

国内ブロードバンドトラフィックの 最新状況

福田 健介
国立情報学研究所
kensuke@nii.ac.jp

1

共同研究者

- 国内6ISP: IIJ, NTTコミュニケーションズ, KDDI (旧パワードコムを含), K-Opticom, ソフトバンクBB, ソフトバンクテレコム
- 研究者: 江崎@東大, 加藤@東大, 長@IIJ, 福田@NII
- 総務省データ通信課

2

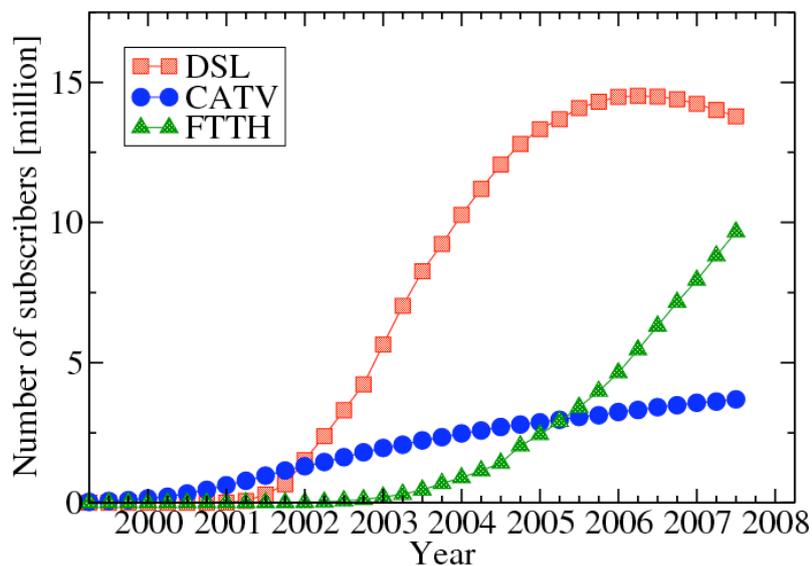
Outline

- はじめに
- ブロードバンドトラフィックの増加
- データ収集並びに解析手法
- 解析結果
 - 国内総トラフィック
 - ユーザレベルトラフィック
- 結論

3

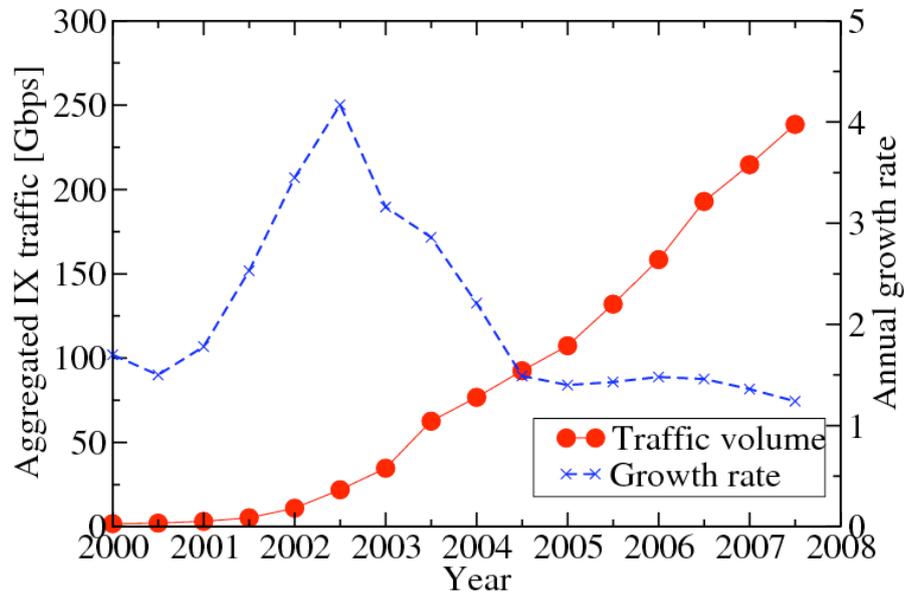
ブロードバンドユーザの増加

(総務省発表)



4

インターネットエクステンジ におけるトラフィック



5

研究のねらい

- 国内トラフィックのマクロな性質を捉える
 - トラフィック量, 増加スピード, ユーザの使用パターン
 - ホームユーザ vs. オフィス・アカデミックユーザ
 - プライベートピアリング v.s IX
 - 大都市圏 vs. 地方
 - ファイバーユーザ vs. DSLユーザ

6

(1) 国内トラフィックの マクロな解析

7

データの収集

- 6つの国内ISPデータ: IIJ, NTT-Com, K-Opticom, KDDI (旧パワードコムを含), ソフトバンクBB, ソフトバンクテレコム
- 期間: 2004年より6ヶ月ごとに1ヶ月分のデータ収集
- 生データ: 各ルータのインターフェイス(IF)のバイトカウント(2時間ごと)
- 集計担当が各社データを合計し解析
- 匿名性の重視

8

データの収集方法

- ほぼ全てのISPがmrtg/rrdtoolsを使用
 - mrtg/rrdtoolsはSNMPを用いてルータのIFごとのバイトカウントを取得
 - データ構造上, 2時間おきのカウント数を約30日分保持
- IFのラベリング
 - トラフィックグループ
 - 方向

9

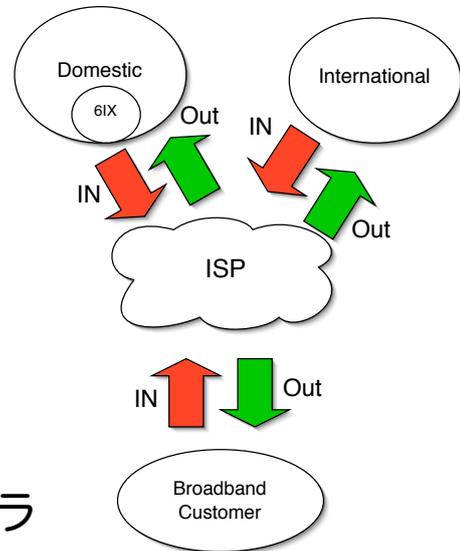
トラフィックグループ

- (A1) RBB カスタマ: ADSL/CATV/FTTH
- (A2) Non-RBB カスタマ: 専用線, データセンタ, ダイアルアップ
- (B1) 6 IXes: JPNAP/JPIX/NSPIXP
- (B2) その他国内: local IXes, private peering
- (B3) 国際
- (C) Regional: 47 都道府県別

10

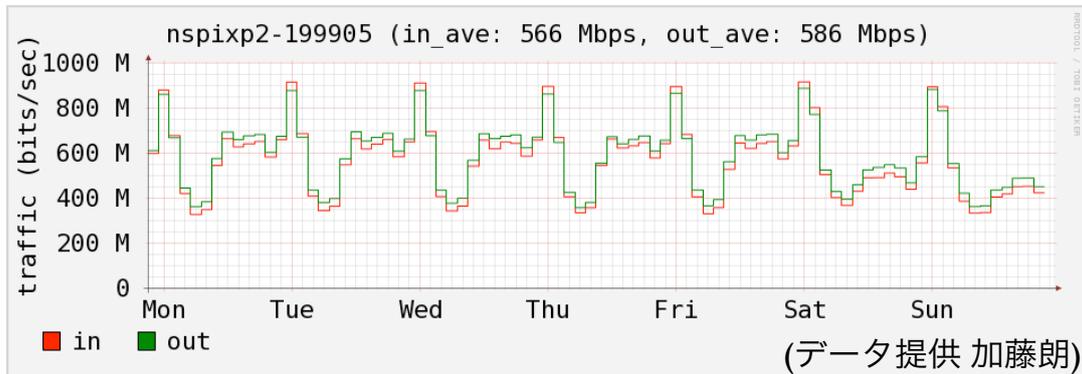
トラフィックの方向

- ISP側から見た方向で考える
 - In: 他所からISPへ
 - Out: ISPから他所へ
- たとえば, (A1)では
 - In: ユーザからISPへのトラフィック
 - Out: ISPからユーザへのトラフィック



(1-A) ブロードバンドホーム ユーザのトラフィック特性

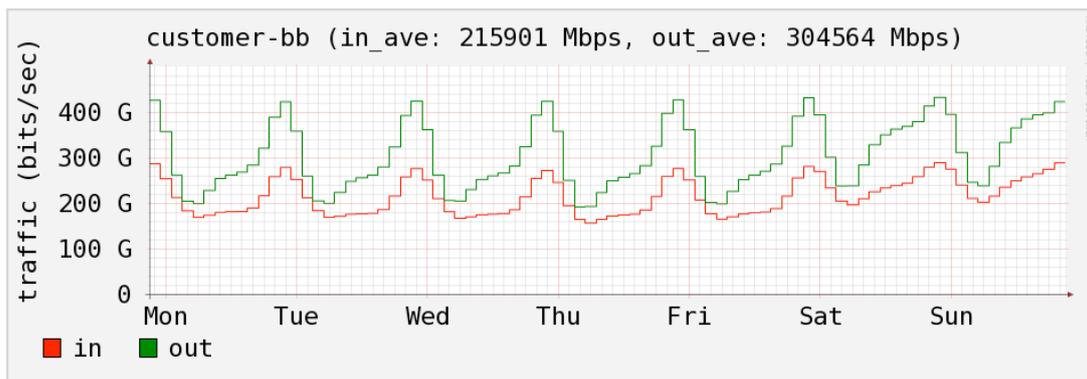
古き良き(?)時代



- 1999年5月@NSPIXP-2
- ピークは23:00-25:00 (テレホーダイ)
- 週末の昼間は低アクティビティ

13

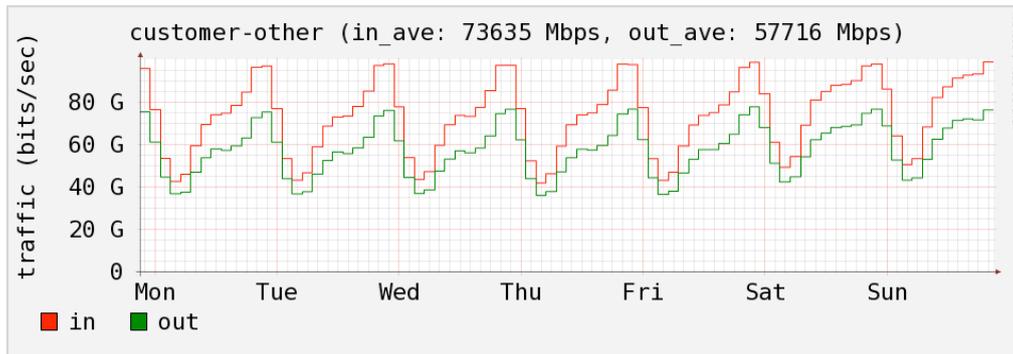
(A1) RBB カスタマトラフィック



- 平均215/305Gbps. トラフィックの50-60%は一定
- ピーク時間: 21:00-23:00
- 平日と休日に違い
- OutトラフィックはInトラフィックの141%

14

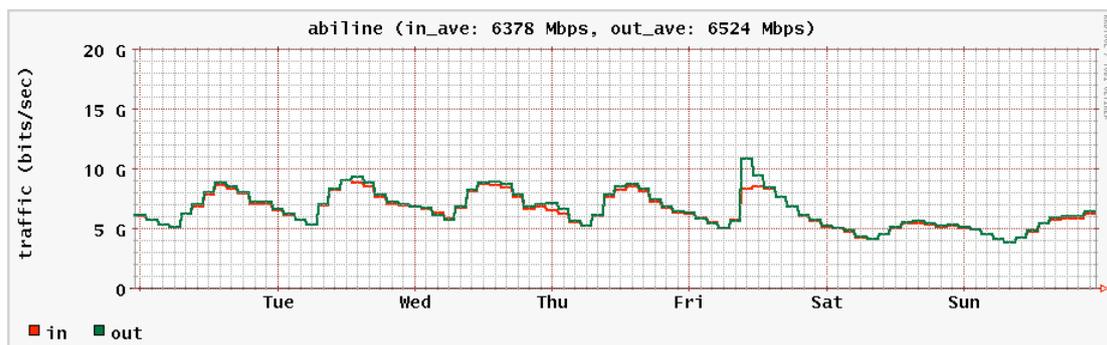
(A2) Non-RBB カスタマトラフィック



- 専用線, データセンタ, ダイアルアップ, 小規模 ISP
- InとOutは対称に近い
- 平日の昼間にも高いアクティビティ

15

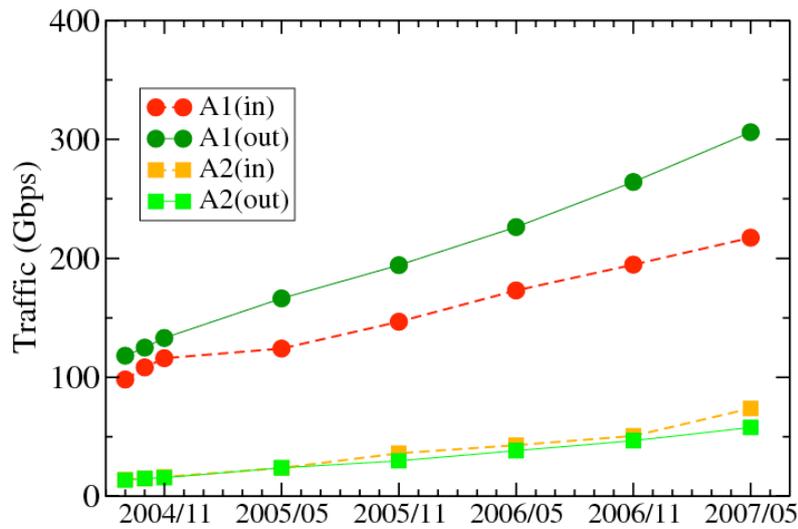
(比較)学術ネットトラフィック



- ABILENE (Internet2)
- ピーク時間: 10:00-14:00
- 週末にはトラフィックが低下

16

トラフィックの増加傾向

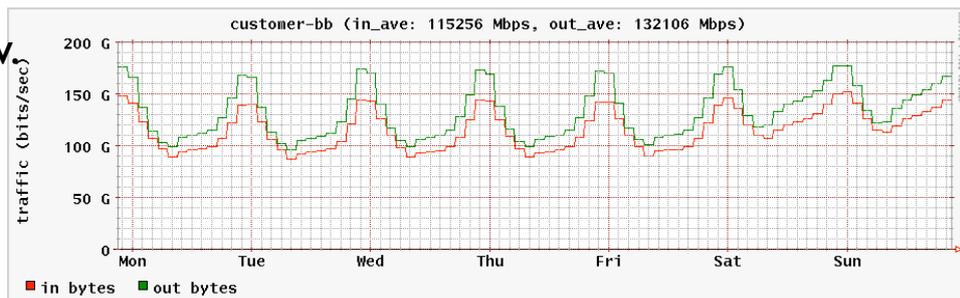


- 増加率: 37%/年
- 観測当初と比較すると増加率は低下

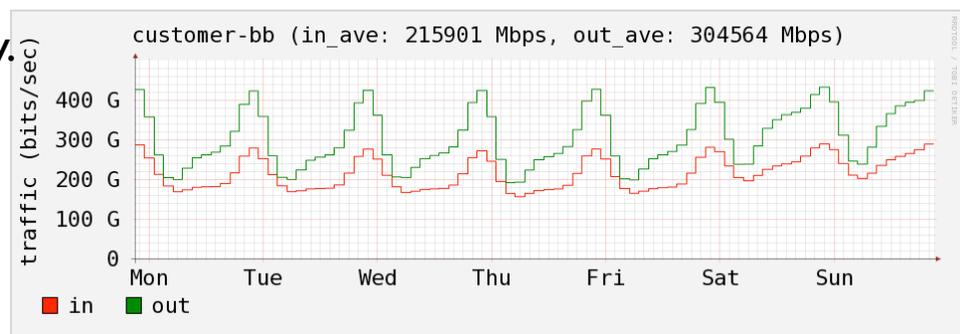
17

トラフィックの増加 (A1 in)

2004 Nov.



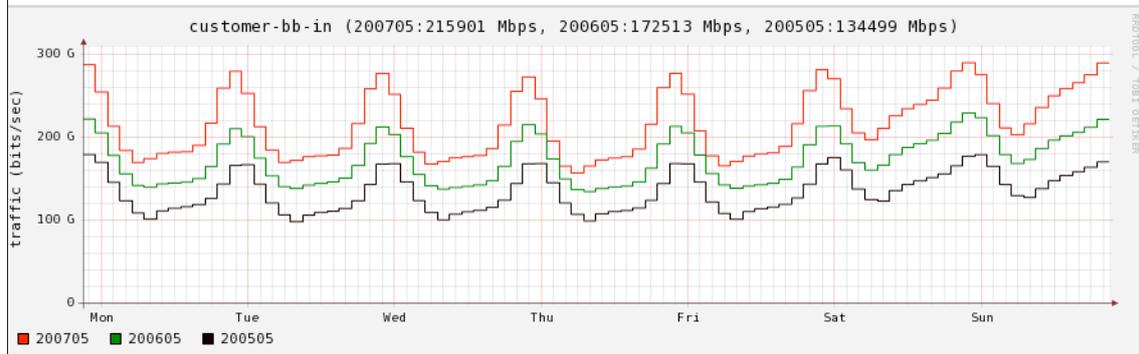
2007 May.



In/Outが非対称へ

18

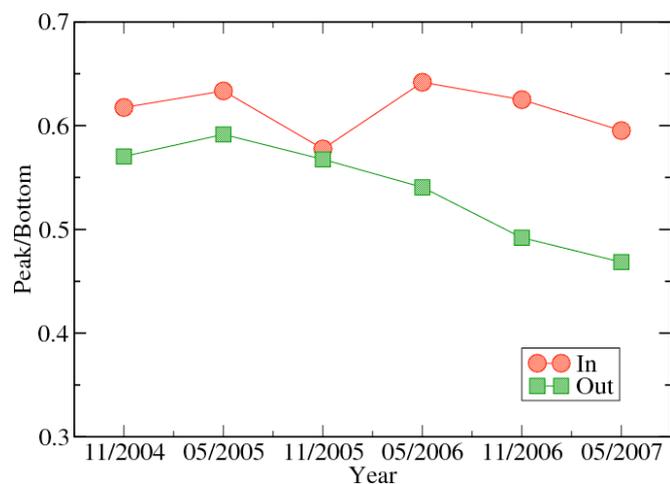
トラフィックの増加 (A1 in)



- 21時台へのシフトが鮮明に
- ベーストラフィックの割合: 約60%

19

ベーストラフィックの割合



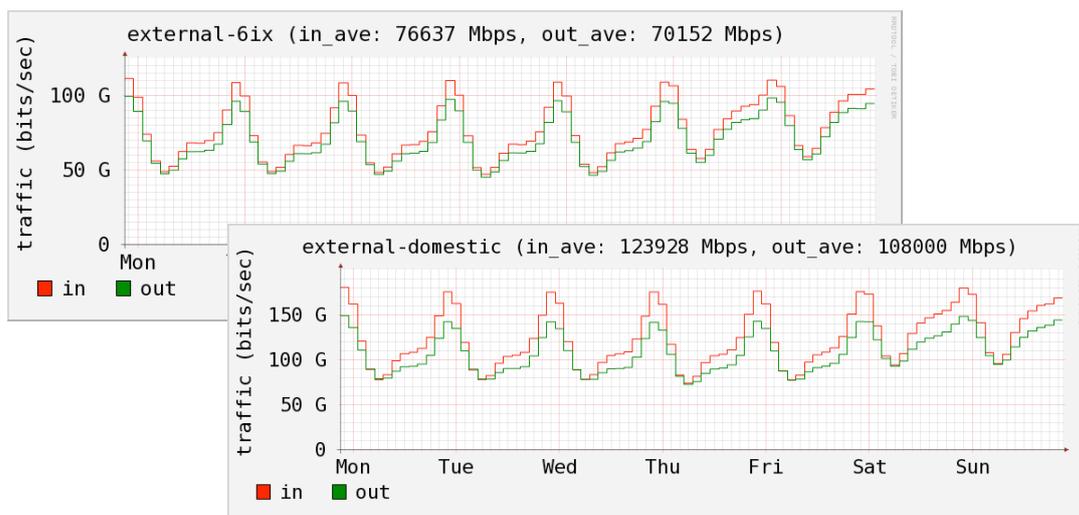
- In: ほぼ同割合 (ユーザのアップロード)
- Out: 減少傾向 (ユーザのダウンロード)

20

(1-B) 国内・国外トラフィックの 特性

21

(B1&B2) 国内トラフィック (6IX および その他)



- In/Outは比較対称

22

IX提供データとの比較

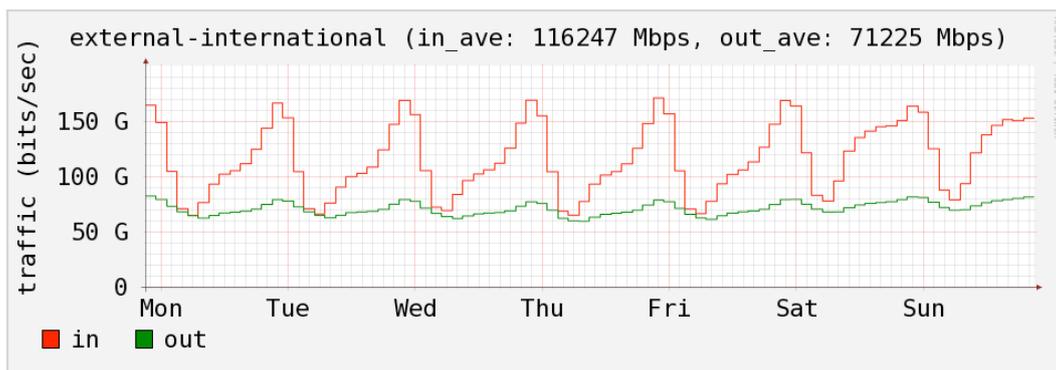
unit: Gbps

	(BI) 6 IXes (our data)	All 6 IXes (directly measured)	ratio (%)
2004/sep	30.9	74.5	41.5
2004/oct	31.8	77.1	41.2
2004/nov	33.0	80.3	41.1
2005/may	41.6	99.1	42.0
2005/nov	48.1	115.3	41.5
2006/may	60.1	139.1	43.2
2006/nov	62.3	150.1	41.5
2007/may	70.8	167.0	42.4

- 本測定データは全体の42%をカバー

23

(B3) 国際トラフィック



- トラフィックは非対称で、海外からの流入が主流
- 国内からのトリガーによるもの

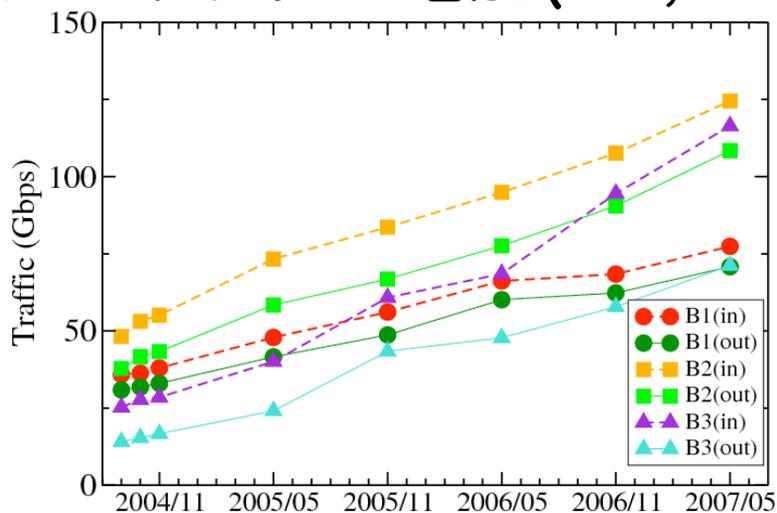
24

対外トラフィック

- 流入
 - 6IX : Private Peer : 国際 = 24% : 39% : 37%
 - Private Peer(B2)は6IX(B1)より多い
 - 国際トラフィック(B3)は1/3強
- 流出
 - 6IX: Private Peer : 国際 = 28% : 43% : 29%

25

トラフィックの増加(B1,B2,B3)



- 国内: 40%/年で増加
- 海外: 100%/年で増加

26

対外トラフィックの推移

- 2005 may
 - 6IX : Private Peer : 国際 = 30% : 45% : 25%
- 2006 may
 - 6IX : Private Peer : 国際 = 29% : 41% : 30%
- 2007 may
 - 6IX : Private Peer : 国際 = 24% : 39% : 37%

27

トラフィックデータのサマリ Unit: Gbps

	(A1) RBB customer	(A2) RBB other	(B1) 6IXes	(B2) Other domestic	(B3) International
	in/out	in/out	in/out	in/out	in/out
2004/ sep	98.1/118.1	14.0/13.6	35.9/30.9	48.2/37.8	25.3/14.1
nov	116.0/133.0	16.2/15.6	38.0/33.0	55.1/43.3	28.5/16.7
2005/ may	156.8/198.1	23.7/23.9	47.9/41.6	73.3/58.4	40.1/24.1
nov	146.7/194.2	36.1/29.7	54.8/48.1	80.9/58.1	57.1/39.8
2006/ may	173.0/226.2	42.9/38.3	66.2/60.1	94.9/77.6	68.5/47.8
nov	194.5/264.2	50.7/46.7	68.4/64.2	107.6/90.5	94.5/57.8
2007/ may	291.1/363.8	73.8/57.8	77.4/70.8	124.5/108.4	116.4/71.2

28

トラフィックデータのサマリ

1. RBBカスタマトラフィック

- 全トラフィック: 722Gbps (=306G/42.4%)
- 60%はコンスタント, in/outは対称から非対称へ
- ゴールデンタイムにピーク, 曜日による違い

2. 成長スピード: 国内:37%/年, 海外:100%/年

- ベース部分が増加に寄与

3. プライベートピアリングトラフィックは6IX並に存在

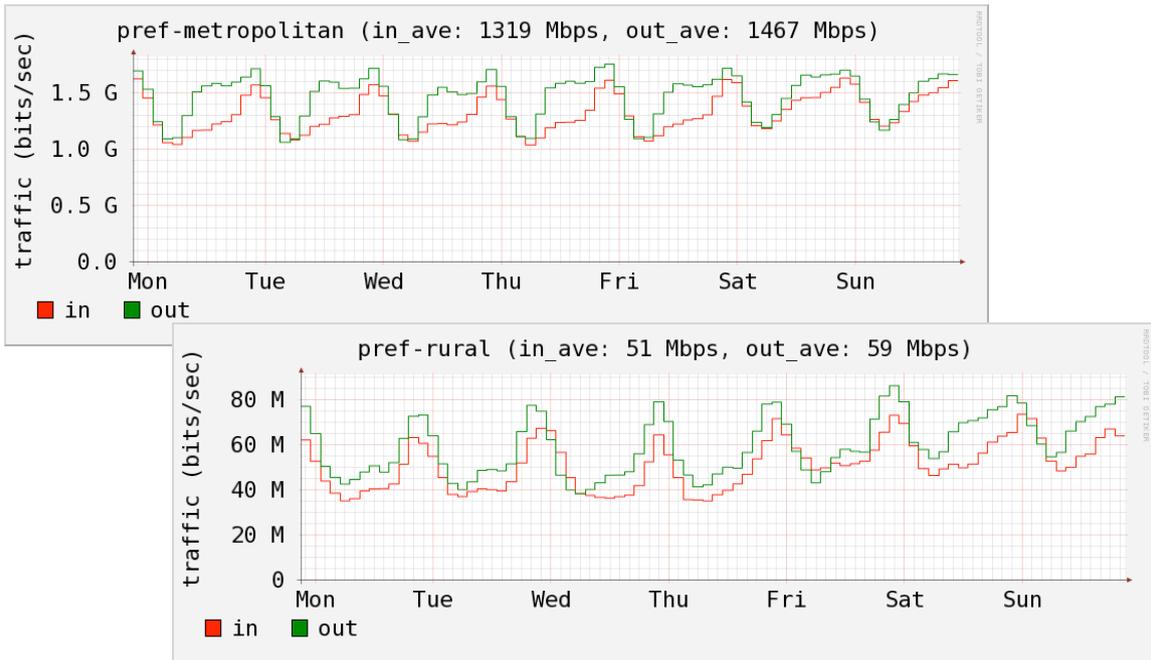
4. 国際トラフィックは全トラフィックの35%

29

(1-C) 大都市・地方別の トラフィック特性

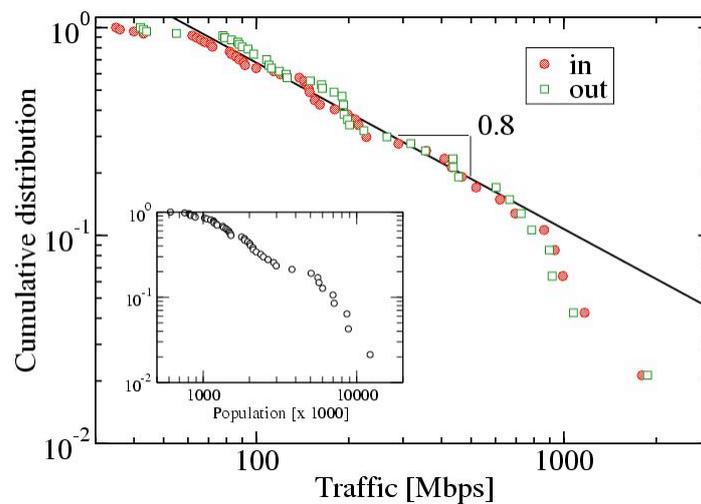
30

(C) 大都市圏と地方の比較 (1)



31

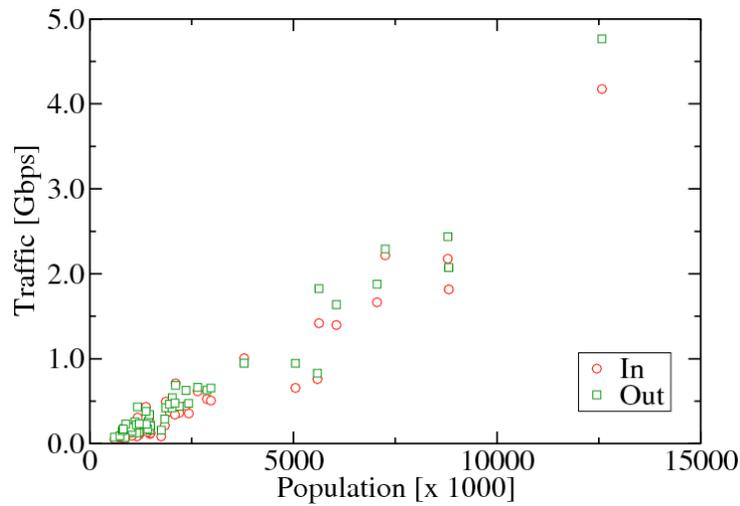
県別トラフィックの累積分布



- 県別トラフィック量は冪分布($x^{-0.8}$)
- 人口分布と類似

32

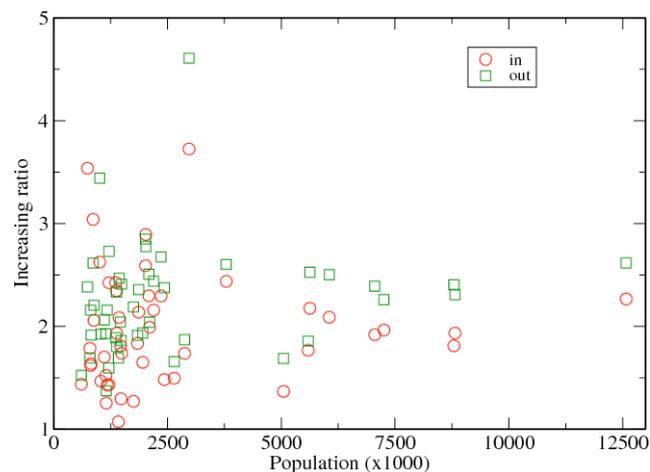
大都市圏と地方の比較 (2)



- トラフィック量は県の人口にほぼ比例
- ヘビーユーザの存在割合はほぼ一定

33

大都市圏と地方の比較 (3)



- 2年間でのトラフィック増加
 - 大都市圏: 2-2.5倍程度
 - 地方圏: ばらつき大

34

大都市圏と地方の比較結果

- ヘビーユーザの数は人口にほぼ比例
- 都市圏
 - 平日の昼間にも大量のトラフィックが存在
 - ビジネスユース(SOHO etc)の影響
- 地方圏
 - トラフィック量は少なく、A1データと同傾向

35

(2) ユーザレベルフローの解析

36

研究のねらい

- ヘビーユーザとライトユーザの挙動、ファイバーユーザとDSLユーザの違い
- 存在割合
- 都市圏と地方の違い
- トラフィックの対称性
- トラフィックマトリクス

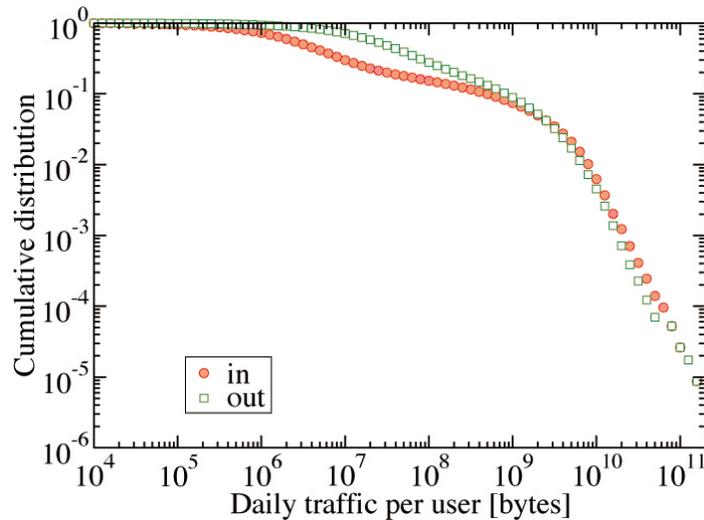
37

データの収集

- NetFlowで各契約者(≒ユーザ)毎の一日当たりの送信・受信トラフィック量を測定
- 測定データ: ISP一社
- 測定期間: 2004: 4, 5, 10, 2005: 2, 7の一週間

38

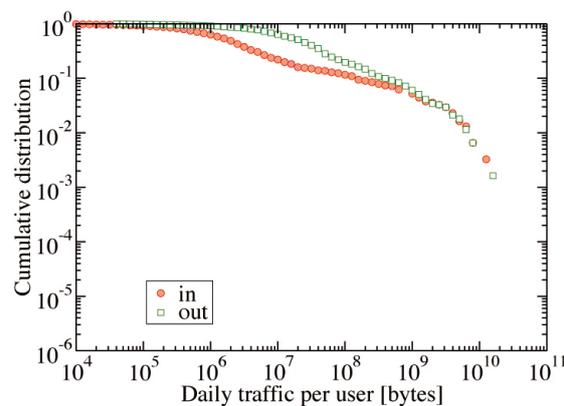
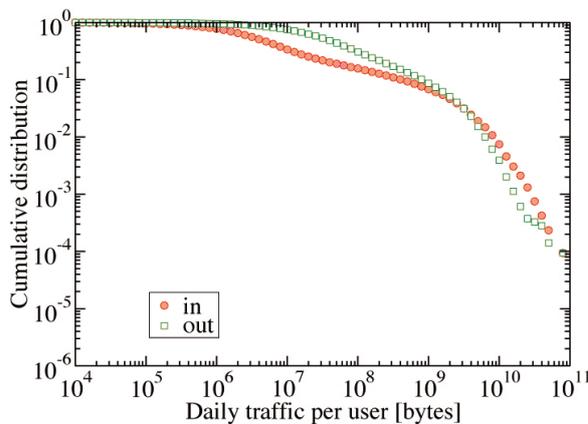
ユーザ当たりのトラフィック量



- 96%のユーザ(平均的)は2.5GB/日 (=240kbps)未満
- 2.5GB未満ではトラフィックは非対称

39

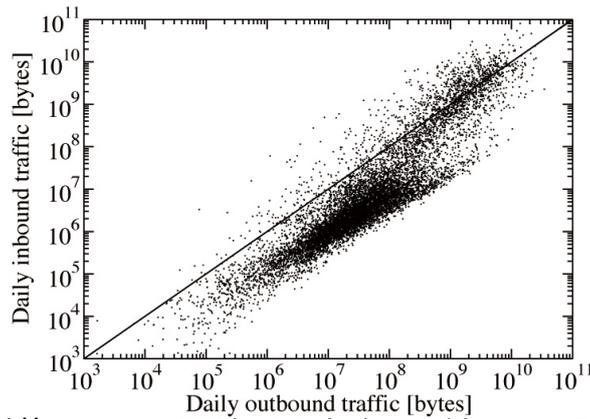
大都市圏 vs. 地方 (再び)



- ユーザ数の違い以外は同じ傾向
- ヘビーユーザ(> 2.5GB/day)は一定割合で存在

40

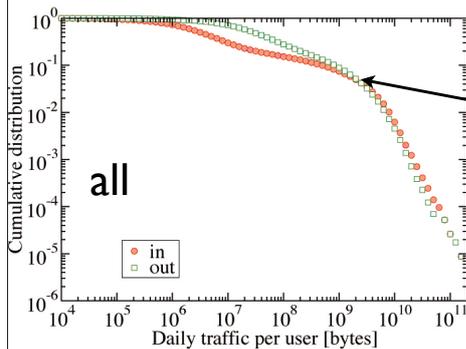
ユーザトラフィックの非対称性



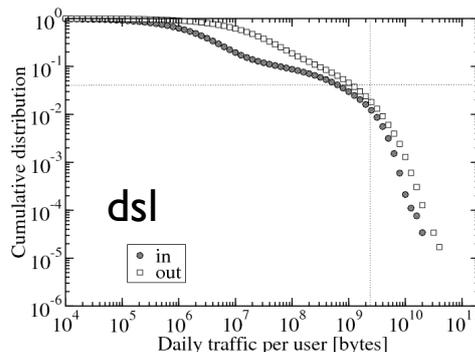
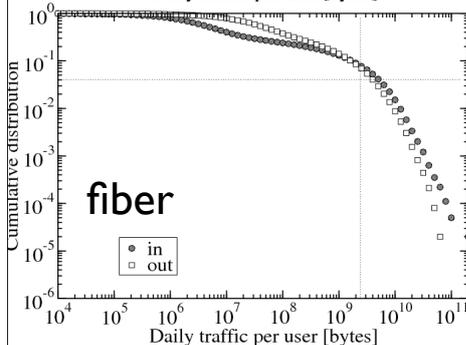
- 10^8 未満では, 下りは上りに比べて10倍多い
- 10^8 以上では二つのパターンが観測
 - 上りが制限された部分 (ADSLユーザの影響?)
 - 上り下りが対称 (Fiberユーザの影響?)

41

アクセスラインの違い(1)

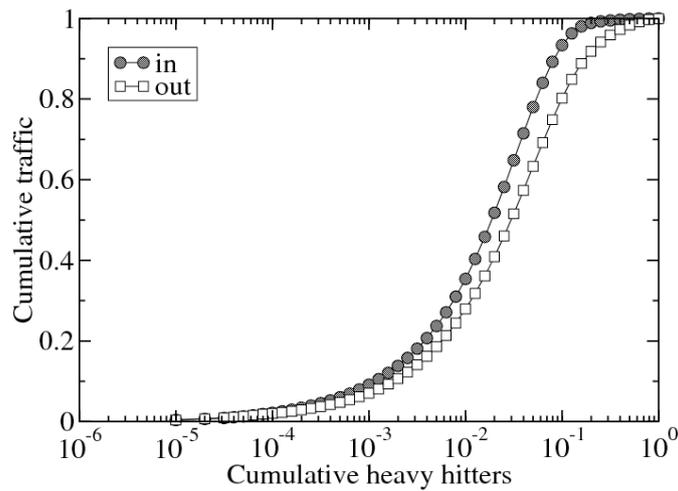


- top 4% uses >2.5 GB/day
- ファイバの方が緩やかな減衰



42

Elephants and mice

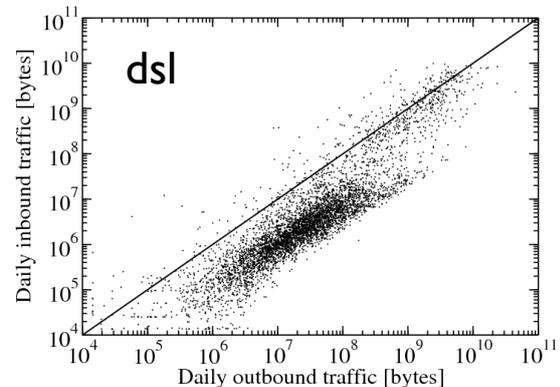
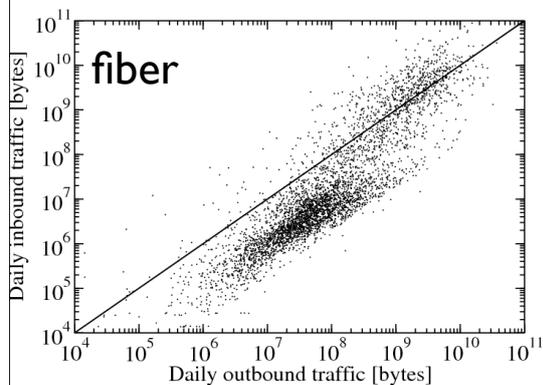


- 1%のユーザが全体の25%に関与
- 4%のユーザが全体の75%に関与

43

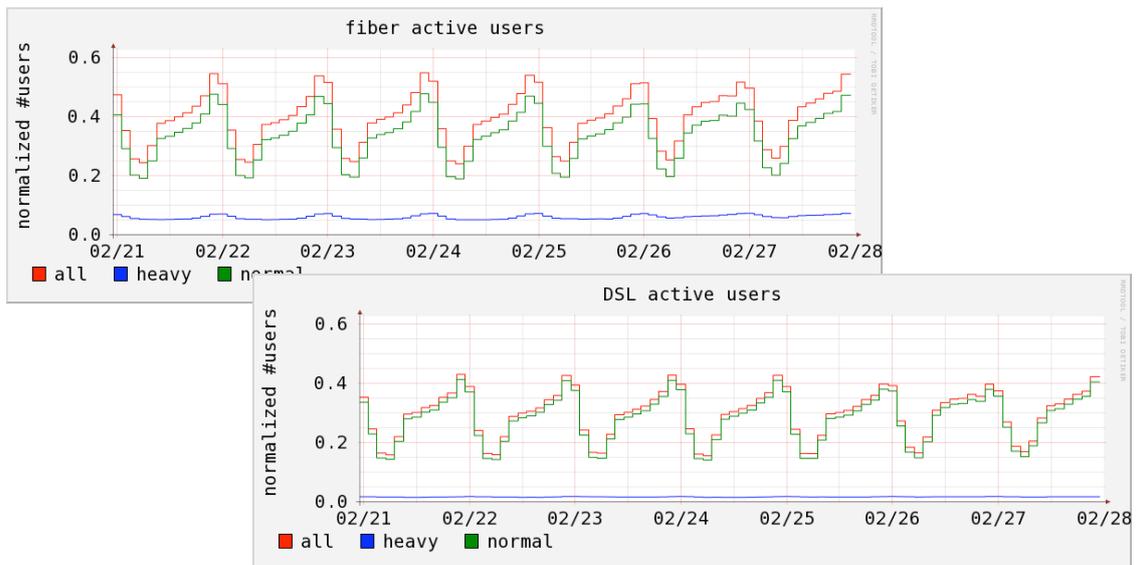
アクセスラインの違い(2)

- どちらも2つのクラスタが存在
- 分布は類似しているが、集中度合いに違い



44

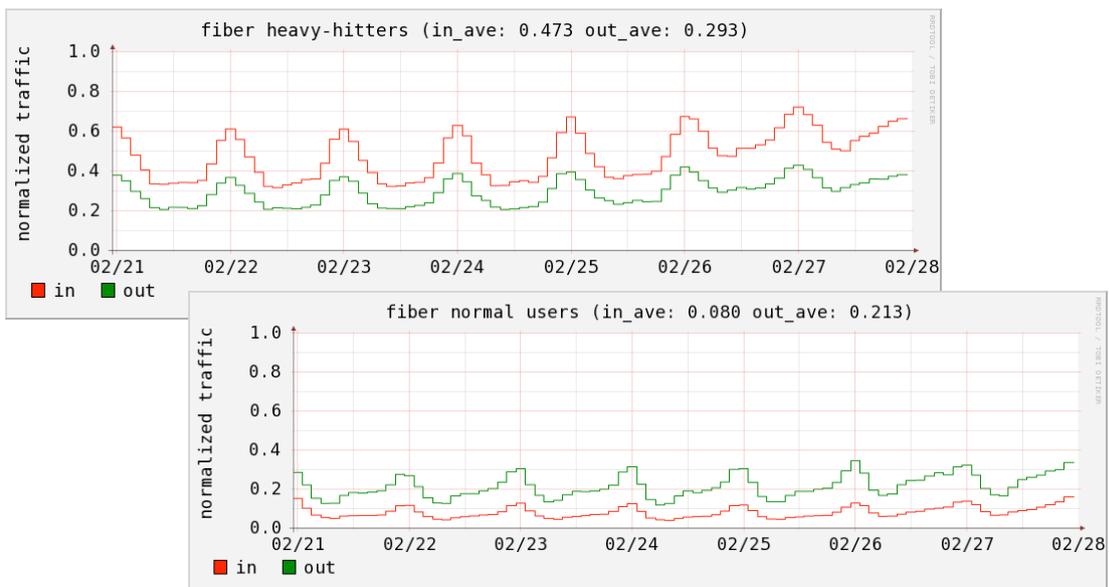
アクティブユーザ数の変化



- ヘビーユーザはコンスタントに接続
- ファイバとDSLの割合は6:4程度

45

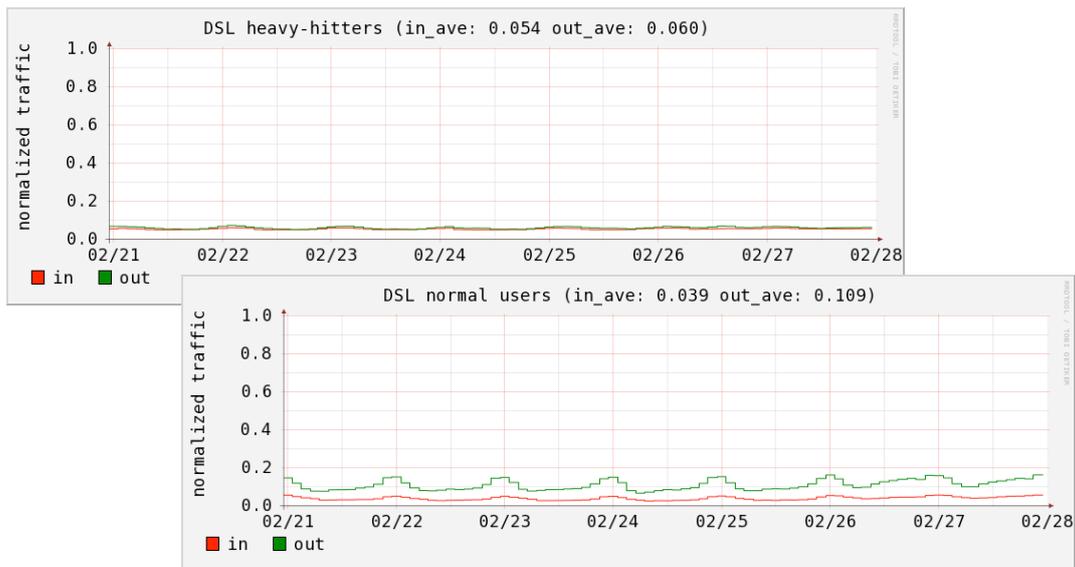
fiber traffic



- 少数のヘビーユーザが帯域を使用

46

dsl traffic



- ファイバに比べると圧倒的に少ない

47

Protocol別の内訳

- http: 9.3%
- ftp-data: 0.9%
- port > 1024: 82%

ほとんどはやはりP2P?

48

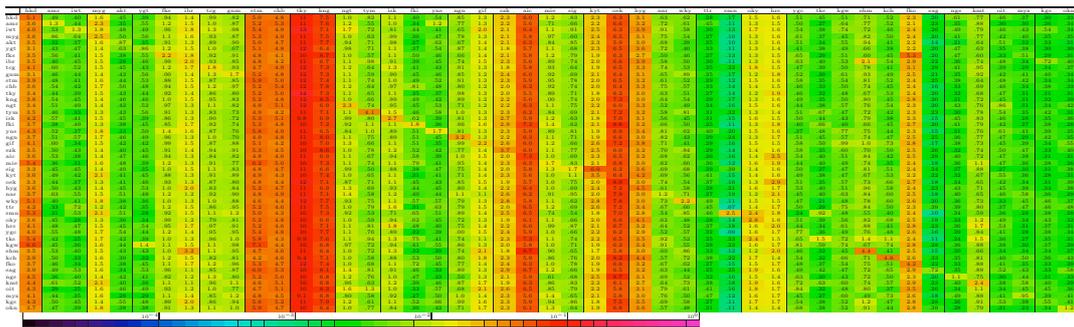
トラフィックマトリクス

src\dst	ALL	RBB	Dom	Intr
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
Intr	5.0	4.8	0.2	0.0

- 62.2%はユーザ間トラフィック
- 16.7%がデータセンタ系→ユーザトラフィック

49

県別トラフィックマトリクス



- srcで規格化
- 都市圏に集中
- 県内にも弱い相関

50

ユーザレベルトラフィックのまとめ

1. 96%のユーザは2.5GB未満/日をやりとり
2. トップ4%のユーザが75%のトラフィックに関与
3. ファイバとDSLユーザの使用パターンに明確な差はない
4. ポート番号ではトラフィック特定は不可能
5. 62%のトラフィックはユーザ間
6. トラフィックは都市圏に集中、県内は弱い相関

51

今後の目標

- 今後の課題
 - 精度の向上
 - 他国との比較（韓国, アメリカ）
 - フローの局所性とアプリケーションタイプ
- 6ヶ月おきに1ヶ月分のデータの収集予定
- 参考文献:
 - The Impact of Residential Broadband Traffic on Japanese ISP Backbones (ACM SIGCOMM CCR, no.1, 2005)
 - The Impact and Implications of the Growth in Residential User-to-User Traffic (Proc. ACM SIGCOMM 2006)

52

サマリ

1. RBBカスタマトラフィック
 - 全トラフィック: 722Gbps (=306G/42.4%)
 - 60%はコンスタント, in/outは対称から非対称へ
 - ゴールデンタイムにピーク, 曜日による違い
2. 成長スピード: 国内:37%/年, 海外:100%年
 - ベース部分が増加に寄与
3. プライベートピアリングトラフィックは6IX並に存在
4. 国際トラフィックは全トラフィックの35%

53

サマリ

5. 県別トラフィック量は人口に比例し、ヘビーユーザの存在割合は一定
6. 96%のユーザは<2.5GB/日, トップ4%が75%のトラフィックに関与
7. ファイバとDSLの使用パターンに明確な差はない
8. ポート番号ではトラフィック特定は不可能
9. 62%のトラフィックはユーザ間
10. トラフィックは都市圏に集中、県内は弱い相関

54