

トラフィックの現状と傾向

長 健二郎

株式会社 IJ インノベーションインスティテュート

福田 健介

国立情報学研究所

1 トラフィック量の現状

本稿では、国内 ISP6 社、学会の研究者ならびに総務省の協力によって、2004 年より継続的に行われている、国内インターネットトラフィックの集計値をもとに、トラフィック量の現状について概説する。トラフィック量を把握することは、今後を予想する上で、また技術やインフラへの投資を考える上で欠かせない。なかでも、トラフィックの増加率は長期的な計画を立てる際に重要である。

図 1 に総務省発表の 2011 年 12 月末までのブロードバンド契約数の推移を示す。日本では 2001 年頃からブロードバンドが普及し始め、2011 年 12 月時点で約 3900 万加入となっている。2005 年ごろからは DSL から光ファイバーへの移行が進み、総契約数の約 56% が光ファイバーとなっていて、世界的にみても最速のブロードバンド環境となっている。

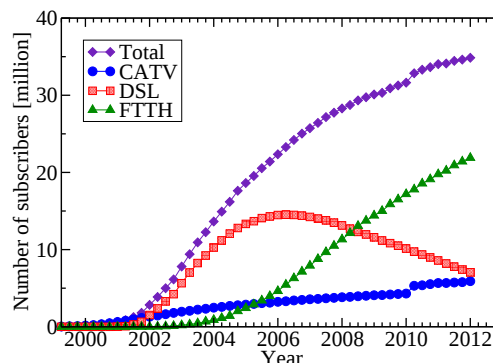


図 1: ブロードバンド契約数の推移: 2010 年 3 月分より一部 CATV 事業者の集計方法が変更されたため、その影響でギャップができています。

図 2 は、大手 IX の合計トラフィック平均流入量の推移を示す。2010 年初頭に 5% 程度マイナスとなったが、その後再び増加してきている。しかしながら、後述するように、IX のトラフィック量だけでは、国内インターネットの傾向を知るのが難しくなっているため、ISP 側での集計によるトラフィック調査を行っている。

2 協力 ISP によるトラフィック量調査

トラフィックデータの集計は、総務省データ通信課を事務局に、学界の研究者と国内 ISP6 社が協力して行っている。データを提供頂いている協力 ISP は、IJ、ケイ・オプティコム、KDDI、NTT コミュニケーションズ、ソフトバンク BB、ソフトバンクテレコムの 6 社である。

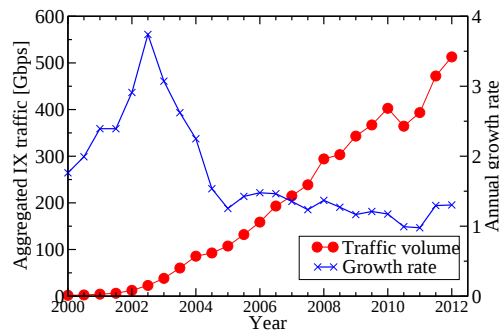


図 2: 主要 IX の合計トラフィック平均流入量推移: トラフィック合計値と年率換算の成長率。2011 年より IX 数が 5 社となっている。

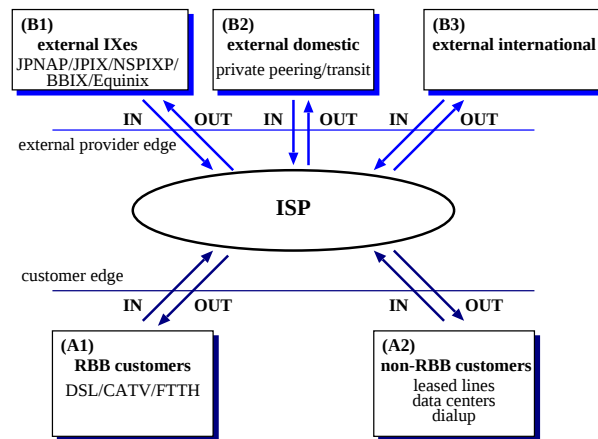


図 3: 定義した ISP 境界における 5 つのトラフィック分類

調査の目的は、国内バックボーンにおけるトラフィック量の基礎データを開示する事によって、事実にもとづいた健全なインターネットの発展に寄与する事である。企業機密であるトラフィック情報は個別の事業者では開示が難しい。そのためデータの入手が難しく、ややともすれば、推測あるいは一部の偏ったデータをもとに議論や判断がなされかねない。そこで、産官学の連携によって、トラフィック情報の秘匿性を維持しつつ、協力 ISP 全社の合計値としてトラフィック量を公開している。集計結果は、総務省の報道資料として、また、国際会議等でも発表され、ブロードバンド先進国である日本のバックボーンの現状を示す貴重な資料として、また、競合 ISP が協調して大規模なトラフィック集計を行なった世界初の事例として、国内外から注目されている [1, 2]。

3 収集データ

測定対象は、ISP 境界を越えるトラフィックである。一般に、ISP 境界は、顧客を接続するカスタマー境界と、他の ISP と接続する外部境界に分けられる。協力 ISP と協議の結果、各社の実運用と整合するよう図 3 に示す共通分類を定義している。各 ISP が独自に集計したトラフィックを、個別 ISP のシェア等が分からないように合算して結果を開示してる。

(A1) ブロードバンドカスタマーtraフィック ADSL/CATV/FTTH などのブロードバンドサービスの

顧客。ここには、ブロードバンド回線利用の中小企業も含まれる。

- (A2) ブロードバンド以外のカスタマートラフィック 専用線、データセンター、ダイヤルアップ利用者等のブロードバンド回線以外の顧客。なお、ここには、専用線接続の下流プロバイダも含まれているので、その下にブロードバンドカスタマーが存在する場合もある。¹
- (B1) 主要 6IX 外部トラフィック 国内主要 IX、つまり、JPIX、JPNAP、NSPIX、BBIX、Equinix で交換される外部トラフィック。これは ISP 側での調査結果を主要 IX 側での計測値と比較するため。
- (B2) その他国内外外部トラフィック 主要 IX 以外で交換される国内外外部トラフィック。主に、プライベートピアリング、トランジット、ローカル IX で交換される国内外外部トラフィック。
- (B3) その他国際外部トラフィック 接続点が国外にあるような国際交換トラフィック。

データの収集は、トラフィック分類毎に SNMP インターフェイスカウンタ値を 2 時間粒度で 1 ヶ月分収集している。2 時間粒度のデータによって、各 ISP で大きなトラフィック変化があった場合にも特定が可能となる。前回の測定値や IX での測定結果と比較し、食い違いがある場合には、原因の究明を行なうようにしている。原因には、ネットワーク構成の変更、障害、SNMP データの抜け、インターフェイスグループ分けの不備等が挙げられる。トラフィック量に予想外の変化が見つかった場合には、当該 ISP に確認を依頼し、必要があればデータを再提出してもらって確認体制を取っている。集計を開始した 2004 年 9 月から 3 ヶ月間は毎月データを収集したが、データの一貫性が検証されたので、その後は年に 2 度、5 月と 11 月に計測、収集を行なうようにした。協力 ISP 各社には、調査の意義をご理解いただき、データ収集に協力頂いている。

4 2011 年の集計方法変更について

主要 IX の追加: 2011 年 5 月より、これまでの JPIX、JPNAP、NSPIX に加えて、BBIX とエクイニクス・ジャパンの 2 社を主要 IX に追加した。

国内総トラフィックの推計方法の変更: これまで、ブロードバンドの国内総トラフィックの推計方法は、協力 ISP の主要 IX におけるトラフィックシェアをもとに割り出していたが、後述するように 2011 年 5 月より協力 ISP のブロードバンド契約数シェアをもとに割り出す方法に変更した。

5 計測結果

以下に示すデータは、協力 ISP6 社分のデータの合算値である。なお、IN と OUT は、ISP 側から見たトラフィックの流入と流出の方向を表す。

¹(A2) のブロードバンド以外のカスタマートラフィックは 3 社からしかデータが得られていない。これは、ISP のネットワーク構成によっては社内リンクと外部リンクの切り分けが難しく集計が困難なためである。その他の項目は全 ISP からデータが提供されている。そのため、(A2) のトラフィック量を他の項目と直接比較することはできない。

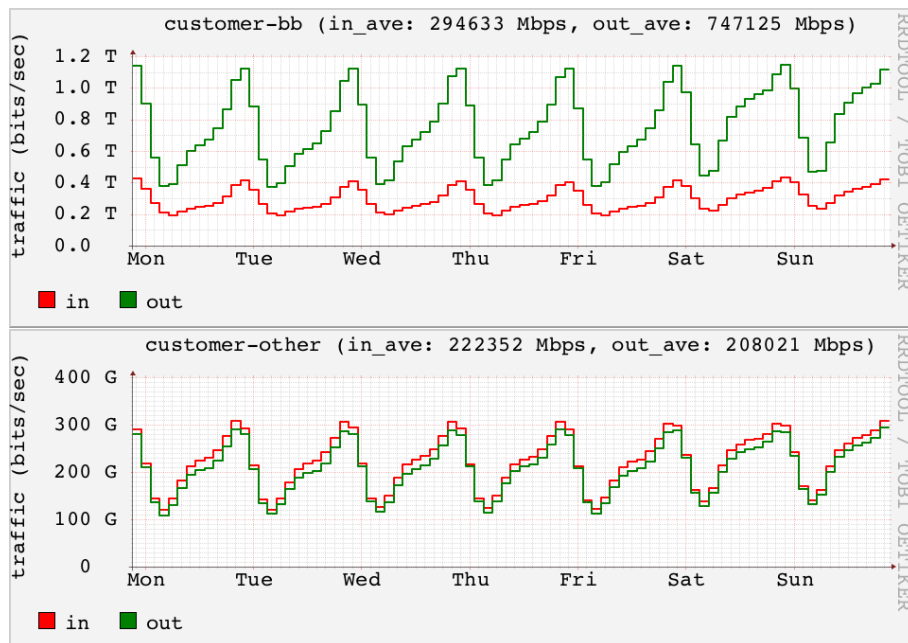


図 4: 2011 年 11 月の週間カスタマートラフィック：ブロードバンドカスタマー (上) とブロードバンド以外のカスタマー (下)

5.1 カスタマートラフィック

図 4 は 2011 年 11 月の週間カスタマートラフィックを示す。これは、全社の DSL/CATV/FTTH カスタマーの合計値で、各曜日の同時間帯を平均した値である。休日はトラフィックパターンが異なるため、除いて集計している。そのため表 1 の月間平均値とは若干異なる。

図 4(上) のブロードバンドカスタマーでは、一日のピークは、19:00 から 23:00 で、夕方からトラフィックが増え、深夜を過ぎるとトラフィックは急減する、週末は昼間のトラフィックが増えるなど、家庭での利用形態を反映している。2011 年 11 月には、平均で IN 側 295Gbps、OUT 側 747Gbps の流量がある。変動分は、ブラウザでのクリックなど利用者の操作がトリガーとなっているトラフィックと考えられ、定常部分の多くは機械的に発生されるトラフィックが占めると推測できる。

図 4(下) のブロードバンド以外のカスタマーでは、IN と OUT がほぼ同量となっているが、時間別の変動や定常部分の割合といった家庭利用の特徴が出ている事が分かる。これは、ホームユーザ向けサービスや専用線の下流にいるホームユーザの影響だと思われる。

5.2 外部トラフィック

図 5 は 2011 年 11 月の週間外部トラフィックを示す。主要 IX トラフィック (上) とその他国内トラフィック (中) のパターンも、ホームユーザのトラフィックの影響を大きく受けている事が分かる。国際トラフィックに関しても、ピーク時間は同様であるが、変動部は流入が大きく、国外からのダウンロードが支配的である。

表 1 に 2004 年からの項目別の月間平均トラフィック合計値を示す。前述のように、2011 年 5 月から主要 IX が 5 社に変更されているため、外部トラフィック (B1-B3) にその影響が反映されているが、全体の傾向に大きな影響はないことを確認している。

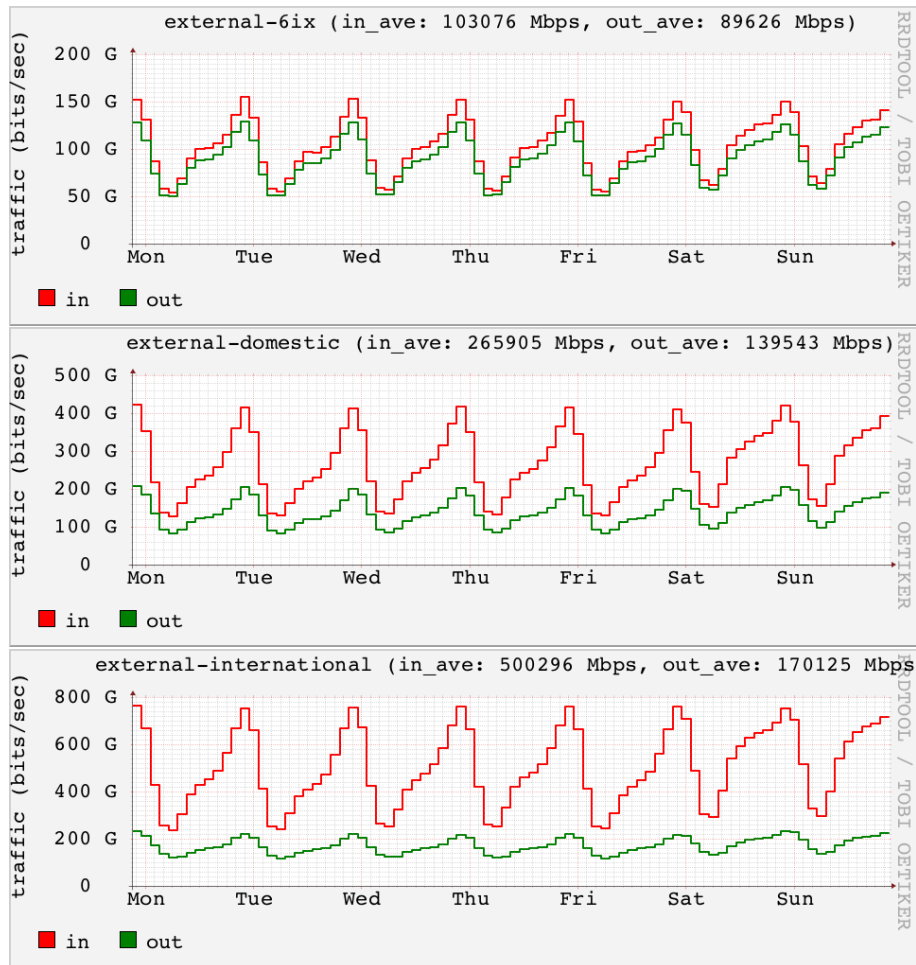


図 5: 2011 年 11 月の外部トラフィック：主要 IX(上) その他国内 (中) その他国際 (下)

5.3 トラフィックの増加傾向

図 6 にカスタマートラフィックと外部トラフィックの増加傾向を示す。2011 年には、ブロードバンドカスタマー (A1) に関しては、IN で年率マイナス 5%、OUT で年率 26%の増加となっている。

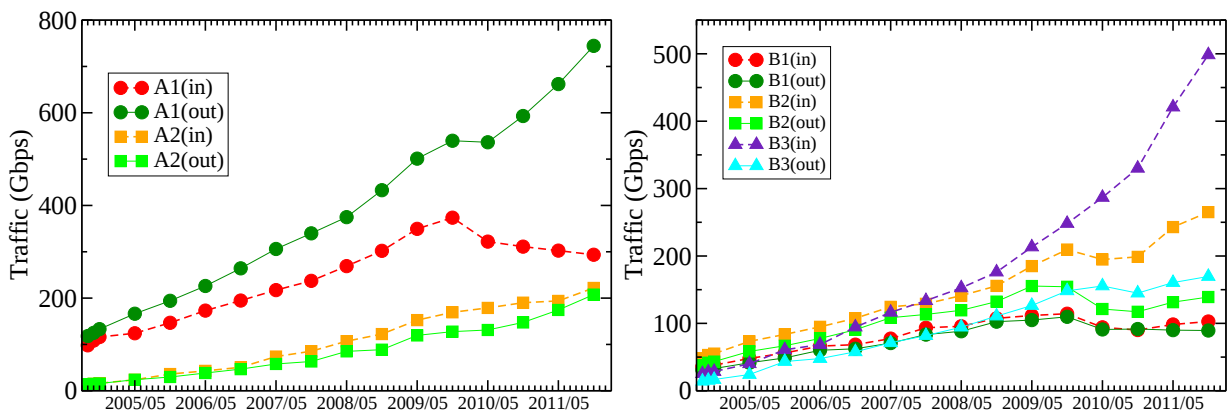


図 6: トラフィックの増加傾向: カスタマートラフィック (左) と外部トラフィック (右)

表 1: 項目別月間平均トラフィック合計値推移

		(A1) ブロードバンド顧客 (6 ISPs)		(A2) その他顧客 (3 ISPs)		(B1) 主要 IX 外部 (6 ISPs)		(B2) その他国内外部 (6 ISPs)		(B3) その他国際外部 (6 ISPs)	
		in	out	in	out	in	out	in	out	in	out
2004 年	9 月	98.1G	111.8G	14.0G	13.6G	35.9G	30.9G	48.2G	37.8G	25.3G	14.1G
	10 月	108.3G	124.9G	15.0G	14.9G	36.3G	31.8G	53.1G	41.6G	27.7G	15.4G
	11 月	116.0G	133.0G	16.2G	15.6G	38.0G	33.0G	55.1G	43.3G	28.5G	16.7G
2005 年	5 月	134.5G	178.3G	23.7G	23.9G	47.9G	41.6G	73.3G	58.4G	40.1G	24.1G
	11 月	146.7G	194.2G	36.1G	29.7G	54.0G	48.1G	80.9G	68.1G	57.1G	39.8G
2006 年	5 月	173.0G	226.2G	42.9G	38.3G	66.2G	60.1G	94.9G	77.6G	68.5G	47.8G
	11 月	194.5G	264.2G	50.7G	46.7G	68.4G	62.3G	107.6G	90.5G	94.5G	57.8G
2007 年	5 月	217.3G	306.0G	73.8G	57.8G	77.4G	70.8G	124.5G	108.4G	116.4G	71.2G
	11 月	237.2G	339.8G	85.4G	63.2G	93.5G	83.4G	129.0G	113.3G	133.7G	81.8G
2008 年	5 月	269.0G	374.7G	107.0G	85.0G	95.7G	88.3G	141.2G	119.4G	152.6G	94.4G
	11 月	302.0G	432.9G	122.4G	88.7G	107.5G	102.5G	155.6G	132.3G	176.1G	110.8G
2009 年	5 月	349.5G	501.0G	154.4G	121.4G	111.7G	104.9G	185.0G	155.4G	213.1G	126.4G
	11 月	373.6G	539.7G	169.4G	127.6G	114.3G	109.8G	209.5G	154.3G	248.2G	148.3G
2010	5 月分	321.9G	536.4G	178.8G	131.2G	94.1G	91.0G	194.8G	121.4G	286.9G	155.5G
	11 月分	311.1G	593.0G	190.1G	147.5G	90.1G	91.6G	198.7G	117.2G	330.1G	144.9G
2011	5 月分	302.5G	662.0G	193.9G	174.4G	98.4G	90.0G	242.9G	131.5G	420.9G	160.5G
	11 月分	293.6G	744.5G	221.9G	207.5G	102.9G	89.4G	265.1G	139.1G	498.5G	169.6G

ここ数年のトラフィックの傾向として以下の点が上げられる。

- 2010 年初頭に集計開始以来はじめてトラフィックが減少した。これは、2010 年 1 月に施行された改正著作権法、いわゆるダウンロード違法化と、それに関連した反 P2P ファイル共有キャンペーンの影響と思われるブロードバンドトラフィックの変化によるものである [3]。
- ブロードバンド (A1) に関しては、2010 年以前から IN/OUT の流量差が開いてきていたが、2010 年以降は、OUT は増加しているのに対し、IN は減少が続いている。これらの原因として、以前から観測されていた、P2P ファイル共有から Web サービスへの移行の流れが、2010 年以降加速していることが挙げられる。
- 東日本大震災の影響については、マクロレベルでは大きな影響は見られない。この原因として、大きな被害を受けた地域には主要設備がなかったため、基幹サービスへの影響は少なく済んだことや、節電によって一部の利用が減ったいっぽうで、情報収集などのためにインターネット利用が増えたことや、遠隔地へバックアップするトラフィックが増えたことが考えられる [4]。
- その他国内外部トラフィック (B2) が主要 6IX 外部トラフィック (B1) より大きく、その差が開いて来ている。その理由のひとつは、大手 ISP 間のプライベートピアリング (IX を介さないピアリング) が広がり、その結果、主要 IX でのパブリックピアリング (IX を介したピアリング) からトラフィックが移行していることが挙げられる。さらに、従来大手 ISP 経由で接続していたコンテンツ事業者が、自らネットワークを運用し、直接 ISP と接続するようになってきたことも挙げられる [5]。これらの結果、全トラフィックに対する IX におけるトラフィックの割合が減少していて、IX トラフィックだけでは全体の傾向を把握することが難しくなっている。
- 国際トラフィックの伸び率が高く、特に 2006 年以降の流入量が伸びている。これは、海外のコンテンツ事業者や CDN 事業者が提供する人気コンテンツのトラフィック量が増えているためである。

6 国内総トラフィックの推計

ここでは、協力 ISP から得られた数字をもとに、国内総トラフィックを推計する試みを行う。2010 年までは、IX におけるトラフィック量に対する協力 ISP のシェアをもとに総トラフィックを推計していた。

つまり、協力 ISP の B1 OUT と IX 側で測定した総流入量との比率を取ると、IX トラフィック量における協力 ISP のシェアが得られる。そこで、他のトラフィック項目においても協力 ISP のシェアが同じだと仮定して、各項目の値をこのシェアの値で割ることで、国内総トラフィック量を推計できる。例えば、2010 年 11 月の A1 OUT は 593.0Gbps なので、協力 ISP の IX シェア 0.347 で割ると、A1 OUT の国内総トラフィックは、1709Gbps と計算できる。A2 は、先述のように ISP3 社からしか提供されていないが、この 3 社の IX におけるシェアから同様に国内総トラフィック量を計算できる。

しかし、2008 年まで 42%程度で安定していた IX トラフィックシェアが、2009 年から減少に転じた。これは、前述のように国内全体で、IX 経由のパブリックピアリングから、IX を経由しないプライベートピアリングやトランジットへの移行が進んでいることや、従来は大手 ISP のトランジットに依存していたコンテンツ事業者が、自身でネットワーク運用をして ISP とピアリングをするようになってきた影響だと思われる。その結果、IX トラフィックシェアが、ブロードバンドトラフィックシェアを反映しなくなってきて、総量を過剰に推計してしまう問題が出てきた。

そこで、A1 の総量に関しては、2011 年から協力 ISP6 社のブロードバンド契約数のシェアを使って A1 の総量を推計する方法に変更した。A2 に関しては、ブロードバンド契約数とは関係しないため、従来通りの IX トラフィックシェアをベースにした値を用いている。

推計したカスタマートラフィック (A1 および A2) の国内総量の数値データを表 2 に、そのグラフを図 7 に示す。図 7 の左図はカスタマートラフィックの総量推計値の推移値を契約数ベースの推計値と従来の IX トラフィックシェアベースの推計値で比較している。図から分かるように、契約数シェアをもとにした推計方法の変更によって、特に 2009 年以降の推計値が小さくなっているが、協力 ISP での集計値により近い推移を示すようになった。A2 の総量の推計値に関しては、2011 年から IX が 2 社増えた影響で、協力 ISP3 社の IX トラフィックシェアが減少し、結果として推計総量が増えていると思われる。

表 2: カスタマートラフィック国内総量の推計値

		6 ISP 契約数シェア			A1 総量推計値			旧手法 A1 総量推計値			3 ISP IX シェア			A2 総量推計値		
					in out			in out						in out		
2004	9 月	51.8%	189G	216G	41.5%	236G	269G	14.9%	94G	91G						
	10 月	51.8%	209G	239G	41.9%	259G	298G	15.2%	99G	98G						
	11 月	51.7%	224G	257G	41.6%	279G	320G	14.0%	116G	111G						
2005	5 月	51.9%	259G	344G	42.0%	320G	425G	14.9%	159G	160G						
	11 月	49.7%	295G	391G	41.4%	354G	469G	15.9%	227G	187G						
2006	5 月	49.3%	351G	459G	43.1%	401G	525G	16.7%	257G	229G						
	11 月	48.9%	398G	540G	41.5%	469G	637G	16.1%	315G	290G						
2007	5 月	48.6%	447G	630G	42.4%	513G	722G	17.5%	422G	330G						
	11 月	48.0%	494G	708G	41.8%	568G	813G	16.6%	515G	381G						
2008	5 月	46.9%	574G	799G	42.6%	632G	880G	17.9%	598G	475G						
	11 月	46.1%	655G	939G	43.8%	690G	988G	18.7%	655G	474G						
2009	5 月	45.5%	768G	1101G	40.6%	861G	1234G	17.4%	887G	698G						
	11 月	44.7%	836G	1207G	39.6%	943G	1363G	17.6%	963G	725G						
2010	5 月	43.4%	742G	1236G	36.9%	872G	1454G	16.9%	1058G	776G						
	11 月	43.5%	715G	1363G	34.7%	897G	1709G	17.0%	1118G	868G						
2011	5 月	43.7%	692G	1515G	28.6%	1058G	2315G	13.8%	1405G	1264G						
	11 月	43.9%	669G	1696G	26.4%	1112G	2820G	12.8%	1734G	1621G						

7 まとめ

ブロードバンドトラフィックは、利用者のダウンロードが増加を続けているのに対し、アップロードは減少傾向にある。これは、ビデオコンテンツ等の利用が P2P ファイル共有からウェブサービスへ移行していることが原因だと推測できる。しかし、過去にもブロードバンドへの移行や P2P ファイル交換の出

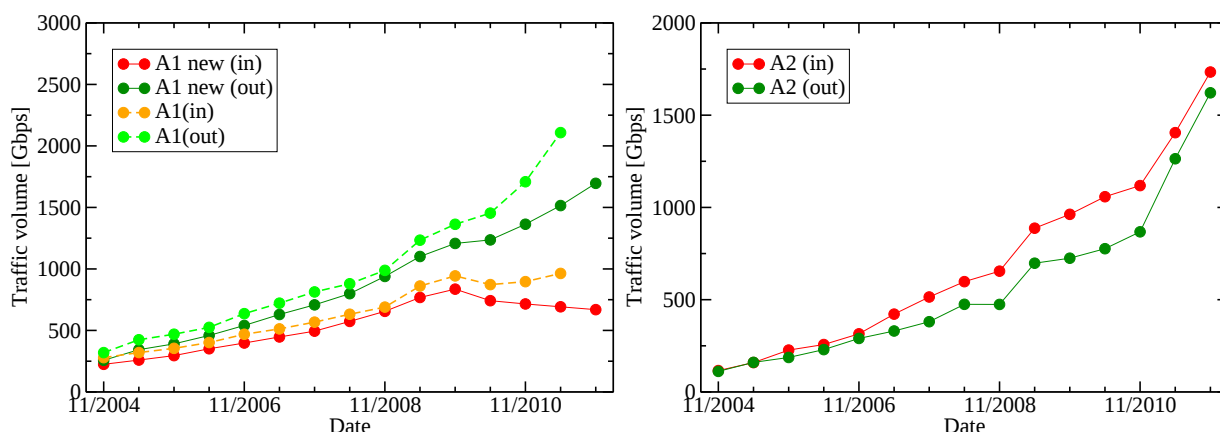


図 7: A1(左) および A2(右) の総量推計値の推移: なお、左図中の new は契約数ベースの A1 の総量推計値。

現で大きくトラフィック傾向が変わった事を考えると将来の予測は難しく、地道な計測活動の継続が必要である。²

参考文献

- [1] Kenjiro Cho, Kensuke Fukuda, Hiroshi Esaki and Akira Kato. The Impact and Implications of the Growth in Residential User-to-User Traffic. ACM SIGCOMM 2006, pp207–218. Pisa, Italy. September 2006.
- [2] Kenjiro Cho, Kensuke Fukuda, Hiroshi Esaki and Akira Kato. Observing Slow Crustal Movement in Residential User Traffic. ACM CoNEXT2008. Madrid, Spain. December 2008.
- [3] 長 健二郎. ブロードバンドトラフィックレポート: P2P ファイル共有から Web サービスヘシフト傾向にあるトラフィック. Internet Infrastructure Review. vol.8. pp25-30. August 2010.
- [4] 長 健二郎. ブロードバンドトラフィックレポート: マクロレベルな視点で見た、震災によるトラフィックへの影響. Internet Infrastructure Review. vol.12. pp25-30. August 2011.
- [5] Craig Labovitz, Scott Iekel-Johnson, Danny McPherson, Jon Oberheide, and Farnam Jahanian. Internet Inter-Domain Traffic. ACM SIGCOMM2010, New Delhi, India. August, 2010.

²すべての資料の出所 総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計・試算」