

## この1年でトラフィック量は着実に増加、HTTPSの利用が拡大

この1年間のブロードバンドトラフィックを見ると、ダウンロード量は27%、アップロード量も13%増加して、着実にトラフィック量が増えています。

また、トラフィックのほとんどを占めるようになったWebトラフィックにおいては、プライバシー保護の意識の高まりからHTTPSを利用する傾向にあり、今後もこの割合が増えて行くと予想します。

### 2.1 概要

本レポートでは、毎年、IJJが運用しているブロードバンド接続サービスのトラフィックを分析して、その結果を報告しています<sup>\*1\*2\*3\*4\*5</sup>。今回も、利用者の1日のトラフィック量やポート別使用量などを基に、この1年間のトラフィック傾向の変化を報告します。

図-1は、IJJのブロードバンドサービス全体の過去7年間の月平均トラフィックについて、最大値を1として正規化して示したグラフです。2010年1月のトラフィック減少は、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の影響だと考えられています。それ以降、ダウンロード量(OUT)が増えている一方で、アップロード量(IN)は横ばいとなっていて、P2Pファイル共有のトラフィック割合が減っていることが窺えます。2012年10月には、違法ダウンロードの刑事罰化を含む改正著作権法が施行され、その前後でトラフィックの増減が観測されまし

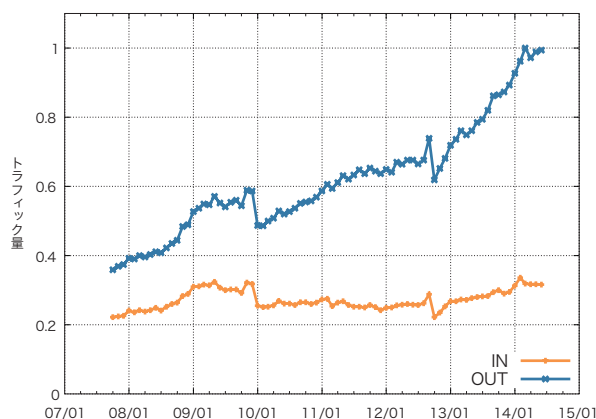


図-1 過去7年間のブロードバンドトラフィック量の推移

た。それ以降、ダウンロード量は以前にも増して伸びていて、アップロード量も僅かながら増加傾向にあります。この1年のトラフィック量は、INは13%の増加、OUTは27%の増加となっています。

### 2.2 データについて

今回も前回までと同様に、個人及び法人向けのブロードバンド接続サービスについて、ファイバーとDSLによるブロードバンド顧客を収容するルータでSampled NetFlowにより収集した調査データを利用しています。ブロードバンドトラフィックは平日と休日では傾向が異なるため、1週間分のトラフィックを解析しています。今回は、2014年5月26日～6月1日の1週間分のデータを、前回解析した2013年6月3日～9日の1週間分と比較します。

各利用者の使用量は、利用者に割り当てられたIPアドレスと、観測されたIPアドレスを照合して求めています。また、NetFlowではパケットをサンプリングして統計情報を取得しています。サンプリングレートは、ルータの性能や負荷を考慮して、1/8192に設定されています。観測された使用量に、サンプリングレートの逆数を掛けることで全体の使用量を推定しています。サンプリングによって、使用量の少ない利用者のデータには少し誤差がでますが、ある程度以上使用量のある利用者に対しては統計的に意味のある数字が得られます。

IJJの提供するブロードバンドサービスにはファイバー接続とDSL接続がありますが、今ではファイバー接続の利用がほとんどとなっていて、2014年には観測されたユーザ数

\*1 長健二郎。ブロードバンドトラフィックレポート：違法ダウンロード刑事罰化の影響は限定的。Internet Infrastructure Review. vol.20. pp32-37. August 2013.  
 \*2 長健二郎。ブロードバンドトラフィックレポート：この1年間のトラフィック傾向について。Internet Infrastructure Review. vol.16. pp33-37. August 2012.  
 \*3 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.  
 \*4 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サービスへシフト傾向にあるトラフィック。Internet Infrastructure Review. vol.8. pp25-30. August 2010.  
 \*5 長健二郎。ブロードバンドトラフィック：増大する一般ユーザのトラフィック。Internet Infrastructure Review. vol.4. pp18-23. August 2009.

の95%はファイバー利用者で、トラフィック量全体の97%を占めています。

なお、本レポート中のトラフィックのIN/OUTはISPから見た方向を表し、INは利用者からのアップロード、OUTは利用者へのダウンロードとなります。

## 2.3 利用者の1日の使用量

まずは、ブロードバンド利用者の1日の利用量をいくつかの切口から見ていきます。ここでの1日の利用量は各利用者の1週間分のデータの1日平均です。

図-2は、利用者の1日の平均利用量の分布(確率密度関数)を示します。アップロード(IN)とダウンロード(OUT)に分け、利用者のトラフィック量をX軸に、その出現確率をY軸に示して、2013年と2014年を比較しています。X軸はログスケールで、10KB( $10^4$ )から100GB( $10^{11}$ )の範囲を示しています。一部の利用者はグラフの範囲外にありますが、概ね100GB( $10^{11}$ )までの範囲に分布しています。

INとOUTの各分布は、片対数グラフ上で正規分布となる、対数正規分布に近い形をしています。これはリニアなグラフで見ると、左端近くにピークがあり右へなだらかに減少するいわゆるロングテールな分布です。OUTの分布はINの分布より右にずれていて、ダウンロード量がアップロード量より、ひと桁以上大きくなっています。2013年と

2014年で比較すると、INとOUT共に分布の山が右に少し移動していて、利用者全体のトラフィック量が増えていることが分かります。昨年の2012年と2013年の比較より移動量が増えていて、トラフィック量の増加率が大きくなっています。

OUTの分布を見ると、分布のピークはここ数年間で着実に右に移動していますが、右端のヘビーユーザの使用量はあまり増えていないので、分布の対称性が崩れてきています。一方で、INの分布は右側の裾が広がっています。以前は、ここによりはっきりした山がINとOUT両方にあり、IN/OUT量が対称なヘビーユーザを示していました。そこで便宜上、大多数のIN/OUT非対称な分布を「クライアント型利用者」、右側の小数のIN/OUT対称なヘビーユーザの分布を「ピア型利用者」と呼んできました。今回もその慣習に従います。ここ数年で、ピア型利用者の山は小さくなりほとんど識別できなくなりました。これは、ヘビーユーザの割合が減少していることを示しています。グラフ左側に少しヒゲが出ていますが、これはサンプリングレートの影響によるノイズで、1パケットのみ観測された場合の最小パケットサイズ及び最大パケットサイズに相当しています。

表-1は、平均値と、分布の山の頂点にある最頻出値の推移を示します。分布の最頻出値を2013年と2014年で比較すると、INでは18MBから28MBに、OUTでは355MBから447MBに増えていて、各利用者のトラフィック量が、特にダウンロード側で増えていることが分かります。一方、平均値はグラフ右側のヘビーユーザの使用量に引っ張ら

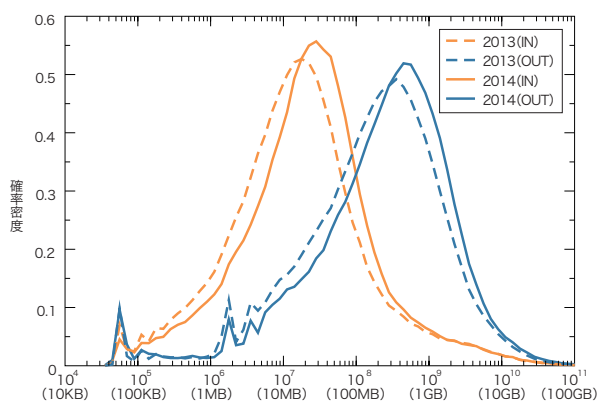


図-2 利用者の1日のトラフィック量分布  
2013年と2014年の比較

年	IN (MB/day)		OUT (MB/day)	
	平均値	最頻出値	平均値	最頻出値
2005	430	3.5	447	32
2007	433	4	712	66
2008	483	5	797	94
2009	556	6	971	114
2010	469	7	910	145
2011	432	8.5	1,001	223
2012	410	14	1,026	282
2013	397	18	1,038	355
2014	437	28	1,287	447

表-1 利用者の1日のトラフィック量の平均値と最頻出値の推移

れるので、2014年には、INの平均は437MB、OUTの平均は1,287MBと、最頻出値よりかなり大きな値になります。2013年には、それぞれ397MBと1,038MBでした。2010年以降減少していたINが増加に転じて、P2Pファイル共有からWebサービスへの移行が一段落したように思われます。

図-3は、利用者ごとのIN/OUT使用量から5,000人をランダムに抽出してプロットしています。X軸はOUT(ダウンロード量)、Y軸はIN(アップロード量)で、共にログスケールです。利用者のIN/OUTが同量であれば対角線上にプロットされます。

対角線の下側に対角線に沿って広がるクラスタは、ダウンロード量がひと桁多いクライアント型の一般ユーザです。以前は、右上の対角線上あたりを中心に薄く広がるピア型のヘビーユーザのクラスタがはっきり分りましたが、今

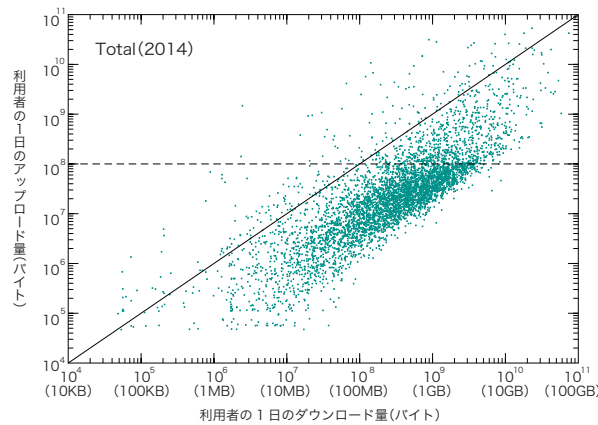


図-3 利用者ごとのIN/OUT使用量

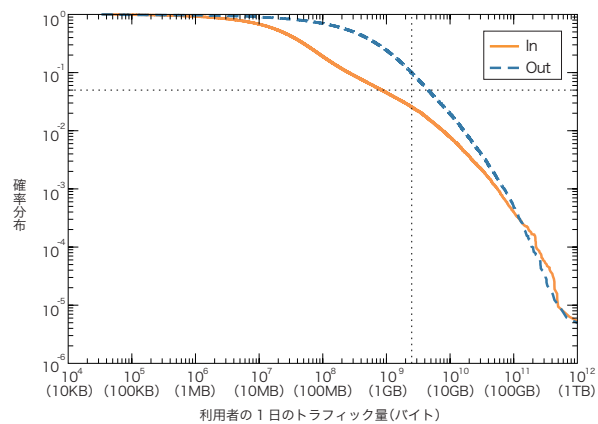


図-4 利用者の1日のトラフィック量の相補累積度分布

では識別ができなくなっています。便宜上、クライアント型とピア型に分けましたが、実際には、クライアント型の一般ユーザでもSkypeなどのピア型のアプリケーションを利用し、また一方のピア型のヘビーユーザもWebなどのダウンロード型のアプリケーションを利用しているので、その境界はあいまいです。つまり、多くの利用者は両タイプのアプリケーションを異なる割合で使用しています。また、各利用者の使用量やIN/OUT比率にも大きなバラツキがあり、多様な利用形態が存在することが窺えます。ここでは、2013年と比較しても、ほとんど違いは確認できません。

図-4は、利用者の1日のトラフィック量を相補累積度分布にしたものです。これは、使用量がX軸の値より多い利用者の、全体に対する割合をY軸に、ログ・ログスケールで示したもので、ヘビーユーザの分布を見るのに有効です。グラフの右側が直線的に下がっていて、ベキ分布に近いロングテールな分布であることがわかります。いずれにせよ、ヘビーユーザは統計的に分布していて、決して一部の特殊な利用者ではないと言えます。

図-5は、利用者間のトラフィック使用量の偏りを示します。使用量上位X%の利用者が、全体トラフィック量のY%を占めることを表します。使用量には大きな偏りがあり、結果として全体は一部利用者のトラフィックで占められています。例えば、上位10%の利用者がOUTの68%、INの93%を占めています。更に、上位1%の利用者がOUTの30%、INの65%を占めています。ここ数年のヘビーユーザ割合の減少に伴い、僅かながら偏りは減ってきています。

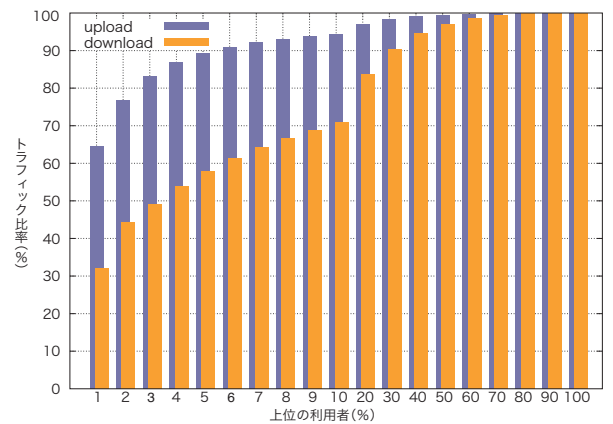


図-5 利用者間のトラフィック使用量の偏り

## 2.4 ポート別使用量概要

次に、トラフィックの内訳をポート別の使用量から見ていきます。最近では、ポート番号からアプリケーションを特定することは困難です。P2P系アプリケーションには、双方が動的ポートを使うものが多く、また、多くのクライアント・サーバ型アプリケーションが、ファイアーウォールを回避するため、HTTPが使う80番ポートを利用します。大雑把に分けると、双方が1024番以上の動的ポートを使っていればP2P系のアプリケーションの可能性が高く、片方が1024番未満のいわゆるウェルノウンポートを使っていれば、クライアント・サーバ型のアプリケーションの可能性が高いと言えます。そこで、TCPとUDPで、ソースとデスティネーションのポート番号の小さい方を取り、ポート番号別の使用量を見てみます。

また、全体トラフィックは、ピア型のヘビーユーザのトラフィックに支配されているので、クライアント型の一般利用者の動向を見るために、少し荒っぽいですが、1日のアップロード量が100MB未満のユーザを抜き出して、こ

れをクライアント型利用者としてします。これは、図-3では、IN=100MBにある水平線の下側の利用者にあたります。

図-6はポート使用の概要を、全体とクライアント型利用者について、2013年と2014年で比較したものです。また、表-2にその詳細を数値で示します。

2014年の全体トラフィックの80%はTCPです。HTTPの80番ポートの割合が、2013年の43%から45%に僅かに増えているのに加えて、HTTPSの443番ポートの割合も、4%から9%に増えています。減少傾向のTCPの動的ポートは、2013年の30%から2014年には24%にまで減りました。動的ポートでの個別のポート番号の割合は僅かで、Flash Playerが利用する1935番が最大で総量の約2%ありますが、後は0.5%未満となっています。TCP以外のトラフィックのほとんどはVPN関連です。

一方、クライアント型利用者に限ると、2013年には82%を占めていた80番ポートが、2014年には75%にと初めて減少に転じました。その代わりに、2番目に多いHTTPSの

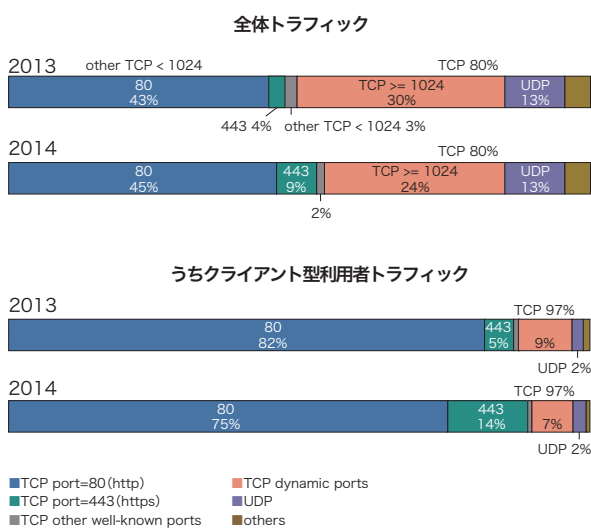


図-6 ポート別使用量概要

protocol port	2013		2014	
	total (%)	client type	total (%)	client type
<b>TCP</b>	<b>79.79</b>	<b>96.91</b>	<b>80.15</b>	<b>97.38</b>
< 1024	49.57	88.15	56.33	90.08
80 (http)	43.44	81.61	44.87	74.81
443 (https)	3.90	4.80	9.25	13.78
554 (rtsp)	0.51	0.58	0.36	0.25
22 (ssh)	0.24	0.04	0.31	0.03
(>= 1024)	30.22	8.76	23.82	7.30
1935 (rtmp)	2.39	3.60	2.48	4.00
8080	0.34	0.19	0.40	0.17
7144 (peerchat)	0.40	0.04	0.32	0.02
<b>UDP</b>	<b>13.21</b>	<b>2.12</b>	<b>12.51</b>	<b>1.81</b>
<b>ESP</b>	<b>6.54</b>	<b>0.88</b>	<b>6.86</b>	<b>0.74</b>
<b>IP-ENCAP</b>	<b>0.13</b>	<b>0.00</b>	<b>0.24</b>	<b>0.00</b>
<b>GRE</b>	<b>0.20</b>	<b>0.06</b>	<b>0.20</b>	<b>0.04</b>
<b>ICMP</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>
<b>IPv6</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>
<b>L2TP</b>	<b>0.09</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

表-2 ポート別使用量詳細

443番ポートが、2013年の5%から14%に増えています。また、動的ポートの割合は、9%から7%に減少しています。

HTTPSの利用拡大については、2013年6月に米国家安全保障局(NSA)の通信傍受プログラムの存在が問題になって以降、暗号化通信を行うHTTPSを常時使用するサービスが増えてきているためです。2014年のHTTPSを利用するトラフィック量について事業者別内訳を調べると、その59%(クライアント型利用者に限れば67%)はGoogle社関連で、同社の積極的なHTTPS採用の取り組みが窺えます。他にも、Akamai、Amazon、Facebook、Microsoft、Twitterなどが続いている、今後もHTTPSの利用が拡大すると思われます。

図-7は、全体トラフィックにおけるTCPポート利用の週間推移を、2013年と2014年で比較したものです。ここでは、

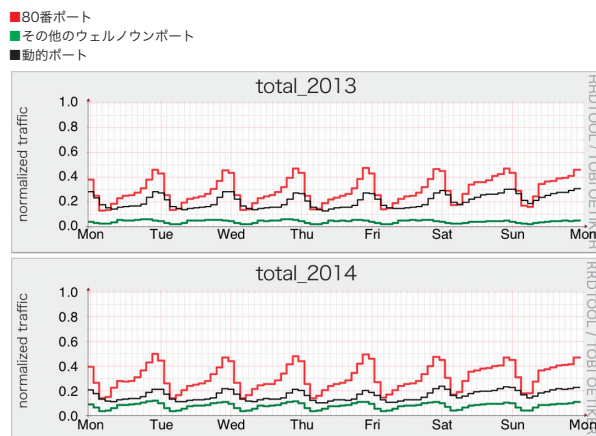


図-7 TCPポート利用の週間推移  
2013年(上)と2014年(下)

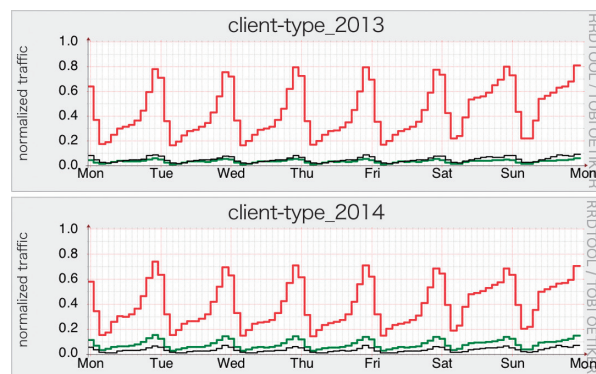


図-8 クライアント型利用者のTCPポート利用の週間推移  
2013年(上)と2014年(下)

TCPのポート利用を80番、その他のウェルノウンポート、動的ポートの3つに分けてそれぞれの推移を示しており、ピーク時の総トラフィック量を1として正規化して表しています。2013年と比較すると、全体でも80番ポートの割合が更に増え、動的ポートの利用が減少している傾向が確認できます。全体のピークは21時~1時、土日には昼間のトラフィックが増加していて、家庭での利用時間を反映しています。

図-8と図-9は、同様にTCPポート利用の週間推移について、クライアント型利用者とピア型利用者に分けて、それぞれ2013年と2014年を比較しています。クライアント型利用者では、ほとんどが80番ポートですが、HTTPSを含むその他のウェルノウンポートが増えています。ピーク時間は21時~23時です。また、ピア型利用者においても、今回初めて80番ポートの割合が動的ポートの割合を上回りました。

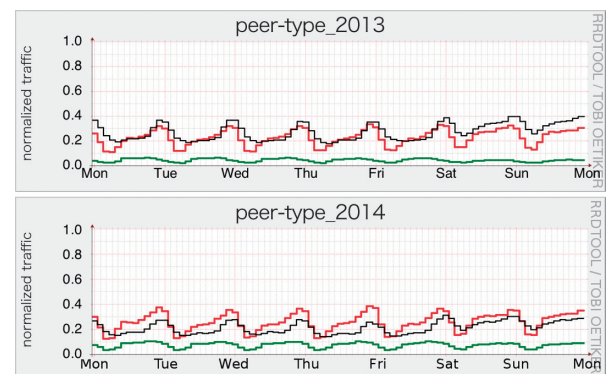


図-9 ピア型利用者のTCPポート利用の週間推移  
2013年(上)と2014年(下)

## 2.5 まとめ

これまで見てきたように、この1年間のブロードバンドトラフィックは、全体のトレンドには大きな変化はなかったと言えます。全体として、ダウンロード量は27%、アップロード量も13%増加して、着実にトラフィック量が増えてきています。

また、トラフィックのほとんどを占めるようになったWebトラフィックにおいて、今回はHTTPSの利用が増えてきていることが確認できました。現状ではGoogle一社が突出しているようですが、プライバシー保護の意識の高まりを受けて、他社もHTTPSを常時利用するようになってきており、今後もHTTPSの割合が増えて行くと予想します。

さて、いよいよ2014年7月からNTT東日本でも1Gbpsのブロードバンドサービスが始まりました。これまでは、NTT西日本が2010年から1Gbpsサービスを提供しています。いまのところ、西日本の1Gbpsサービスの利用者のトラ

フィックは、他の利用者と比べて大きくは変わらないようで、まだギガの帯域を必要としている利用者は多くはないのかも知れません。しかし、2001年に100Mbpsのファイバー接続サービスが始まった時にも同じように言われていました。ブロードバンドサービスは、ファイバー接続サービスの開始から13年経って大きな転換点を迎えていると考えられます。

プロトコルについても、現在HTTP/2が策定中で、15年ぶりに大きな改訂が予定されています。HTTP/2ではパフォーマンスの改善やネットワーク資源の有効利用など性能向上が図られています。このようなインフラとプロトコルの世代交代が進むことによって、次の世代のアプリケーションやサービスが出てくるための環境が整ってきているのです。その意味でも、今後の1Gbpsサービスの普及状況と、それに伴うトラフィック増加及びコンテンツの変化が注目されます。IJJは今後も継続的なトラフィックの観測を行い定期的にレポートをお届けしていく予定です。

執筆者:



長 健二郎 (ちょう けんじろう)

株式会社IJJ イノベーションインスティテュート 技術研究所所長。