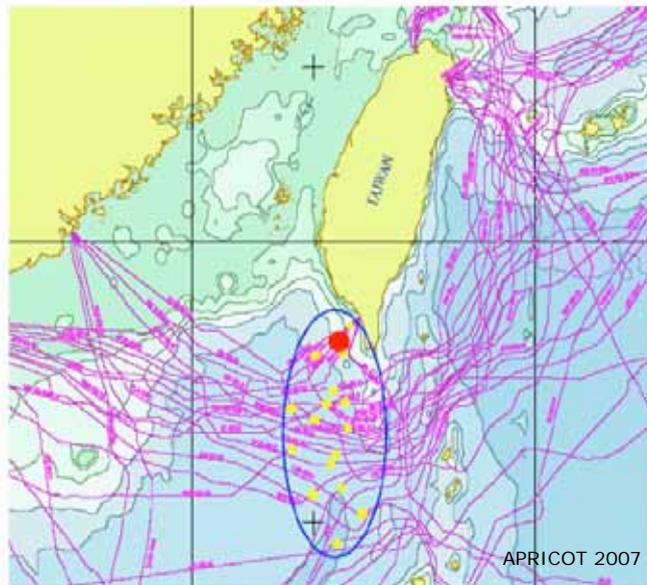


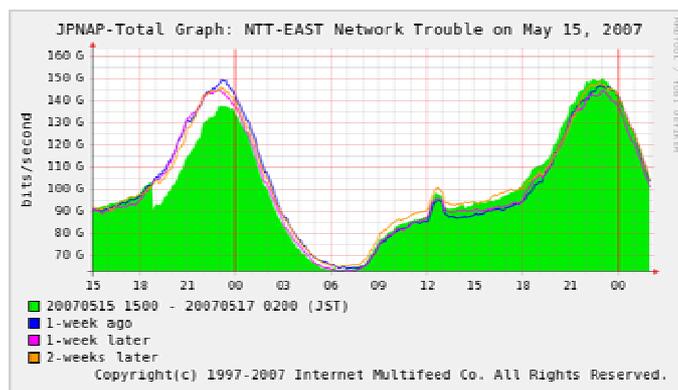
ルーティング・トポロジ動向

NTTコミュニケーションズ
APNIC Routing-SIG co-chair
吉田友哉 <yoshida@ocn.ad.jp>

Impacted Cable Systems
-- map courtesy of PCCW (thank you!)



2007 / 5 / 15 の夜



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

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

3

内容

- 2007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

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

4

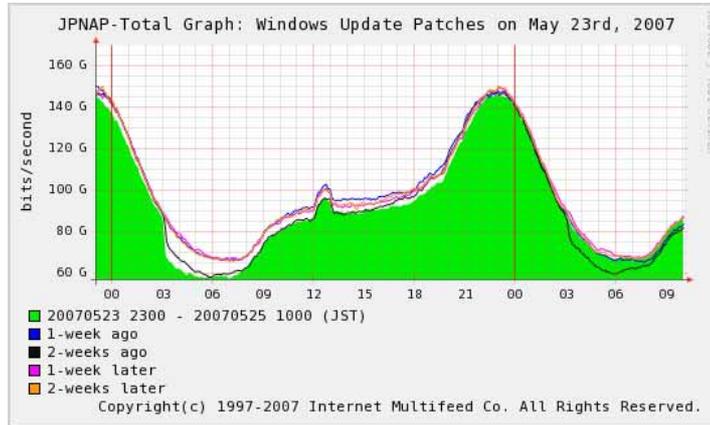
内容

- **2007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

2007年の主なトピック・傾向

- トラフィックは依然増加
 - 伸び率は2006年より増加傾向
- 昨年後半より動画のトラフィックが増加
 - YouTube, google video, ニコニコ動画, 他
- P2Pトラフィックは健在
 - Winny, Share, bittorrent等
- IPv4 full-routeは24万弱に到達
 - ルータのFIB entry数問題
- 国内IXのトラフィックは300G超え
- 10xN, 40G-IF(OC768)の利用
 - HSSG; 40G/100G IFの標準化が継続
- IPv4枯渇に伴う様々な議論の活発化

2007 May Windows Update



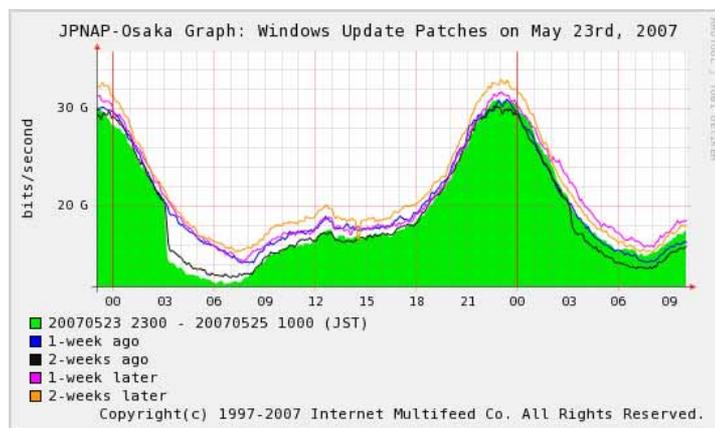
<http://www.jpnap.net/snapshot/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

7

2007 May Windows Update (cont.)



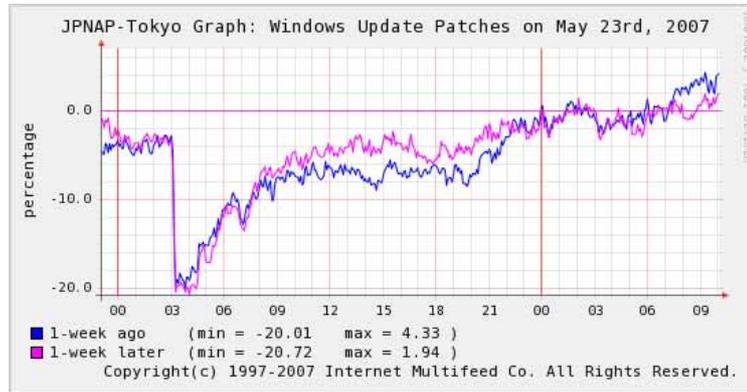
<http://www.jpnap.net/snapshot/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

8

2007 May Windows Update (cont.)



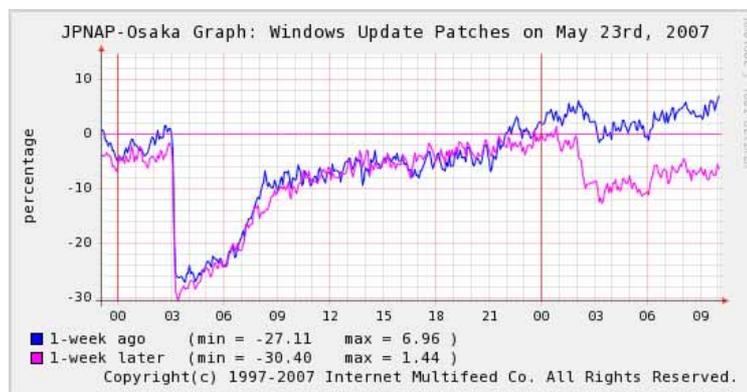
<http://www.jpnep.net/snapshot/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

9

2007 May Windows Update (cont.)



<http://www.jpnep.net/snapshot/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

10

内容

- 2007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
 - 年増加率の上昇(1.16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
- 4octet-ASの割り振り開始
 - AS数は単調増加

ルーティングUpdate (cont.)

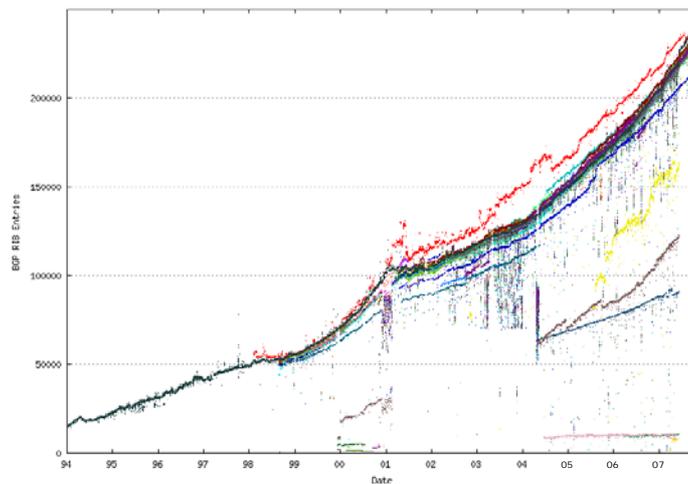
- Bogon Route
 - 日々観測されている
 - 経路広告と同時にDOS攻撃等の報告もある
- Route Hijacking
 - 日本でもそれなりに観測されている
 - JPIRRを利用したHijack検出の促進
- Route Flap
 - 経路数の増加に応じて増加
 - 特定の経路がかなりの頻度でフラップしている場合もある

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

13

IPv4経路数



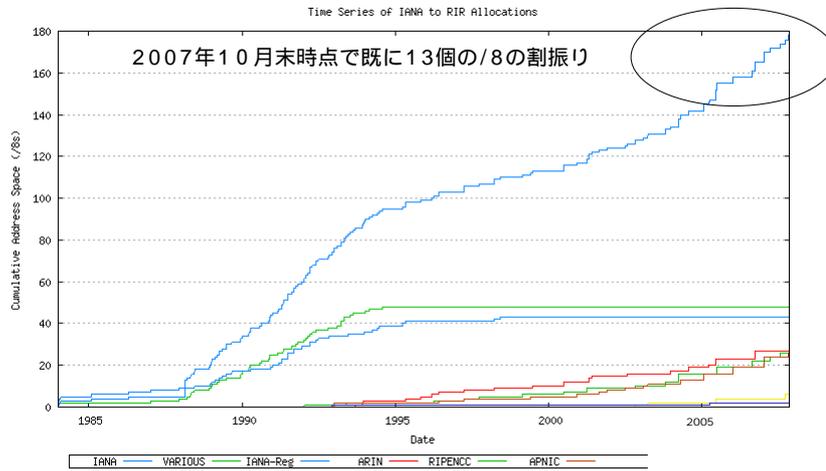
2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

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

14

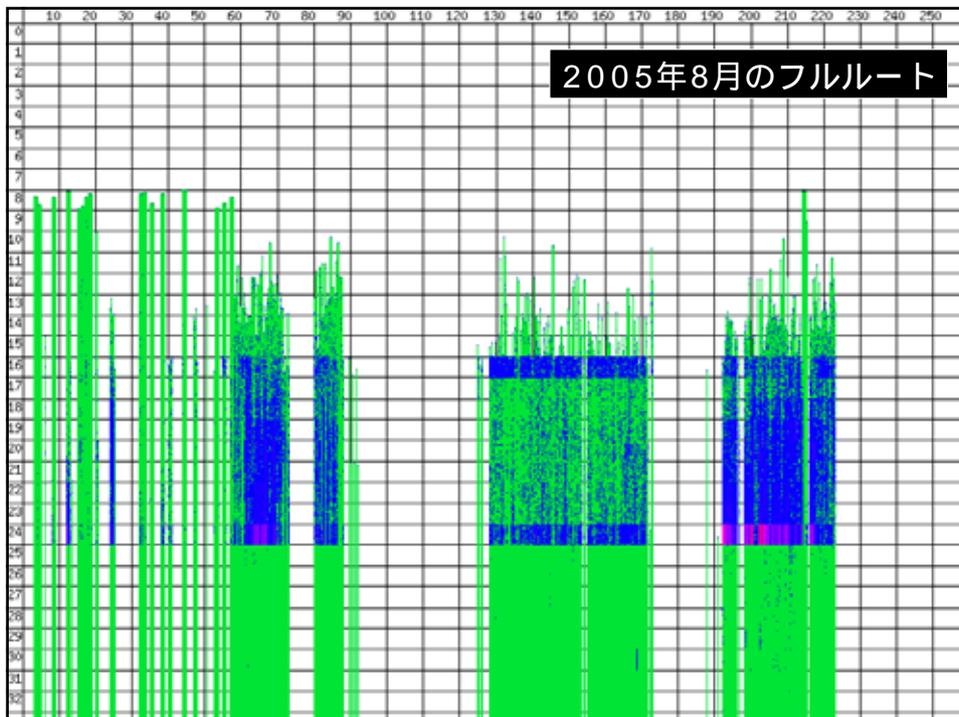
IPv4 Allocation状況

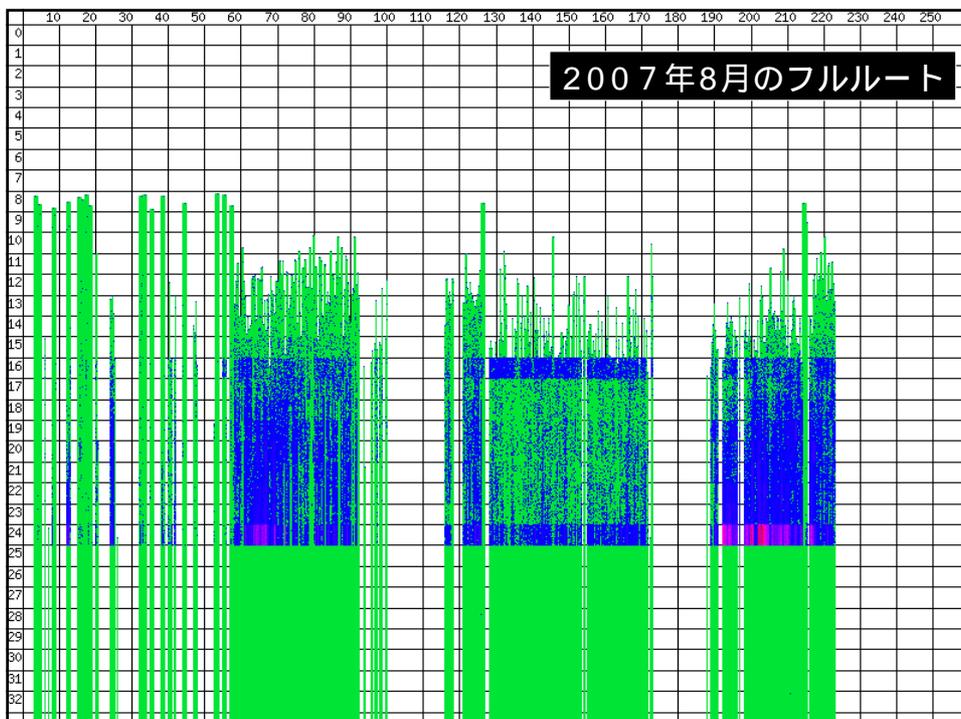
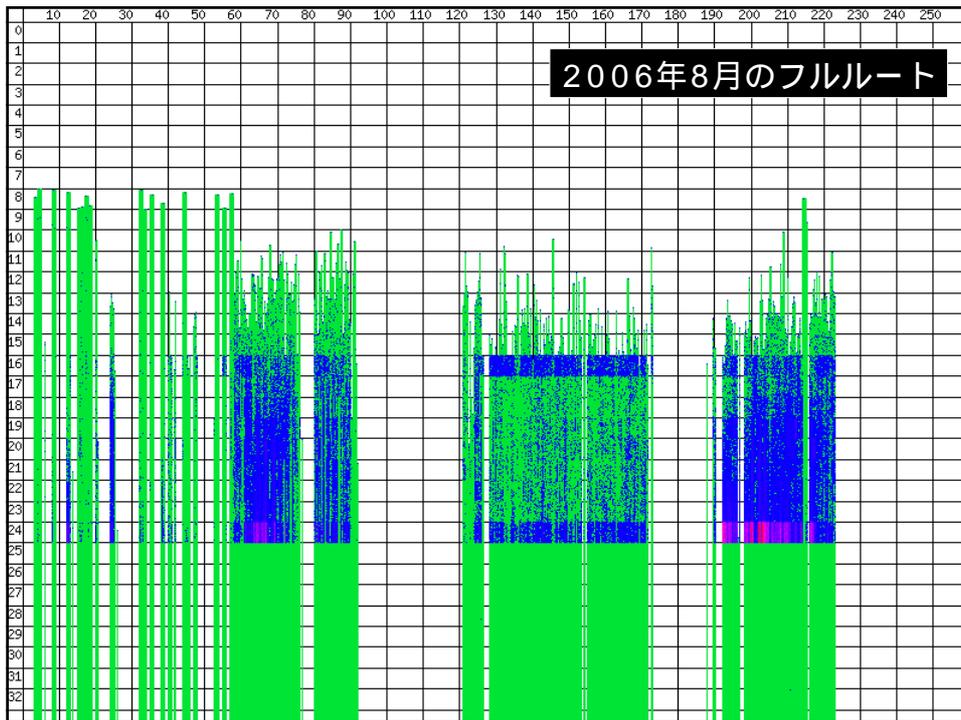


2007/11/22

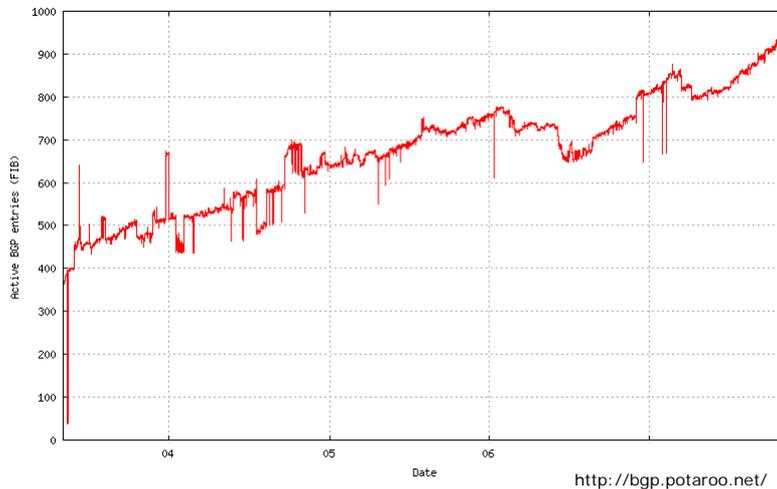
Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>
15





IPv6経路数



2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

19

AS番号 (2octet, 4octet)

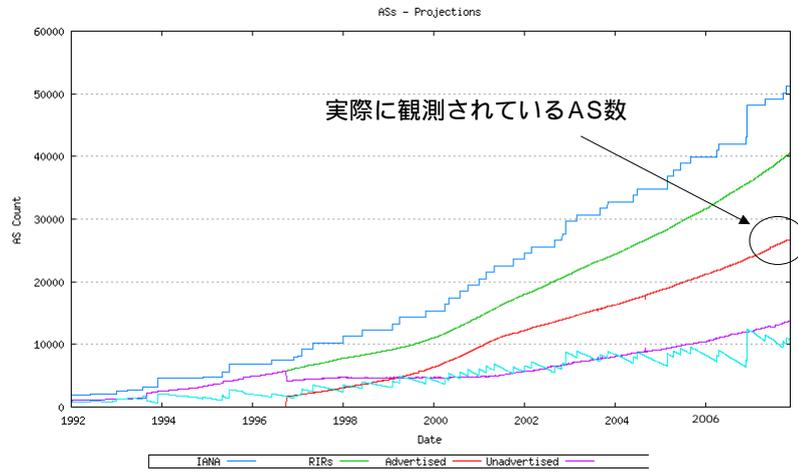
- 2octet-AS
 - IPv4枯渇よりも早いかもしれない
 - 延命策; 既存の再利用など
 - 所詮延命策にすぎないため、4octet化は必須
- 4octet-AS
 - 2007年1月よりRIR/NIRより取得可能
 - JPNICでは6つ、RIR全体では50程度割り振り
 - RFC4893; 2007年5月
 - ベンダの実装対応予定時期; 2008年
 - 関連技術やシステム等の4octet化が必要
 - “.”表記が正規表現等で問題に？

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

20

AS番号の推移



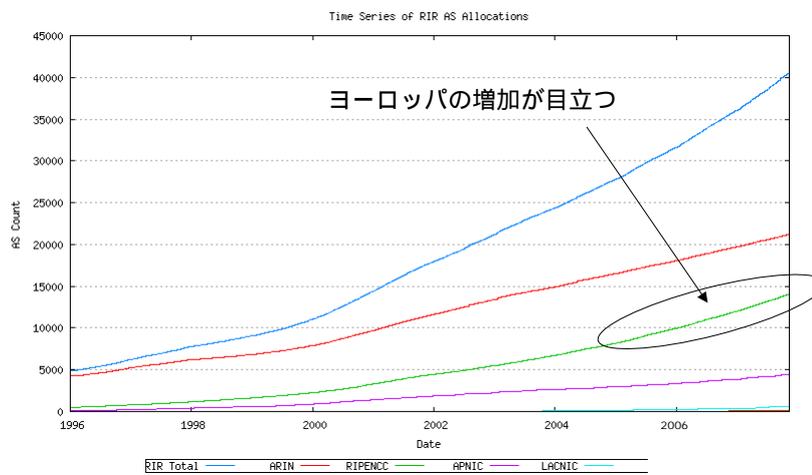
2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

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

21

RIR毎のAS割り当て数の推移



2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

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

22

AS番号の割り振り・利用状況

RIR	RIR Pool	Unadv	Adv	16-bit	Unadv	Adv	32-bit	Unadv	Adv
AFRINIC	1921	155	212	901	152	211	1020	3	1
APNIC	2203	1497	3103	1207	1474	3098	996	23	5
ARIN	2985	7747	11713	1965	7744	11712	1020	3	1
RIPE NCC	2190	4176	10488	1179	4167	10484	1011	9	4
LACNIC	1391	535	882	368	534	882	1023	1	0
TOTAL	10690	14110	26398	5620	14071	26387	5070	39	11

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

4octet ASの分配

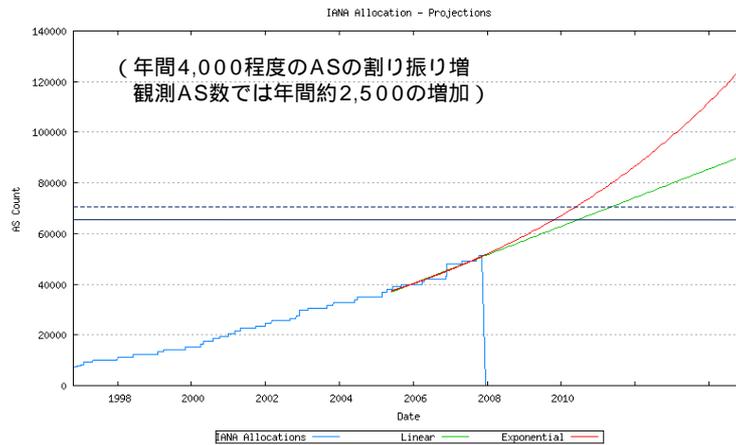


Copyright © 2006 JPNIC All Rights Reserved.

http://www.janog.gr.jp/meeting/janog18/files/IPadr_Okutani.pdf

AS番号の将来予測

IPv4アドレスの枯渇予測よりも早いと推測されている



2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

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

25

IPv4経路変化

2007年11月14日

/1:0	/2:0	/3:0	/4:0	/5:0	/6:0
/7:0	/8:18	/9:9	/10:16	/11:39	/12:136
/13:271	/14:485	/15:948	/16:9715	/17:4192	/18:6767
/19:14670	/20:16753	/21:15656	/22:19873	/23:20885	/24:124763
/25:814	/26:1013	/27:544	/28:114	/29:5	/30:0
/31:0	/32:8				

2006年11月25日 ~ 2007年11月14日 の変化

/1: +-0	/2: +-0	/3: +-0	/4: +-0	/5: +-0	/6: +-0
/7: +-0	/8: -1	/9: -1	/10: +3	/11: +9	/12: +25
/13: +49	/14: +88	/15: +154	/16: +638	/17: +567	/18: +941
/19: +2006	/20: +2472	/21: +2818	/22: +3670	/23: +3203	/24: +15544
/25: +156	/26: +545	/27: +180	/28: +45	/29: -39	/30: -80
/31: +-0	/32: -23				

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

26

IPv4経路数比較 - 1

	2003末	2004末	2005末	2006末	2007末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6	増減 2006-7
/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
/8	19	19	18	19	18	0	-1	1	-1
/9	4	3	5	10	9	-1	2	5	-1
/10	6	7	8	13	16	1	1	5	3
/11	14	15	17	30	39	1	2	13	9
/12	57	61	81	111	136	4	20	30	25
/13	100	138	187	222	271	38	49	35	49
/14	277	314	340	397	485	37	26	57	88
/15	483	553	666	794	948	70	113	128	154
/16	7506	8113	8597	9077	9715	607	484	480	638

/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
2007末：237694

IPv4経路数比較 - 2

	2003末	2004末	2005末	2006末	2007末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6	増減 2006-7
/17	1829	2270	2880	3625	4192	441	610	745	567
/18	3334	3933	4871	5826	6767	599	938	955	941
/19	8716	9818	11026	12664	14670	1102	1208	1638	2006
/20	9249	10402	12142	14281	16753	1153	1740	2139	2472
/21	6656	8007	10194	12838	15656	1351	2187	2644	2818
/22	9386	11066	13440	16203	19873	1680	2374	2763	3670
/23	10943	12707	14626	17682	20885	1764	1919	3056	3203
/24	71541	82382	95225	109219	124763	10841	12843	13994	15544
/25	182	252	345	658	814	70	93	313	156
/26	233	239	292	468	1013	6	53	176	545
/27	156	130	194	364	544	-26	64	170	180
/28	70	69	26	69	114	-1	-43	43	45
/29	21	54	12	44	5	33	-42	32	-39
/30	50	120	36	80	0	70	-84	44	-80
/31	0	0	3	0	0	0	3	-3	0
/32	41	40	30	31	8	-1	-10	1	-23

2003末：130873
2004末：150712
2005末：175261
2006末：204725
2007末：237694

IPv4経路数比較(割合) - 1

	2003末	2004末	2005末	2006末	2007末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6	増減 2006-7
/1	0.0%	0.0%	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%	0.0%	0.0%
/3	0.0%	0.0%	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%	0.0%	0.0%
/5	0.0%	0.0%	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%	0.0%	0.0%
/7	0.0%	0.0%	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%	0.0%	0.0%
/9	0.0%	0.0%	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%	0.0%	0.0%
/11	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/12	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/13	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/14	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/15	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
/16	5.7%	5.4%	4.9%	4.4%	4.1%	-0.4%	-0.5%	-0.5%	-0.3%

/16の伸びが
減少傾向に

IPv4経路数比較(割合) - 2

	2003末	2004末	2005末	2006末	2007末	増減 2003-4	増減 2004-5	増減 2005-6	増減 2006-7
/17	1.4%	1.5%	1.6%	1.8%	1.8%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%
/18	2.5%	2.6%	2.8%	2.8%	2.8%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%
/19	6.7%	6.5%	6.3%	6.2%	6.2%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	0.0%
/20	7.1%	6.9%	6.9%	7.0%	7.0%	-0.2%	0.0%	0.0%	0.1%
/21	5.1%	5.3%	5.8%	6.3%	6.6%	0.2%	0.5%	0.5%	0.3%
/22	7.2%	7.3%	7.7%	7.9%	8.4%	0.2%	0.3%	0.2%	0.4%
/23	8.4%	8.4%	8.3%	8.6%	8.8%	0.1%	-0.1%	0.3%	0.1%
/24	54.7%	54.7%	54.3%	53.3%	52.5%	0.0%	-0.3%	-1.0%	-0.9%
/25	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
/26	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.4%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%
/27	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
/28	0.1%	0.0%	0.0%	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%	0.0%	0.0%
/30	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%
/31	0.0%	0.0%	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%	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

/8毎に見た/24の数

4:9	8:89	12:1830	15:19	16:3	17:6
18:13	20:35	24:994	25:1	32:63	33:3
38:360	40:64	41:390	44:2	47:8	50:1
52:3	55:3	56:3	57:21	58:479	59:413
60:384	61:987	62:939	63:1980	64:3299	65:2373
66:3592	67:909	68:679	69:2016	70:466	71:106
72:1437	73:7	74:760	75:264	76:153	77:420
78:272	79:11	80:876	81:793	82:579	83:350
84:617	85:824	86:358	87:597	88:283	89:1018
90:39	91:741	92:5	96:2	97:6	98:11
116:430	117:224	118:44	121:338	122:642	123:207
124:711	125:1043	128:309	129:195	130:142	131:369
132:56	133:9	134:194	135:34	136:192	137:82
138:152	139:74	140:516	141:146	142:373	143:258
144:323	145:48	146:326	147:125	148:486	149:184
150:169	151:137	152:95	153:121	154:11	155:261
156:164	157:224	158:160	159:197	160:155	161:101
162:190	163:184	164:497	165:405	166:290	167:309
168:513	169:130	170:420	171:29	172:5	189:116
190:1200	192:5725	193:4036	194:3202	195:2446	196:927
198:3804	199:3227	200:5250	201:1252	202:7477	203:7832
204:3981	205:2001	206:2421	207:2781	208:2955	209:3596
210:2492	211:1079	212:1308	213:1536	214:419	215:44
216:4095	217:1189	218:320	219:399	220:1016	221:407
222:266					

[1stOctet]:[経路数]
色塗り = AP地域

AP地域での/24の
増加率は高い

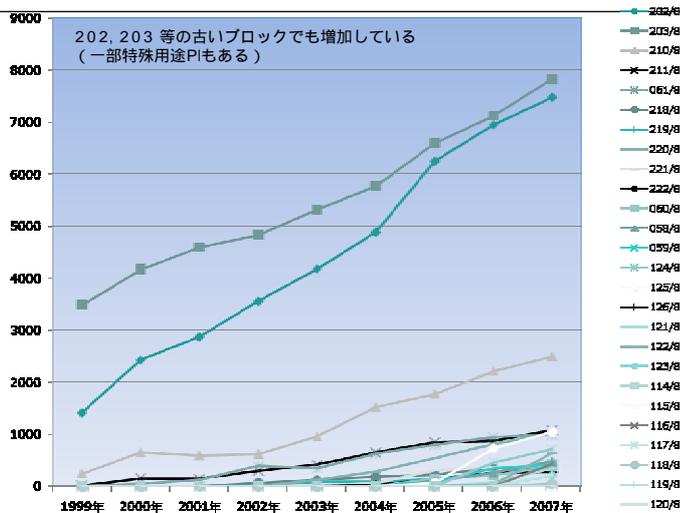
全体 : 1.14倍
A P : 1.22倍

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

31

/24の推移 (AP地域)

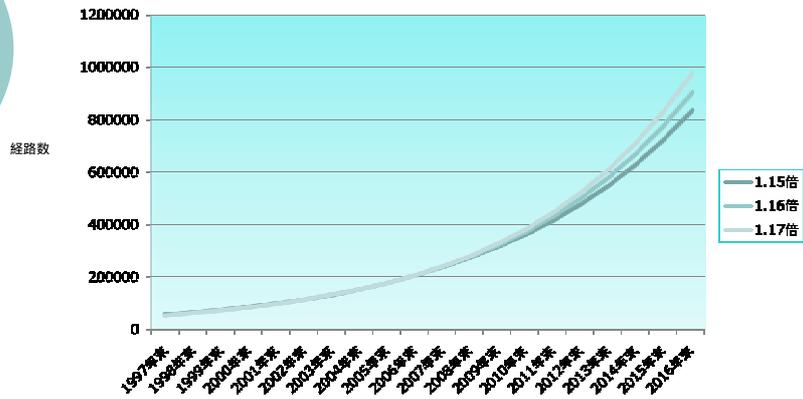


2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

32

IPv4経路数推移 (予測)



年に1.15倍～1.17倍で過去から増加
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と想定される

内容

- 2007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

ネットワークポロジー動向

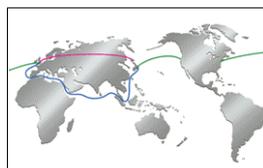
○ 国内の動向

- 東京集中型の傾向は依然継続
 - IXへの張り出し回線の9割以上は東京(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

- アジアハブと米国とのパイプが増加
 - 特に中国、香港、台湾、日本
- 国際ケーブルへの投資の回復(アジア)
 - 台湾地震による異経路への需要増
 - TPE(Trans Pacific Express)やロシアケーブルの建設
 - 既存ケーブルのアップグレード

日本 - ロシアケーブルルート概念図



東京とロンドンを接続する場合、
左図のようにロシアルートが最短ルートとなる。

- :インド洋経由ルート
- :北米ルート
- :ロシアルート

http://www.ntt.com/release/2007NEWS/0002/0227_2.html

内容

- 2007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1.4倍程度の伸び
 - ここ3,4年は1.2~1.5倍を推移
- 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(年1.4→1.2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6-7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

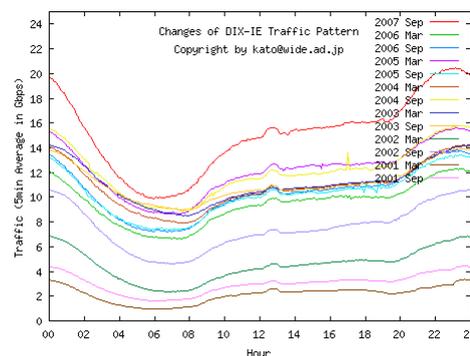
- USのトラフィック状況
 - 日米はIn/Outともに約2倍の伸び
 - ただし、夏過ぎから少し鈍化
 - 他地域と比べると低調な国内トラフィックの伸び
 - コンテンツ事業者のトラフィック増加
 - ComcastのP2P帯域制限などによるP2P制御市場の拡大
- アジアのトラフィック状況
 - 地域内のトラフィック増加
 - 中国、香港、韓国との継続的なトラフィック増
 - 特に中国とのトラフィック増(回線も増加)
- 欧州のトラフィック状況
 - アジア<->欧州トラフィックの増加

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

39

1日のtraffic推移



年々変化が鋭くなってきている

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



http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070822_2_bt1.pdf

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

40

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/2007/070822_2.html
- 日本のブロードバンドトラフィックの総量は721.7Gbps
 - 2006年5月からの1年では約1.4倍に
- 来年でのブロードバンド契約者のトラフィック総量は、平均で1T(テラ)bpsを超える可能性あり
 - 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42.4%)より算出
- 国外ISPからのトラフィック増: 約1.7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 (cont.)

- 国内主要IX以外で交換するトラフィック(主にプライベートピアリング)が、国内主要IXで交換するトラフィックを上回っており、引き続き、その差が拡大。
- 国外ISPから流入するトラフィックが2006年11月より急増し、過去1年で約1.7倍、ビデオダウンロード等が増加していると推測される。

1. 国内主要IXで国内ISPと交換するトラフィック(B1.In/Out)は、増加傾向がやや強まった。国内主要IX以外で国内ISPと交換するトラフィック(B2.In/Out)は、これまで同様の増加(1年で(B2.In)は約1.3倍、(B2.Out)は約1.4倍)を示している。
2. 国外から流入するトラフィック(B3.In)は、2006年11月から急増しており、1年で約1.7倍にも増えている。一方、国外へ流出するトラフィックの増加率には大きな変化はなく、流入量が流出量の約1.6倍に達している。これらから、国内ユーザによる海外サーバーからのビデオダウンロード利用等が増加していると推測される。



JAPAN IX Traffic

- 全体の傾向
 - トータルのピーク値が300Gを超える
 - 年間約1.4倍の伸び(やや増加傾向)
 - 西の増加は1.2-1.3倍程度に減少
- 東
 - dix-ie
 - JPNAP東京
 - JPIX大手町(名古屋)
- 西
 - NSPIX3
 - JPNAP大阪
 - JPIX大阪(推定)

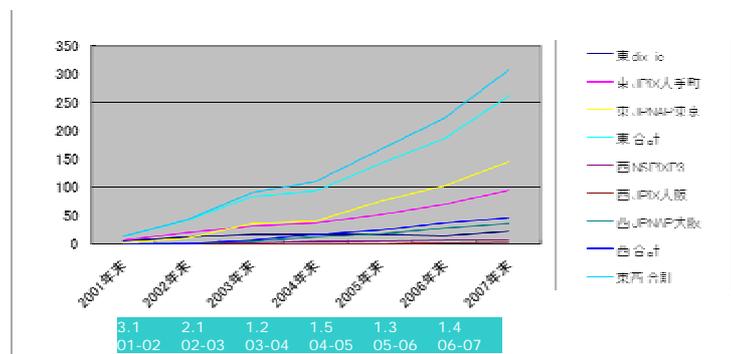
2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

43

IXのトラフィックの推移

トラフィックの最大値 : 単位 (Gbps)

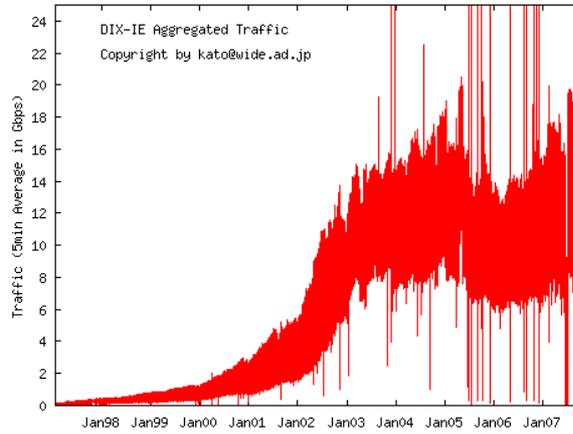


2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

44

dix-ie



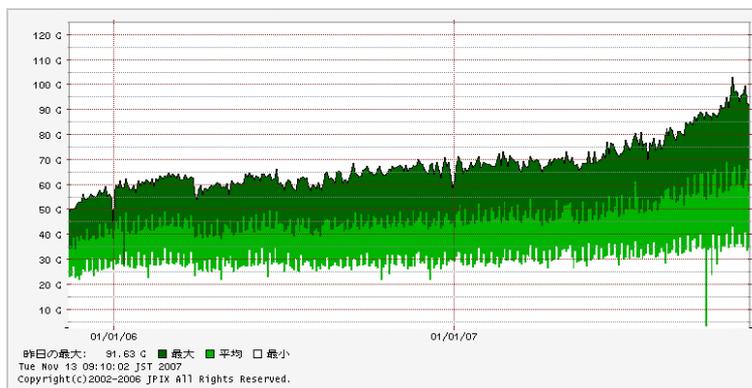
<http://nspixp.wide.ad.jp/2/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

45

JPIX大手町/名古屋



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

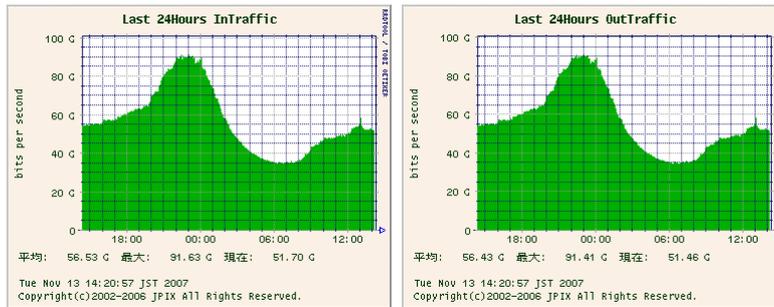
2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

46

JPIX大手町/名古屋 (cont.)

In/Outの比率がほとんど変わらない



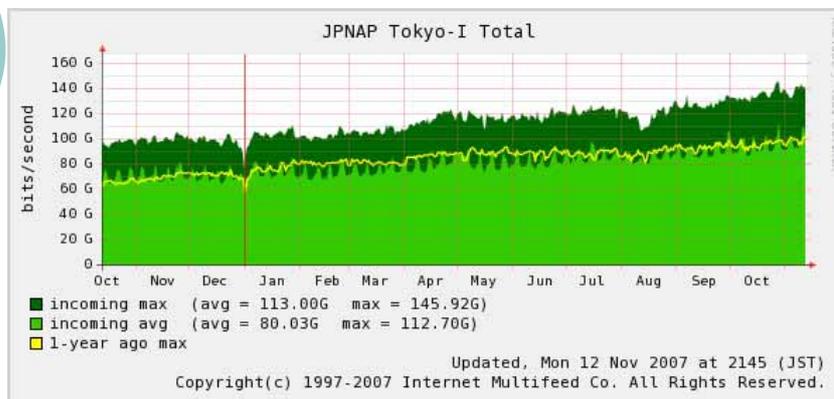
<http://www.jpix.ad.jp/jp/technical/traffic.html>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

47

JPNAP東京



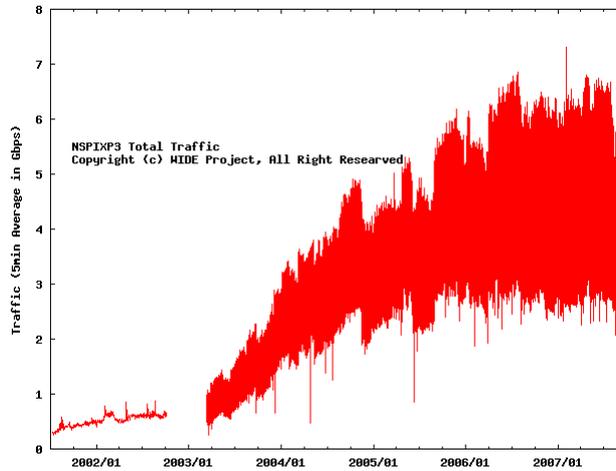
<http://www.jpnap.net/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

48

NSPIXP3



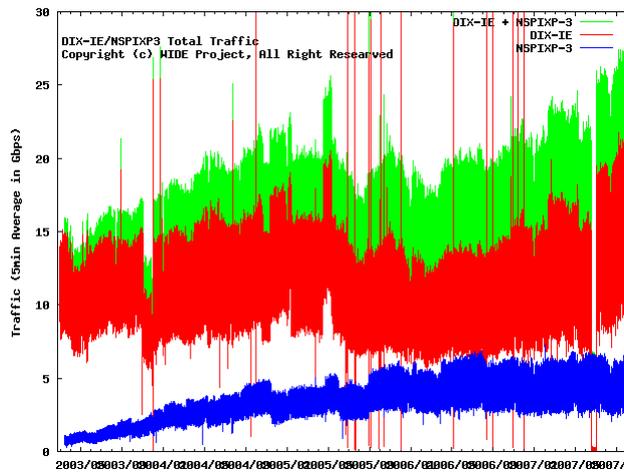
<http://nspixp.wide.ad.jp/3/>

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

49

dix-ie + NSPIXP3



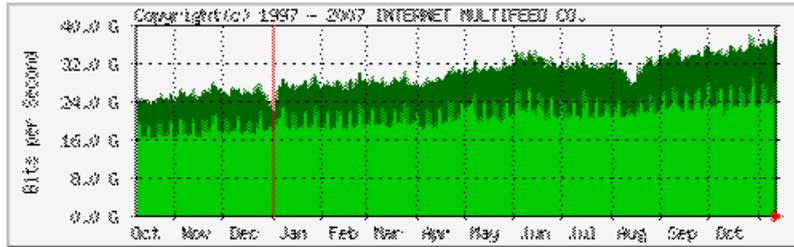
Special thanks to Sekiya-san

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

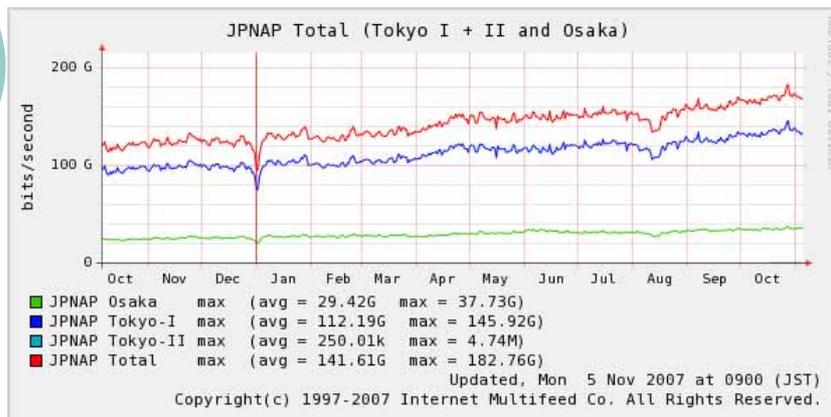
50

JPNAP大阪



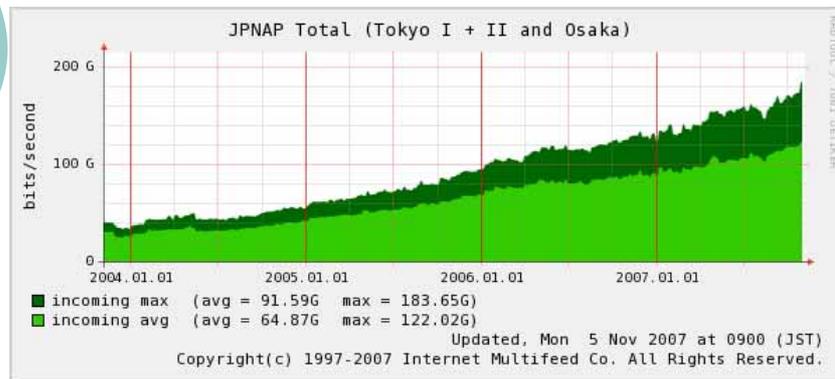
<http://www.jpnap.net/>

JPNAP東京 + 大阪 ; 1-year



Special thanks to Toyama-san

JPNAP東京 + 大阪 ; 4-years



Special thanks to Toyama-san

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

53

EU IX Traffic

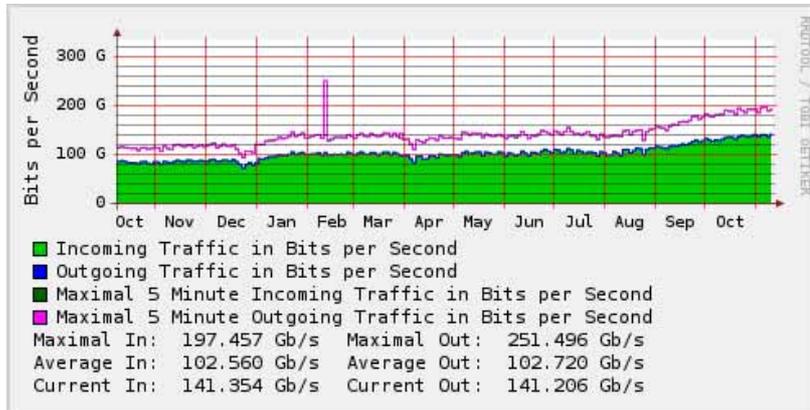
- AMS-IX
- LINX
- DE-CIX

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

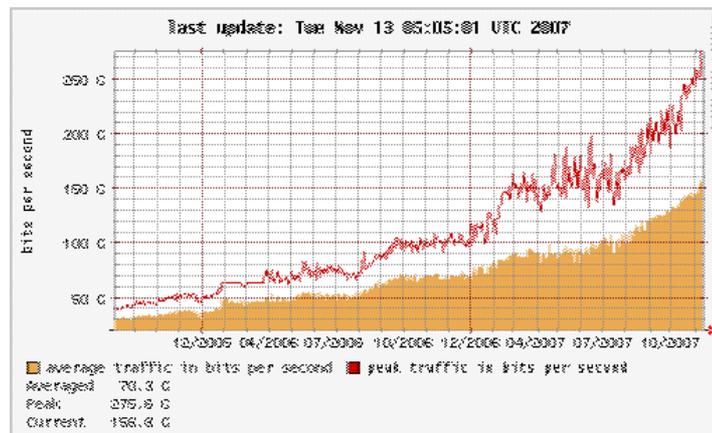
54

LINX



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

DE-CIX



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

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
 - NSPIX3
 - JPNAP大阪
 - JPIX大阪

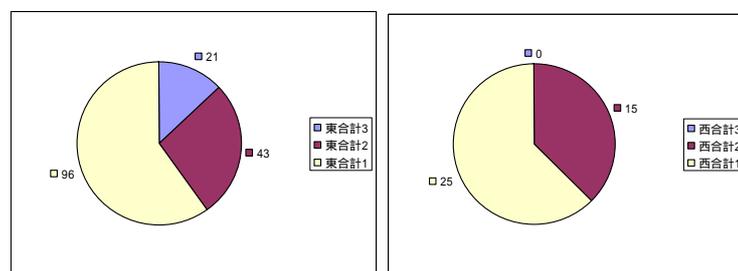
2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

59

IX接続者数：東・西

2007.11月中旬のデータより



東163

西40

2007/11/22

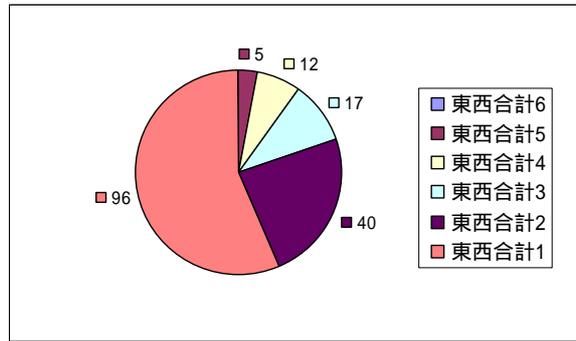
Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

60

IX接続者数：東西合計

2007.11月中旬のデータより

合計170



「東西合計1」で、西のみ = 6接続（89接続は東のみ）

「東西合計2」で、東西に1接続づつ = 4接続（36接続は東に2拠点）

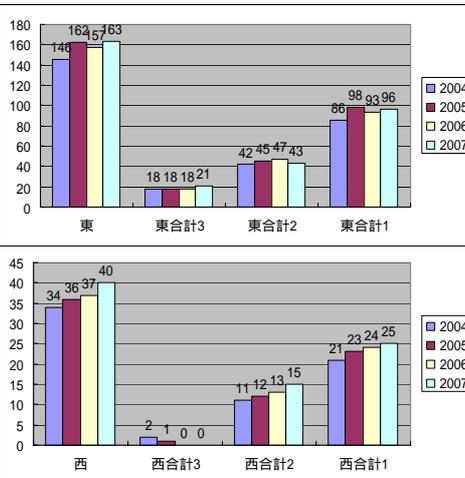
2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

61

2004年 - 2007年 接続数比較1

2007.11月中旬のデータより



東合計3(全てに接続)の増加ユーザは、昨年まで2拠点のユーザのみ

東合計1は純増

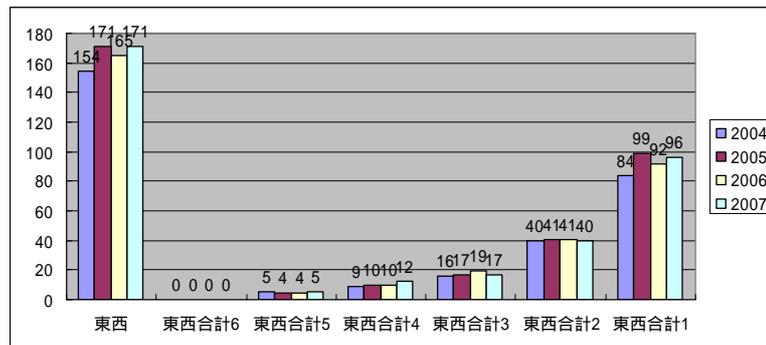
西の接続数は増加傾向

2007/11/22

Copyright © 2007 Tomoya Yoshida

62

2004年 - 2007年 接続数比較2



新規接続の増加傾向、分散化

まとめ

- ルーティング動向
 - 経路数の伸びは継続的に増加
 - AS数の伸びは線形増加
 - 来年以降4octet ASへの対応が本格化
- トラフィック傾向
 - 動画等のdownloadトラフィックの増加傾向
 - 国内の動画配信が加速する傾向にある
 - Regional/NationalでのP2Pは依然増加
- 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
 - 国際ケーブルの異経路分散の促進