

ISPから見たブロードバンドトラフィックの傾向

長 健二郎

株式会社インターネットイニシアティブ

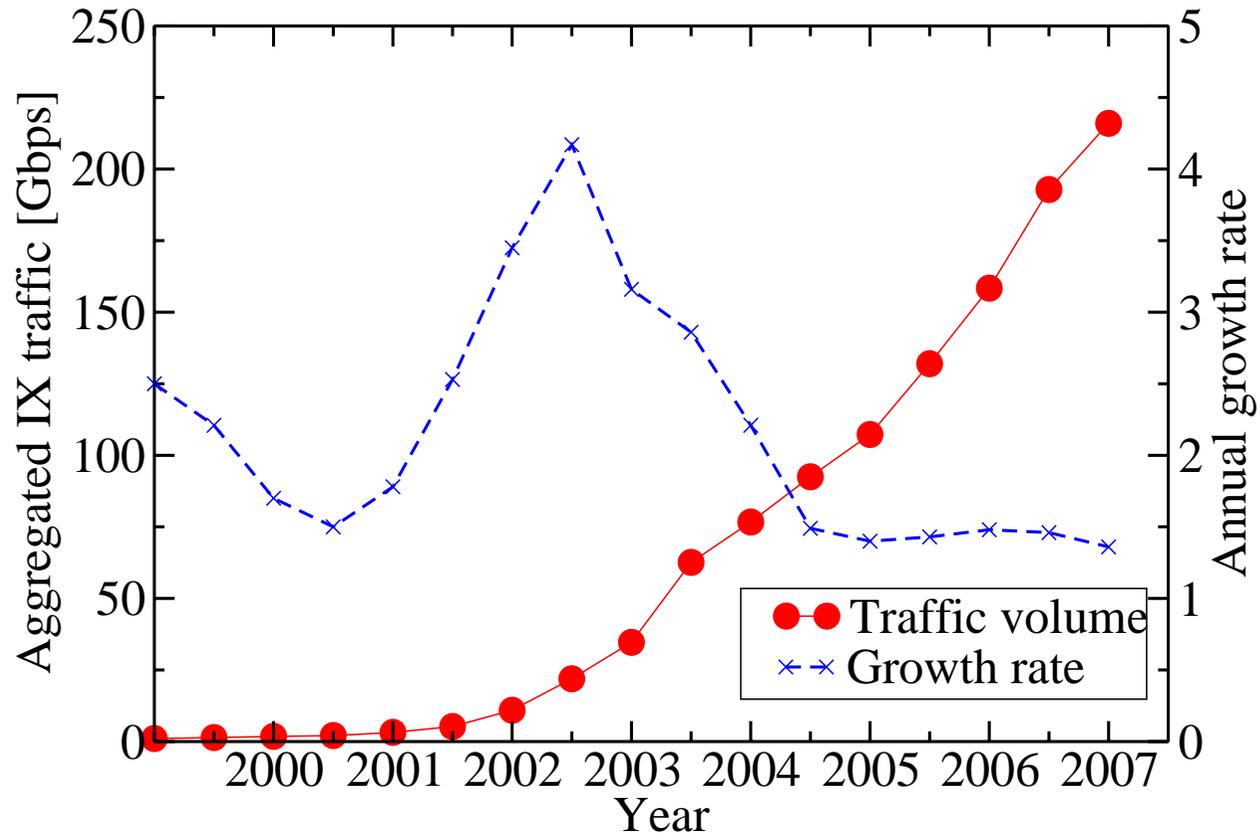
JPNIC総会 2007年3月9日

はじめに

- ISPから見たブロードバンドトラフィックの傾向
 - 国内ISP6社によるSNMPベースのトラフィック調査 (3年分)
 - うち1社のブロードバンドトラフィックをSampled NetFlowで解析
- ブロードバンドトラフィックのISPバックボーンへの影響を把握
 - インターネットに関し各方面からさまざまな議論
 - 憶測や偏ったデータをもとにした議論が多い
- インターネットのデータの重要性
 - インターネット屋が公正なデータを公開する努力が必要

背景(1) バックボーントラフィックの急増

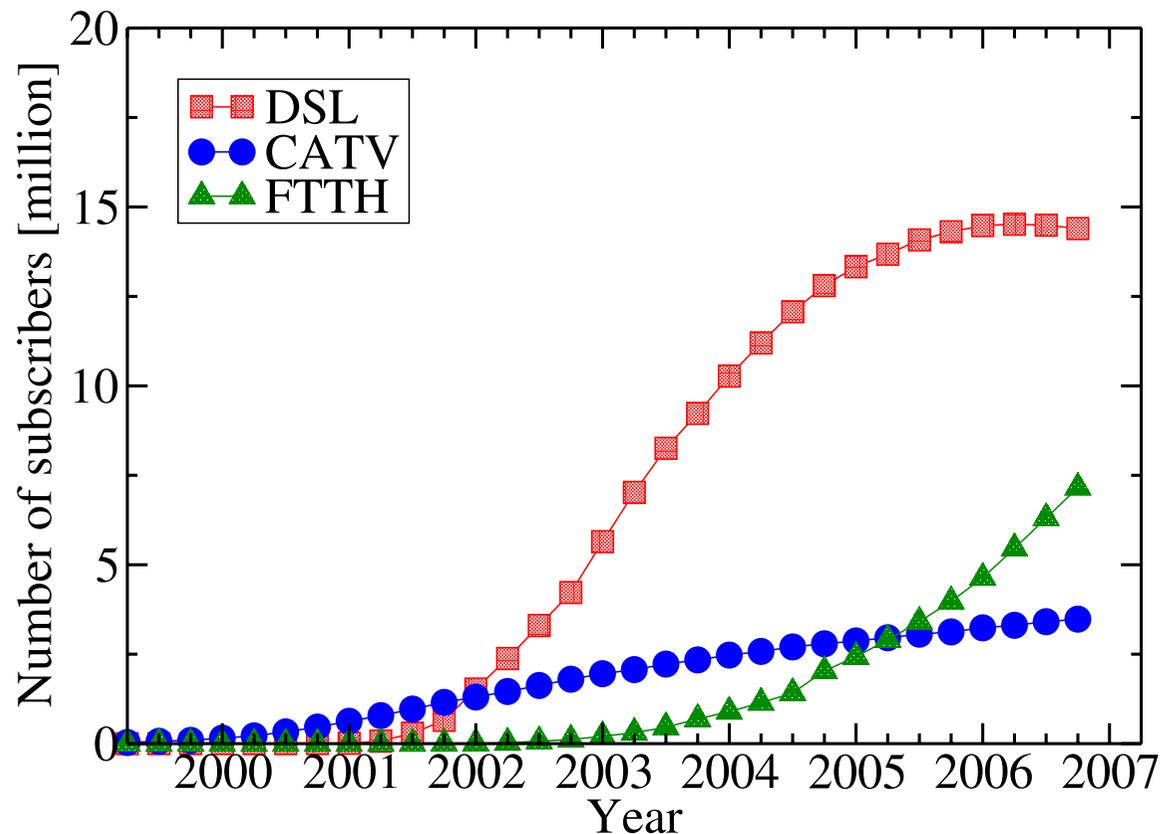
- 主要IXにおけるピークトラフィック (JPIX/JPNAP/NSPIXP)
 - ブロードバンド普及による指数関数的増加
 - 2002年には年率4.5倍、最近は50%程度の増加



Traffic growth at major Japanese IXes

背景(2) ブロードバンドユーザの増加

- 2,500万、DSL:1,440万 CATV:350万 FTTH:720万 (2006年9月)
 - ここ数年はDSLが鈍化し減少へ転換、FTTHが急増
 - 2008年にはFTTHがDSLを抜く予想



RBB subscribers in Japan

背景(3) ブロードバンドトラフィック傾向調査の必要

- 急激なブロードバンドトラフィックの増加への懸念
 - バックボーン技術がトラフィック増加に追い付かない
 - ISPはブロードバンドでは儲からないので投資が困難
- ブロードバンド利用者のトラフィック動向の把握
 - 新しいアプリケーションの利用拡大
 - Winny, Gyaο, YouTube, ...

ISP6社による傾向調査

ブロードバンドトラフィック量傾向調査

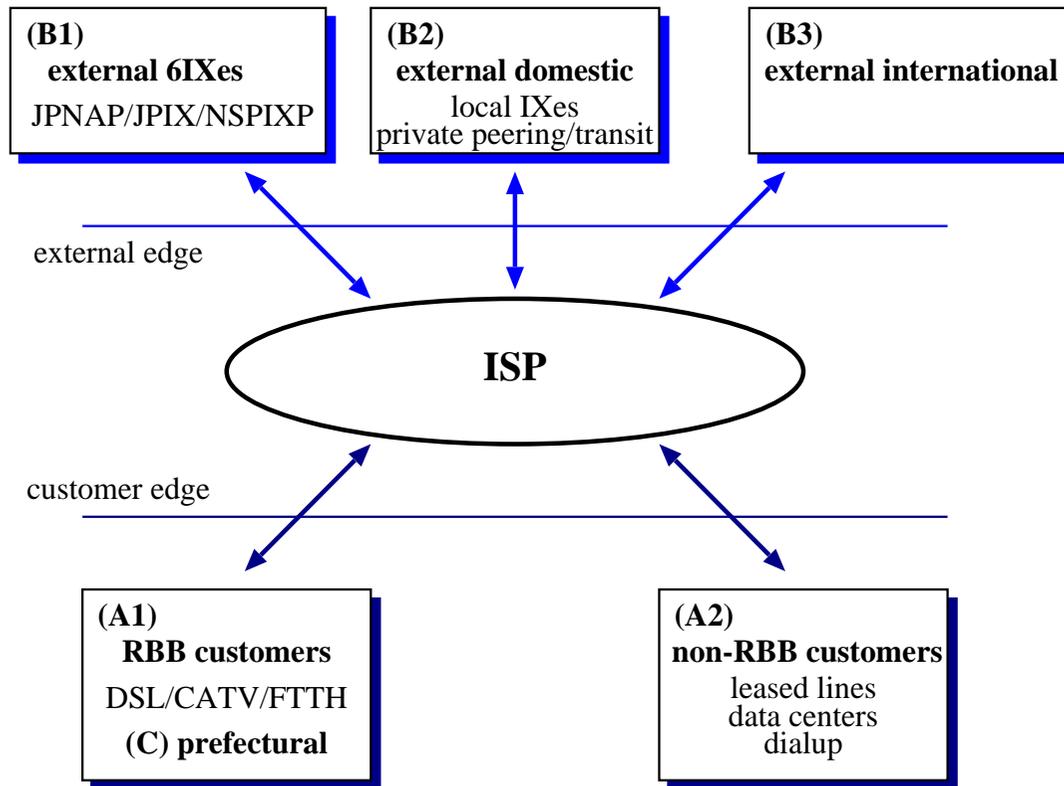
- **急激なブロードバンドトラフィックの増加への懸念**
 - バックボーン技術がトラフィック増加に追い付かない
 - ISPはブロードバンドでは儲からないので投資が困難
- **トラフィック量の把握のため関係者が集まり勉強会をスタート**
 - **国内ISP6社、総務省データ通信課 (次世代IPインフラ研究会の流れ)**
 - IJ, K-Opticom, KDDI, NTT Communications, SoftBank BB, SoftBank Telecom, (POWEREDCOM)
 - **研究者: 江崎(東大) 加藤(東大) 長(IJ) 福田(NII)**
 - **2004年9,10,11月 2005年5,11月、2006年5,11月に測定を実施**
- **プレス発表: 総務省** 2005/01/25,2005/7/27,2006/3/10,2006/7/31
- **論文:** ACM SIGCOMM CCR, Jan 2005, ACM SIGCOMM, Sep 2006
- **外部発表:** SRCCS workshop, Seoul 2005/01. IEPG meeting, Minneapolis 2005/03. Interop Tokyo 2005/06. **インターネットコンファレンス** 2005/10. NANOG36, Dallas 2006/02. Asia Broadband Summit, Bali 2007/02.

目的

- 今後のインターネットインフラ構築のための基礎データ収集
 - 多くのISPは内部的にデータを持っているが公開されない
 - 参照可能な基礎データを得る
- ブロードバンド普及のバックボーンへの影響をマクロに把握
 - 複数ISPにまたがるトラフィック計測
 - ブロードバンドトラフィック量にフォーカス
 - ブロードバンドとその他のトラフィック量の割合
 - トラフィックパターンの変化
 - トラフィックの地域差

主要ISPをまたいだデータの収集

- ISPの顧客境界と外部境界のトラフィックを収集
 - MRTG/RRDtoolのログを集計するツールを開発
- 個別ISPのシェア等が分からないように合算した結果のみ利用



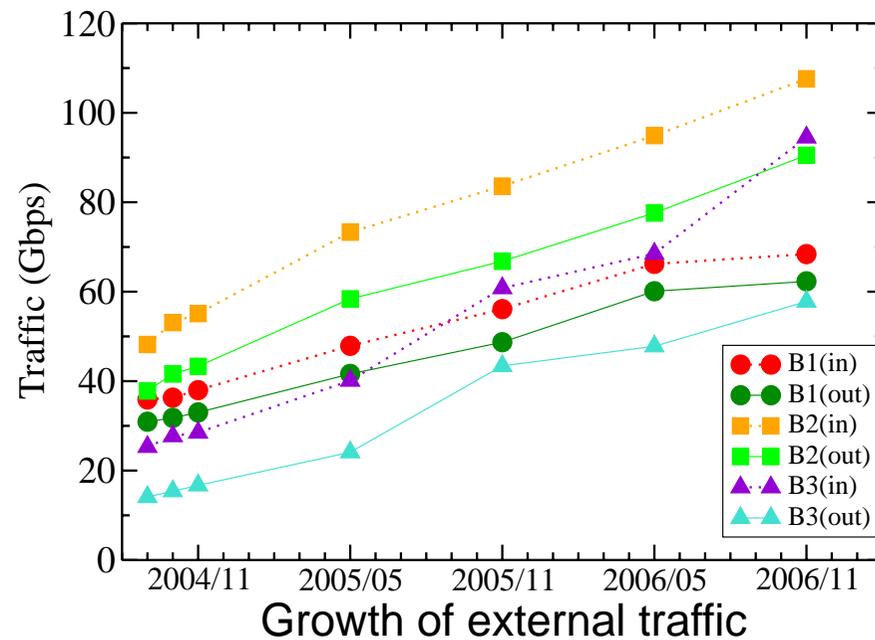
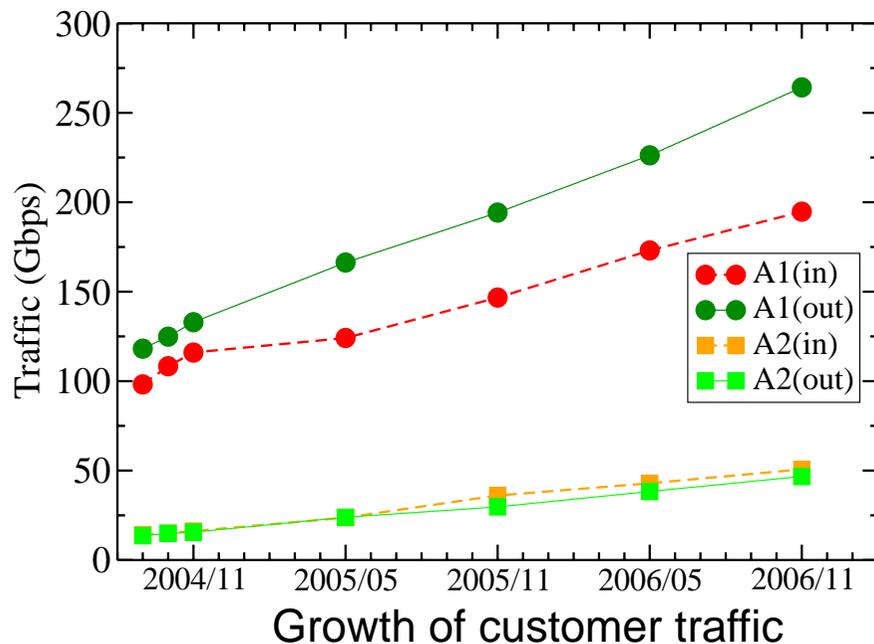
5 traffic groups at ISP customer and external boundaries

データの収集方法

- **トラフィックグループ毎にSNMPインターフェイスカウンタ値を集計**
 - 2時間粒度、1ヶ月分
- **ほとんどのISPはMRTGまたはRRDtoolでSNMPデータを保存**
 - MRTG/RRDtoolのログを集計するスクリプトを開発
 - 各ISPは自社で集計を行ない結果のみを提出
- **参加ISPの負荷**
 - **インターフェイス毎のログリストの作成**
 - ISPによっては10万以上のインターフェイスログが存在
 - **ログリストの維持管理**
 - 頻繁な構成変更に従従する必要
- **データ**
 - 6社7ネットワーク分のデータの合算値
- **IN/OUTはISPからの視点**

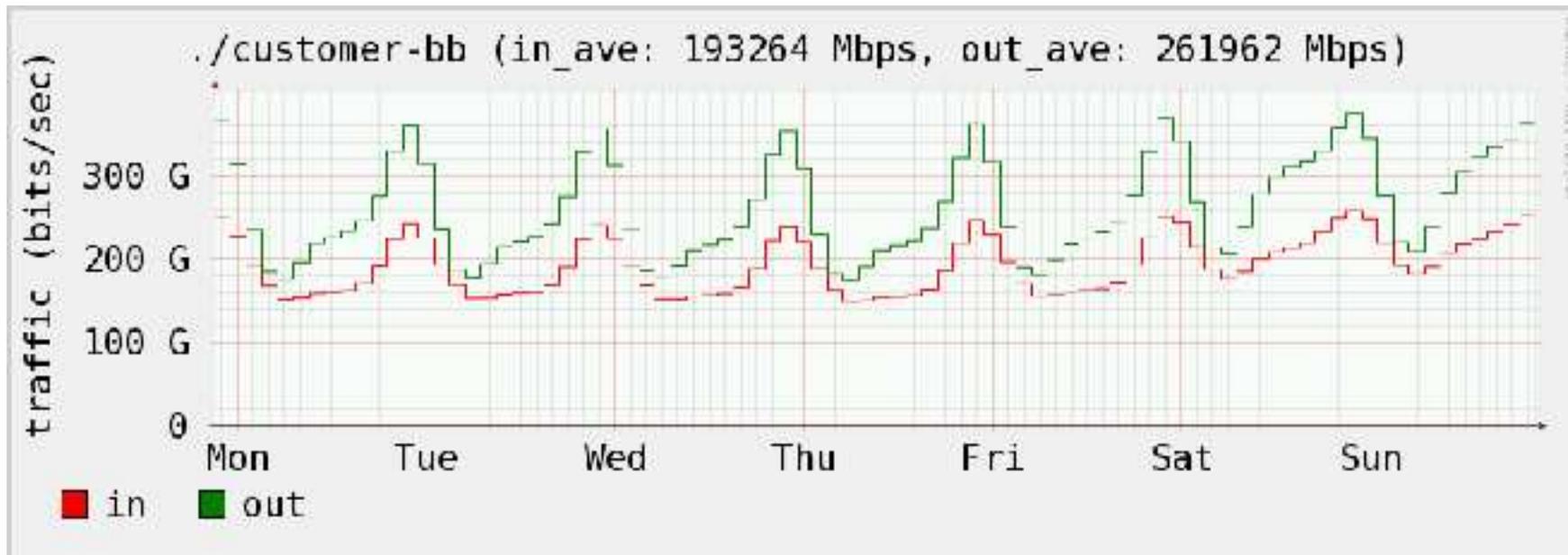
トラフィックの増加傾向

- 2006年には 26-66% の増加
 - **ブロードバンド: IN:33% OUT:36%**
- **増加率は2002年頃の 100% に比べ鈍化**
 - (香港や米国でも同様の報告)



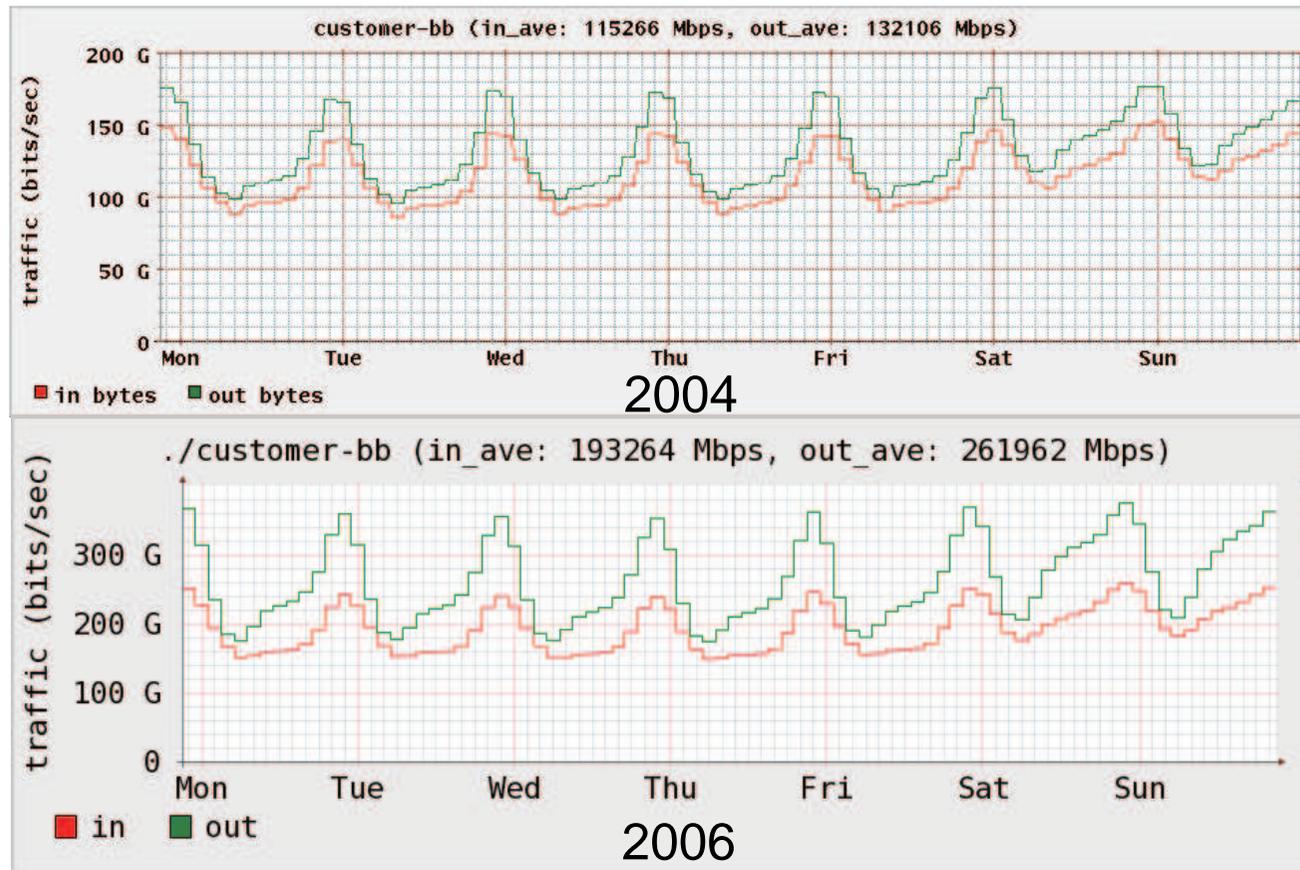
ブロードバンドカスタマー (2006/11)

- 6社のDSL/CATV/FTTHカスタマー
 - IN/OUTがほぼ同量 (IN/OUTはISPから見た方向)
 - 平均で200Gbpsの流量、150Gbpsは定常的
 - 一日のピークは、21:00から23:00



ブロードバンドトラフィックの変化

- 2004年にはINとOUTがほぼ同量
- 2006年にはOUT(利用者のダウンロード)が拡大



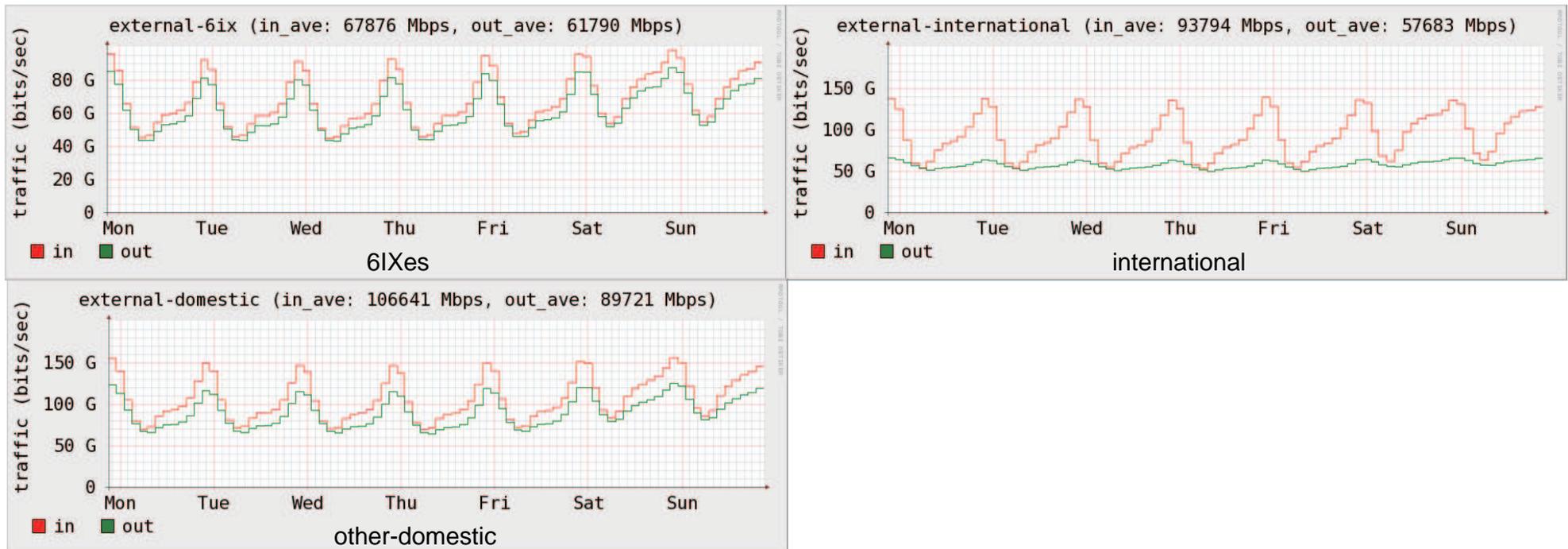
ブロードバンド IN トラフィック (2004/2005/2006)

- 2005年は定常部分が増加
- 2006年には定常部分、変動部分共に増加



外部トラフィック

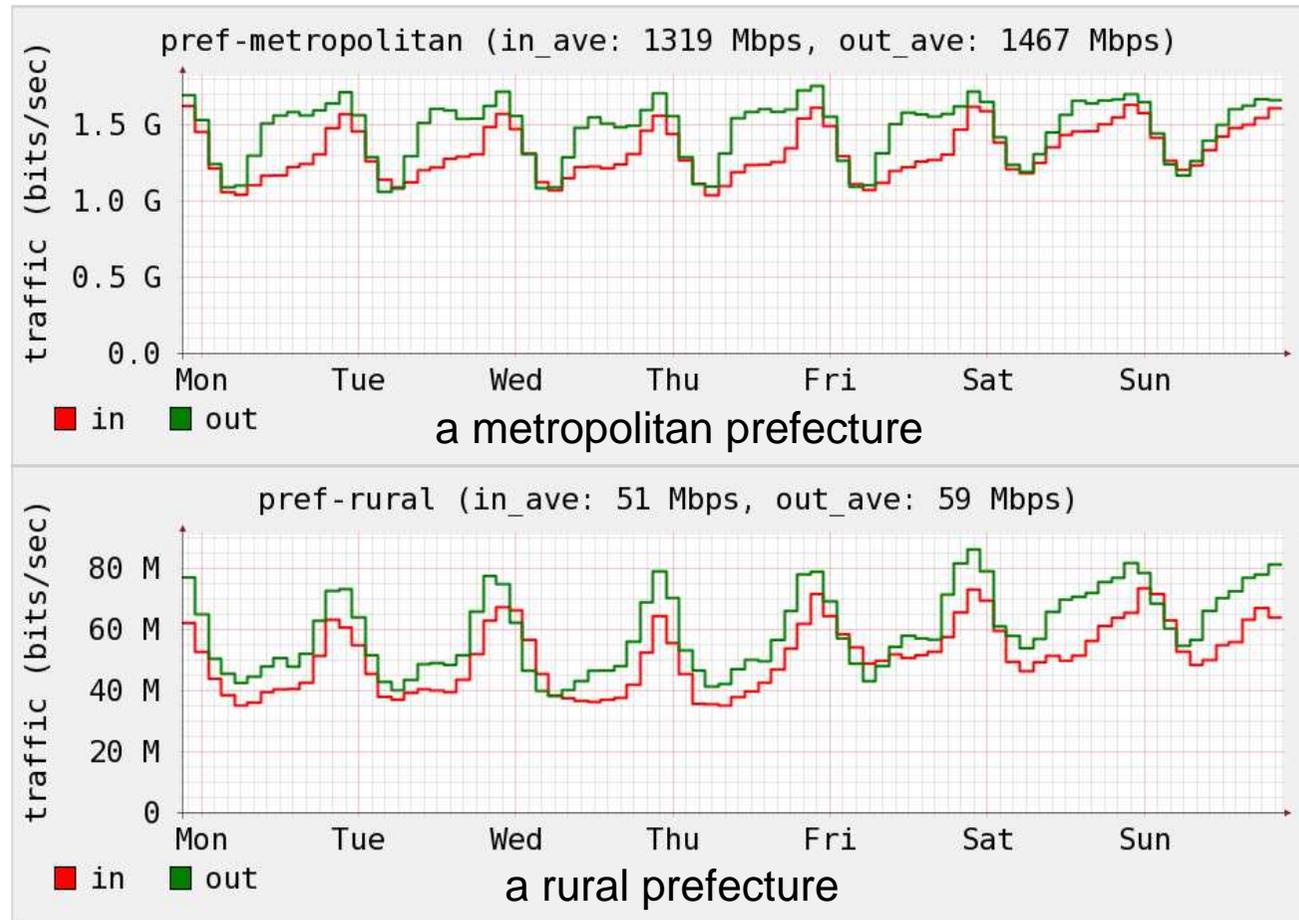
- 外部トラフィックもブロードバンドの影響を大きく受けている
 - 主要IXトラフィック：
 - ◻ 主要IXトラフィックを超えてきた
 - その他国内：プライベートピアリング、トランジット、地域IXなど
 - 国際：流入(従来型ダウンロード)が支配的



External weekly traffic in November 2006

県別トラフィック

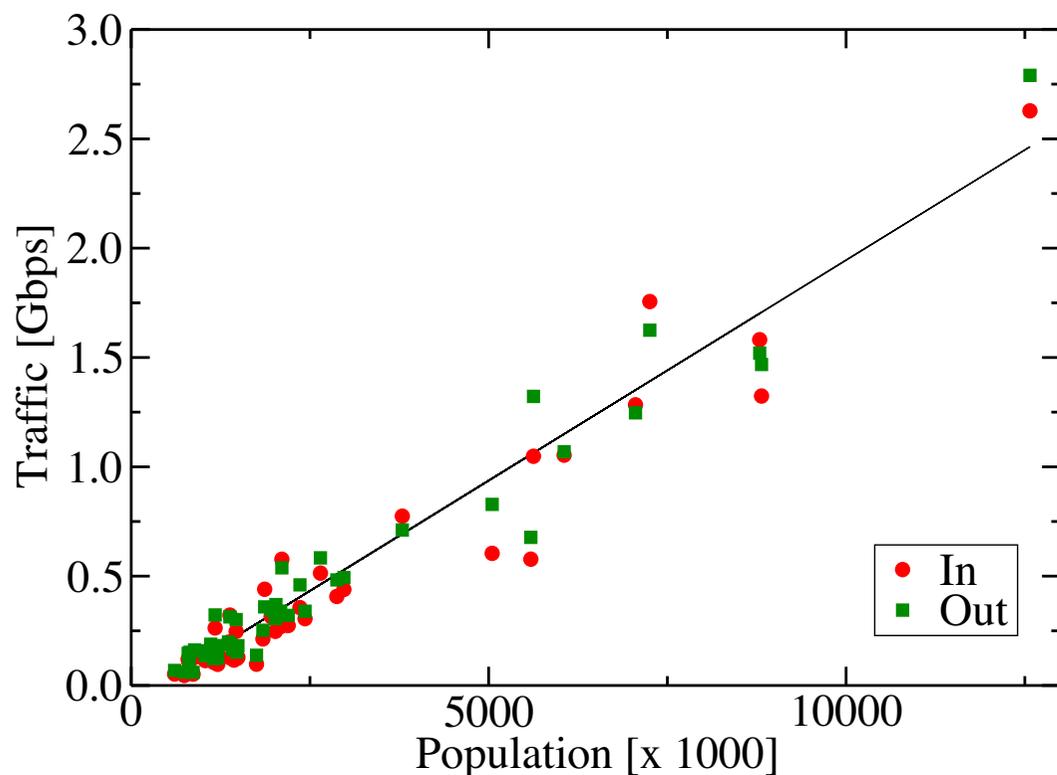
- 全ての県に共通して同様のトラフィックパターン
 - ピーク時間、7割が定常的
- 都市部は昼間のトラフィックが大きい



Example prefectural traffic

県別人口とトラフィック

- 県別人口とトラフィック量の相関
 - トラフィック量はほぼ人口に比例している
 - インターネットユーザ数で見ても同様の傾向
- (国内のユニバーサルなブロードバンドサービス展開の成果)



Prefectural traffic volumes are roughly linear to populations

主な結果

- **協力ISPは主要IXトラフィックの42%のシェア**
 - **国内BBトラフィック総量は637Gbpsと計算できる (2006/11)**
- **BBトラフィックは21:00-23:00にピーク、70%は定常的(自動生成?)**
 - **2004年にはファイル交換が支配的、2006年にはビデオダウンロードが急増**
- **バックボーンにおいてもBBトラフィックが支配的**
- **主要IX以上の量がプライベートピアリングで交換されている**
- **県別BBトラフィック量はほぼ人口に比例**

- **今後は年2回の計測を継続**
- **本活動は国際的にも注目**

ISPのブロードバンドユーザ傾向調査

目的

- 6社調査のカウンタ値だけでは分からなかった詳細の調査
- 利用量からみたユーザ分布とトラフィックパターン
 - ユーザ間のトラフィックの偏り度合の検証
 - ヘビーユーザと一般ユーザの違い
 - ファイバユーザとDSLユーザの違い
- トラフィックの地域性調査
 - トラフィックマトリクス
 - どの県からどの県にどれくらい通信があるか
 - 将来のバックボーン設計へのインプット
 - インターネット通信には地域性が少ない仮定の検証

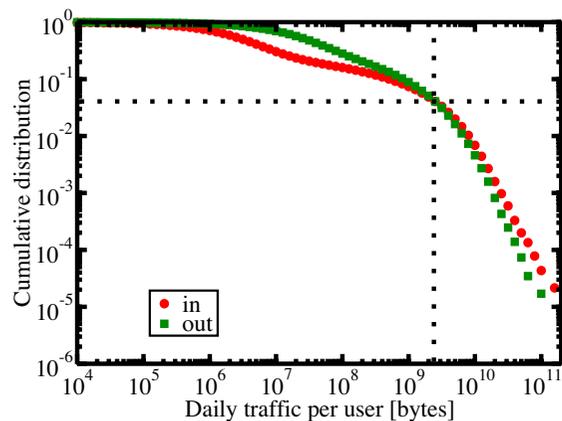
調査方法

- **ブロードバンドユーザ収容ルータでSampled NetFlowを利用**
 - 2005/2、2005/7の3回実施
- **調査対象はブロードバンドユーザ**
 - 全体: ファイバー/DSL接続

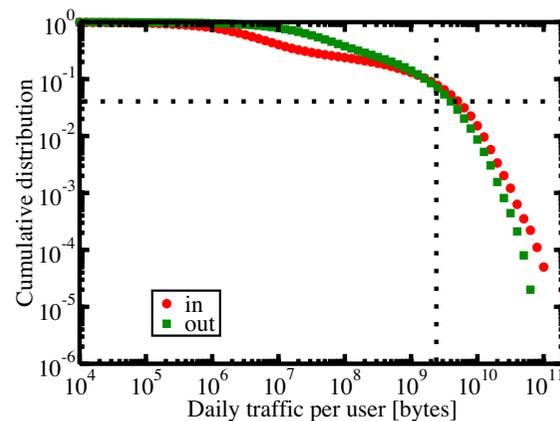
- **調査結果は6社による調査結果と整合、一般性を持つ**

トラフィック使用量に対するユーザの相補累積度分布

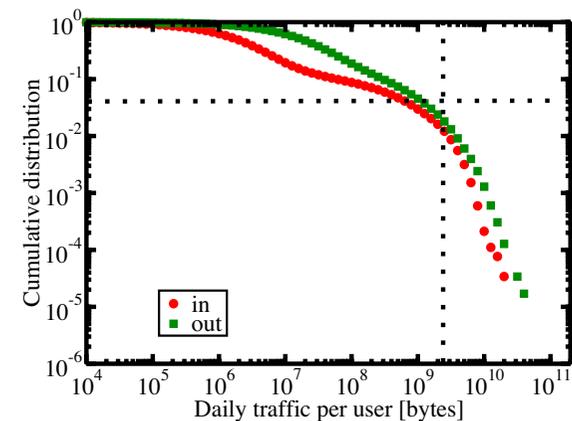
- **ヘビーユーザは広範囲にわたり統計的に分布**
 - **べき分布 (フラクタル) : 右端は200GB/day (19Mbps)!**
 - **ヘビーユーザと一般ユーザの境界はあいまい**
- **変曲点 2.5GB/day (230kbps)、上位4%ヘビーユーザ (全体)**
 - **ここでは上り2.5GB/day以上のユーザをヘビーユーザと定義**
- **ヘビーユーザの割合: 全体の4%、ファイバの10%、DSLの2%**



total



fiber

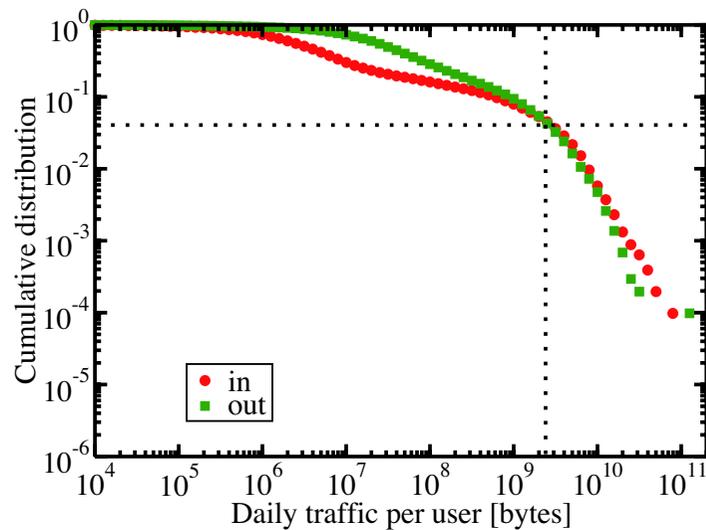


DSL

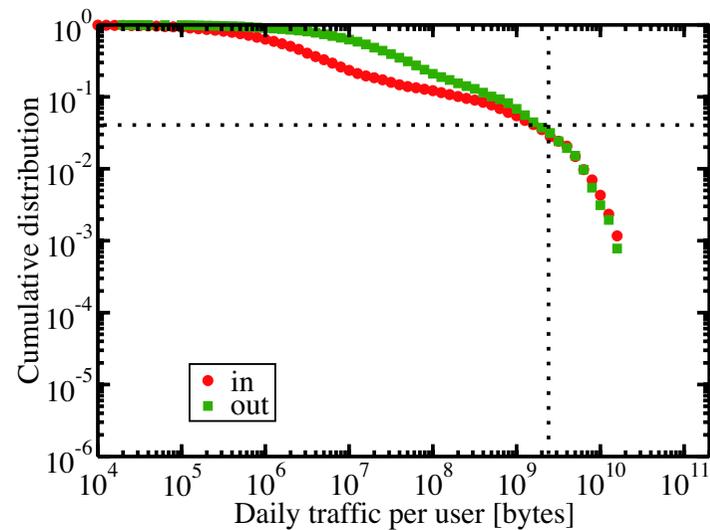
CCDF of daily traffic volume per user

地域別のトラフィック使用量

- トラフィック使用量分布の形は全国に共通
 - 母数による分布右端の長さの違い
 - ファイバとDSLの割合を反映



a metropolitan prefecture

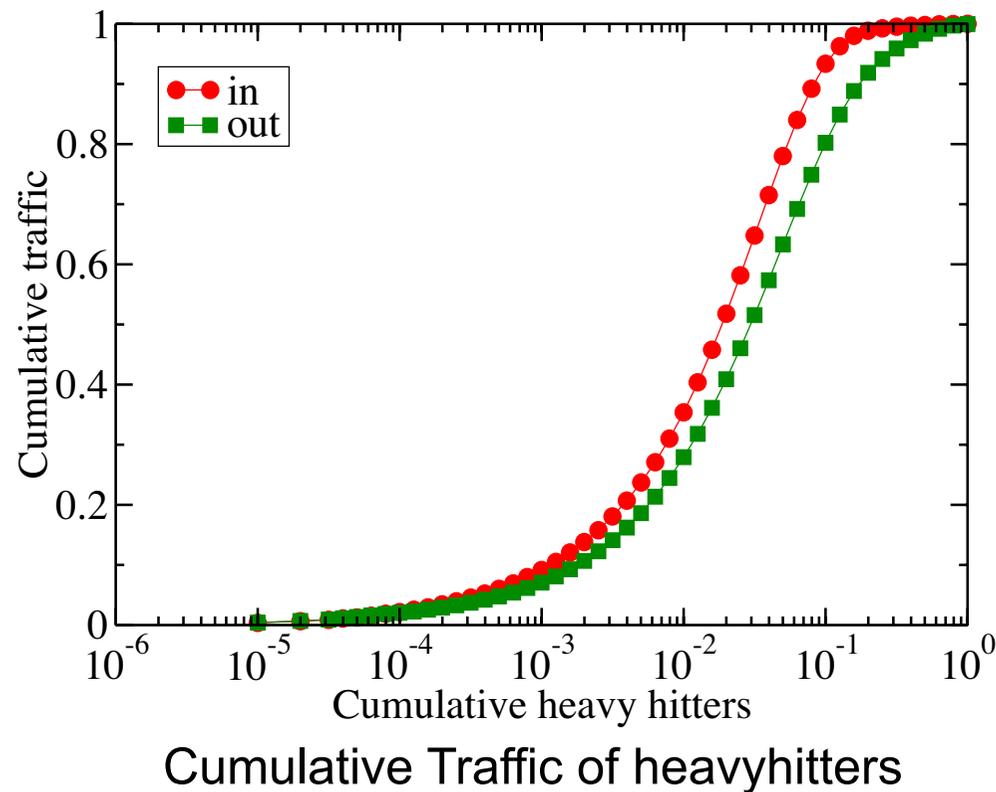


a rural prefecture

CCDF of daily traffic volume per user

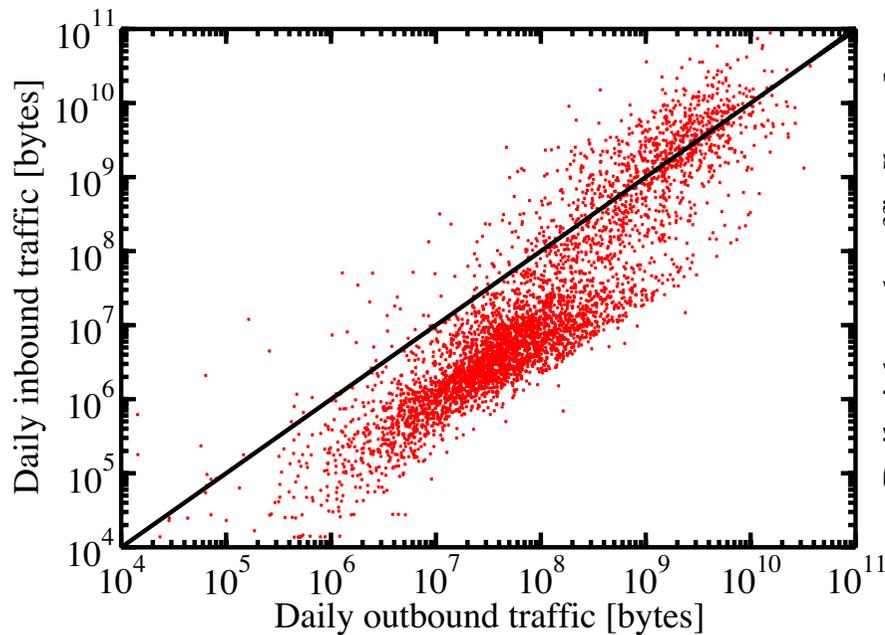
ヘビーユーザへのトラフィックの偏り度合

- 使用量上位何%のユーザが全体トラフィックの何%を占めるか
- トラフィック使用量に大きな偏り
 - IN側：上位4%が全体の75%を占める
 - OUT側：上位4%が全体の60%を占める

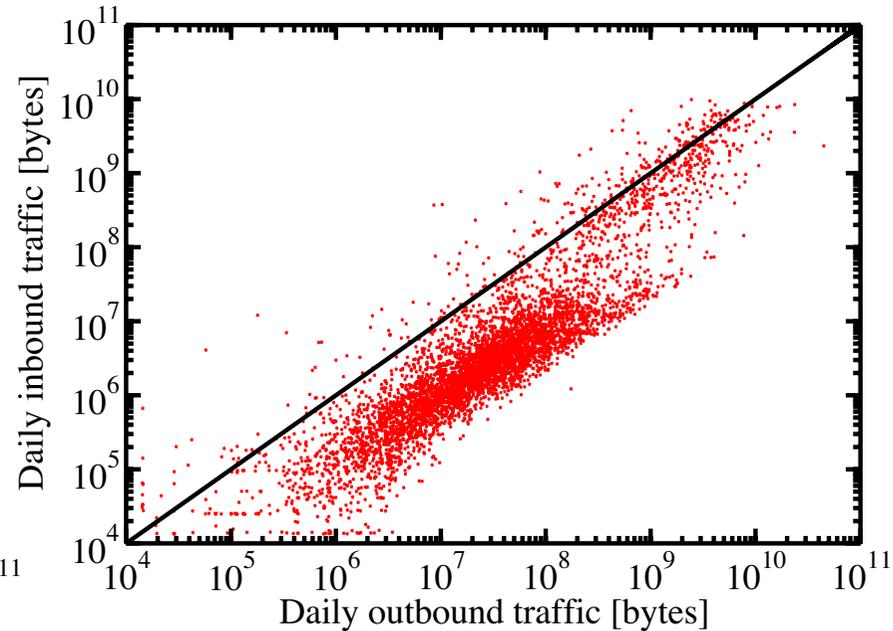


ユーザのIN/OUTトラフィックの相関

- 各ユーザのIN/OUT量をログ・ログスケールでプロット
 - 対角線下方のクラスタ: 一般ユーザ層 (ダウンロード中心)
 - 対角線上右上のクラスタ: ヘビーユーザ (IN/OUT対称)
- ファイバとDSLは同様の傾向
 - 質的な違いはない、単にヘビーユーザ比率が違う
- ここでもヘビーユーザと一般ユーザの境界はあいまい

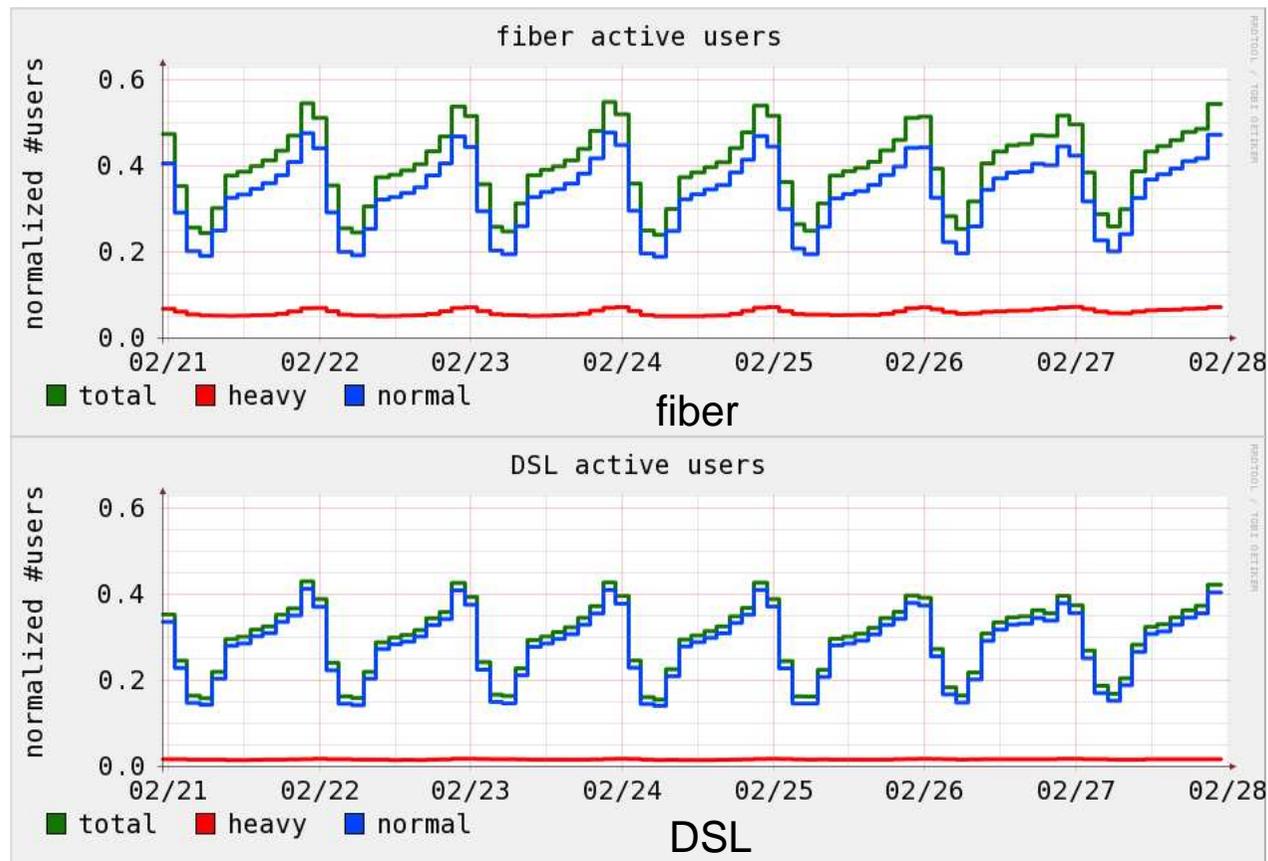


fiber
DSL
daily per-user inbound/outbound volumes



アクティブな利用者数

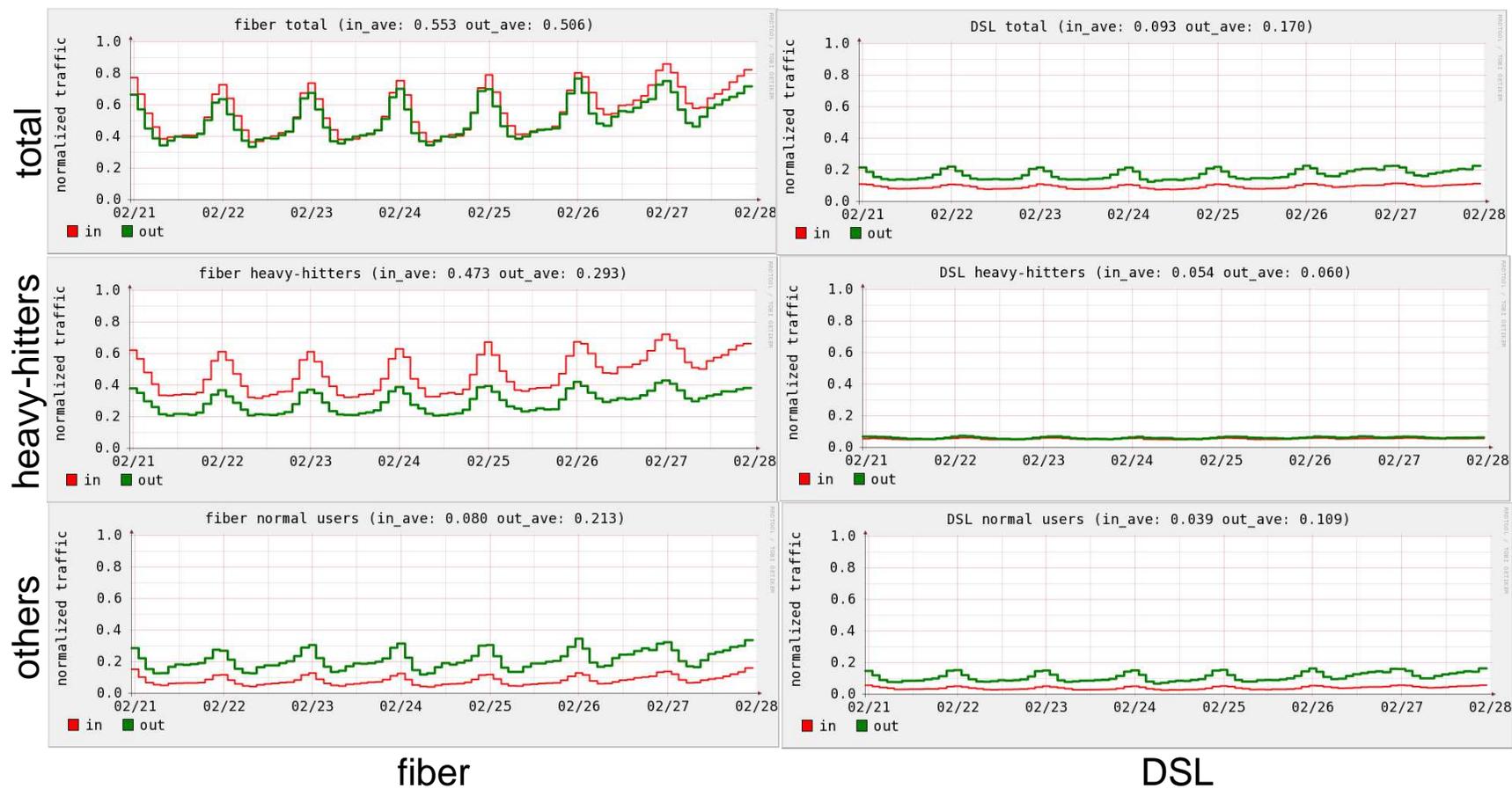
- 観測されたファイバ/DSLの利用者数を全体ピーク値に正規化
- ファイバ、DSLでほぼ同数の利用者



Normalized number of active users

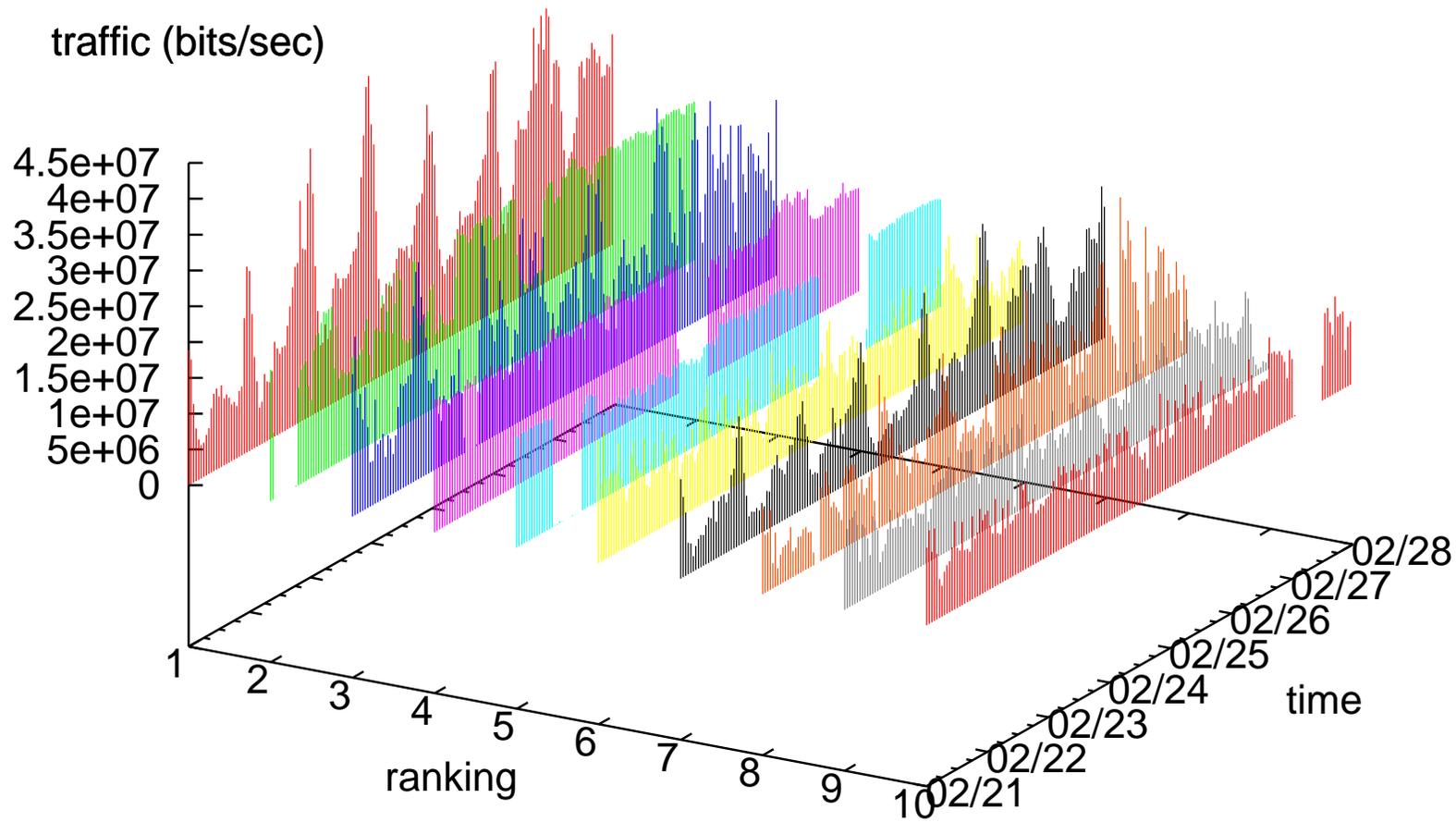
ファイバ/DSL トラフィック

- ファイバ/DSLのトラフィック量を全体ピーク値に正規化
- IN: 86%はファイバ利用者トラフィック, DSLは14%にすぎない
- 全体はファイバ利用のヘビーユーザの影響大



上位10ヘビーユーザの挙動

- 1週間分の1時間平均トラフィック
 - 利用者による挙動の違い、異なる使い方を示唆



プロトコル/ポート

- TCP 80番 (http) は高々9%
- 83% はTCPのダイナミックポート
 - ポート番号ではアプリケーションの識別不能

protocol	port	name	(%)	port	name	(%)
TCP	*		97.43			
	(< 1024		13.99)	81	-	0.15
	80	http	9.32	25	smtp	0.14
	20	ftp-data	0.93	119	nntp	0.13
	554	rtsp	0.38	21	ftp	0.11
	443	https	0.30	22	ssh	0.09
	110	pop3	0.17		others	2.27
	(>= 1024		83.44)	1935	macromedia-fsc	0.20
	6699	winmx	1.40	1755	ms-streaming	0.20
	6346	gnutella	0.92	2265	-	0.13
	7743	winny	0.48	1234	-	0.12
	6881	bittorrent	0.25	4662	edonkey	0.12
	6348	gnutella	0.21		others	79.41
UDP	*		1.38	6257	winmx-	0.06
	6346	gnutella	0.39		others	0.93
ESP			1.09			
GRE			0.07			
ICMP			0.01			
others			0.02			

地域別トラフィックマトリクス

- RBB(residential broadband), DOM (other domestic), INTL (international)
 - 両エンドのIPアドレスを商用Geo-IPデータベースで識別
- 62% はユーザ・ユーザの通信
- 90% は国内に閉じたトラフィック(RBBまたはDOM)
 - 言語、文化の壁
 - 国内ファイバユーザがP2Pのスーパーノード網を構成か?

<i>src\dst</i>	ALL	RBB	DOM	INTL
ALL	100.0	84.8	11.1	4.1
RBB	77.0	62.2	9.8	3.9
DOM	18.0	16.7	1.1	0.2
INTL	5.0	4.8	0.2	0.0

ソースに正規化したマトリクス

- 各行の合計が100%
- 各県共通の分布、地域性がほとんどない、県内トラフィックは1-3%程度
 - デステイネーションに正規化しても同様の結果

	hkd	amr	iw	myg	akt	yg	fk	ibr	teg	gnm	stm	chb	tky	kng	ngt	tym	isk	fki	yns	ngn	gif	szk	aic	mie	sig	kyt	osk	hyg	nar	wky	ttr	smn	oky	hrs	ycg	tk	kgw	ehm	kch	fko	sag	ngs	kmt	oit	myz	kgs	okn
hkd	5.1	.49	.40	1.6	.45	.39	.94	1.4	.99	.82	5.0	4.8	11	7.5	1.0	.82	1.1	.40	.54	.85	1.3	2.3	6.0	1.2	.83	2.3	6.3	3.1	.63	.62	.28	.17	1.5	1.6	.51	.45	.51	.71	.52	2.3	.20	.61	.77	.46	.37	.30	.33
amr	3.6	1.3	.44	2.3	.35	.55	1.2	1.5	1.0	.87	5.2	5.3	11	7.6	1.2	.55	1.0	.34	1.2	.77	1.3	2.2	5.6	.71	.66	2.2	6.6	3.2	.72	.61	.45	.11	1.3	1.5	.50	.27	.64	.77	.52	2.1	.23	.35	.88	.30	.30	.26	.34
iw	4.0	.53	1.3	1.8	.48	.49	.96	1.8	1.3	.98	5.4	4.9	13	7.1	1.7	.72	.81	.44	.41	.65	2.0	2.1	6.4	1.1	.91	2.5	6.3	3.9	.91	.58	.30	.13	1.7	1.6	.54	.38	.74	.72	.46	2.4	.26	.49	.79	.46	.43	.54	.34
myg	3.6	.86	.64	2.5	.50	.56	1.1	1.6	.93	.87	5.3	4.9	11	7.5	1.0	.63	.99	.36	.47	.78	1.3	2.1	5.8	.97	.60	2.4	6.5	3.1	.75	.54	.27	.10	1.3	1.6	.61	.37	.45	.82	.50	2.4	.20	.41	.77	.42	.40	.35	.35
akt	3.5	.32	.37	1.6	.87	.35	.91	1.3	.89	.90	5.0	4.7	11	7.7	.94	.71	.98	.27	.62	.67	1.4	2.1	6.3	.84	.85	2.3	5.9	3.0	.68	.39	.25	.10	1.3	1.6	.51	.34	.55	.94	.41	2.2	.14	.21	.64	.51	.32	.33	.21
yg	3.1	.43	.47	1.4	.63	.86	1.2	1.5	1.0	.67	5.1	4.8	12	6.4	.98	.71	1.1	.37	.54	.87	1.4	1.8	5.7	1.1	.68	2.3	6.5	3.6	.72	.40	.33	.11	1.3	1.4	.41	.38	.49	.66	.38	2.2	.20	.47	.63	.35	.38	.30	.30
fk	3.5	.56	.41	1.5	.38	.55	2.2	1.8	.92	.91	4.8	4.1	10	8.7	1.0	.57	1.1	.50	.46	.66	1.4	2.1	5.8	1.2	.79	1.9	6.3	2.7	.50	.46	.27	.13	1.3	1.5	.65	.29	.51	.60	.45	5.3	.20	.47	.60	.33	.51	.29	.31
ibr	3.5	.40	.45	1.5	.28	.46	.99	2.0	.93	.85	4.8	4.2	11	6.7	1.1	.98	.91	.39	.45	.74	1.5	2.3	5.6	.89	7.4	2.0	6.6	3.9	.58	.50	.30	.11	1.3	1.6	.63	.40	.53	2.1	.54	2.9	.22	.36	.74	.48	.34	.72	.40
teg	4.1	.60	.52	1.5	.45	.43	1.2	1.7	1.8	.93	4.7	4.9	12	7.3	1.2	.64	1.3	.41	.43	.91	1.3	1.8	5.8	.93	.64	1.9	6.5	3.3	.74	.53	.25	.22	1.8	1.5	.47	.39	.50	.78	.41	3.1	.29	.41	.95	.39	.29	.34	.37
gnm	3.1	.46	.44	1.4	.43	.56	.00	1.4	1.3	1.7	5.2	4.8	12	7.3	1.1	.59	.90	.45	.46	.85	1.2	2.4	6.0	.92	.69	2.1	6.4	3.1	.65	.89	.35	.17	1.2	1.8	.52	.30	.61	.93	.49	2.5	.21	.35	.92	.42	.41	.40	.34
stm	3.9	.48	.41	1.6	.44	.53	.88	1.5	.87	.85	5.9	5.0	12	7.4	1.1	.74	1.0	.49	.52	.91	1.3	2.3	5.9	.95	.78	2.0	6.5	3.2	.61	.52	.29	.12	1.5	1.6	.58	.35	.54	.81	.52	2.4	.25	.38	.64	.48	.42	.34	.34
chb	3.6	.54	.42	1.7	.50	.48	.94	1.5	1.2	.97	5.2	5.4	12	7.8	1.2	.64	.97	.81	.48	.80	1.2	2.0	6.2	.92	.74	2.0	6.4	3.3	.75	.57	.33	.14	1.4	1.5	.46	.33	.50	.74	.45	2.4	.16	.33	.69	.46	.34	.38	.33
tky	3.4	.44	.39	1.5	.43	.44	.92	1.4	1.8	1.6	5.1	4.2	11	7.3	1.1	.65	1.1	.35	.37	.98	1.3	2.0	5.5	.89	7.1	1.8	6.2	3.0	.63	.51	.27	1.4	1.2	1.9	.46	.32	.48	.67	.53	2.4	.20	.32	.68	.47	.31	.31	.31
kng	3.8	.54	.45	1.4	.46	.46	1.0	1.5	.95	.83	5.2	4.8	12	8.5	1.0	.66	.99	.49	.42	.89	1.2	2.2	5.6	.00	.74	2.0	7.3	3.0	.64	.54	.29	.17	1.3	1.6	.49	.35	.50	.80	.45	2.8	.20	.31	.72	.45	.31	.32	.30
ngt	3.4	.51	.49	1.4	.42	.52	.97	1.3	1.1	.82	4.9	5.1	12	6.9	2.3	.74	.95	.45	.53	.71	1.2	2.2	6.3	1.1	.75	2.2	6.0	3.3	.52	.49	.24	.16	1.5	1.6	.44	.38	.57	.76	.54	2.3	.20	.43	.76	.86	.31	.34	.42
tym	3.5	.46	.33	1.3	.43	.56	.91	1.3	.83	.73	4.9	4.2	11	7.1	1.1	1.1	.45	.46	.58	1.0	1.3	2.3	6.2	.84	.69	2.1	7.2	3.2	.58	.81	.31	.32	1.3	1.4	.51	.67	.47	.72	.42	2.3	.23	.30	.74	.54	.35	.42	.31
isk	4.2	.57	.41	1.5	.45	.39	.86	1.3	.90	.72	5.3	5.1	9.8	6.9	.99	.80	2.7	.62	.39	.81	1.3	2.7	5.9	1.2	.63	1.8	7.0	3.1	.56	.45	.31	.15	1.6	1.5	.50	.44	.43	.79	.38	2.3	.15	.45	.83	.46	.28	.35	.36
fki	3.7	.38	.49	1.3	.38	.45	.85	1.7	.92	1.4	5.3	4.8	10	6.2	.92	1.1	1.1	.18	.36	.96	1.6	2.9	7.2	1.4	6.2	1.8	8.0	3.2	.66	.50	.25	.11	1.3	1.8	.40	.66	.40	.66	.45	2.7	.20	.41	.79	.42	.27	.38	.28
yns	4.3	.52	.37	1.8	.33	.50	1.4	1.6	.87	.76	5.8	4.9	11	6.5	.84	1.0	.89	.51	1.7	.81	1.3	2.3	5.9	.89	.81	1.9	6.9	3.4	.81	.62	.40	.20	1.5	1.6	.37	.48	.77	.75	.44	2.3	.15	.31	.76	.61	.41	.39	.35
ngn	3.7	.51	.57	1.7	.46	.49	.96	1.3	1.0	.70	4.9	4.8	11	8.0	1.1	.75	.89	.51	.45	3.2	1.3	2.2	6.3	1.1	.71	1.9	6.6	3.0	.82	.43	.29	.24	1.3	1.7	.51	.45	.57	.74	.47	2.5	.25	.36	.77	.47	.29	.42	.35
gif	4.1	.60	.34	1.5	.42	.42	.99	1.5	.87	.88	5.1	4.2	10	7.0	1.3	.66	1.1	.51	.35	.99	2.2	2.6	6.0	1.2	.66	2.6	7.2	3.8	.71	.41	.29	.16	1.5	1.5	.58	.50	.99	1.0	.73	2.8	.17	.38	.73	.45	.39	.34	.55
szk	3.5	.50	.43	1.4	.40	.45	.91	1.4	.94	.91	5.3	4.5	10	8.6	1.0	.78	1.2	.52	.42	.77	1.4	3.7	6.0	1.1	.77	2.5	6.0	3.2	.70	.84	.29	.14	1.4	1.6	.58	.35	.60	.70	.50	2.5	.26	.32	.74	.50	.47	.33	.40
aic	3.6	.53	.38	1.4	.47	.46	.94	1.3	1.8	1.4	5.2	4.6	11	6.9	1.1	.67	.94	.58	.39	1.0	1.5	2.0	7.3	1.0	.69	2.3	6.5	3.2	.68	.62	.26	.16	1.4	2.5	.54	.40	.51	.84	.42	2.5	.29	.40	.72	.47	.38	.31	.31
mie	5.4	.36	.31	1.6	.48	.39	1.2	1.3	.91	.77	6.2	5.0	10	7.3	1.1	.74	1.1	.79	.41	.95	1.4	2.3	6.3	1.7	.83	2.1	6.8	3.0	.62	.60	.36	.12	1.6	1.9	.44	.40	.49	.74	.35	2.4	.18	.36	1.1	.47	.36	.38	.26
sig	3.3	.45	.45	1.4	.49	.35	1.0	1.5	1.1	.83	4.8	4.7	11	6.6	.99	.50	.88	.38	.47	.75	1.4	2.0	5.8	1.3	1.7	6.0	6.2	3.6	.69	.68	.29	.39	1.4	1.6	.50	.27	.47	.81	.51	2.4	.24	.27	.88	.27	.30	.31	.38
kyt	3.6	.49	.42	2.1	.41	.45	.88	1.3	.91	.89	4.9	4.3	10	7.4	1.0	.65	1.1	.31	.41	.71	1.4	2.3	5.6	1.0	1.1	3.5	6.4	4.2	.69	.56	.41	.15	1.4	1.6	.49	.38	.47	.67	.53	2.2	.22	.32	.67	.55	.36	.28	.31
osk	3.3	.44	.37	1.3	.41	.46	.93	1.3	.87	.80	4.8	4.4	12	7.1	.87	1.1	.45	.43	.85	1.5	1.9	5.7	1.0	.75	2.0	8.9	3.0	.74	.54	.37	.16	1.3	2.9	.51	.35	.57	.73	.66	2.7	.18	.34	.65	.42	.34	.31	.39	
hyg	3.6	.50	.43	1.4	.45	.53	1.0	2.0	.83	.84	5.2	4.7	11	6.9	1.3	.69	.93	.44	.45	.80	1.4	2.2	6.4	1.0	.69	2.4	7.2	4.5	.61	.58	.28	.21	1.6	1.7	.53	.40	.51	.96	.58	2.4	.23	.43	.71	.45	.38	.33	.38
nar	3.7	.63	.55	1.5	.51	.48	1.2	1.2	.92	.90	4.8	4.9	11	7.1	1.4	.58	1.2	.40	.44	1.1	1.1	2.6	6.2	.91	.95	2.0	7.9	3.0	1.2	.71	.27	.19	1.2	2.1	.45	.40	.63	.84	.60	2.5	.18	.40	.65	.46	.58	.36	.29
wky	5.1	.40	.41	1.8	.38	.36	1.0	1.3	1.0	.88	4.6	4.4	12	7.7	.93	.75	1.1	.57	.57	.79	1.3	2.8	5.8	1.1	.62	2.8	7.8	3.0	.73	2.2	.49	.11	1.5	1.5	.47	.21	.48	.78	.60	2.6	.20	.36	.73	.33	.45	.46	.37
ttr	4.2	.33	.72	1.2	.42	.35	1.2	1.5	.86	.95	5.2	4.6	11	7.5	1.0	.79	1.6	.31	.63	.79	1.5	2.0	6.5	1.2	.69	2.6	7.2	3.4	.67	.60	.45	.07	1.4	1.7	.50	.29	.75	.84	.50	2.3	.39	.39	.80	.37	.47	.46	.48
smn	5.3	.31	.53	2.1	.51	.28	.92	1.5	1.1	1.2	5.0	4.3	10	7.3	.92	.53	.71	.65	.51	.89	1.4	2.5	6.5	.74	5.4	1.8	7.0	2.8	.54	.85	.46	2.5	2.4	1.8	.24	.92	.48	.55	.40	2.4	.10	.34	.59	.36	.28	.38	.28
oky	3.6	.45	.28	1.3	.36	.34	.99	1.2	.79	.81	5.2	4.8	10	6.6	1.0	.59	.94	.62	.45	.72	1.3	1.9	6.1	1.1	.66	2.0	6.6	4.1	.62	.48	.28	1.4	2.8	1.6	.51	.39	.56	.82</									

議論(1) ブロードバンドトラフィック増加

- 日本は世界のモデル、直面する問題をどう解決していくか
 - 突出したファイバの普及率の影響
 - ブロードバンドがバックボーントラフィックの2/3
 - 全国的なユニバーサルな展開には成功
- トラフィック増加率
 - 一時より増加が鈍っている
 - ブロードバンド一巡
 - 度重なる情報漏洩事件の影響
 - このままなら既存技術の延長で対応も可能?
 - 年率100%増加なら10年で1000倍、50%なら58倍

議論(2) 二極化問題

- 一見二極化に見える
 - 4%のヘビーユーザが75%の上りトラフィックを使用
 - ファイバが全体の上りトラフィックの85%を占める
- 実は多様かつべき分布、境界ははっきりしない
 - 一般ユーザのヘビーユーザ化
 - 数が多過ぎる(ファイバの10%)、統計的に分布
 - 一般ユーザがヘビーユーザ化しファイバへ移行
 - 一般ユーザがファイバ契約し帯域の使い方を求める
- いままでなかった現象、ブロードバンド第二幕

議論(3) アプリケーションの多様性

- ユーザ間トラフィック量の増加
 - ISPやコンテンツプロバイダはあまり考えていなかった
- ストリーミング、ビデオチャットも増えてきている
- ファイル共有はブロードバンド初期の常時接続化の産物
 - 広帯域があれば必ずしも必要ない
 - 現状はいつまでも続かないのでは？
- 新しいアプリケーションの出現で事態が一変する可能性
 - 一般ユーザはあまり意識せずに使っている
 - 実際にファイル共有からビデオダウンロードへのシフトが起こっている

議論(4) コスト負担の不公平性

- 一部のヘビーユーザトラフィックをみんなで負担している現状
 - 技術的な解決：帯域制限、通信品質劣化
 - 課金による解決
- いずれにせよタイトなシステムは構築、運用とも高コスト
 - 不公平を許容するコストとの比較
- インターネットは統計多重による低コストアーキテクチャ
 - コモンズの悲劇
 - アーキテクチャが破綻、単にISPビジネスモデルではない
 - ユーザの意識改革が必要(エコと同様)、共有を認識する仕組み
- インフラ投資ができない問題
 - 囲い込みモデルが機能しなくなっている
 - Net Neutrality 議論
 - ISP、キャリアのコスト構造の再検討が必要
 - インフラコストはインフラで回収すべき

ブロードバンド第二幕への課題

- ブロードバンドの恩恵を受けたエンドユーザによる革新
 - 予想していなかった展開が始まっている
 - ISP、キャリアは革新を受け止める準備が必要
- 将来のインターネットの発展を考える
 - 一部の極端な使用を低コストで防止する
 - 技術、課金、ユーザ啓蒙のルーズな組合せ
 - 普通の使い方なら固定料金的に使える必要
 - 新しい使い方が出てくるための十分なマージン確保
- インターネットのデータの重要性
 - 憶測や偏ったデータをもとにした議論が多い
 - インターネット屋が公正なデータを公開する努力が必要