお知らせして止めていただくよう依頼する

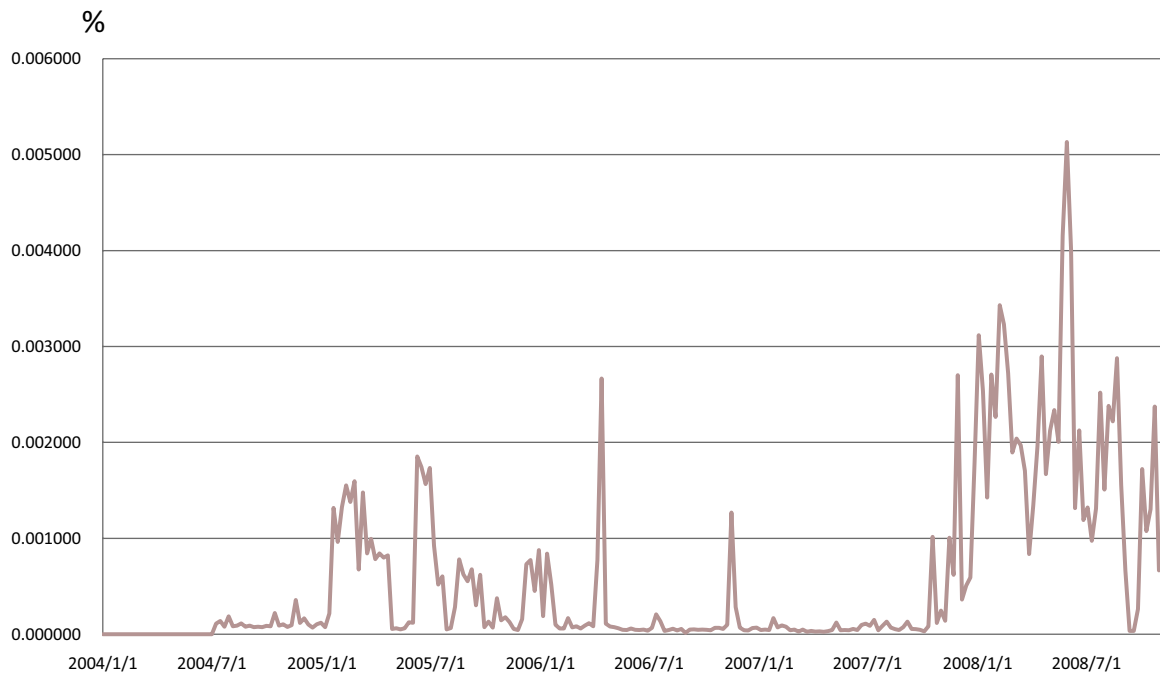


## (4) トラフィック計測

- sFlowによる計測
  - ISPは、IPv6ピアのトラフィック量だけを抽出して見る事が可能。
  - sFlowでは、サンプリングによりトラフィック量を推定する
  - このため、IPv4のトラフィックに比べてIPv6トラフィックが極端に少ない現状では、IPv6トラフィックを正確に推定するのは難しい



# JPNAP: IPv6/IPv4比率



1週間の平均トラフィック量で計算したにIPv4/IPv6トラフィック量の比率

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

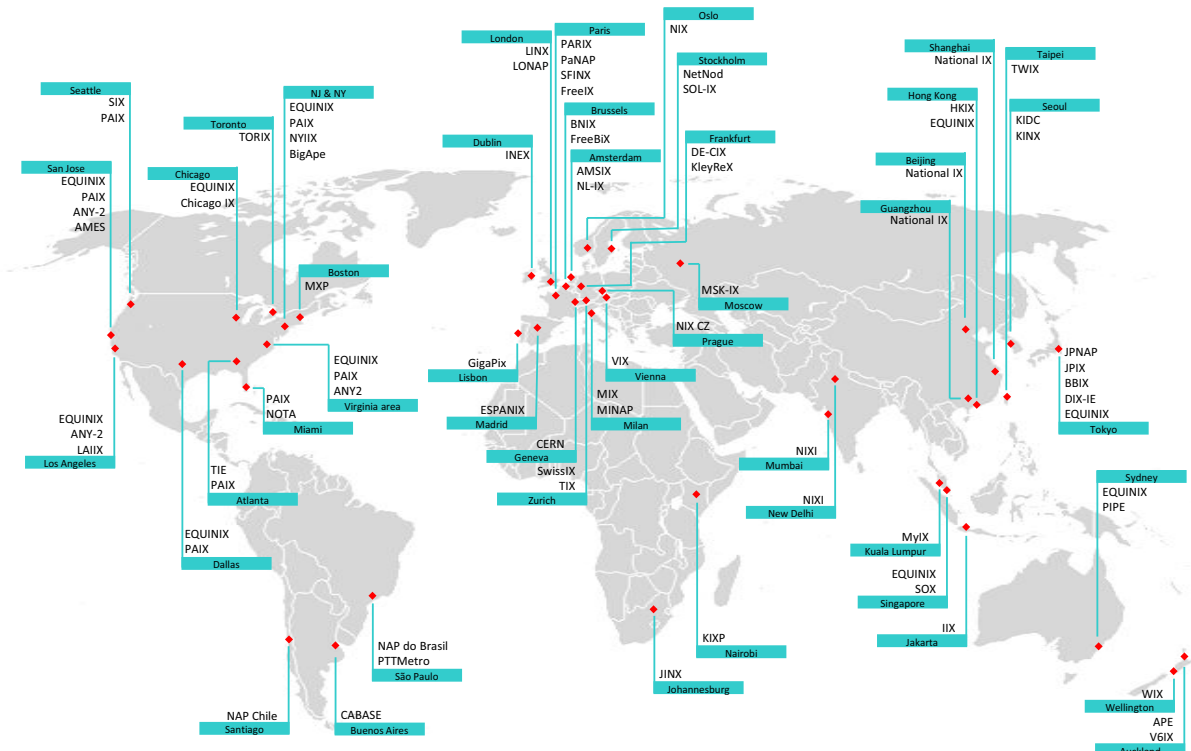
## (5) その他

- 顧客への情報提供
  - 顧客サポートページにおいて、各社ごとに、自社 IPv6ピアのトラフィック量グラフをみることができる
  
- マルチキャスト                      未提供
- ルートサーバ                         未提供

# IV 海外のIXとIPv6

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

## 海外のIX



“Consistent IPv6 peering addressing & cleaner IPv6 routing”,  
Martin Levy氏 RIPS57資料より引用


2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# 海外の主なIX

- AMS-IX    
 amsterdam internet exchange  
 - オランダ アムステルダム

- PAIX   
 - 米国

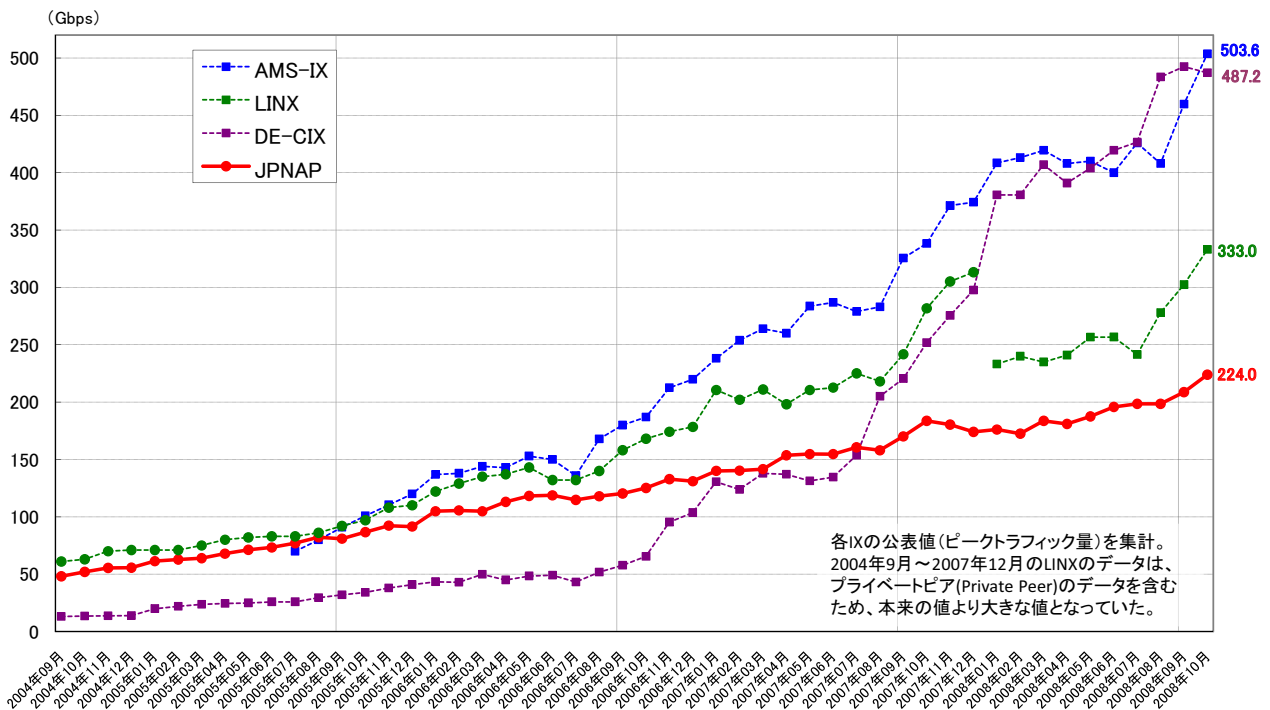
- DE-CIX   
 - ドイツ フランクフルト

- Equinix   
 - 米国、欧州、アジア

- LINX   
 - イギリス ロンドン

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# 海外主要IXとのトラフィック比較(IPv4)



2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# 海外IXにおけるIPv6アドレスの例

**EQUINIX**

Provider /48 IX AS Number

2001:504:0:2::6939:1

**SIX**

198.32.180.40

2001:478:180::40

\* Also NOTA & MXP

**LINX**

Provider /48 AS Number (HEX)

2001:7f8:4:0:1B1B:1

\* Also LoNAP & modified more for DE-CIX

Provider /48 IX number

2001:504:D::10

2001:504:F::39

Provider /120 number

**HKIX**

2001:7FA:0:1::CA28:A19E

\* Will move from /120 to /64 soon

Provider /48 Loc # ASN number

2001:7f8:30:0:x:y:z:z

**VIX**  
Vienna Internet eXchange

Note that besides HKIX – nearly every exchange uses a /64 for the LAN segment

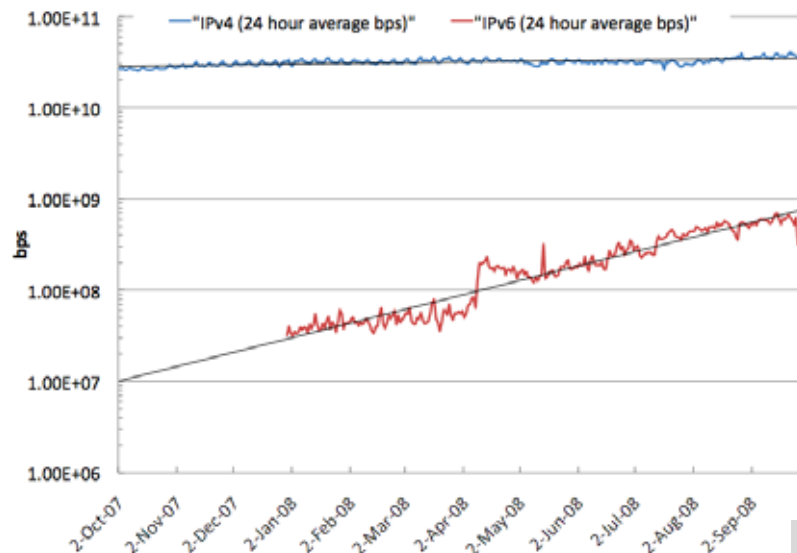
All examples are Hurricane Electric addresses

“Consistent IPv6 peering addressing & cleaner IPv6 routing”,  
Martin Levy氏 RIPE57資料より引用

2008 (c) INTERNET MULTIFEED CO.

# AMS-IXのIPv6トラフィック

- 急激なIPv6トラフィックの増加を計測



グラフ提供: AMS-IX



# 海外IXとの比較

	JPNAP	LINX	AMS-IX	DE-CIX
	日本 (東京・大阪)	英国 (ロンドン)	オランダ (アムステルダム)	ドイツ (フランクフルト)
(1)構成	同一ハード 同一VLAN	同左	同左	同左
(2-1)IPv6アドレス 空間	2001:7fa:7::/64	2001:7f8:4::/64	2001:7f8:1::/64	2001:7f8:0::/64
(2-2) アドレス形 式	ASN10進表記	ASN16進表記	ASN16進表記	ASN16進表記
(4)トラフィック測 定	sFlow	sFlow	sFlow	sFlow
備考	JPNAP6(期間限 定IPv6のみ)を併 設		Multicastあり	使ったアドレス は報告義務有り。 逆引き登録をす る

- ご清聴ありがとうございました。
- ご質問・コメントは

インターネットマルチフィード株式会社  
外山勝保    toyama@mfeed.ad.jp    へ