



ルーティング・トポロジ

NTTコミュニケーションズ
吉田友哉 <yoshida@ocn.ad.jp>



内容

- 2004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

2004年のTopic

- 4月 : TCP Vulnerability
 - BGP MD5の普及
- 5月 : 逮捕 II
 - 昨年11月の 逮捕I に引き続き
 - トラフィックの減少
- 8月 : サイバーテロ攻撃
 - 中O方面からのDDOS攻撃
- 11月 : 新潟県中越地震
- 次世代IPインフラ研究会
 - http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040608_3.html

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

3

2004年の傾向

- 国内全体の伸びは鈍化
 - 逮捕の影響が大きい
- 10Gの本格化・具体化
 - 大手ISPのバックボーンへの浸透
 - IX事業者
 - 接続サービス
 - インフラ
- セキュリティ攻撃の複雑化・大規模化
 - IRC botnet
 - フィッシングの被害
- 中国とのトラフィックの急伸
- PrivatePeerの促進傾向

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

4

ルーティング Update

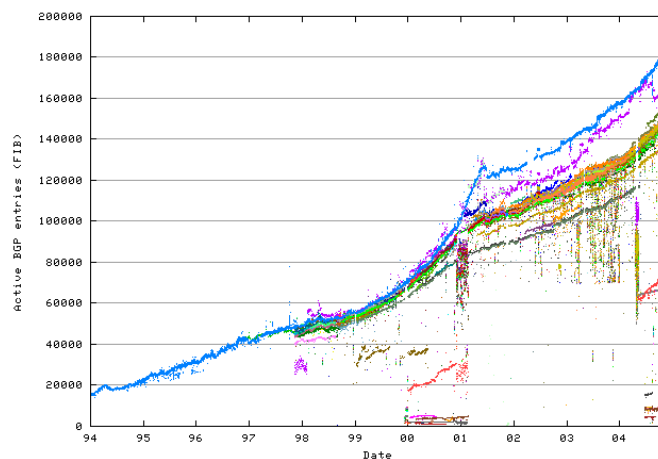
- IPv4経路の伸びは順調に増加
 - Prefixの全体的な増加傾向も大きな変化は無い
 - UpstreamのPolicy変更による経路の一時的な増加 (VERIO)
- IPv6経路は緩やかに増加
 - ヨーロッパの増加傾向が目立つ
 - 6bone block の減少
- ASの単調増加
 - 2008年頃には4byteの時代が到来？
- 1AS当たりの保有経路数が2004年に増加傾向へ

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

5

IPv4の経路数



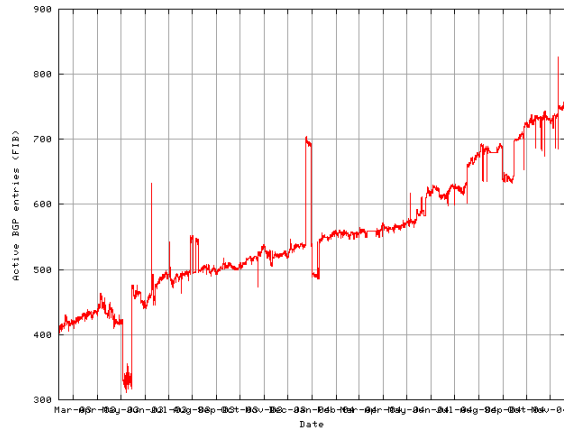
<http://www.cidr-report.org>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

6

IPv6の経路数



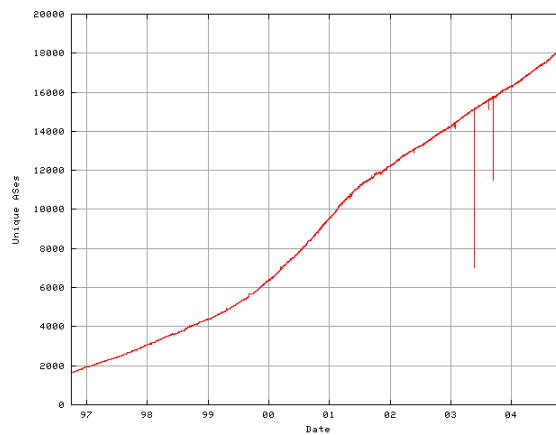
<http://www.cidr-report.org>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

7

AS数



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

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

8

ASの割り当て状況

ARIN AS Blocks

1-1876, 1902-2042, 2044-2046, 2048-2106
2138-2584, 2615-2772, 2823-2829, 2880-3153
3354-4607, 4865-5119, 5632-6655, 6912-7466
7723-8191, 10240-12287, 13312-15359, 16384-17407
18432-20479, 21504-23551, 25600-26591,
26624-27647, 29695-30719, **31744-33791**

RIPE AS Blocks

1877-1901, 2043, 2047, 2107-2136, 2585-2614
2773-2822, 2830-2879, 3154-3353, 5377-5631
6656-6911, 8192-9215, 12288-13311, 15360-16383
20480-21503, 24576-25599, 28672-29695
30720-31743, **33792-34815**

APNIC AS Blocks

4608-4864, 7467-7722, 9216-10239, 17408-18431
23552-24575

LACNIC AS Blocks

26592-26623, 27648-28671

AfriNIC AS Blocks

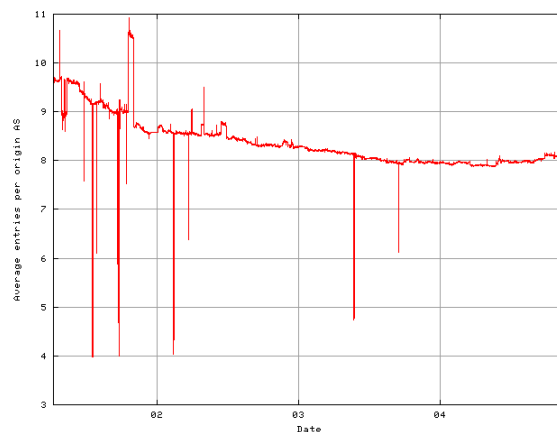
<none>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

9

平均経路数 / AS



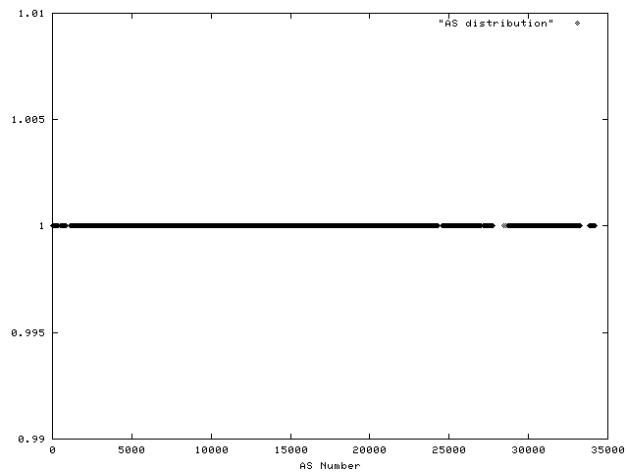
<http://www.cidr-report.org>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

10

AS分布

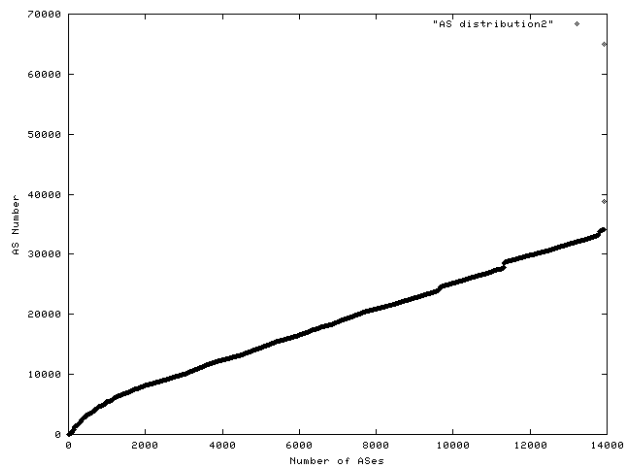


2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

11

AS分布 (cont.)



2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

12

IPv4の経路数の変化

2004年11月15日

/1:0	/2:0	/3:0	/4:0	/5:0	/6:0
/7:0	/8:19	/9:3	/10:7	/11:15	/12:61
/13:138	/14:314	/15:553	/16:8113	/17:2270	/18:3933
/19:9818	/20:10402	/21:8007	/22:11066	/23:12707	/24:82382
/25:252	/26:239	/27:130	/28:69	/29:54	/30:120
/31:0	/32:40				

2003年11月末～2004年11月15日 の変化

/1:+-0	/2:+-0	/3:+-0	/4:+-0	/5:+-0	/6:+-0
/7:+-0	/8:+-0	/9:-1	/10:+1	/11:+1	/12:+4
/13:+38	/14:+37	/15:+50	/16:+607	/17:+441	/18:+599
/19:+1102	/20:+1153	/21:+1351	/22:+1680	/23:+1764	/24:+10841
/25:+70	/26:+6	/27:-26	/28:-1	/29:+33	/30:+70
/31:+-	/32:-1				

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

13

IPv4の経路数の変化

	2003末	2004末	増減		2003末	2004末	増減
/1	0	0	0	/17	1829	2270	441
/2	0	0	0	/18	3334	3933	599
/3	0	0	0	/19	8716	9818	1102
/4	0	0	0	/20	9249	10402	1153
/5	0	0	0	/21	6656	8007	1351
/6	0	0	0	/22	9386	11066	1680
/7	0	0	0	/23	10943	12707	1764
/8	19	19	0	/24	71541	82382	10841
/9	4	3	-1	/25	182	252	70
/10	6	7	1	/26	233	239	6
/11	14	15	1	/27	156	130	-26
/12	57	61	4	/28	70	69	-1
/13	100	138	38	/29	21	54	33
/14	277	314	37	/30	50	120	70
/15	483	553	70	/31	0	0	0
/16	7506	8113	607	/32	41	40	-1

2003末 : 130873
2004末 : 150712

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

14

IPv4の経路数の変化(割合)

	2003末	2004末	増減		2003末	2004末	増減
/1	0.0%	0.0%	0.0%	/17	1.4%	1.5%	0.1%
/2	0.0%	0.0%	0.0%	/18	2.5%	2.6%	0.1%
/3	0.0%	0.0%	0.0%	/19	6.7%	6.5%	-0.2%
/4	0.0%	0.0%	0.0%	/20	7.1%	6.9%	-0.2%
/5	0.0%	0.0%	0.0%	/21	5.1%	5.3%	0.2%
/6	0.0%	0.0%	0.0%	/22	7.2%	7.3%	0.2%
/7	0.0%	0.0%	0.0%	/23	8.4%	8.4%	0.1%
/8	0.0%	0.0%	0.0%	/24	54.7%	54.7%	0.0%
/9	0.0%	0.0%	0.0%	/25	0.1%	0.2%	0.0%
/10	0.0%	0.0%	0.0%	/26	0.2%	0.2%	0.0%
/11	0.0%	0.0%	0.0%	/27	0.1%	0.1%	0.0%
/12	0.0%	0.0%	0.0%	/28	0.1%	0.0%	0.0%
/13	0.1%	0.1%	0.0%	/29	0.0%	0.0%	0.0%
/14	0.2%	0.2%	0.0%	/30	0.0%	0.1%	0.1%
/15	0.4%	0.4%	0.0%	/31	0.0%	0.0%	0.0%
/16	5.7%	5.4%	-0.3%	/32	0.0%	0.0%	0.0%

2003末 : 130873
2004末 : 150712

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

15

/8 毎に見た /24 の数

4:4	8:11	12:1430	13:1	15:5	16:2
17:3	20:5	24:746	32:69	33:2	38:85
40:55	44:3	47:2	52:3	55:1	56:3
57:21	60:3	61:625	62:501	63:1855	64:2475
65:2072	66:2473	67:457	68:536	69:775	70:40
72:2	80:531	81:539	82:311	83:203	84:47
128:129	129:165	130:85	131:182	132:25	134:185
135:28	136:187	137:81	138:185	139:36	140:227
141:108	142:126	143:118	144:158	145:42	146:296
147:96	148:329	149:112	150:93	151:62	152:133
153:68	154:2	155:131	156:58	157:69	158:133
159:164	160:60	161:73	162:380	163:80	164:216
165:162	166:115	167:221	168:357	169:123	170:310
171:9	192:5659	193:2936	194:2163	195:1529	196:601
198:3912	199:3297	200:3844	201:23	202:4881	203:5769
204:3557	205:2074	206:2337	207:2624	208:2117	209:3085
210:1518	211:652	212:1140	213:1222	214:225	215:31
216:3699	217:1046	218:176	219:82	220:281	221:65
222:22					

58:0

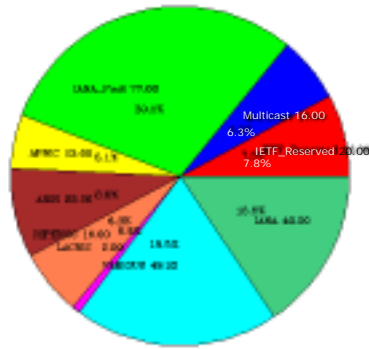
AP /24 = 14,074

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

16

IPv4 Address Space



IETF Reserved	20.08 /8s	7.84%
Multicast	16.00 /8s	6.25%
IANA Pool	77.00 /8s	30.08%
APNIC	13.00 /8s	5.08%
ARIN	22.00 /8s	8.59%
RIPENCC	16.00 /8s	6.25%
LACNIC	2.00 /8s	0.78%
VARIOUS	49.92 /8s	19.50%
IANA	40.00 /8s	15.62%

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

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

17

RIRs Allocation

ARIN Address Blocks	24/8, 63/8, 64/6, 68/7, 70/7, 72/8, 198/7, 204/6, 208/7 and 216/8
RIPE Address Blocks	62/8, 80/5, 88/8, 188/8, 193/8, 194/7, 212/7 and 217/8
APNIC Address Blocks	58/7, 60/7, 202/7, 210/7, 218/7, 220/7 and 222/8
LACNIC Address Blocks	200/7
AfriNIC Address Blocks	196/8

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

18

経路の詳細

○ Analysis Summary	
○ -----	
○ BGP routing table entries examined:	150712
○ Prefixes after maximum aggregation:	88832
○ Unique aggregates announced to Internet:	71958
○ Total ASes present in the Internet Routing Table:	18426
○ Origin-only ASes present in the Internet Routing Table:	16007
○ Origin ASes announcing only one prefix:	7505
○ Transit ASes present in the Internet Routing Table:	2419
○ Transit-only ASes present in the Internet Routing Table:	75
○ Average AS path length visible in the Internet Routing Table:	4.5
○ Max AS path length visible:	21
○ Prefixes from unregistered ASNs in the Routing Table:	6
○ Special use prefixes present in the Routing Table:	0
○ Prefixes being announced from unallocated address space:	15
○ Number of addresses announced to Internet:	1351286008
○ Equivalent to 80 /8s, 138 /16s and 252 /24s	
○ Percentage of available address space announced:	36.5
○ Percentage of allocated address space announced:	58.9
○ Percentage of available address space allocated:	61.9
○ Total number of prefixes smaller than registry allocations:	69483

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

19

ネットワークポロジ

- 東京一極集中傾向が顕著
 - PrivatePeer回線の9割は東京
 - 次世代IPインフラ研究会報告書より
- 大手ISPは大阪へ分散傾向
 - 2003年がもっとも顕著だが継続的に2004年もその傾向が維持されている

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

20

トラフィックの傾向

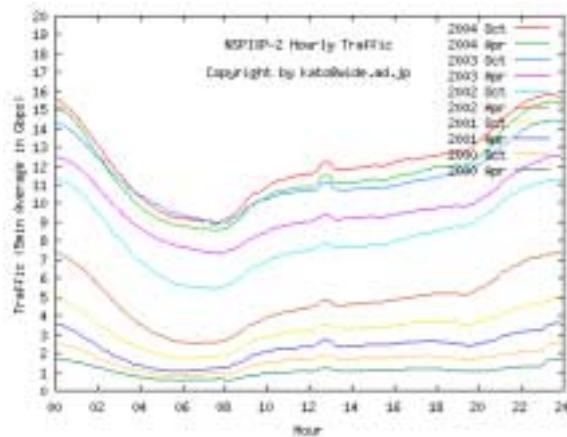
- 2004年の国内IX全体の伸びは鈍化傾向(約1.2倍)
 - 国際は中国方面のトラフィックが増加(年2倍~3倍)
 - IXだけでは傾向の把握が難しくなっている
- 国内IXのTotalトラフィックが100G超
 - IX回線は、東京:大阪 = 4:1
 - 次世代IPインフラ研究会報告書より
- 大阪のトラフィックは順調に増加(約2.5倍増)
- 1日のトラフィックに変化
 - 夜中の落ち込みがより深い落ち込みへ
 - 夜中のピークの時間もより早くに

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

21

1日のtraffic推移



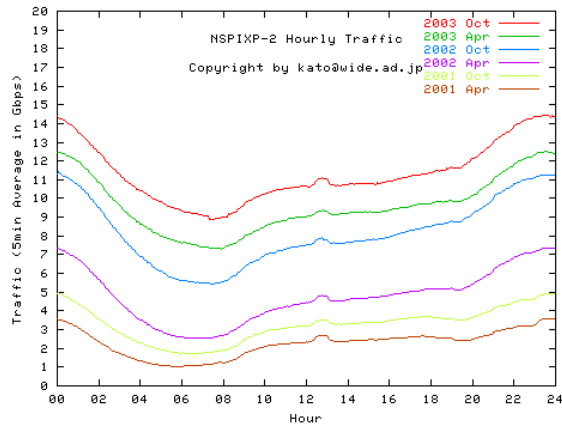
<http://nspix.wide.ad.jp/2/>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

22

昨年のスライド(1日のトラフィック)



<http://nspixp.wide.ad.jp/2/>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

23

IX Traffic

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

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

24

IXのトラフィックの推移

トラフィックの最大値：単位(Gbps)

		2001年末	2002年末	2003年末	2004年現在
東	dix-ie	5.5	12.5	16	17
	JPIX東	6.5	20	32	37
	JPNAP東	2	10	36	40
	合計	14	42.5	84	94
西	NSPIX3	-	0.5	2.6	5
	JPIX西	-	-	-	-
	JPNAP西	-	0.6	4	12
	合計	-	1.1	6.6	17
東西	合計	14	43.6	90.6	111

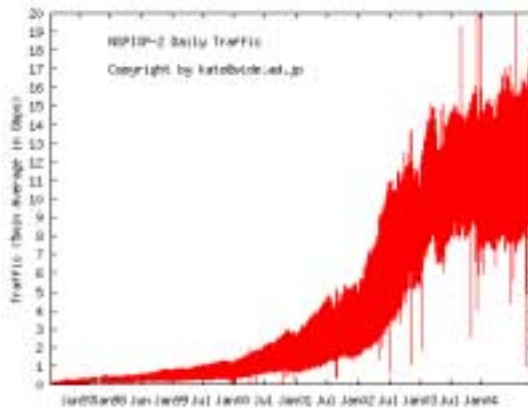
3倍 2倍 1.2倍

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

25

dix-ie



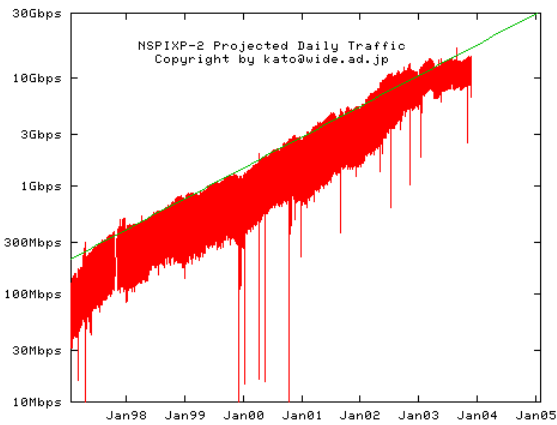
<http://nspix.wide.ad.jp/2/>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

26

dix-ie (cont.)



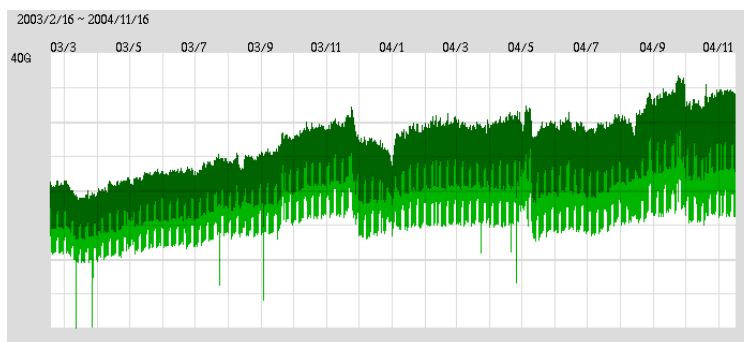
<http://nspixp.wide.ad.jp/2/>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

27

JPIX Tokyo/Nagoya



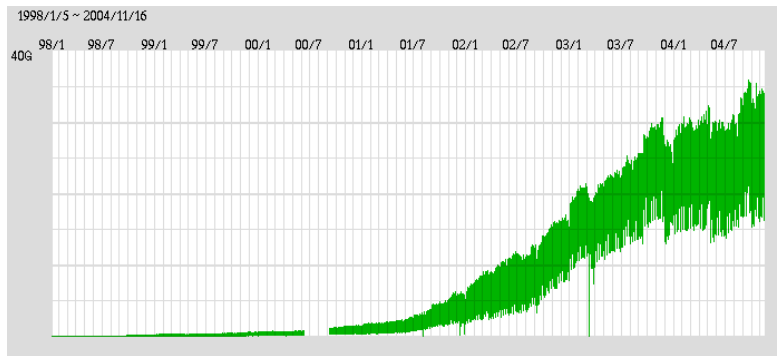
<http://www.jpix.ad.jp/jp/technical/traffic.html>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

28

JPIX Tokyo/Nagoya (cont.)



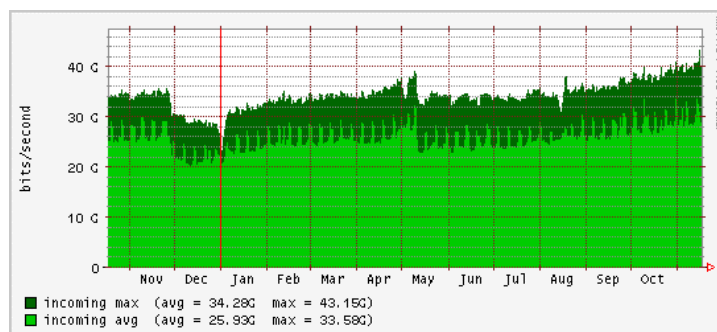
<http://www.jpix.ad.jp/technical/traffic.html>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

29

JPNAP East



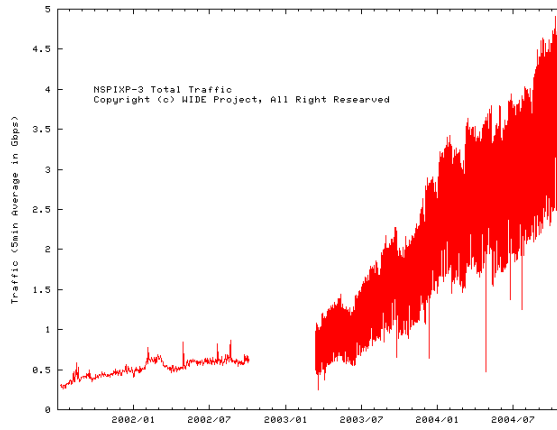
<http://www.jpnap.net/>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

30

NSPIXP3



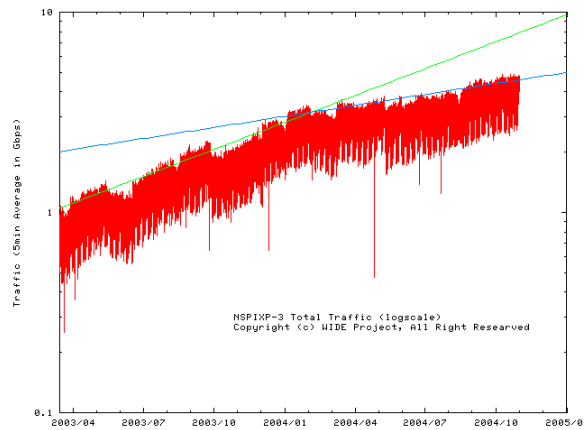
2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

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

31

NSPIXP3 (cont.)



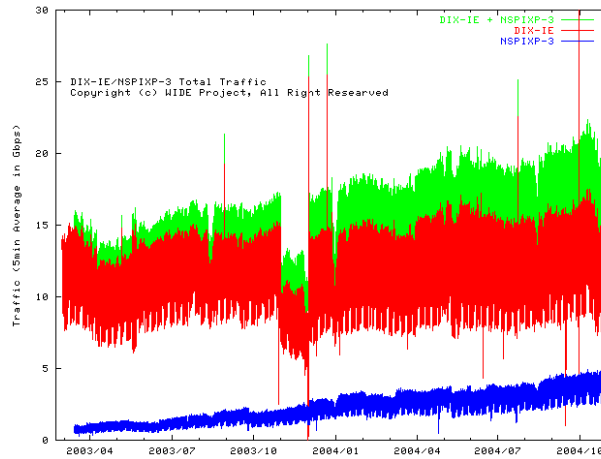
2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

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

32

dix-ie + NSPIXP3

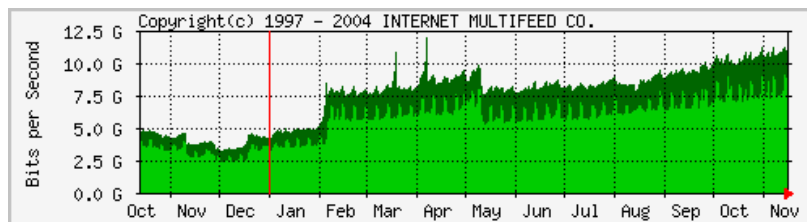


2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

33

JPNAP West



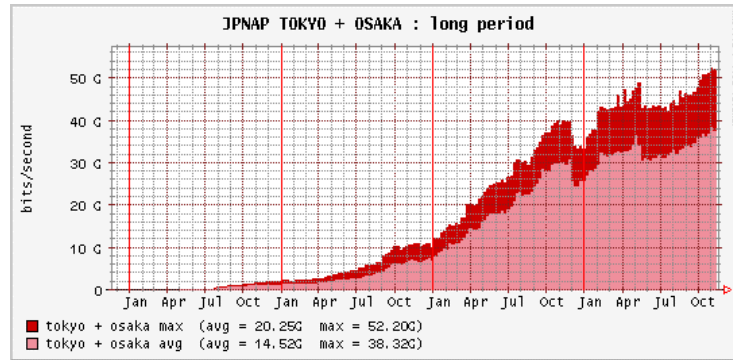
<http://www.jpnap.net/>

2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

34

JPNAP E+W

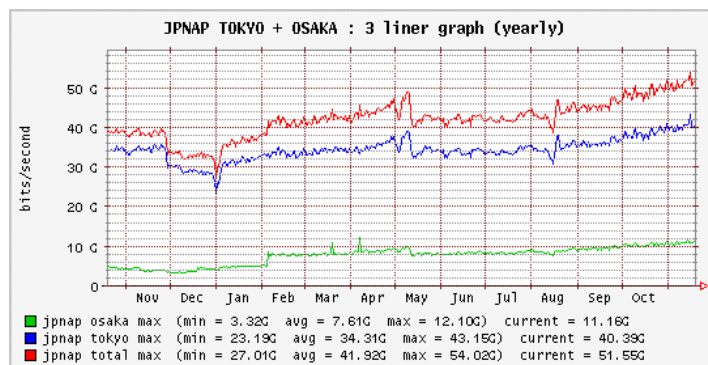


2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

35

JPNAP E+W (cont.)



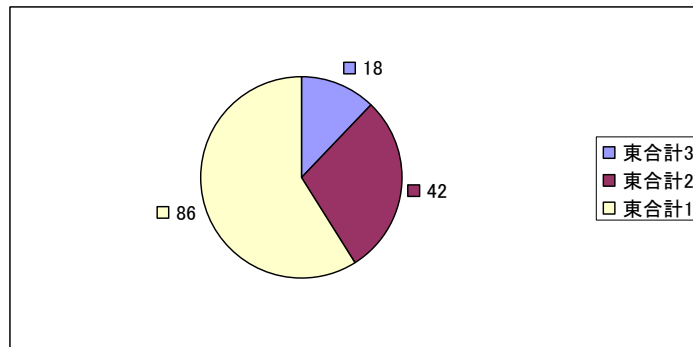
2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

36

IX接続者数：東

11月上旬のデータより



合計146

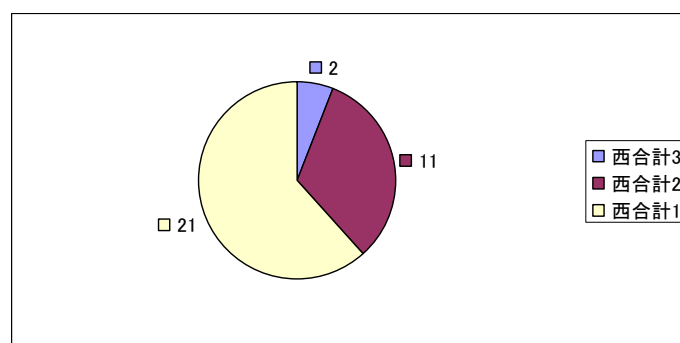
2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

37

IX接続者数：西

11月上旬のデータより



合計34

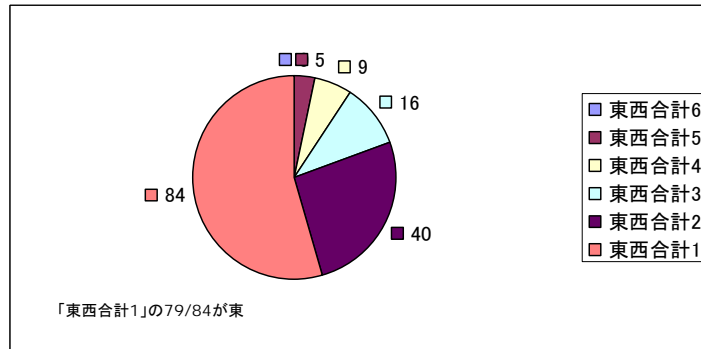
2004/12/2

Copyright © 2004 Tomoya Yoshida

38

IX接続者数：東西合計

11月上旬のデータより



「東西合計1」の79/84が東

合計154