



# ルーティング・トポロジ動向

---

NTTコミュニケーションズ  
吉田友哉 <[yoshida@ocn.ad.jp](mailto:yoshida@ocn.ad.jp)>



## 内容

---

- 2006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

---

- **2006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

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

3

## 2006年のトピック・傾向

---

- 全体のトラフィックは依然増加している
  - 伸び率は昨年より鈍化
- Streaming traffic等の増加
  - 特に2006年後半の伸びが顕著
  - **「YouTube」「GyaO」が流行語大賞の候補に**
- P2Pトラフィックは健在
  - Winnyの他にShare, bittorrent等のP2Pトラフィックも増加している
- IPv4 full-routeは20万経路に到達
- 国内IXのトラフィックは200G超え
- 10G Aggregationの本格化、40G-IF(OC768)の利用
  - HSSGで次の高速IFの検討も開始

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

4

## 内容

---

- 2006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

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

5

## ルーティングUpdate

---

- IPv4経路の伸びは順調に増加
  - 年増加率の上昇(1.16倍 1.17倍)
  - /21, /22 等の経路増が目立つ
- IPv6経路は依然緩やかに増加
  - ヨーロッパの増加傾向
  - 6boneの経路が2006/6/6をもって終了  
(一部まだ観測されている)
- AS数は単調増加
  - 2013年～2014年頃に4byteASの本格化が

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

6

## ルーティングUpdate (cont.)

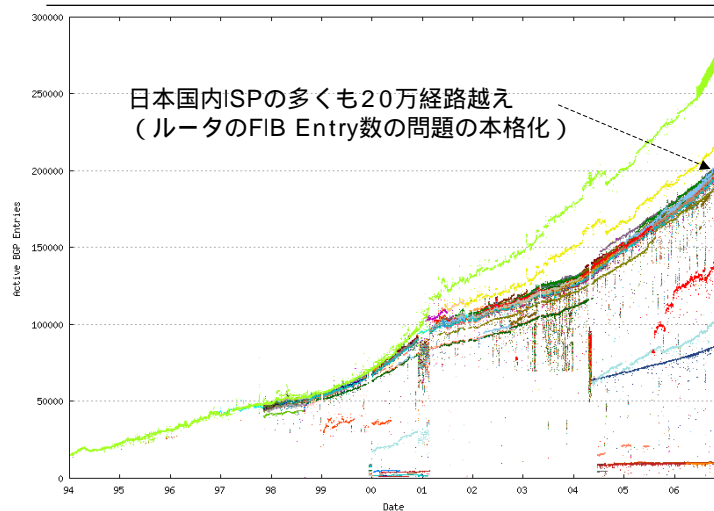
- Bogon route
  - 日々観測されている
    - 某ISPより全てのIANA Reserveが一時的に広告
    - 経路広告と同時にDOS攻撃等の報告もある
- Route Hijacking
  - 日本でもそれなりに観測されている
  - JPIRRを利用した取り組みを日本で実施中
    - 将来はSecureBGP?
- DDoS
  - DNS等を狙った大規模攻撃は依然あり
    - P2Pの脆弱性を狙ったものなど

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

7

## IPv4経路数



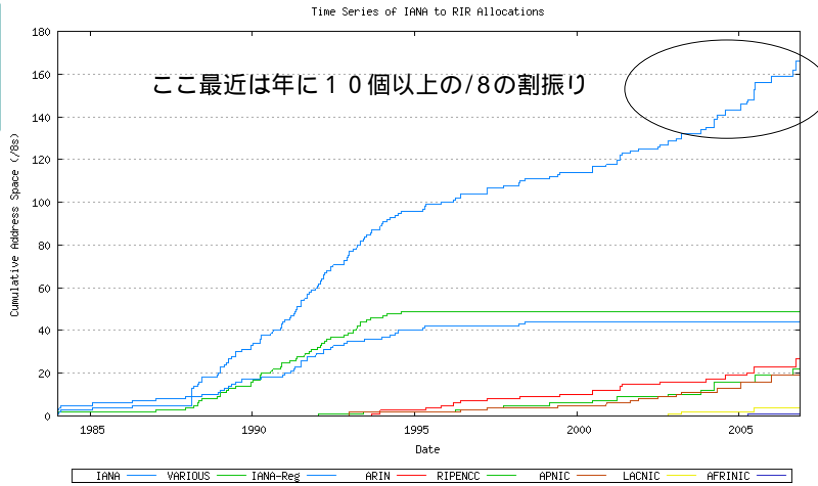
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

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

8

# IPv4 Allocation状況

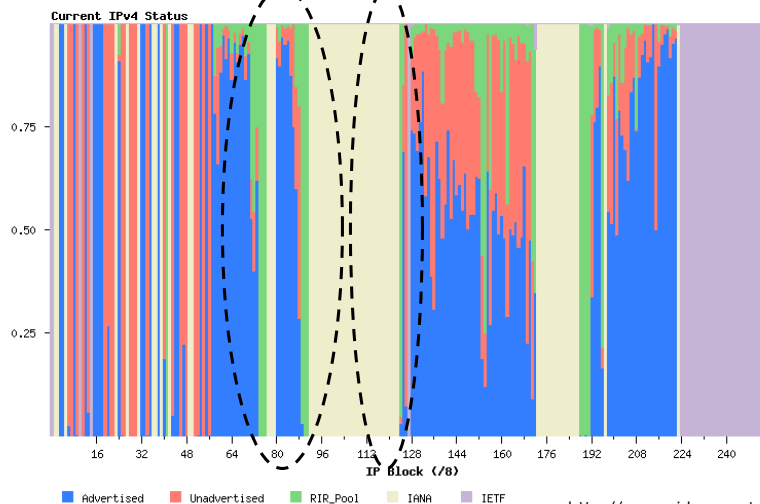


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>  
9

# IPv4経路模様 (2005年末)



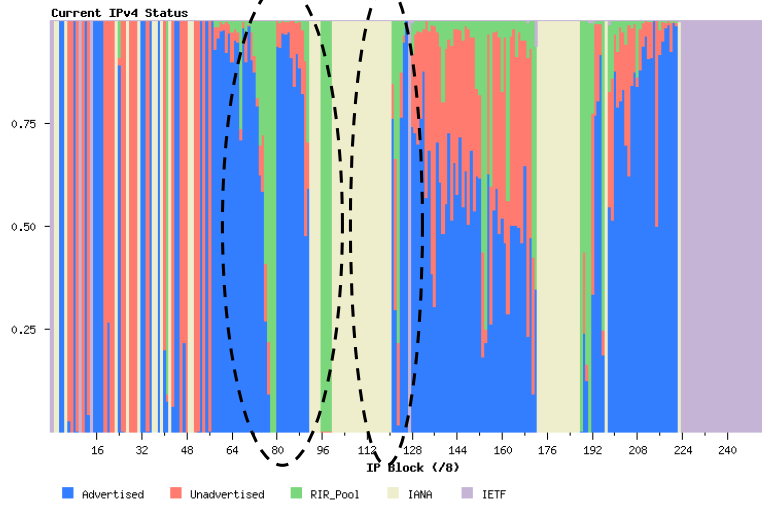
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

<http://www.cidr-report.org>

10

## IPv4経路模様 (2006年末)



2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

11

## IPv4経路数変化

2006年11月25日

/1:0	/2:0	/3:0	/4:0	/5:0	/6:0
/7:0	/8:19	/9:10	/10:13	/11:30	/12:111
/13:222	/14:397	/15:794	/16:9077	/17:3625	/18:5826
/19:12664	/20:14281	/21:12838	/22:16203	/23:17682	/24:109219
/25:658	/26:468	/27:364	/28:69	/29:44	/30:80
/31:0	/32:31				

2005年11月末 ~ 2006年11月25日 の変化

/1: +-0	/2: +-0	/3: +-0	/4: +-0	/5: +-0	/6: +-0
/7: +-0	/8: +1	/9: +5	/10: +5	/11: +13	/12: +20
/13: +35	/14: +57	/15: +128	/16: +480	/17: +745	/18: +955
/19: +1638	/20: +2139	/21: +2644	/22: +2763	/23: +3056	/24: +13994
/25: +313	/26: +176	/27: +170	/28: +43	/29: +32	/30: +44
/31: -3	/32: +1				

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

12

## IPv4経路数比較 - 1

	2003末	2004末	2005末	2006末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6
/1	0	0	0	0	0	0	0
/2	0	0	0	0	0	0	0
/3	0	0	0	0	0	0	0
/4	0	0	0	0	0	0	0
/5	0	0	0	0	0	0	0
/6	0	0	0	0	0	0	0
/7	0	0	0	0	0	0	0
/8	19	19	18	19	0	-1	1
/9	4	3	5	10	-1	2	5
/10	6	7	8	13	1	1	5
/11	14	15	17	30	1	2	13
/12	57	61	81	111	4	20	30
/13	100	138	187	222	38	49	35
/14	277	314	340	397	37	26	57
/15	483	553	666	794	70	113	128
/16	7506	8113	8597	9077	607	484	480

/8～/16は  
微小ながら  
増加している

2003末 : 130873  
2004末 : 150712  
2005末 : 175261  
2006末 : 204725

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

13

## IPv4経路数比較 - 2

	2003末	2004末	2005末	2006末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6
/17	1829	2270	2880	3625	441	610	745
/18	3334	3933	4871	5826	599	938	955
/19	8716	9818	11026	12664	1102	1208	1638
/20	9249	10402	12142	14281	1153	1740	2139
/21	6656	8007	10194	12838	1351	2187	2644
/22	9386	11066	13440	16203	1680	2374	2763
/23	10943	12707	14626	17682	1764	1919	3056
/24	71541	82382	95225	109219	10841	12843	13994
/25	182	252	345	658	70	93	313
/26	233	239	292	468	6	53	176
/27	156	130	194	364	-26	64	170
/28	70	69	26	69	-1	-43	43
/29	21	54	12	44	33	-42	32
/30	50	120	36	80	70	-84	44
/31	0	0	3	0	0	3	-3
/32	41	40	30	31	-1	-10	1

/24だけで  
10万経路

2003末 : 130873  
2004末 : 150712  
2005末 : 175261  
2006末 : 204725

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

14

## IPv4経路数比較(割合) - 1

	2003末	2004末	2005末	2006末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6
/1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/7	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/10	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/11	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/12	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
/13	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
/14	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
/15	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
/16	5.7%	5.4%	4.9%	4.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%

/16の全体に  
占める割合が  
減少傾向に

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

15

## IPv4経路数比較(割合) - 2

	2003末	2004末	2005末	2006末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6
/17	1.4%	1.5%	1.6%	1.8%	0.1%	0.1%	0.1%
/18	2.5%	2.6%	2.8%	2.8%	-0.1%	0.2%	0.1%
/19	6.7%	6.5%	6.3%	6.2%	-0.1%	-0.2%	-0.1%
/20	7.1%	6.9%	6.9%	7.0%	-0.2%	0.0%	0.0%
/21	5.1%	5.3%	5.8%	6.3%	0.2%	0.5%	0.5%
/22	7.2%	7.3%	7.7%	7.9%	0.2%	0.3%	0.2%
/23	8.4%	8.4%	8.3%	8.6%	0.1%	-0.1%	0.3%
/24	54.7%	54.7%	54.3%	53.3%	0.0%	-0.3%	-1.0%
/25	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%
/26	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%
/27	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%
/28	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/29	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/30	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%
/31	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/32	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

/21、/22の  
増加が継続  
している  
(最小割り振り  
サイズ等での  
経路広告の増加)

/24の比率は  
微小ながら  
減少傾向

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

16



## /8毎に見た/24の数

4:9	8:66	9:1	12:1648	13:1	15:15
16:3	17:3	18:4	20:39	24:834	25:1
32:56	38:268	40:57	41:31	44:2	47:8
52:4	53:1	55:1	56:3	57:26	58:262
59:336	60:209	61:940	62:1054	63:1882	64:3180
65:2289	66:3113	67:666	68:656	69:1707	70:396
71:112	72:1018	74:110	75:32	76:14	80:829
81:762	82:651	83:373	84:476	85:755	86:420
87:423	88:253	89:625	91:84	97:1	121:74
122:31	123:3	124:459	125:730	128:285	129:205
130:125	131:323	132:46	133:9	134:177	135:42
136:179	137:113	138:187	139:50	140:525	141:134
142:346	143:199	144:252	145:67	146:322	147:140
148:367	149:175	150:108	151:118	152:82	153:121
154:5	155:261	156:148	157:162	158:152	159:138
160:97	161:86	162:217	163:161	164:238	165:235
166:244	167:272	168:487	169:123	170:394	171:11
172:1	190:307	192:5737	193:3576	194:2797	195:2133
196:893	198:3777	199:3294	200:4595	201:963	202:6946
203:7124	204:3944	205:2100	206:2400	207:2906	208:2317
209:3554	210:2215	211:873	212:1425	213:1479	214:383
215:39	216:4118	217:1165	218:349	219:256	220:811
221:357	222:251				

[1stOctet]:[経路数]  
色塗り = AP地域

AP地域での/24の  
増加率は高い

全体 : 1.15倍  
A P : 1.24倍

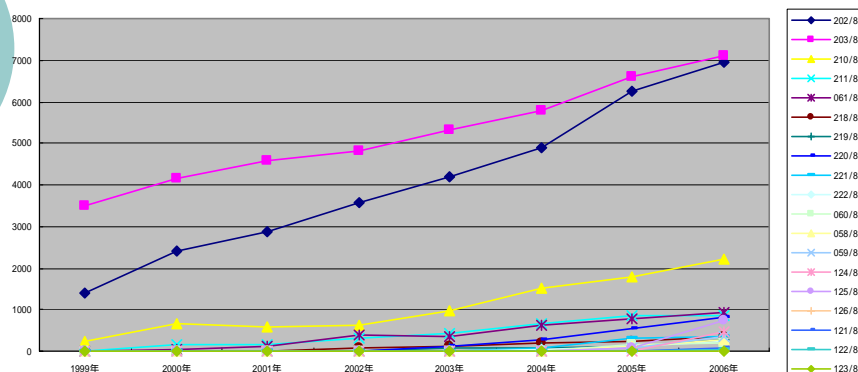
126 は  
該当なし

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

17

## /24の数の推移 (AP地域)



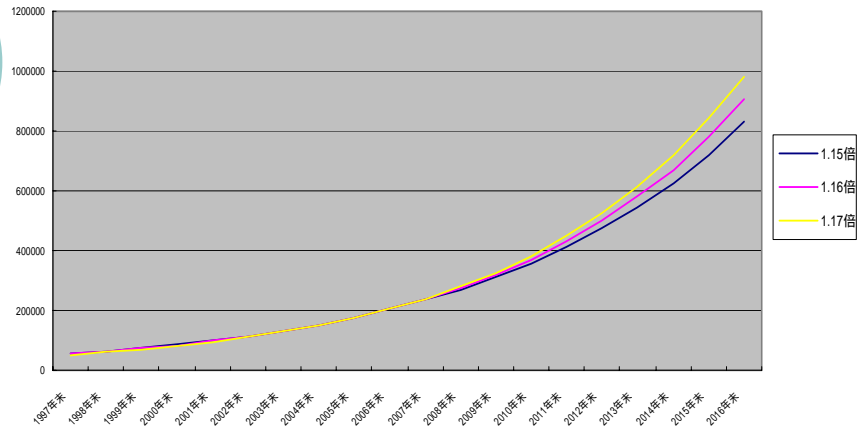
202, 203 等の古いブロックでも増加している (一部特殊用途PIもある)  
最近のブロックにおける/24の増加は若干落ち着いている

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

18

## IPv4経路数推移 (予測)



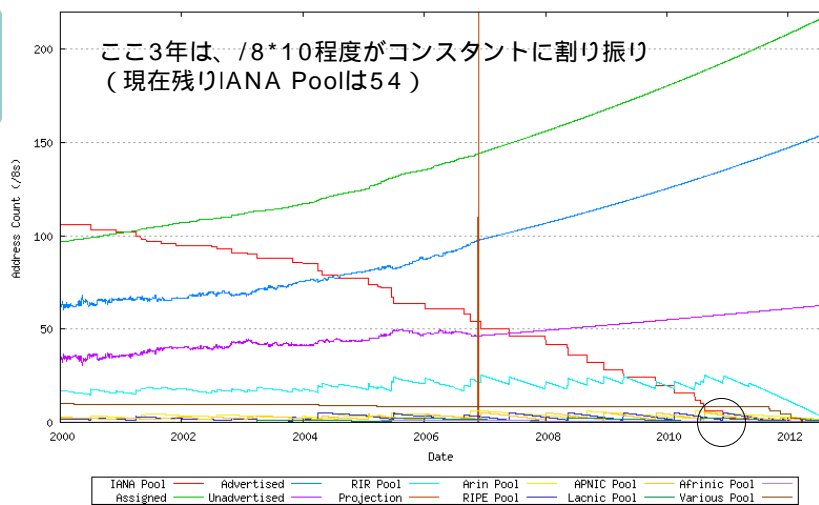
年に1.15倍～1.17倍の増加（最近は倍率が増加傾向）  
 割り振りが停止しても一定期間は広告経路の増加は継続される（予想）

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

19

## IPv4 Address Space

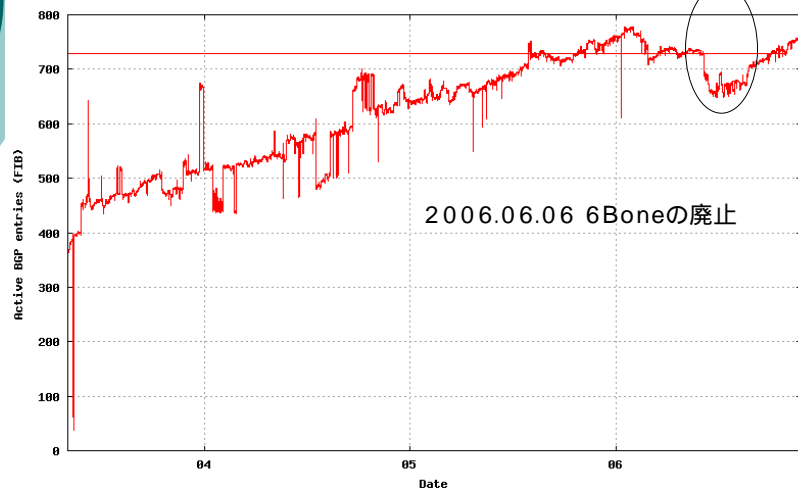


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

<http://bgp.potaroo.net/ipv4/> 20

## IPv6経路数



2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

21

## AS番号 (2Byte, 4Byte)

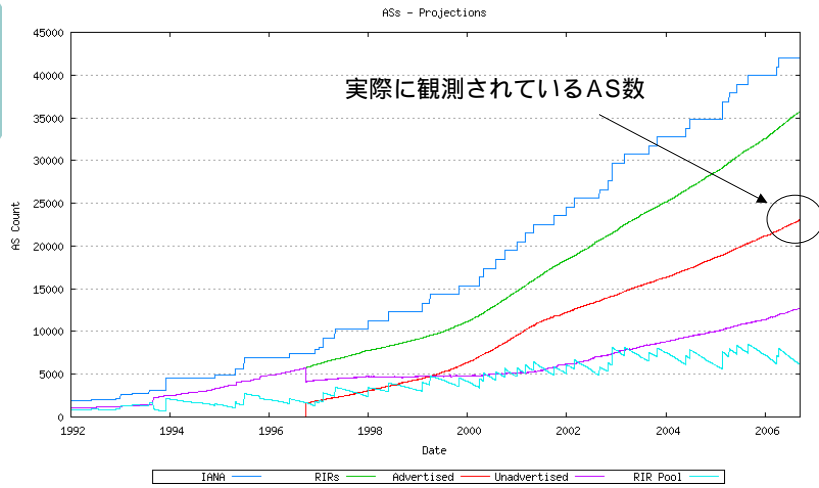
- 2010年代前半に2Byte-ASが枯渇(予測)
  - 延命策; 既存の再利用や割り振り制限など
  - 所詮延命策にすぎないため、4Byte化は必須
- 4Byte-AS
  - 2007年1月より希望すればRIR/NIRより取得可
  - 問題点、課題点
    - Routingが正常に行われるか? 未対応ルータだらけ
    - 表記がcommunity strings と類似している
    - ベンダーの実装の遅れ
    - システム対応

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

22

## AS番号の推移

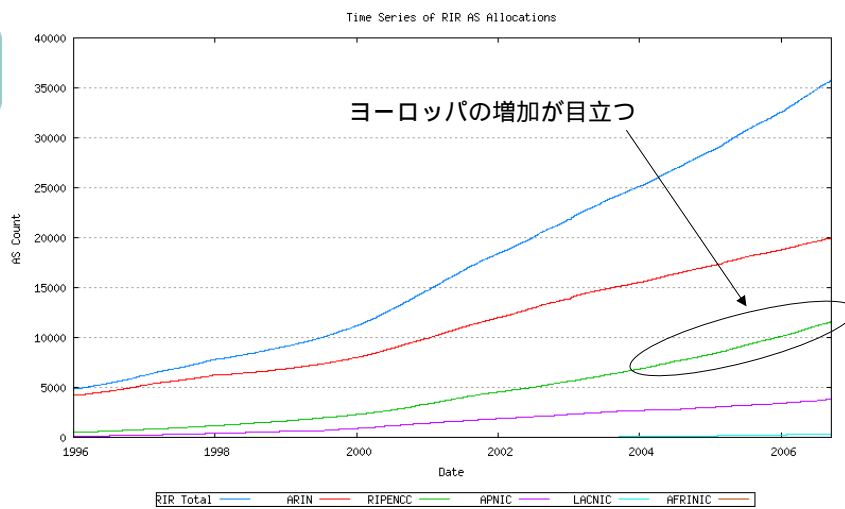


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

23

## RIR毎のAS割り当て数の推移



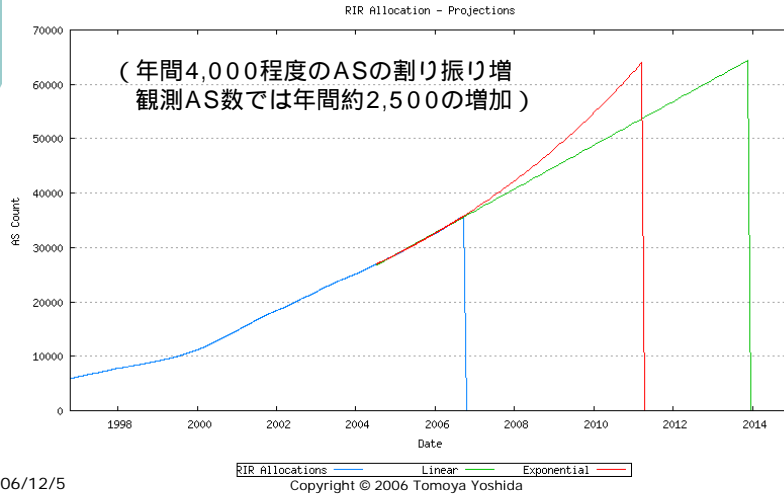
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

24

## AS番号の将来予測

2014年頃には完全に枯渇すると推測されている



2006/12/5

25

## 内容

- 2006年のトピック・傾向
- ルーティングUpdate
- ネットワークポロジの状況
- トラフィック動向

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

26

## ネットワークポロジ動向

- 国内の動向
  - 東京一極集中傾向の継続
    - IXへの張り出し(一回線)の9割以上は東京(後述)
  - 大手ISPの大阪分散傾向は継続
    - 2003年～2004年がもっとも顕著
    - トラフィックの年間増加率は東よりも西の方が高い
- 国際の動向
  - Global Tier1 の縮退傾向
    - Regional Tier1 Peer の促進
  - USからの撤退
    - US TransitからアジアでのTransit接続へ
    - 日本、香港、シンガポール等の拠点での接続

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

27

## US動向

- Global Tier1 は、ntt.net / Sprint / Verizon
- 今年の11月初めにトラフィック減が発生
- 昨年の動向(おさらい)
  - CWが米国ネットワークをSavvisに売却
    - トラフィックが減少して縮退傾向
  - Cogent(旧PSI)が縮退
    - Level3がCogentとde-peer
  - SBCがATTを吸収 ATT
  - VerizonがMCIを吸収 Verizon

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

28

## 内容

---

- 2006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**

## 日本のトラフィック状況

---

- 国内全体の伸びは年約1.3倍程度の伸び
  - 最近の2-3年は1.2～1.5倍を推移
- 主要国内IXのTotalトラフィックが200G超(peak)
  - 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(年1.4～1.5倍)
- 1日のトラフィックパターン
  - 23時前後に夜のピーク(若干早くなっている?)
  - お昼の13時前のスパイクは依然変わらず
  - 朝の7時あたりが最も少ない

## 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倍の伸び
    - 特にInの増加が年度後半顕著(2倍強の伸び)
- アジアのトラフィック状況
  - 中国、香港、韓国との継続的なトラフィック増
    - 昨年の2倍～2.5倍の伸びから1.5倍程度
    - 中国とのトラフィック増
- 欧州のトラフィック状況
  - EU内でのP2Pが爆発的な伸び
  - 米国 => ヨーロッパのdownloadも増加傾向

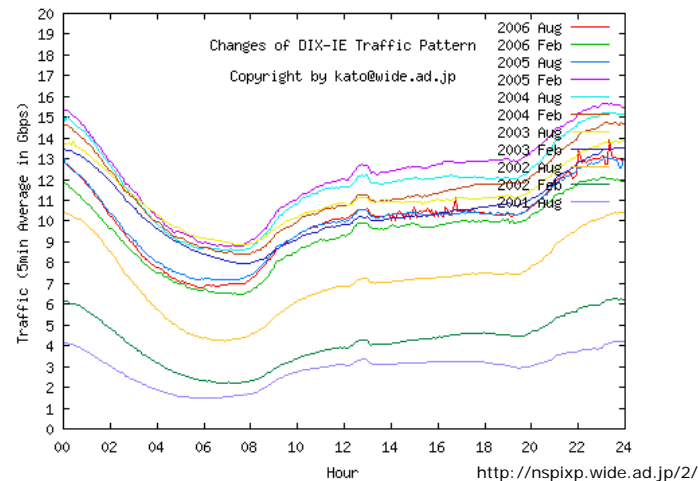
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

31

## 1日のtraffic推移

ぎざぎざの傾向 ; streamingのトラフィックの増加 ?



2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

32



## 日本のトラフィック集計・試算

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/2006/060731\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060731_1.html)
- 平成18年5月時点の日本のブロードバンド(DSL and FTTH)トラフィックは、平均で523.6Gbps
- 昨年5月時点(424.5Gbps)と比較すると、年約1.2倍増
- ダウンロードのトラフィックが増加傾向

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

33

## 日本のトラフィック集計・試算 (cont.)

	(A1) ブロードバンド契約者 (DSL, FTTH)のトラフィック<6社>		(B1) 国内主要IXで国内ISPと交換されるトラフィック<6社>		(B2) 国内主要IX以外で国内ISPと交換されるトラフィック<6社>		(B3) 国外ISPと交換されるトラフィック<6社>		(C) 国内主要IXで交換されるトラフィック総量
	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In
2005/5 (Gbps)	134.5	178.3	47.9	41.6	73.3	58.4	40.1	24.1	99.1
2006/5 (Gbps)	173.0	226.2	66.2	60.1	94.9	77.6	68.5	47.8	139.2
伸び率(年率) 2005/5-2006/5の比較	28.6%	26.9%	38.2%	44.5%	29.5%	32.9%	70.8%	98.3%	40.5%
(参考) 前年度当時の伸び率(2004/11-2005/11の比較)	26.5%	46.0%	42.1%	45.8%	46.8%	57.3%	100.4%	138.3%	44.3%

[C] については、2005/11-2006/11では、1.3倍程度の伸び

	(C) 国内主要IXで交換されるトラフィック総量 (In)	(B1) 国内主要IXで国内ISPと交換されるトラフィック(Out)<6社>	協力ISP社のシェア (C+B1より計算)	(A1) ブロードバンド契約者 (DSL, FTTH)のダウンロードトラフィック<6社>	ブロードバンド契約者(DSL, FTTH)のトラフィック総量(平均)
2005年5月	99.1 Gbps	41.6 Gbps	42.0%	178.3 Gbps	424.5 Gbps
2006年5月	139.2 Gbps	60.1 Gbps	43.2%	226.2 Gbps	523.6 Gbps

(\*) In: 他ISPに流入するトラフィック, Out: 他ISPから流出するトラフィックを指す

$$226.2 \text{ Gbps} \div 43.2\% = 523.6 \text{ Gbps}$$

[http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060731\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060731_1.html)

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

34

## JAPAN IX Traffic

- 全体の傾向
  - 年間1.3倍の伸び
  - 西の増加は1.5倍程度
  - 10G Aggregation 接続の本格化
- 東
  - dix-ie
  - JPNAP東
  - JPIX東(名古屋)
- 西
  - NSPIX3
  - JPNAP西

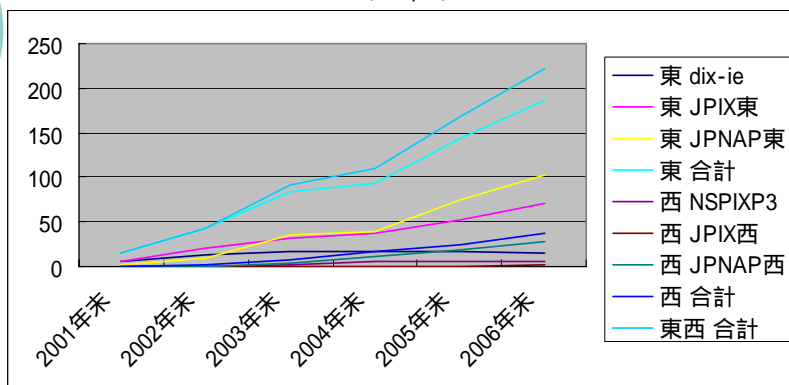
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

35

## IXのトラフィックの推移

トラフィックの最大値 : 単位 (Gbps)



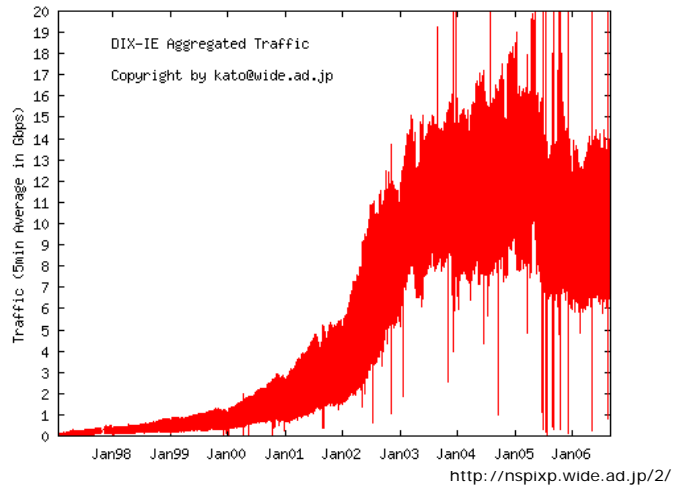
3倍    2倍    1.2倍    1.5倍    1.3倍  
 01-02    02-03    03-04    04-05    05-06

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

36

## dix-ie

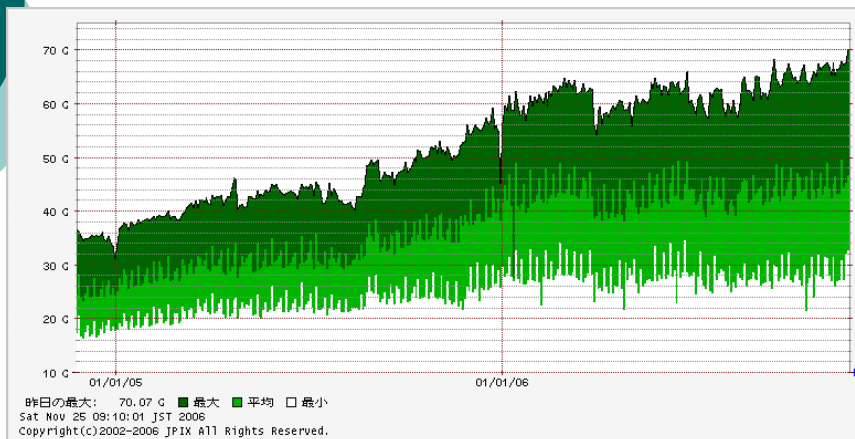


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

37

## JPIX Tokyo/Nagoya



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

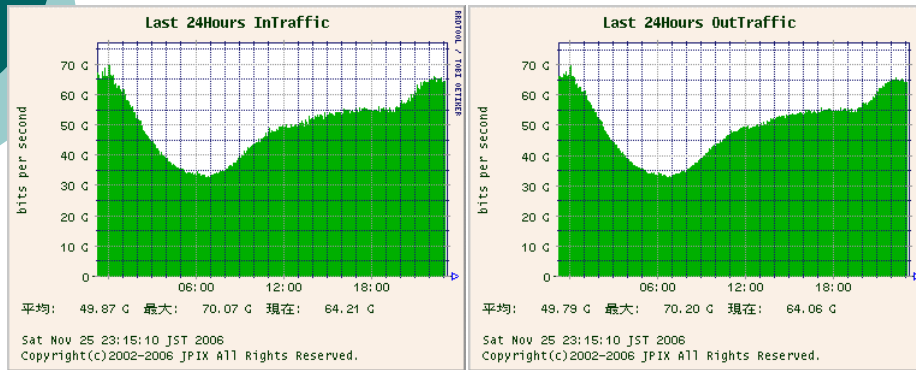
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

38

## JPIX Tokyo/Nagoya ( cont. )

In/Outの比率がほとんど変わらない



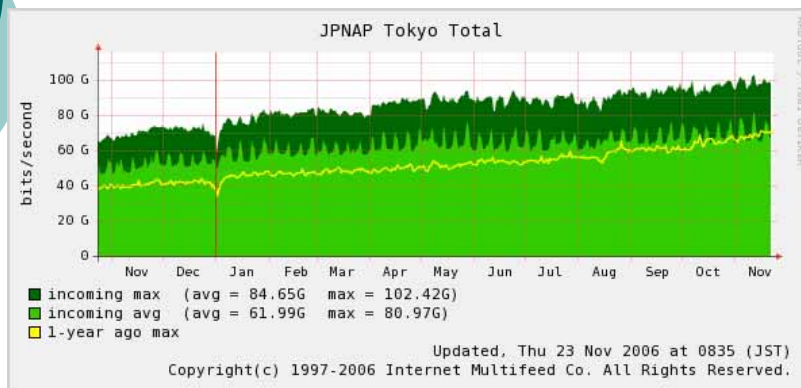
<http://www.jpix.ad.jp/jp/technical/traffic.html>

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

39

## JPNAP East



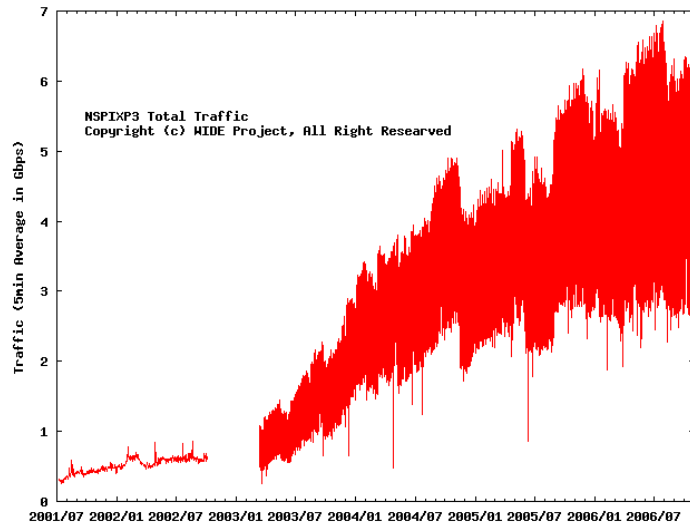
<http://www.jpnap.net/>

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

40

## NSPIXP3

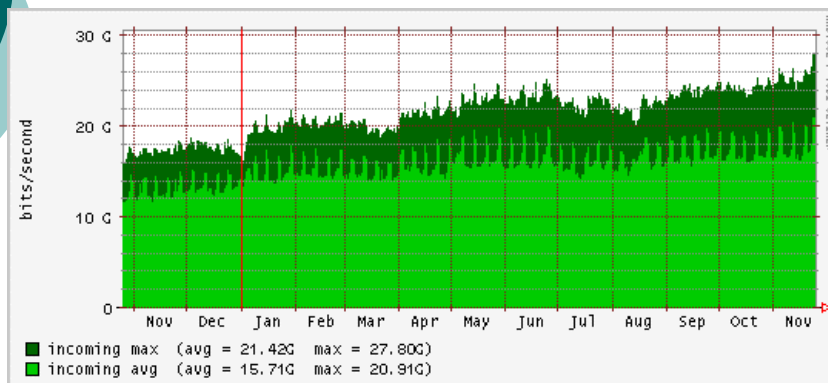


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

<http://nspixp.wide.ad.jp/3/> 41

## JPNAP West



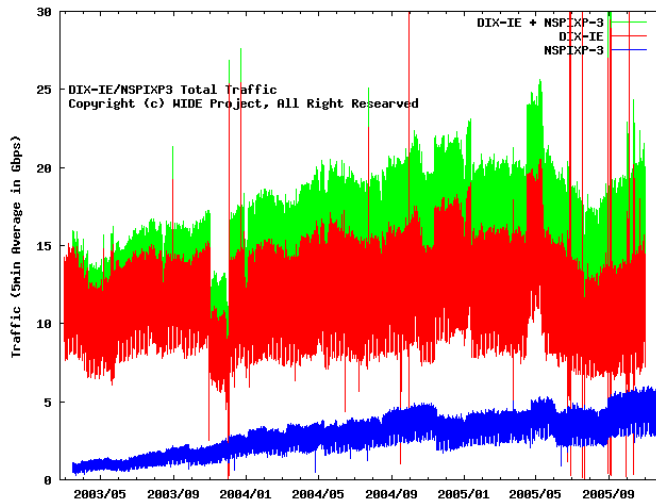
<http://www.jnap.net/>

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

42

## dix-ie + NSPIXP3

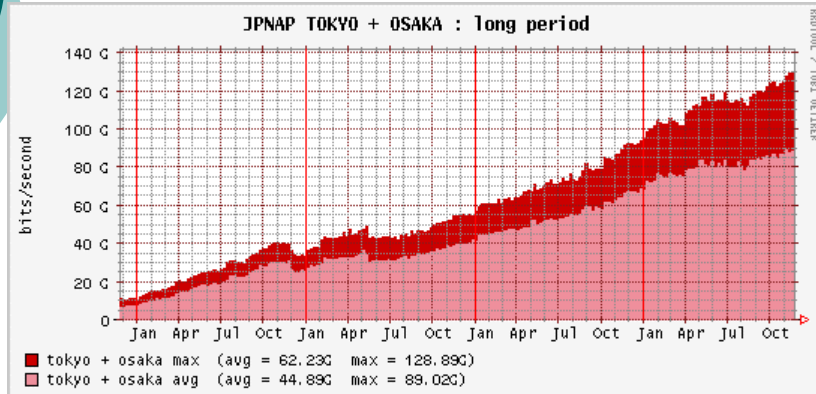


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

43

## JPNAP East+West

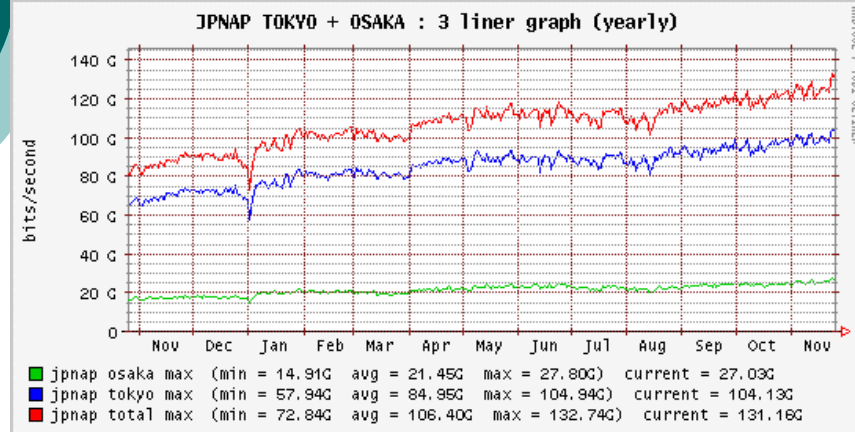


2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

44

## JPNAP East+West ( cont. )



2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

45

## EU IX Traffic

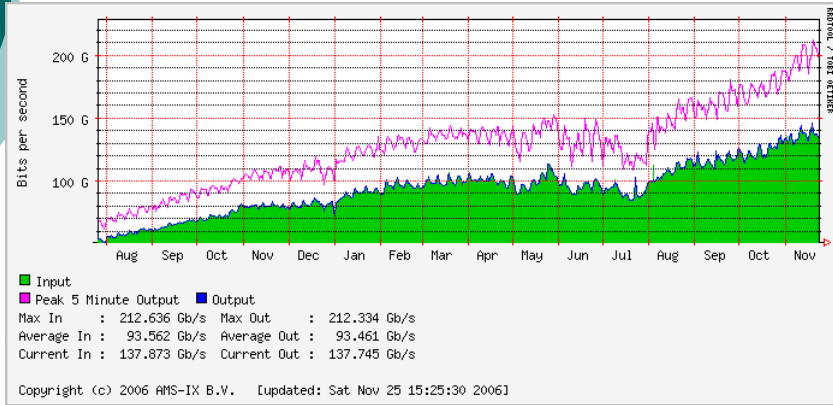
- AMS-IX
- LINX
- DE-CIX

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

46

# AMS-IX



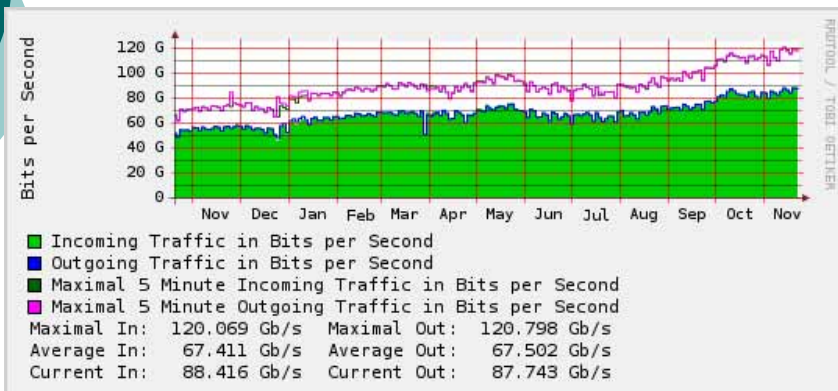
<http://www.ams-ix.net/technical/stats/>

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

47

# LINX



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

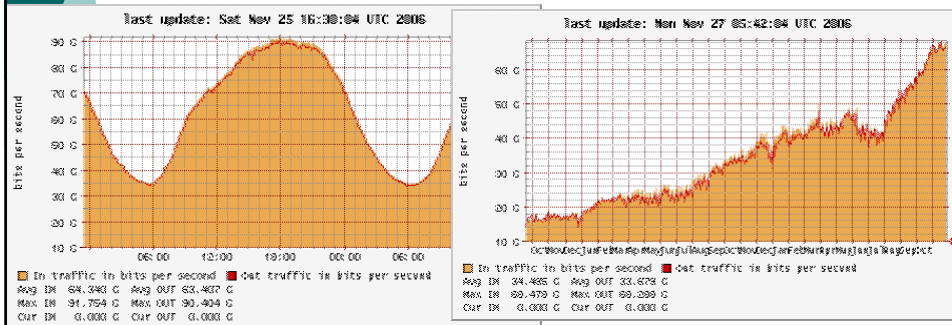
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

48



# DE-CIX



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

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

49

# IXへの接続状況

- 東
  - dix-ie
  - JPNAP東
  - JPIX東(名古屋)
- 西
  - NSPIXP3
  - JPNAP西
  - JPIX西

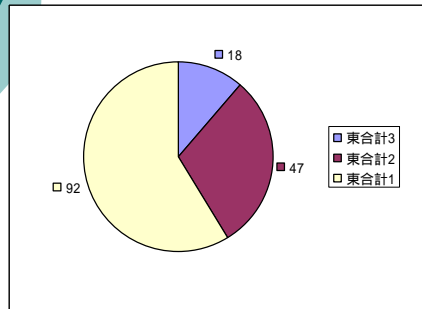
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

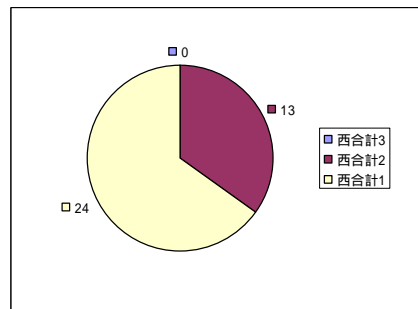
50

## IX接続者数：東・西

11月下旬のデータより



東157



西37

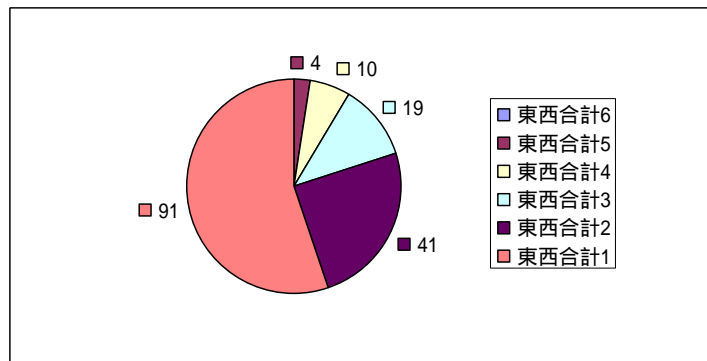
2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

51

## IX接続者数：東西合計

11月下旬のデータより



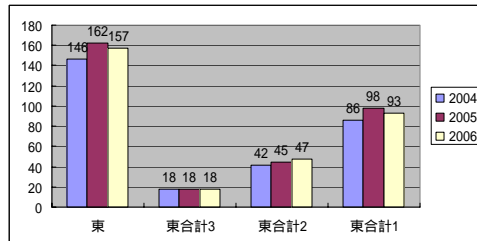
「東西合計1」で、西のみ = 4接続 (87接続は東のみ)      合計165  
 「東西合計2」で、東西に1接続づつ = 6接続      (東157、西37)  
 (西のみ = DNS関連の2つのみ)

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

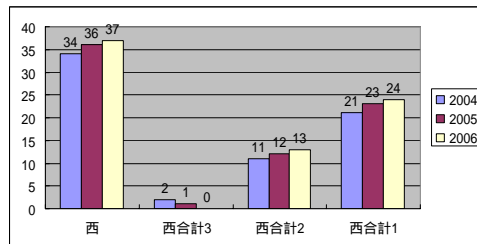
52

## 2004年 - 2006年 接続数比較1



AS統合+2拠点化の傾向

1拠点での接続から2拠点化へ



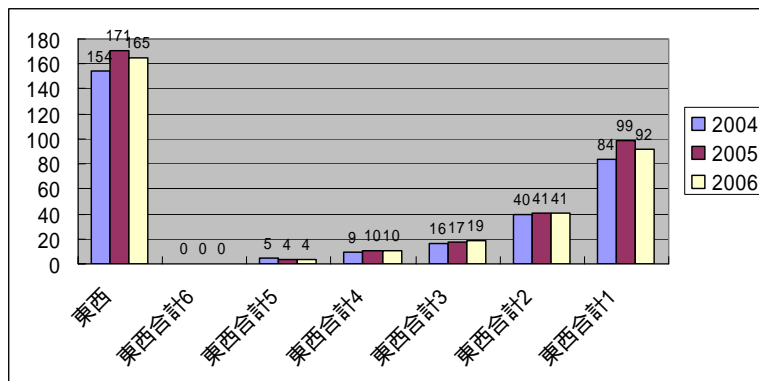
微小ながら増加  
(全てに接続する人は0に)

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

53

## 2004年 - 2006年 接続数比較2



ASの統廃合、複数拠点に接続する傾向

2006/12/5

Copyright © 2006 Tomoya Yoshida

54



## まとめ

---

- ルーティング動向
  - 経路数の伸びは増加率が加速化傾向
  - AS数の伸びは線形増加(ここ数年同様)
  
- トラフィック傾向
  - USからのdownloadトラフィックの急激な増加
  - Regional/NationalでのP2P増加
  
- トポロジ動向
  - 東京一極集中型は継続だが、大阪にも徐々に分散
  - USからアジア等のRegional接続