

# ルーティング・トポロジ動向

NTT Communications

Tomoya Yoshida <[yoshida@nttv6.jp](mailto:yoshida@nttv6.jp)>

## 内容

- 2008年のトピック・傾向
- ルーティングUpdate
- ネットワークトポロジの状況
- トラフィック動向

# 内容

- 2008年のトピック・傾向
- ルーティングUpdate
- ネットワークトポロジの状況
- トラフィック動向

## 2008年のトピック・傾向

- IPv6化の促進
  - 2008年2月4日(米国時間) DNS root zoneに6つAAAAレコードが追加
    - <http://ipv6.google.{com,jp}/>, <http://ipv6.2ch.net/> etc.
    - IX(JPNAP/JPIX) のIPv6正式dualサービス化
- Youtubeの経路ハイジャック(2月)
- 洞爺湖サミット(7月)
- 北京オリンピックでのIPv6実験(8月)
- 国内のトラフィックの増加は、全体的に緩やかに
- P2Pトラフィックは健在
  - Winny, Share, bittorrent等
- IPv4 full-routeは26万～27万経路に到達
- 国内IXのトラフィックは350G前後に到達

# 内容

- 2008年のトピック・傾向
- **ルーティングUpdate**
- ネットワークトポロジの状況
- トラフィック動向

## ルーティングUpdate

- IPv4経路の伸びは順調に増加
  - 年増加率は若干減少(1.16倍->1.15倍)
  - /21, /22 等の経路増加が目立つ
- IPv6経路の増加率向上
  - IPv6本格対応に着手
  - ヨーロッパは依然増加傾向
- 4byteAS対応の促進
  - Asplainフォーマットに統一化の方向
  - 4byte化を促進させるRIRでのポリシー変更

# ルーティングUpdate (cont.)

- BGP経路ハイジャック

- 2月にyoutubeのhijack発生

- <http://www.ripe.net/news/study-youtube-hijacking.html>

- 対応策として、youtube自身が/24の同一経路、/25のlonger経路を広告

- /24でのハイジャックのため、日本にも大きな影響あり

- 日本国内でも定常的に観測されている

集計月		09月	10月	11月	12月	01月	02月	03月	04月	05月	06月	07月	08月	09月
検 知 理 由	検知対象AS数	7	7	10	10	11	13	12	12	13	14	14	14	14
	IRR misconfig	1	10	53	3	5	11	3	2	1	14	9	0	1
	Hijack	0	0	1	0	3	51	1	5	2	0	0	0	0
	Bogon	6	26	24	44	46	29	12	8	46	20	9	20	2
	unknown	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	検知対象AS数	N/A	N/A	233	238	238	242	241	241	257	268	267	263	265
	JPIRR Maintener AS's alerts except the above(testing)	N/A	63	17	2	2	14	10	15	7	6	2	3	19
	Total	7	99	95	49	56	105	26	30	56	40	20	23	40

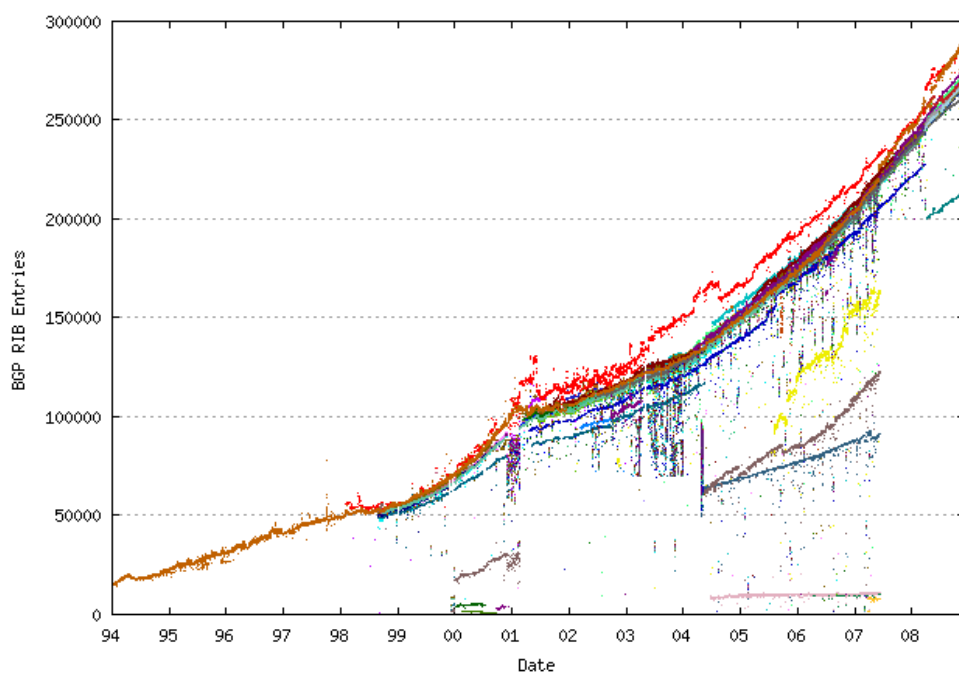
Telecom-ISAC JAPAN BGPWG (経路奉行)より提供

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

7

## IPv4経路数の推移



<http://bgp.potaroo.net/>

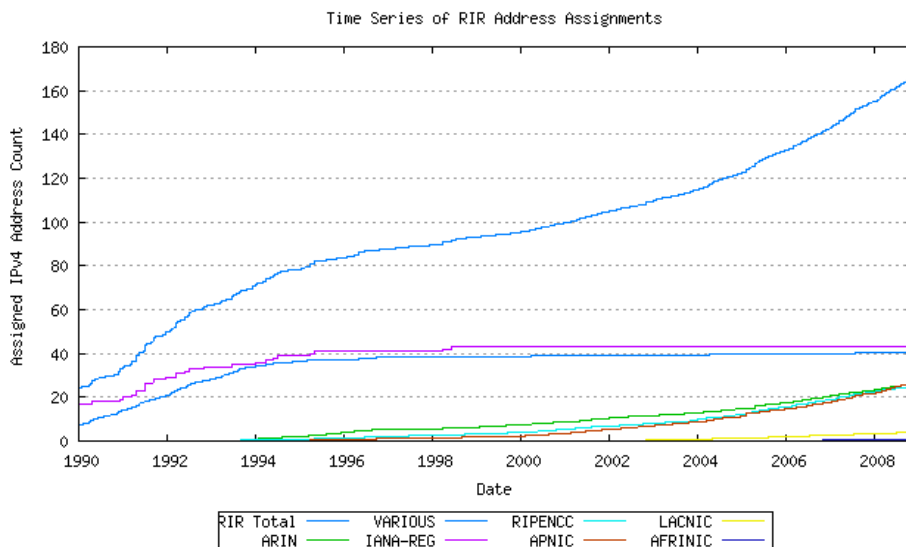
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

8

# IPv4 Assignment状況

/8の残りは36 5RIRsに公平に/8を配布することを考慮すると残り31



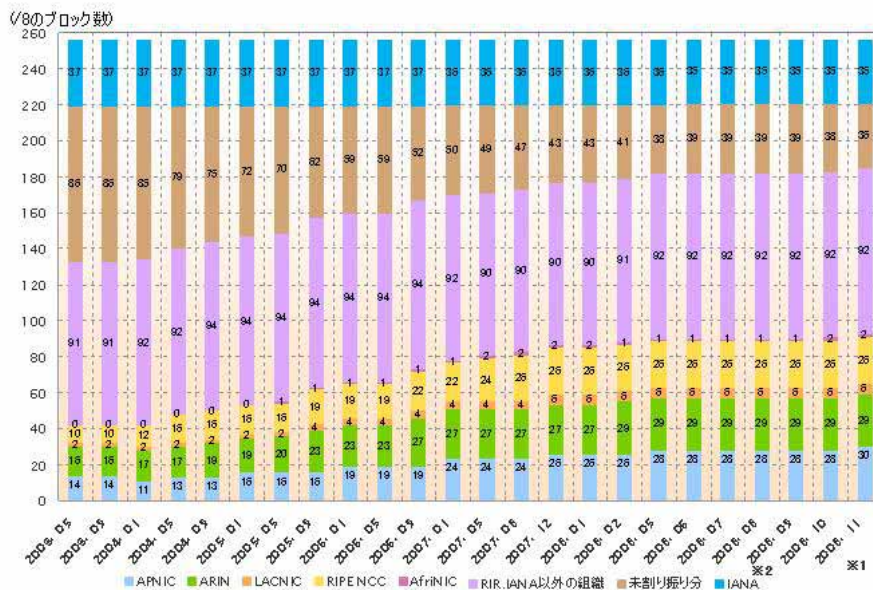
<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

9

# RIR毎のIPv4アドレス配分状況



<http://www.nic.ad.jp/ja/stat/jp/world.html>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

10

# IRR fltr-unallocated object

```
$whois -h jprr.nic.ad.jp fltr-unallocated
```

```
filter-set: fltr-unallocated  
descr: Unallocated (by IANA) IPv4 prefixes.  
filter: {
```

```
1.0.0.0/8^+,  
2.0.0.0/8^+,  
5.0.0.0/8^+,  
14.0.0.0/8^+,  
23.0.0.0/8^+,  
27.0.0.0/8^+,  
31.0.0.0/8^+,  
36.0.0.0/8^+,  
37.0.0.0/8^+,  
39.0.0.0/8^+,  
42.0.0.0/8^+,  
46.0.0.0/8^+,  
49.0.0.0/8^+,  
50.0.0.0/8^+,  
100.0.0.0/8^+,  
101.0.0.0/8^+,  
102.0.0.0/8^+,  
103.0.0.0/8^+,  
104.0.0.0/8^+,  
105.0.0.0/8^+,  
106.0.0.0/8^+,  
107.0.0.0/8^+,  
108.0.0.0/8^+,  
109.0.0.0/8^+,  
175.0.0.0/8^+,  
176.0.0.0/8^+,  
177.0.0.0/8^+,  
178.0.0.0/8^+,  
179.0.0.0/8^+,  
180.0.0.0/8^+,  
181.0.0.0/8^+,  
182.0.0.0/8^+,  
183.0.0.0/8^+,  
184.0.0.0/8^+,  
185.0.0.0/8^+,  
223.0.0.0/8^+}
```

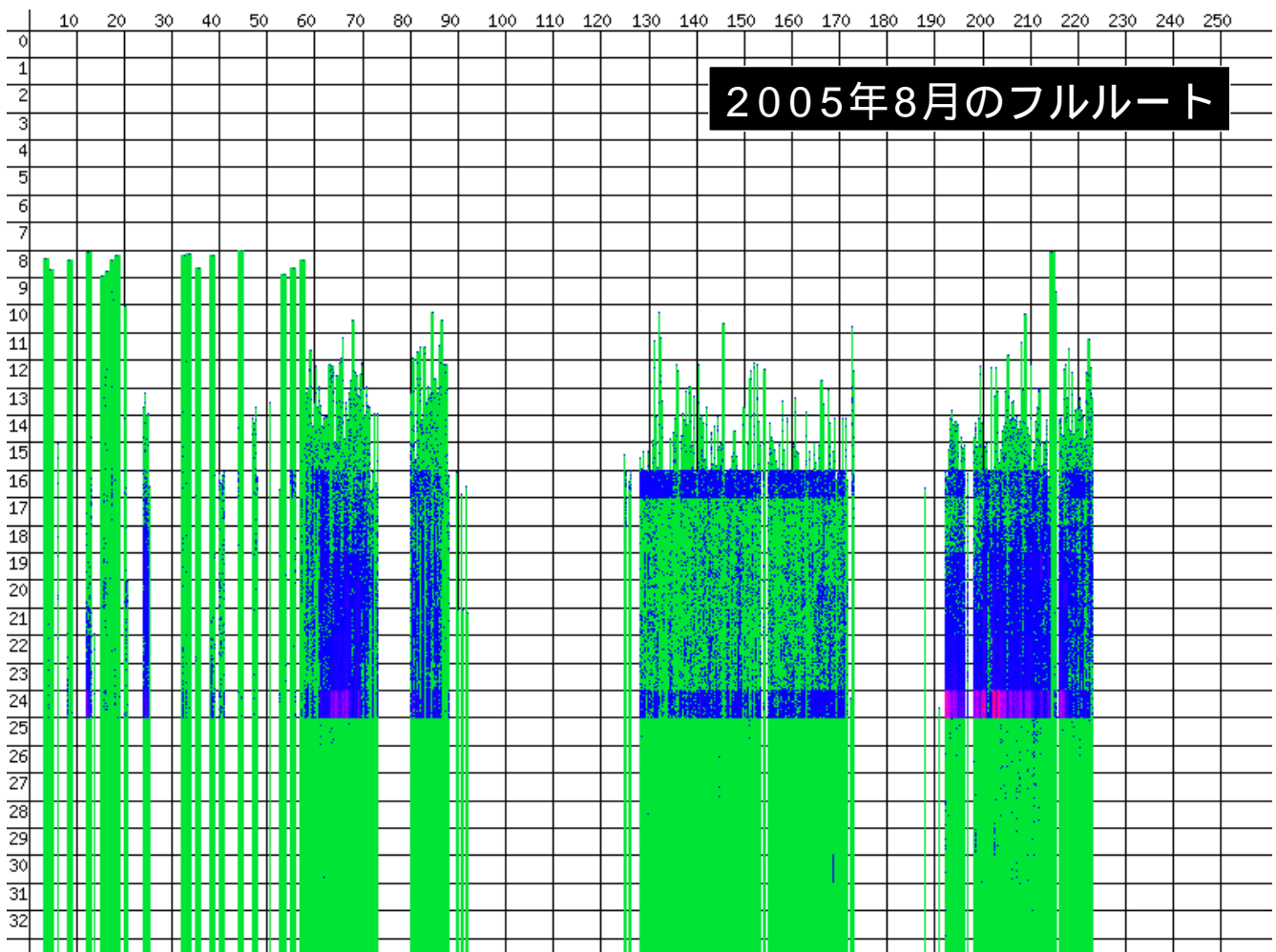
```
admin-c: TY6070JP  
tech-c: TY6070JP  
remarks: For the complete set of bogons, please see:  
fltr-martian - special use and reserved prefixes.  
fltr-bogons - fltr-unallocated + fltr-martian.  
http://www.cymru.com/Documents/bogon-list.html  
notify: irr-admin@nic.ad.jp  
mnt-by: MAINT-JPIRR  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20060712  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20060831 #RIPEX3  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20061011 #ARINx4  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20070118 #APNICx5  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20070330 #RIPEX2  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20070731 #RIPEX2  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20071001 #LACNICx2  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20071030 #APNICx2  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20080215 #ARINx2  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20080215 #add 014/8  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20080529 #APNIC 112/8 113/8  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20081104 #AfriNIC 197/8  
changed: irr-admin@nic.ad.jp 20081113 #APNIC 110/8 111/8  
source: JPIRR
```

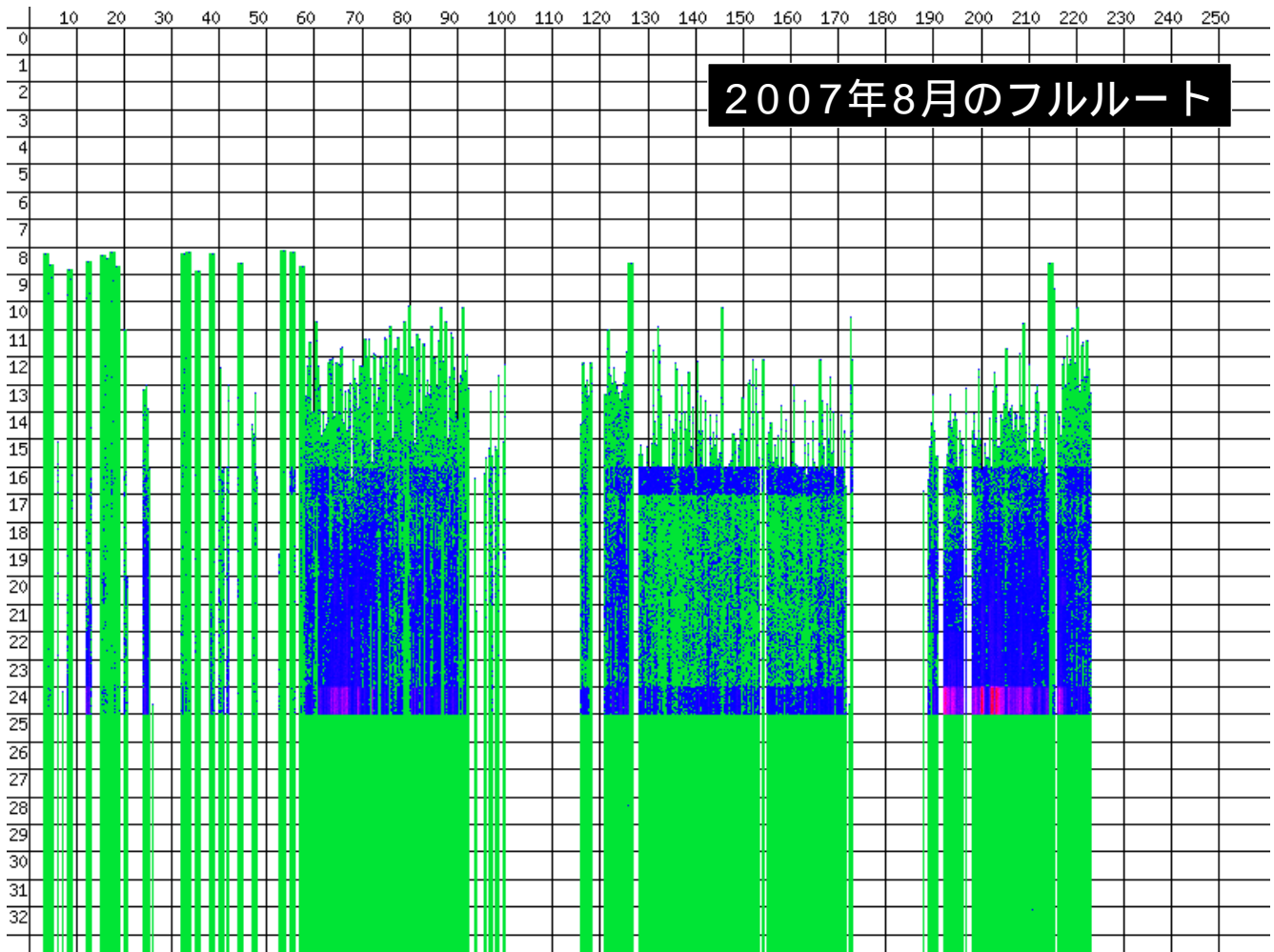
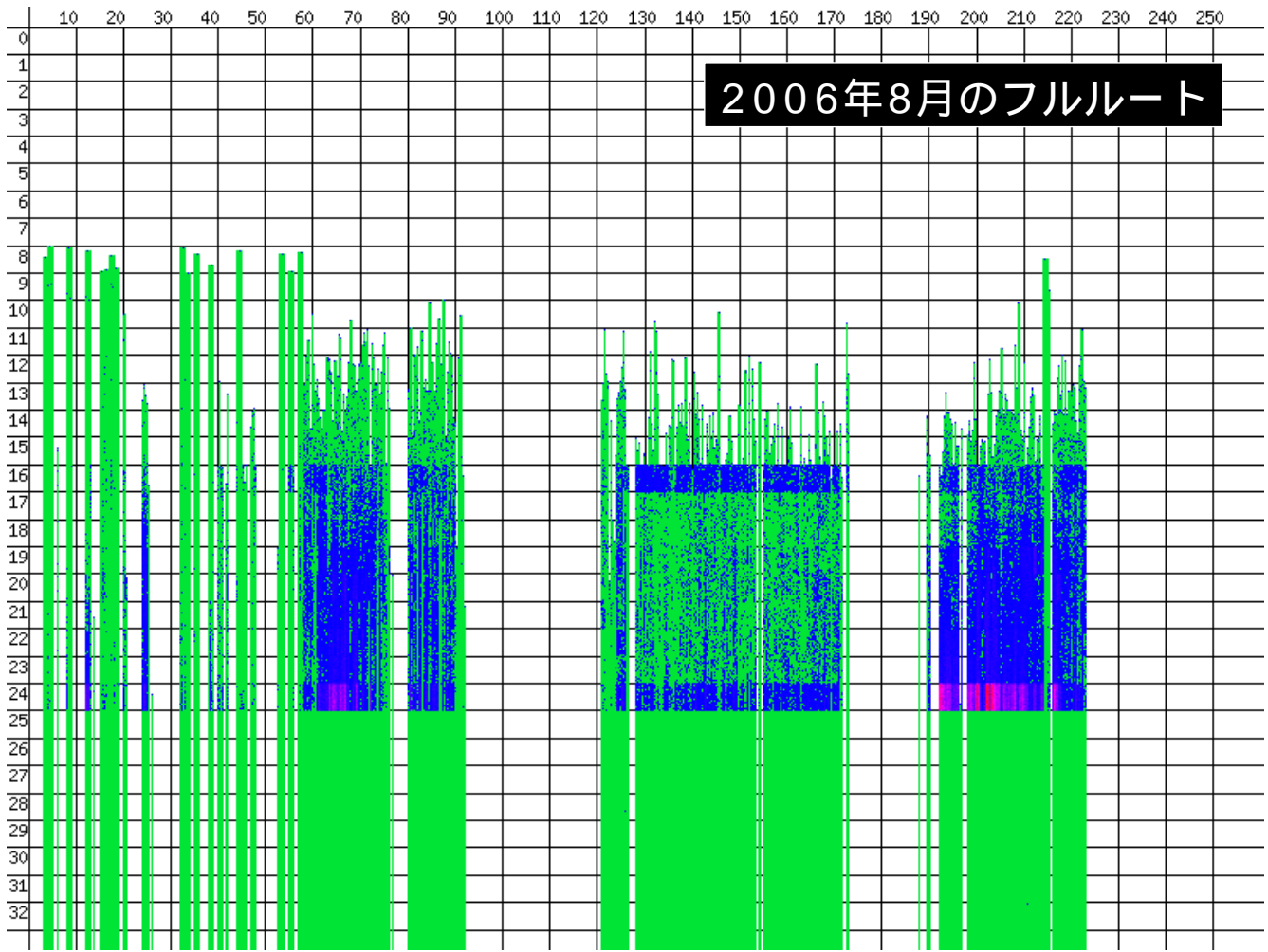
- unallocatedな/8を表すIRRのobject
- 現在JPNICにて更新を実施

2008/11/28

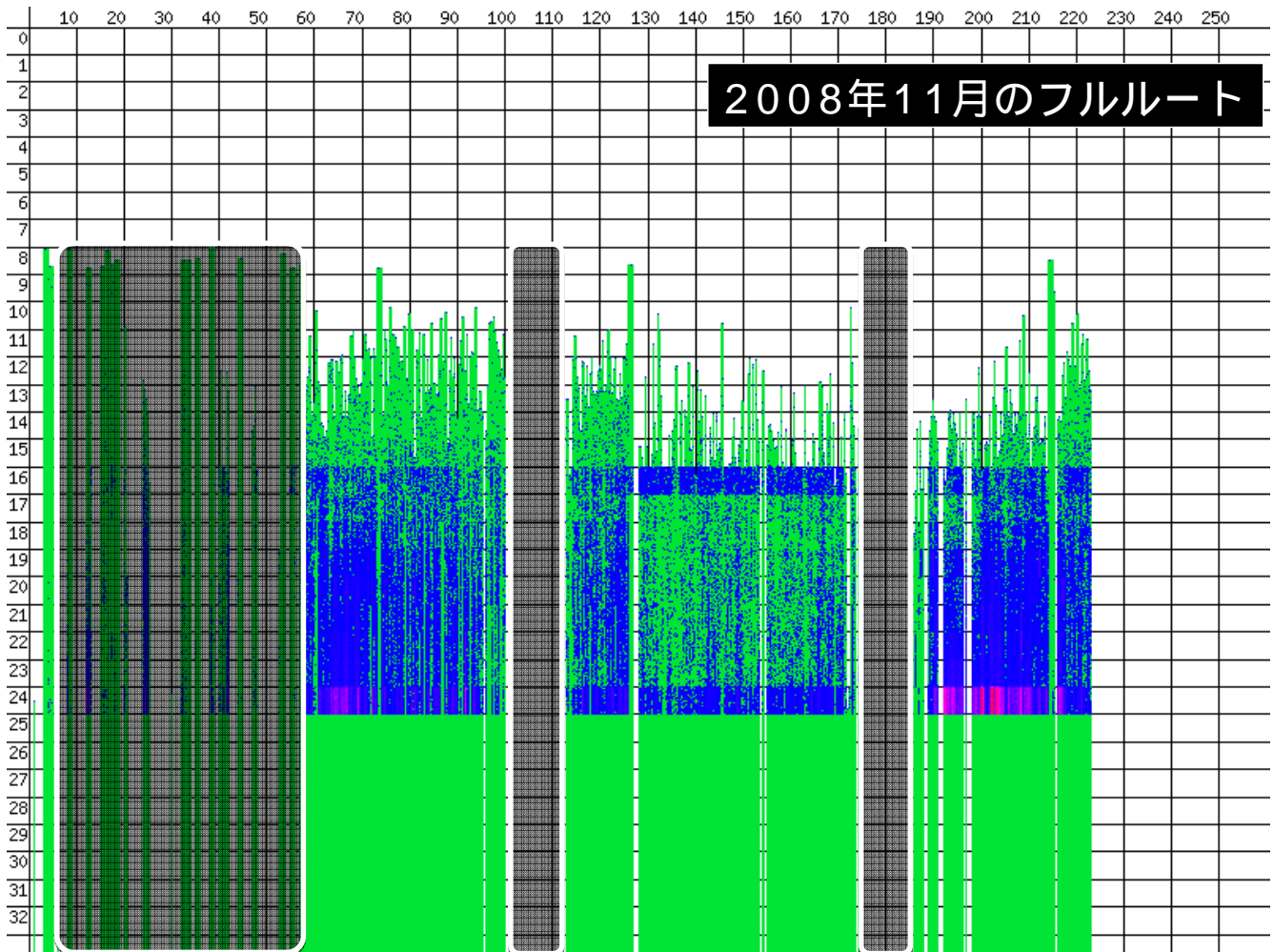
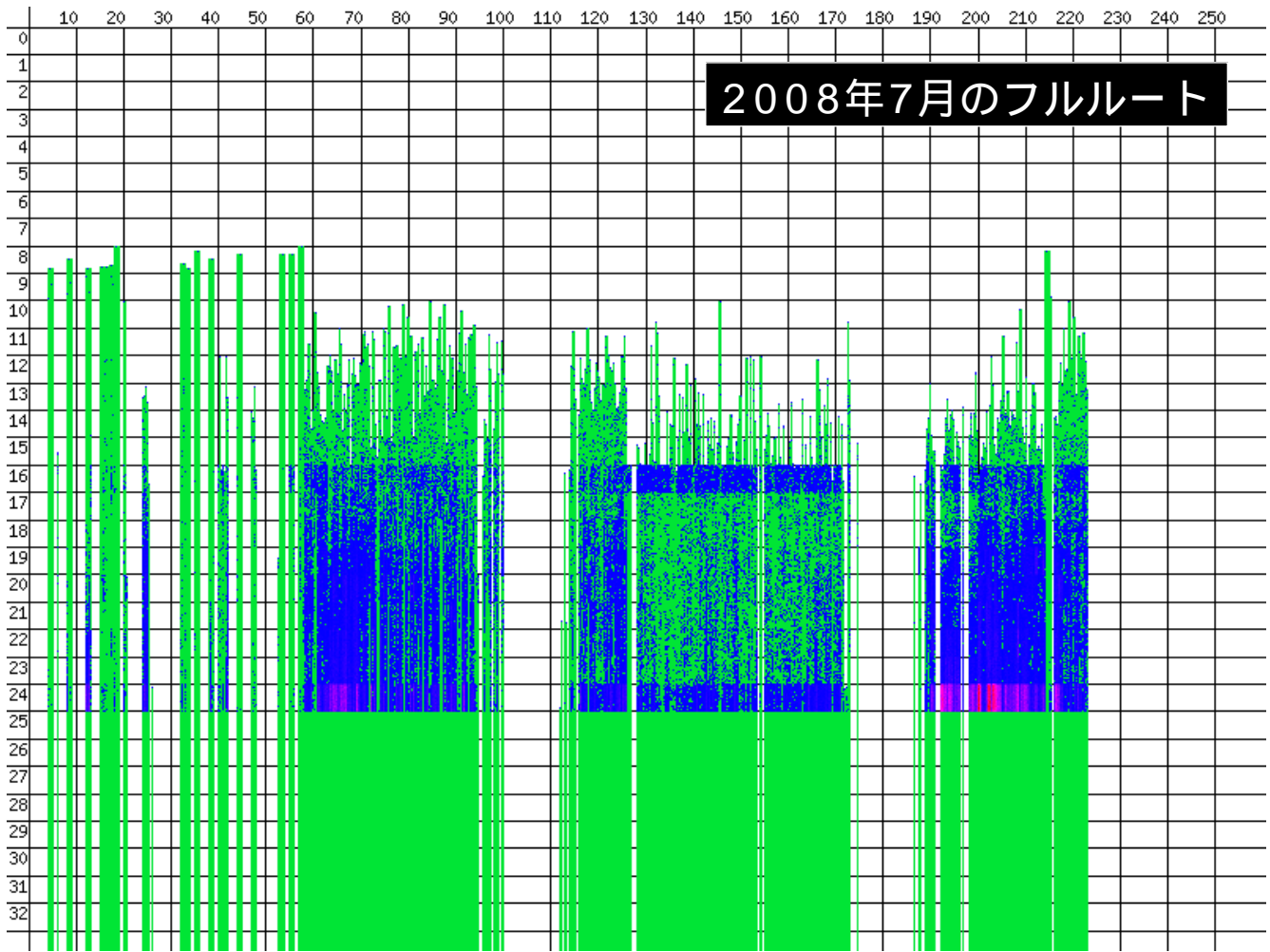
Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

11



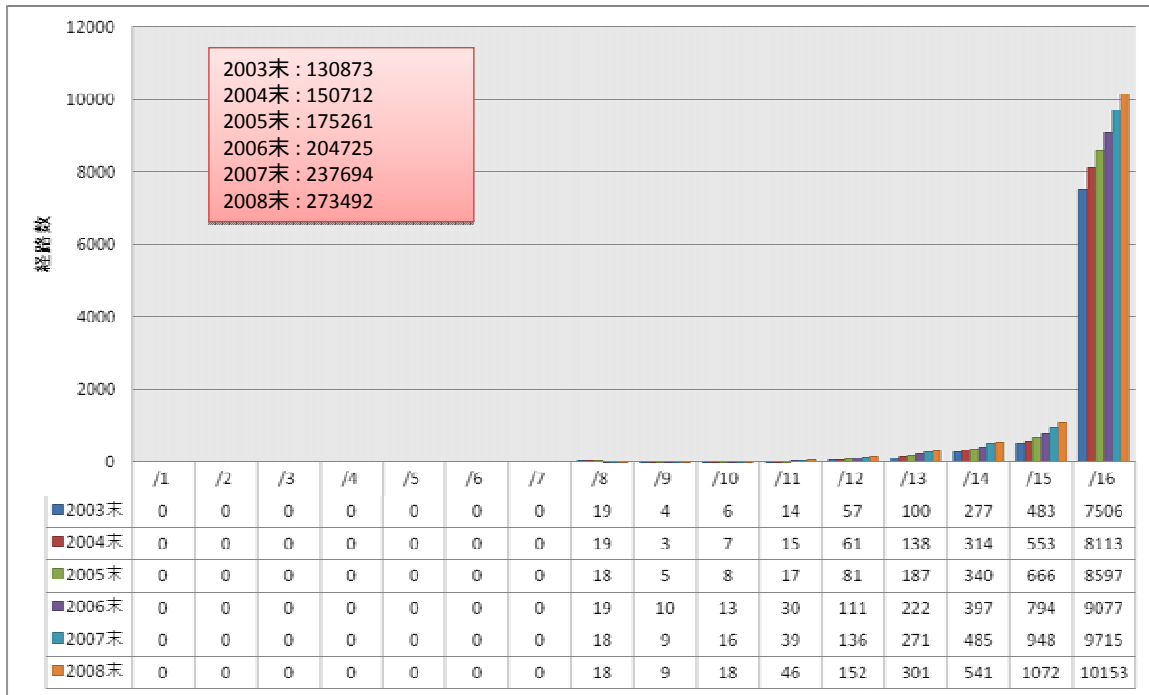




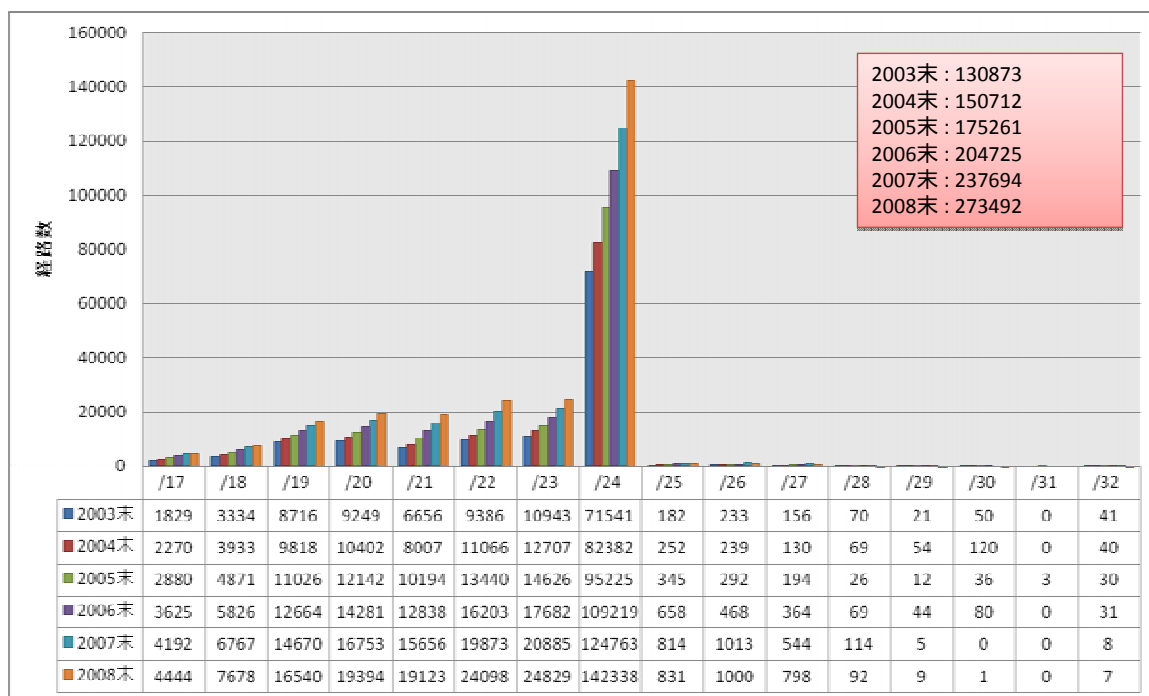




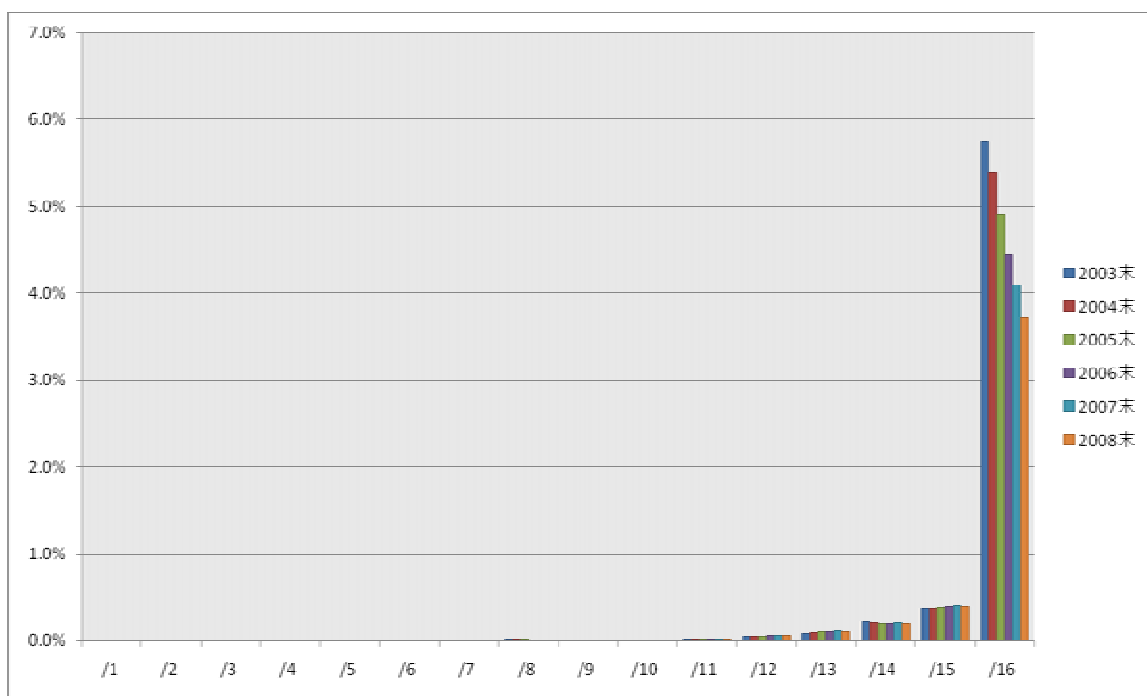
# IPv4経路数比較(1)



# IPv4経路数比較(2)



## IPv4経路数比較(3)

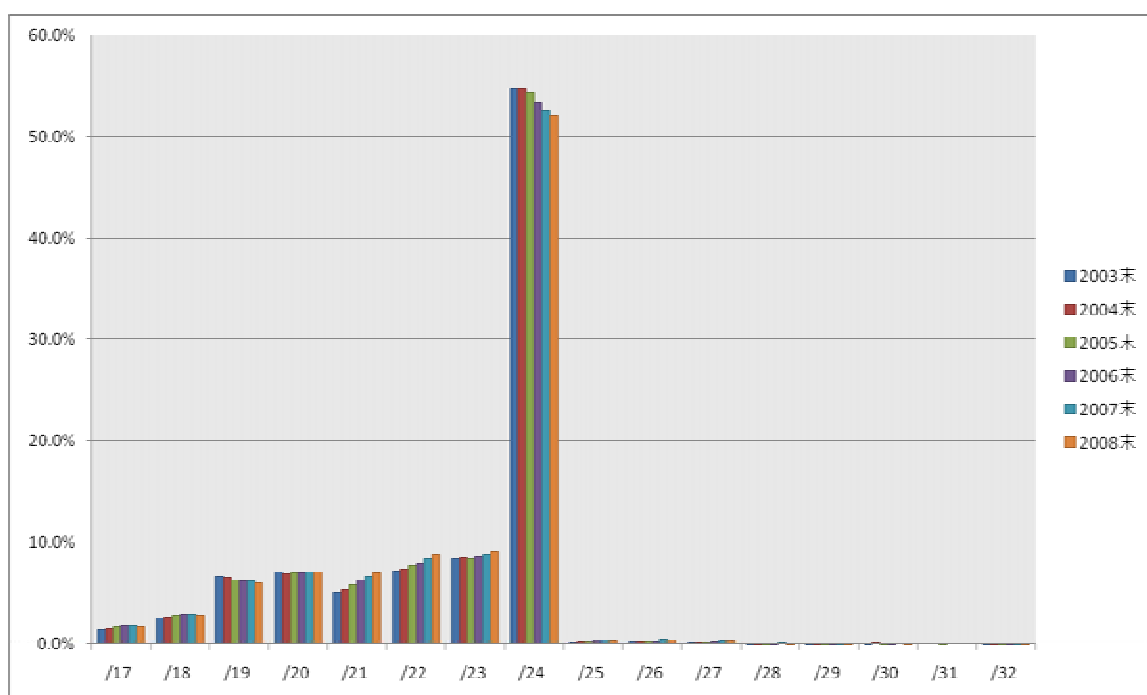


2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

19

## IPv4経路数比較(4)

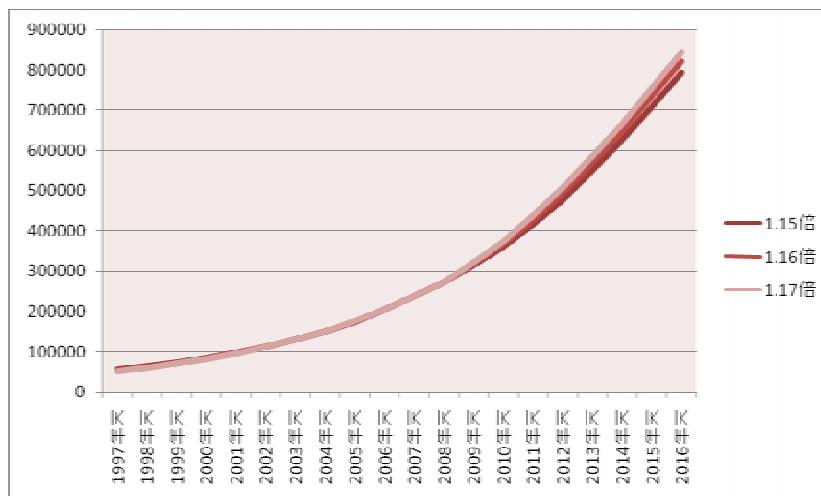


2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

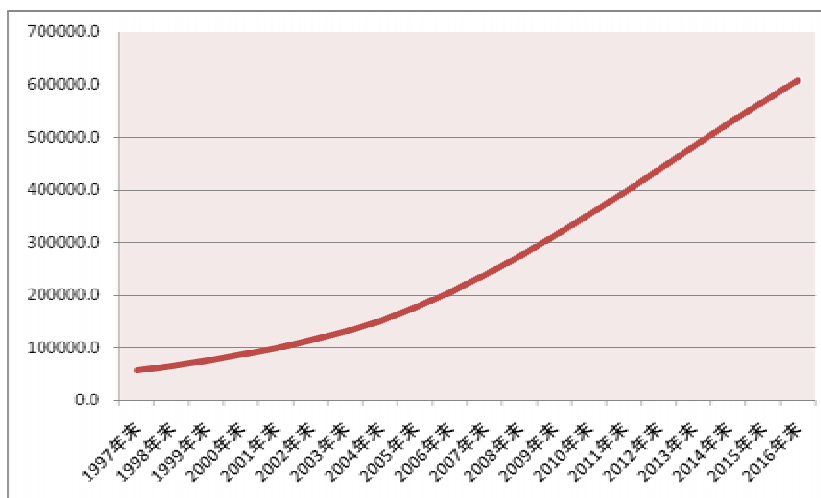
20

# IPv4経路数推移予測(1)



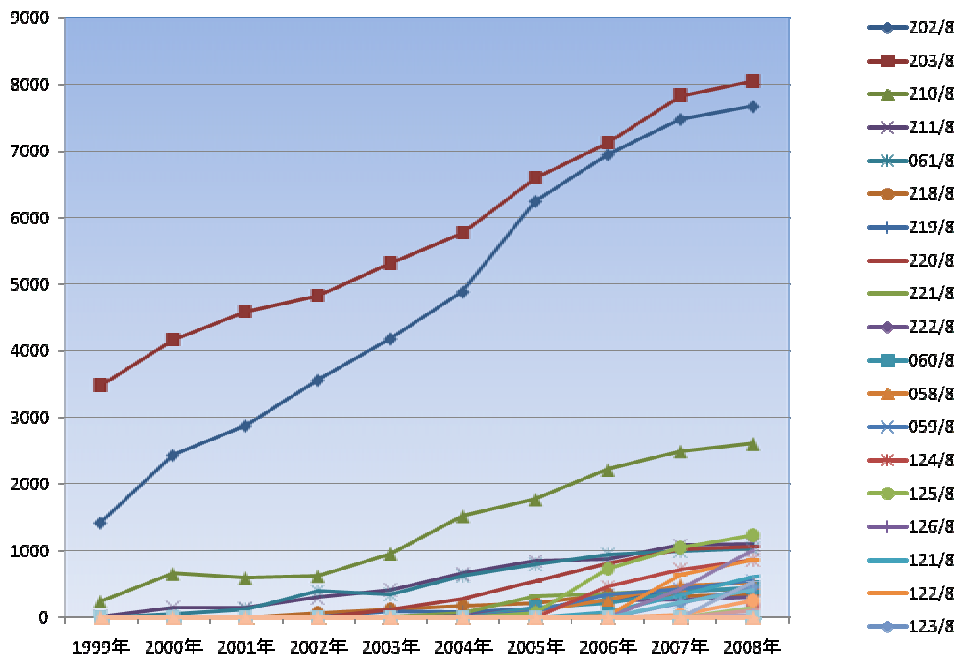
最近の10年間は年率1.15倍～1.17倍で増加している  
割り振り停止後も一定期間は経路増加は継続されると予測  
(ただし現状の増加率よりも緩やかに増加すると想定される)

# IPv4経路数推移予測(2)



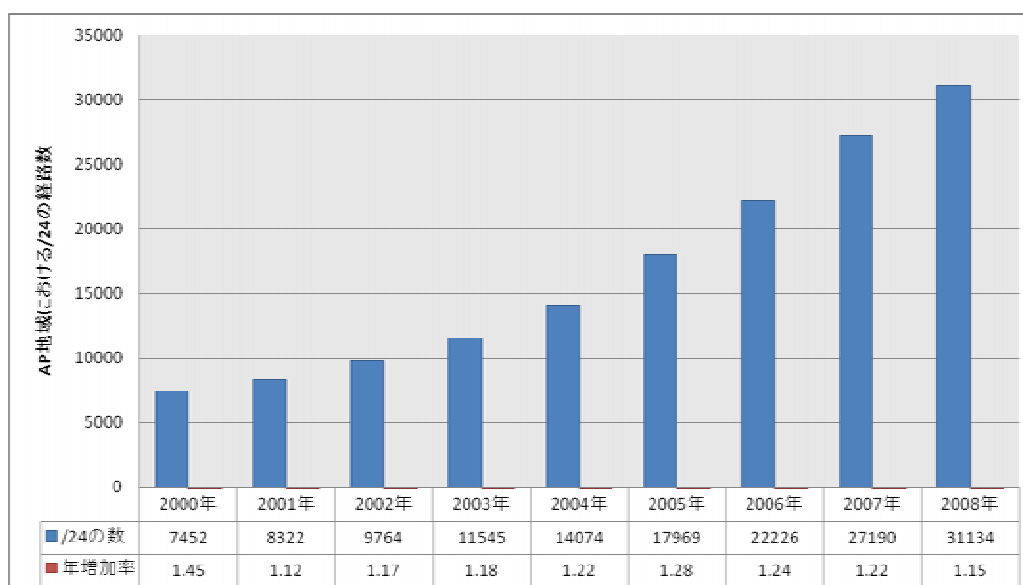
2009年以降、-0.1倍の伸び率で推移した場合の経路数予測

# AP地域の/24の推移(1)

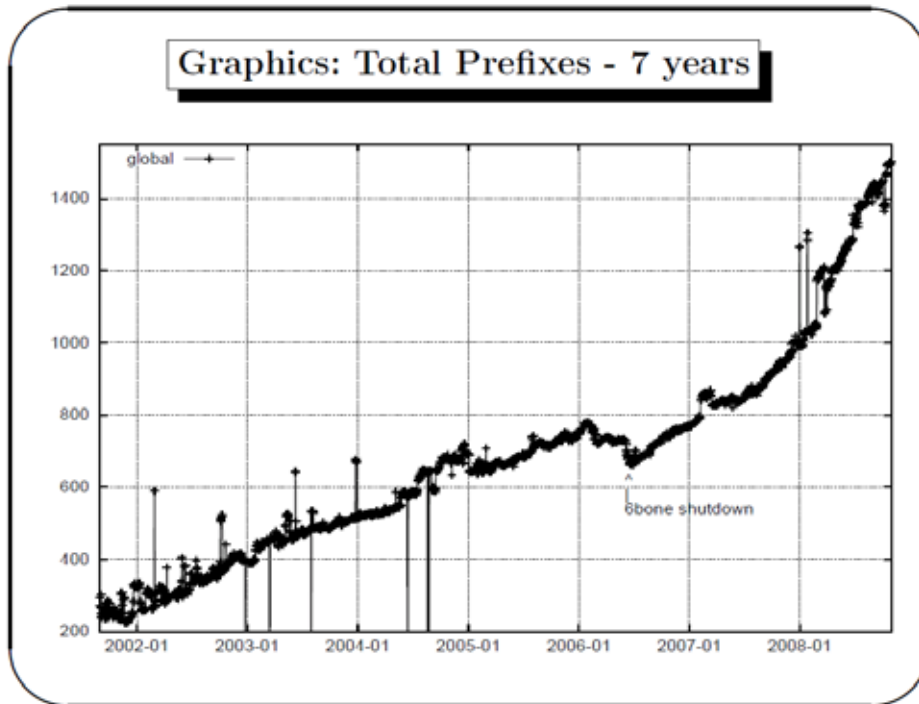


# AP地域の/24の推移(2)

2007年～2008年は少し緩やかな増加傾向へ



# IPv6経路数の推移 (1)



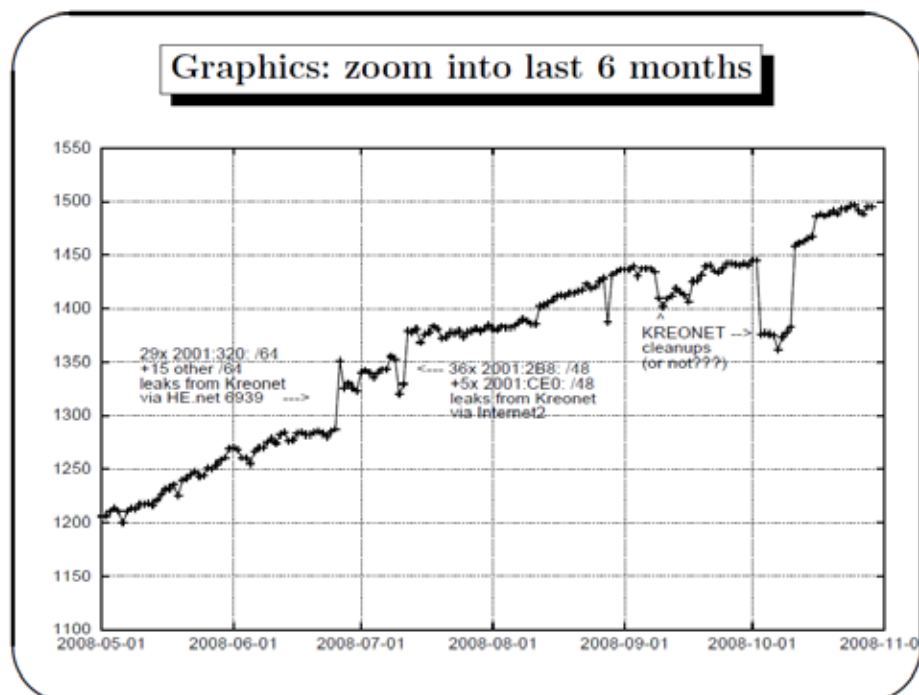
[http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6\\_Routing\\_Table\\_Overview.JffL.pdf](http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6_Routing_Table_Overview.JffL.pdf)

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

25

# IPv6経路数の推移 (2)



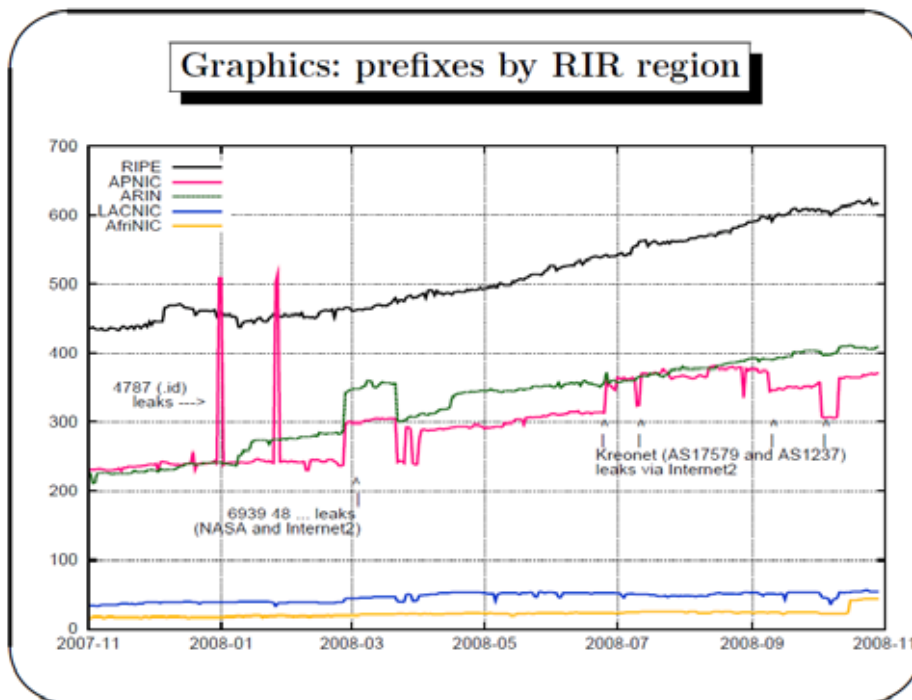
[http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6\\_Routing\\_Table\\_Overview.JffL.pdf](http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6_Routing_Table_Overview.JffL.pdf)

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

26

# IPv6経路数の推移 (3)



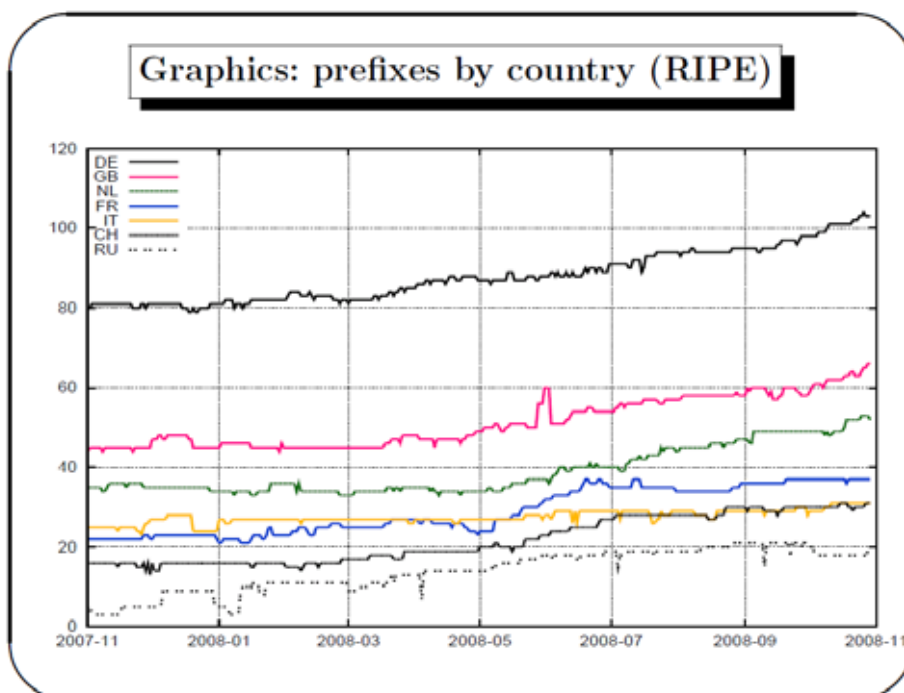
[http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6\\_Routing\\_Table\\_Overview.JffL.pdf](http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6_Routing_Table_Overview.JffL.pdf)

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

27

# IPv6経路数の推移 (4)



[http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6\\_Routing\\_Table\\_Overview.JffL.pdf](http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6_Routing_Table_Overview.JffL.pdf)

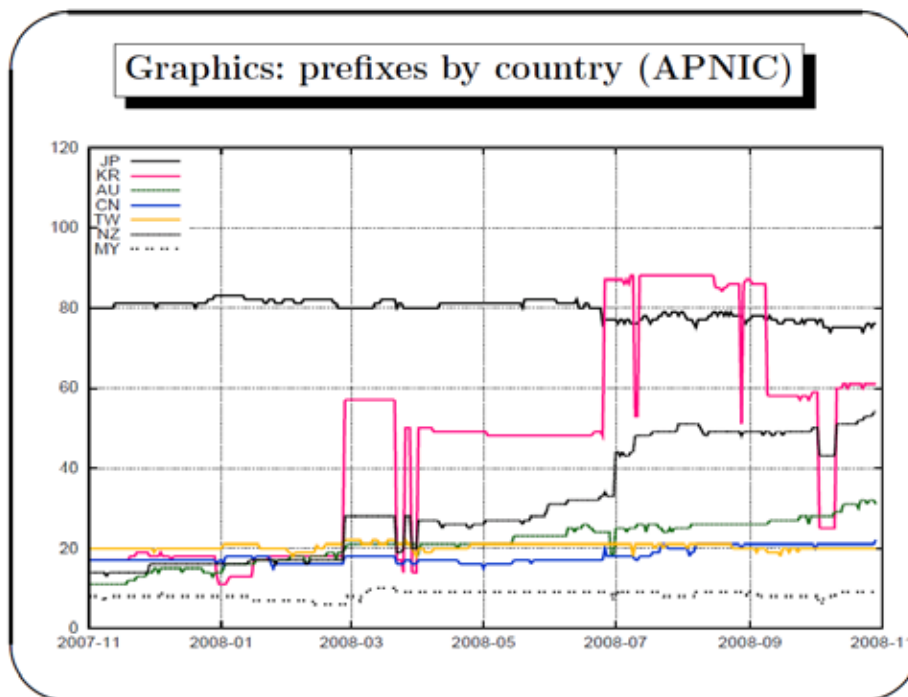
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

28



# IPv6経路数の推移 (5)



[http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6\\_Routing\\_Table\\_Overview.JffL.pdf](http://www.ripe.net/ripe/meetings/ripe-57/presentations/Doering-IPv6_Routing_Table_Overview.JffL.pdf)

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

29

## AS番号 (2byte/4byte)

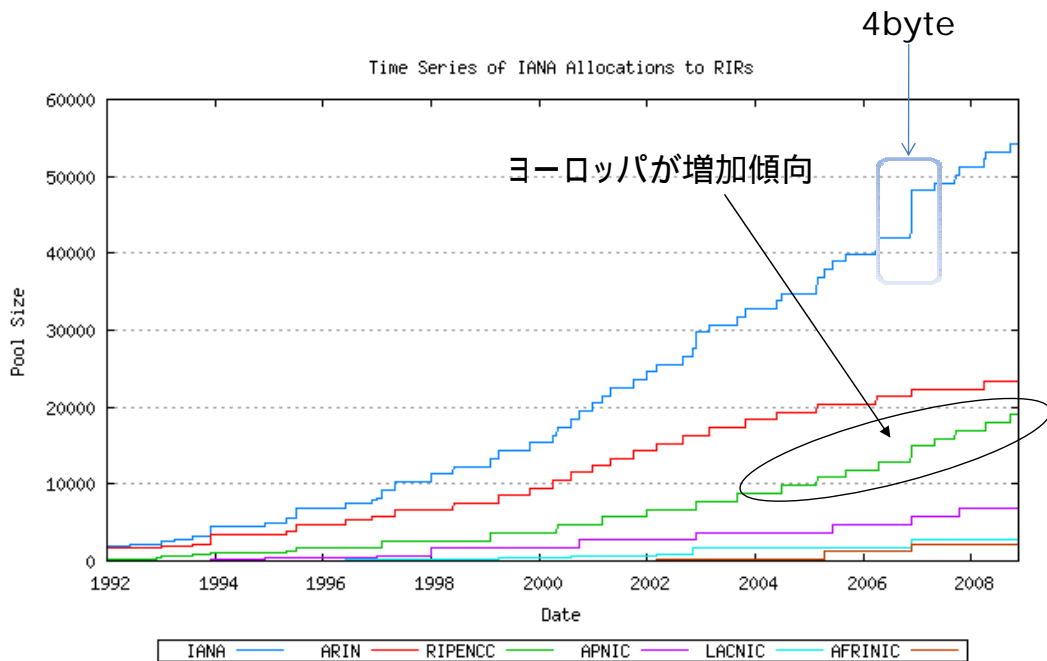
- 2byte AS
  - 線形増加傾向が継続
  - 残り1万AS程度を残して来年～再来年に4byteへ移行
- 4byte AS
  - 2009年より本格化
  - IANA/RIRもasplain表記に統一の方向
    - 正規表現の問題などを考慮してIETF/RIRコミュニティで議論が活発化
    - 現状asdot表記で動いているものは修正が必要
  - ルータベンダの実装も追従の方向
    - 現状実装されているベンダは両方の表記に対応
- Document用AS
  - IPv6アドレス(2001:db8/32)のようなDocument用AS番号の新設へ
    - 64496 - 64511 and 65536-65551 (1.0 - 1.15 using "asdot" notation)

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

30

# AS Allocation



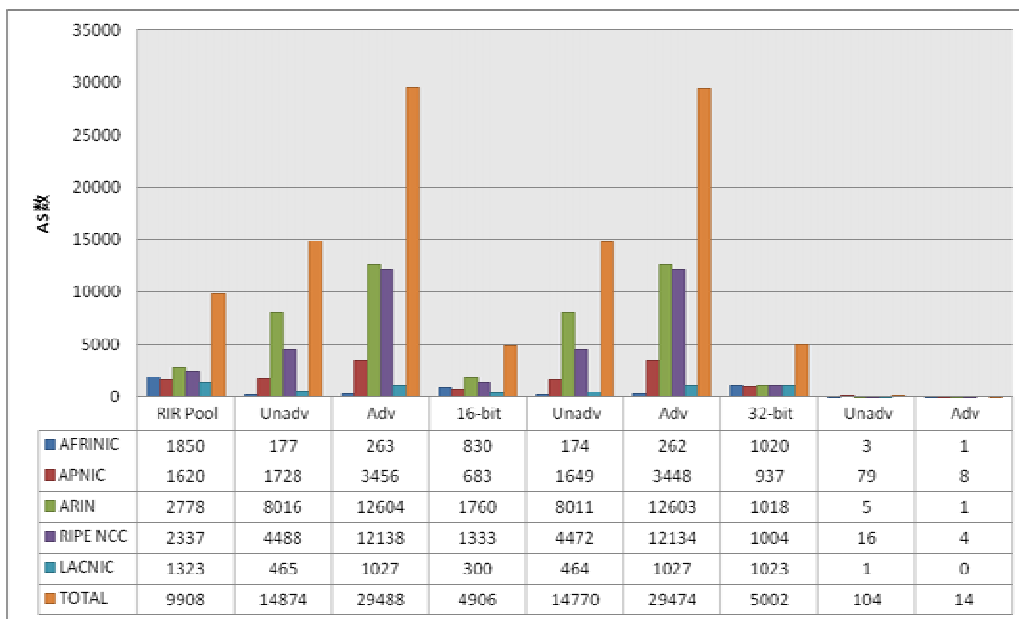
<http://www.potaroo.net/tools/asn32/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

31

## AS番号の割り振り・利用状況



<http://www.potaroo.net/tools/asn32/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

32

# 従来の4byteAS番号割り当てポリシー

- <http://www.nic.ad.jp/ja/ip/asnumber.html>
- ~ 2007年3月6日
  - 2バイト空間から割り当て
- 2007年3月7日 ~ 2008年12月
  - 原則として2バイト空間(0 – 65535)から割り当て、特に希望がある場合には4バイト空間(1.0 - 65535.65535)から割り当てます。
- 2009年1月 ~ 2009年12月
  - 原則として4バイト空間(1.0 - 65535.65535)割り当て、特に希望がある場合には2バイト空間(0 – 65535)から割り当てます。
- 2010年1月 ~
  - 2バイト空間、4バイト空間のどちらからも区別なく割り当てます。

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

33

## 4byteAS番号割り当てポリシーの変更 (APNIC26で提案後採択)

2010年までの4バイトASへの移行促進のため

- 4バイトAS番号分配開始までの段階として、2009年6月に以下の通りもう1ステップ加える
  - 2009年1月 デフォルト4バイトASを分配  
希望者は2バイトASの分配を受けることも可能
  - 2009年6月 デフォルト4バイトASを分配  
2バイトAS希望者は技術的な理由の証明が必要  
(上位が4バイトASに対応していない)
  - 2010年1月 2バイト4バイト区別ない分配を開始  
フォーマットは4バイトに統一  
申請者は2バイト、4バイトの指定はできない

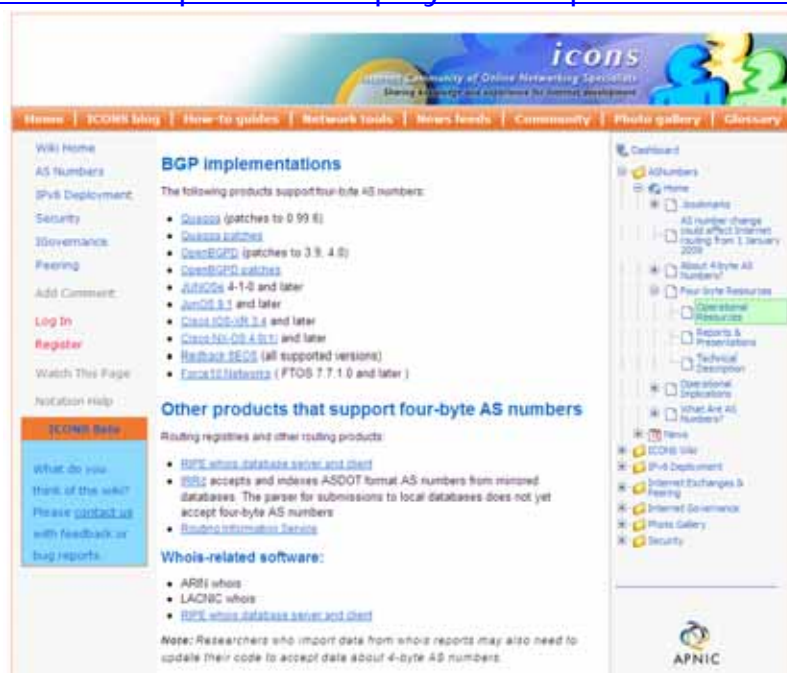
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

34

# APNIC 4byte wiki (ICONS)

<http://wiki.icons.apnic.net/display/ASN/Operational+Resources>



2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

35

## 内容

- 2008年のトピック・傾向
- ルーティングUpdate
- ネットワークトポロジの状況
- トラフィック動向

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

36

# ネットワークトポロジー動向

- 国内の動向
  - 東京集中型の傾向は依然継続
    - IXへの張り出し回線の約9割は東京(後述)
  - 大手ISPの大阪分散傾向の緩やかに
    - 2003年～2004年がもっとも顕著だった
    - 継続的に事業者の分散数は増加
- 国際の動向
  - アジア---ヨーロッパ回線が開通
  - 北米---大阪の回線の充実化
  - アジアハブとのパイプが増加
    - 特に中国、香港、台湾

## 内容

- 2008年のトピック・傾向
- ルーティングUpdate
- ネットワークトポロジーの状況
- **トラフィック動向**

# 日本のトラフィック状況

- 国内全体の伸びは年約1.2倍程度の伸び
  - ここ3,4年は1.2～1.5倍を推移
  - 昨年の1.4倍よりも鈍化している傾向
- 主要国内IXのTotalがピークで300G超
  - IXの値だけでは傾向の把握が困難
  - Private Peer > IX
- 西のトラフィック増が緩やかに(年1.3→1.2倍)
- 1日のトラフィックパターン
  - 21時及び23時前後に夜のピーク
    - 年々若干早くなっている
  - 朝の6時あたりが最も少ない
  - 週末は継続的に多い(動画など)

# 国際のトラフィック状況

- USのトラフィック状況
  - 日米はIn/Outともに約2倍/年の伸び
    - 秋頃より増加傾向が顕著に
  - コンテンツ事業者のトラフィック増加
  - 他地域と比べると低調な国内トラフィックの伸び
- アジアのトラフィック状況
  - 中国、台湾、韓国、香港との継続的なトラフィック増
    - 特に中国とのトラフィック増(回線も増加)
  - 地域内のトラフィック増加
- 欧州のトラフィック状況
  - アジア<->欧州トラフィック増 < アジア<->USトラフィック増

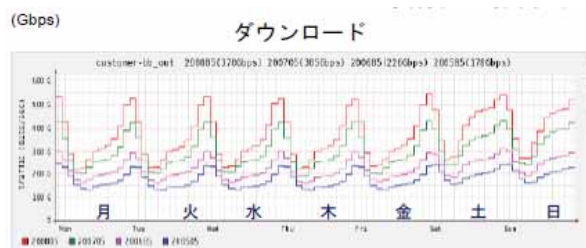
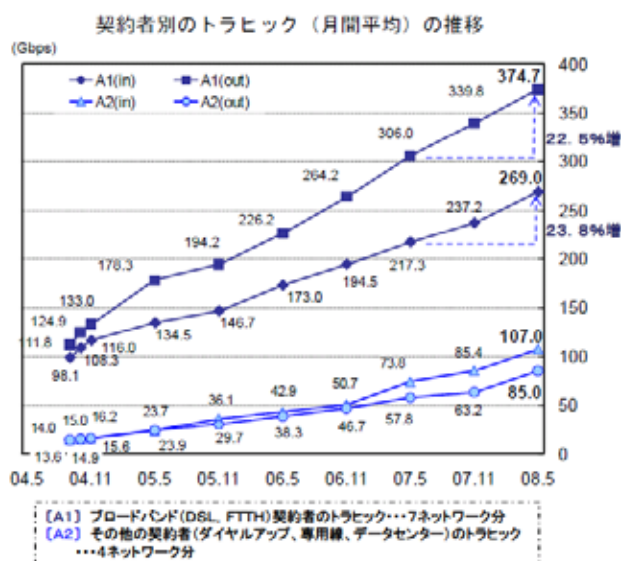


# 日本のトラフィック集計・試算(2008年5月)

- 日本のインターネットにおけるトラフィックの集計・試算
  - [http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080829\\_9.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080829_9.html)
- 日本のブロードバンドトラフィックの総量は平均約880Gbps
  - 2007年5月からの1年では約1.2倍に
- 2008年後半～2009年前半にブロードバンド契約者のトラフィック総量(平均)で1テラbpsを超える
  - 協力ISP6社のトラフィックと日本のIX全体のトラフィック比率(約42.6%)より算出
- 国外ISPから国内ISPへの流入トラフィック増:約1.3倍
  - 動画等のダウンロードトラフィックの増加

## 日本のトラフィック集計・試算(ブロードバンド)

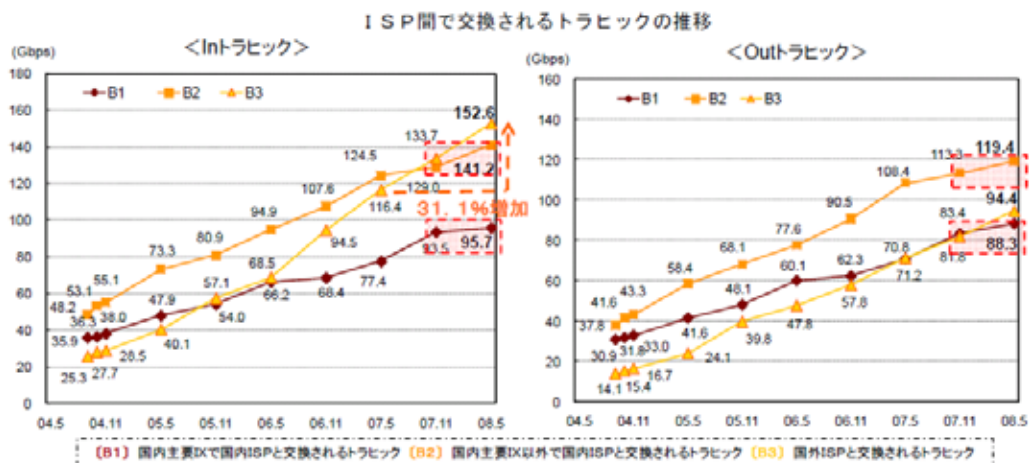
### ブロードバンド契約者のトラフィック動向



1日ピークと底の差がますます拡大している

# 日本のトラフィック集計・試算 (ISP間)

○ 国外ISPから協力ISPに流入するトラフィック(B3,In)の急増傾向が2006年5月より続いており、2007年5月からの1年で約1.3倍(31.1%増)となった。  
 ○ この半年間をみると、協力ISPに流入するトラフィックのうち、国内主要IX経由で流入するトラフィック(B1,In)の増加傾向が鈍る一方で、国内主要IXを介さず国内ISPから直接流入するトラフィック(B2,In)が再び増加傾向となった。

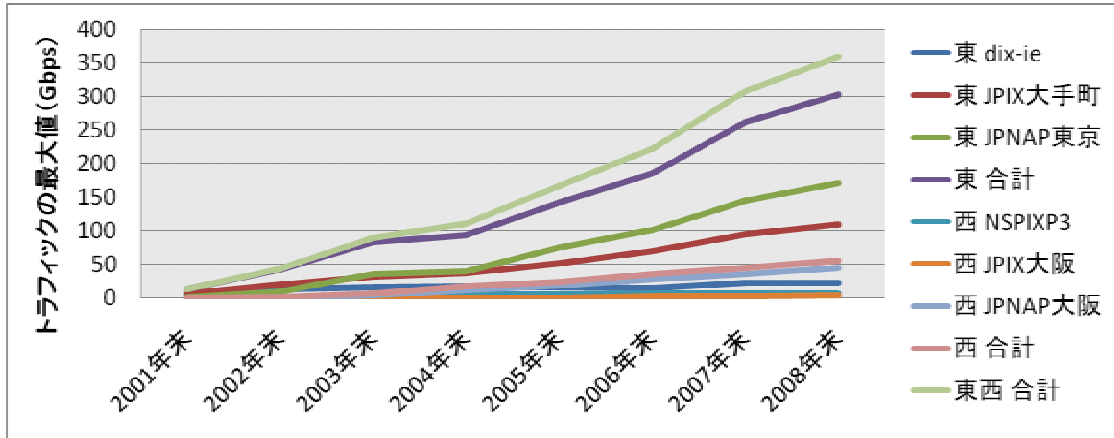


[http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/pdf/080829\\_9\\_bt.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/pdf/080829_9_bt.pdf)

## 日本のIX Traffic

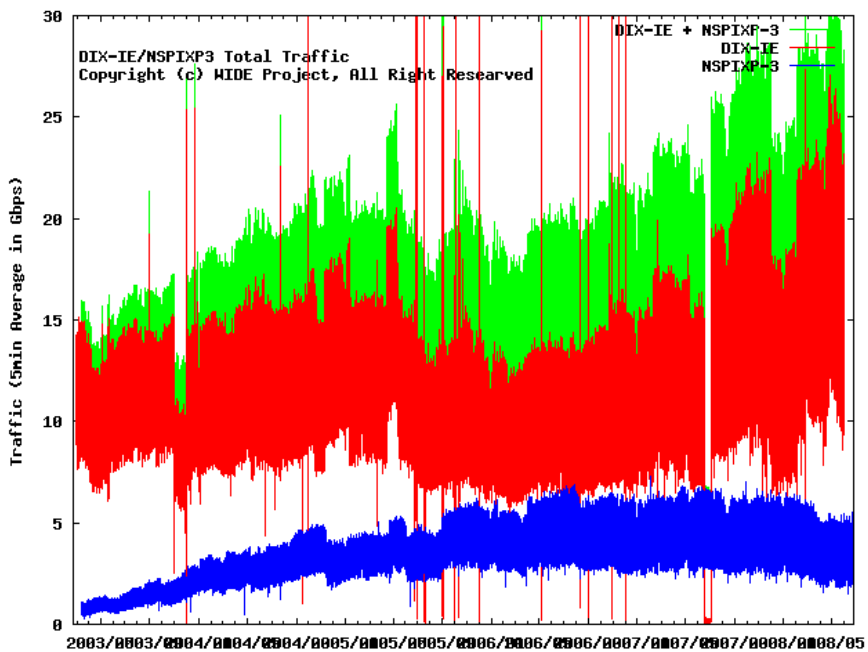
- 全体の傾向
  - トータルのピーク値が350G程度に
  - 年間約1.2倍の伸び(特に東の伸びが鈍化傾向)
- 東
  - dix-ie
  - JPNAP東京
  - JPIX大手町(名古屋)
- 西
  - NSPIX3
  - JPNAP大阪
  - JPIX大阪(推定)

# IXのトラフィックの推移

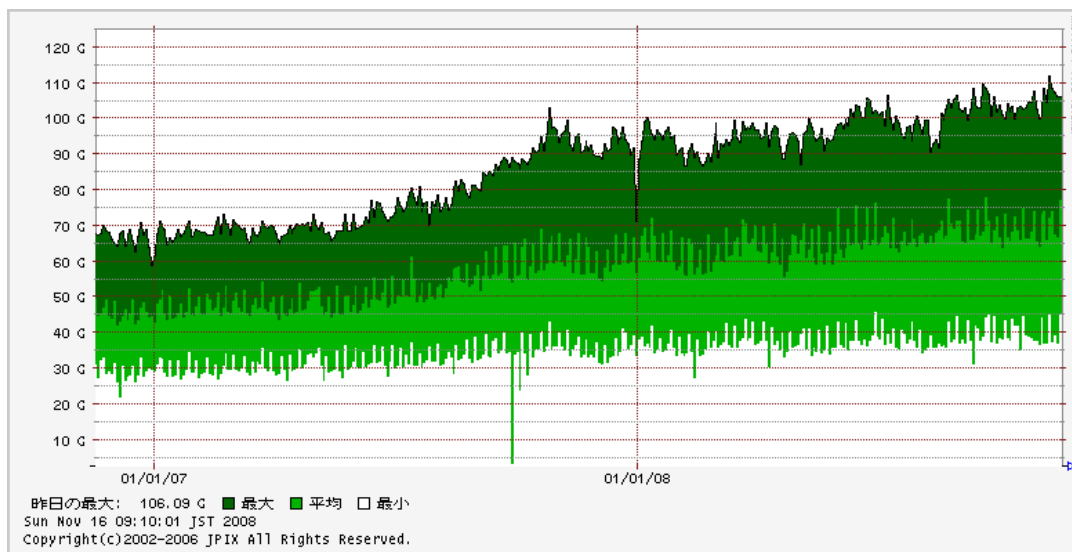


3.1倍	2.1倍	1.2倍	1.5倍	1.3倍	1.4倍	1.2倍
01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08

## dix-ie + NSPIX3



# JPIX大手町/名古屋



<http://www.jpix.ad.jp/jp/technical/traffic.html>

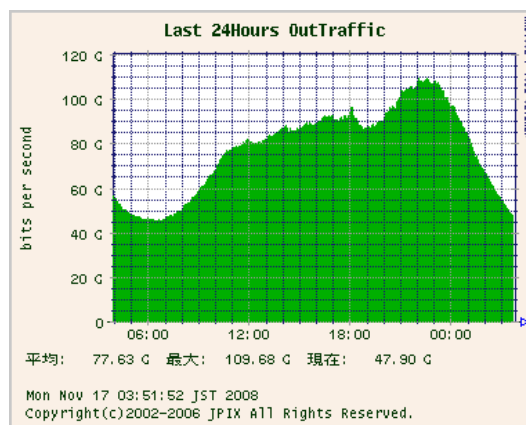
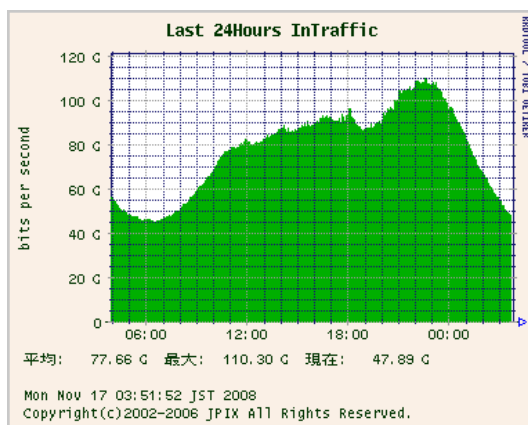
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

47

## JPIX大手町/名古屋 ( cont. )

IN/OUTの比率がほぼ同じ



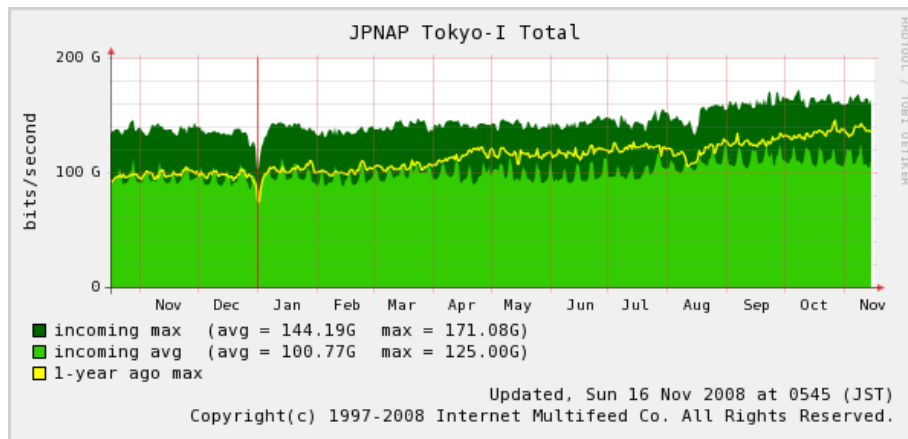
<http://www.jpix.ad.jp/jp/technical/traffic.html>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

48

# JPNAP東京



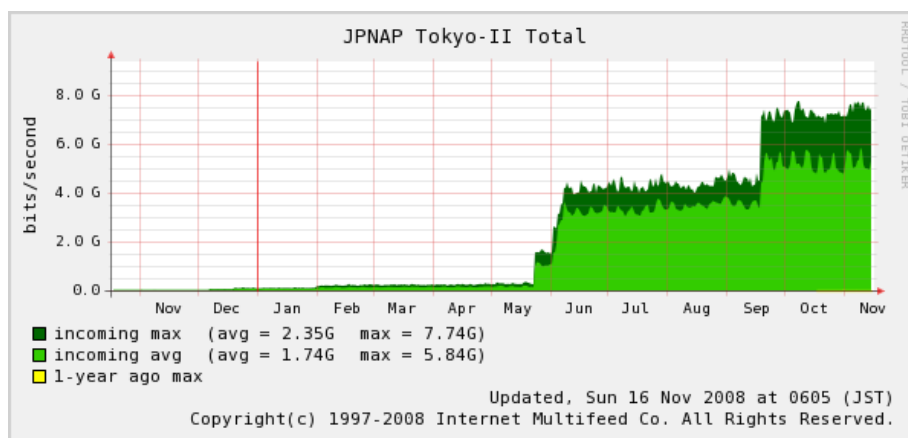
<http://www.jpnap.net/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

49

# JPNAP東京



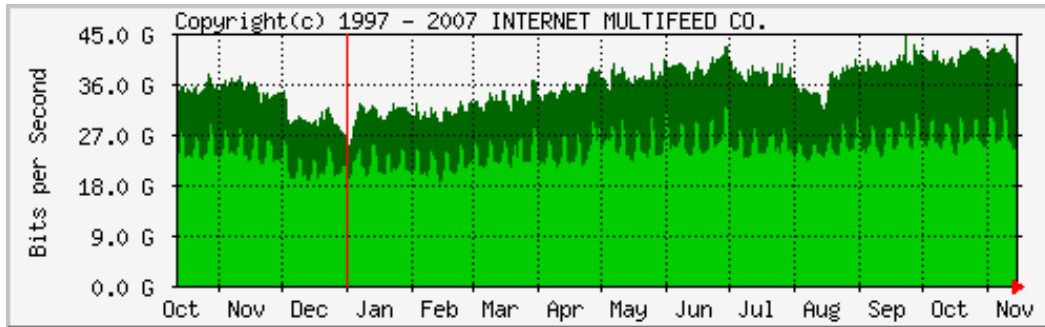
<http://www.jpnap.net/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

50

# JPNAP大阪



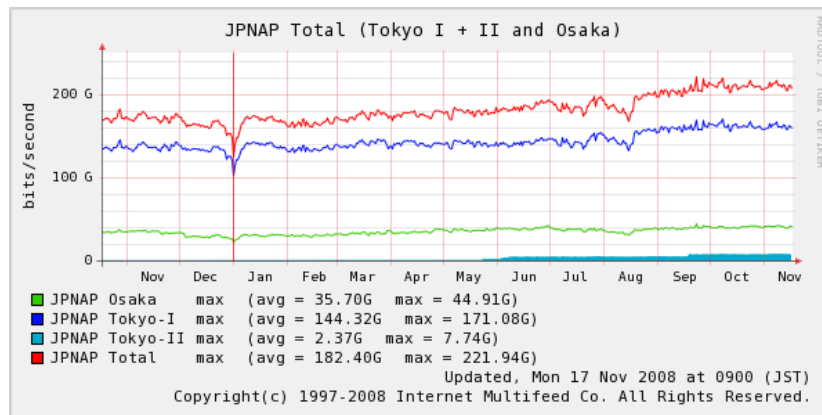
<http://www.jpnap.net/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

51

## JPNAP東京 + 大阪 ; 1-year



Special thanks to Toyama-san

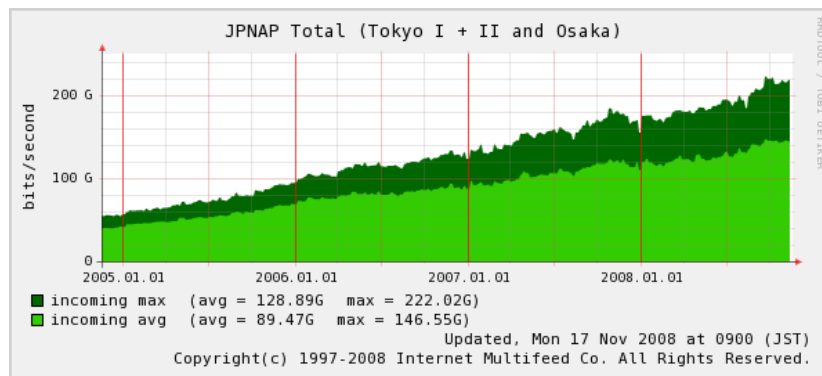
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

52



# JPNAP東京 + 大阪 ; 4-years



Special thanks to Toyama-san

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

53

## EU IX Traffic

- AMS-IX
- LINX
- DE-CIX

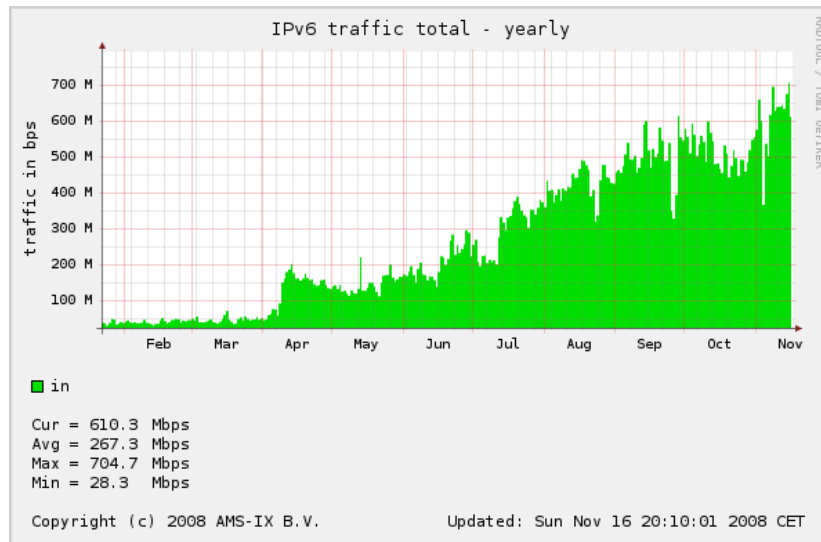
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

54



# AMS-IX : IPv6



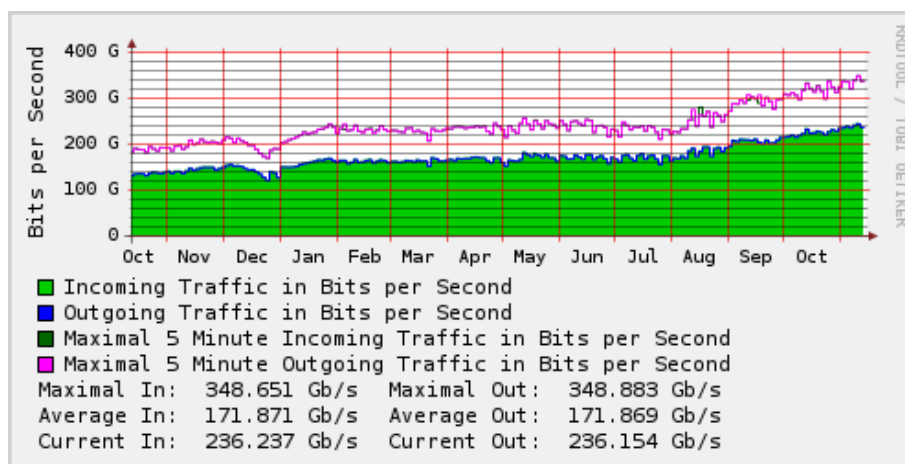
<http://www.ams-ix.net/technical/stats/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

57

# LINX



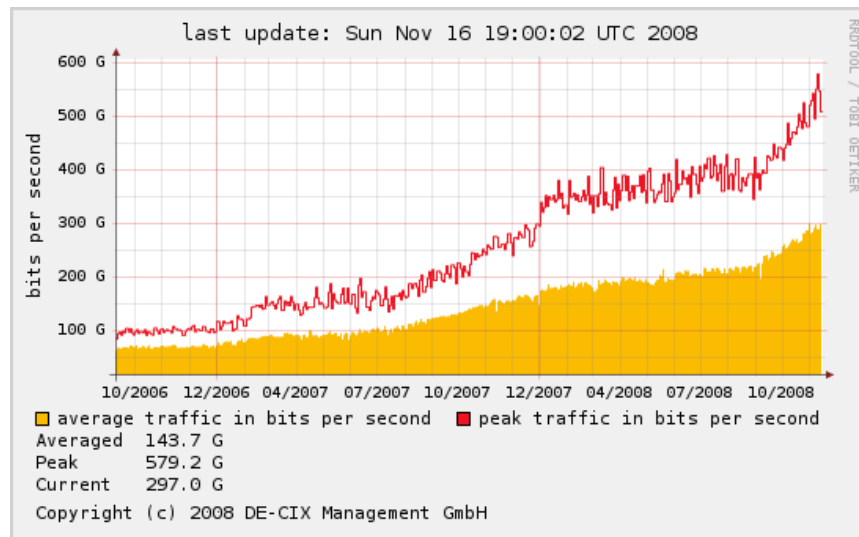
<https://stats.linx.net/cgi-pub/exchange?log=combined.bits>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

58

# DE-CIX



<http://www.de-cix.net/stats/>

2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

59

## IXへの接続状況

- 主要IXにおける接続加入状況(AS毎)
- 東
  - dix-ie
  - JPNAP東京
  - JPIX大手町(名古屋)
- 西
  - NSPIXP3
  - JPNAP大阪
  - JPIX大阪

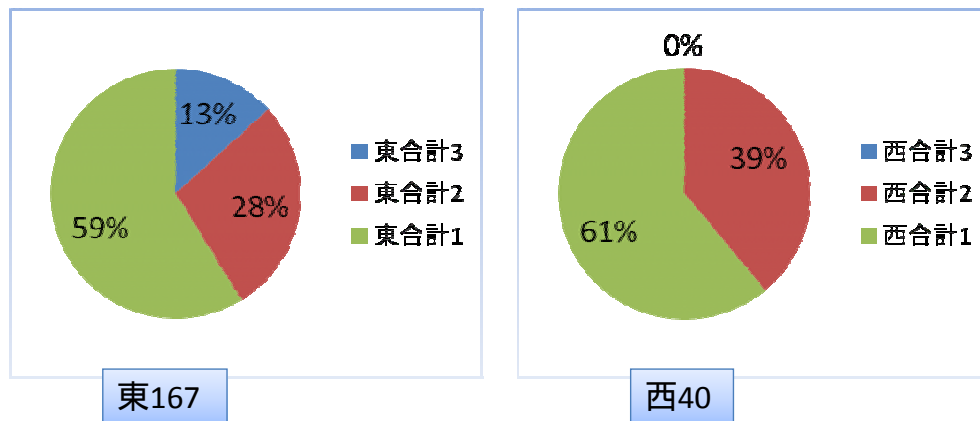
2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

60

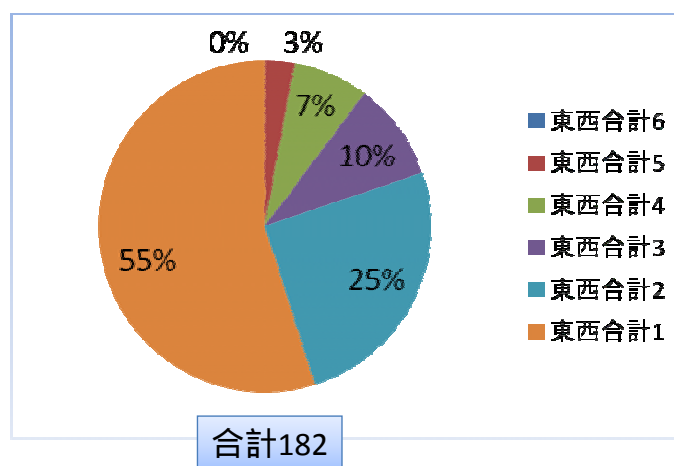
# IX接続者数：東・西

2007年11月中旬のデータより



# IX接続者数：東西合計

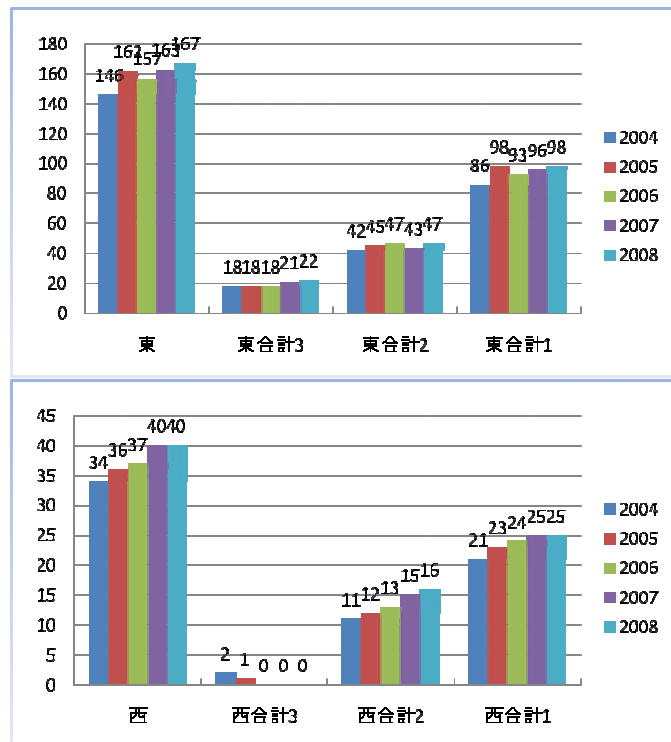
2007年11月中旬のデータより



「東西合計1」で、西のみ = 6接続 (91接続は東のみ)

「東西合計2」で、東西1接続づつ = 7接続 (38接続は東に2拠点)

# 2004年～2008年 接続数比較1

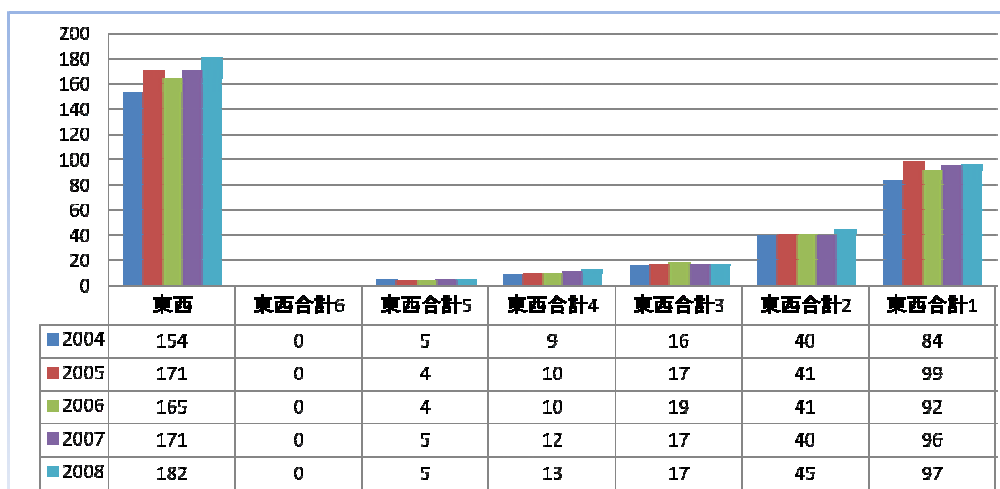


2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

63

# 2004年～2008年 接続数比較2



2008/11/28

Copyright © 2008 Tomoya Yoshida

64



# まとめ

- ルーティング動向
  - 経路数の伸びは継続的に増加、IPv6経路の増加傾向
  - AS数の伸びは線形増加
  - 来年4byteAS対応の本格化
- トラフィック傾向
  - 国内トラフィックは少し緩やかな伸びの傾向に
  - 国際トラフィックはUSやアジア方面が継続的に増加
  - 動画等のdownloadトラフィックの増加は依然継続
  - Regional/NationalでのP2P等のトラフィックも依然増加
- トポロジ動向
  - 国内は東京一極集中型は継続
  - 国際は大阪分散化の促進、ロシアケーブル等の異経路分散化