

IIJインフラから見るインターネットの傾向 ～2019年

IIJではインターネットサービスを提供するために、国内でも有数規模のネットワーク・サーバインフラを運用しています。ここでは、IIJのインフラ運用を通じて得られた情報を元に、現在のインターネットがどのような傾向を持っているのかを検討し、報告します。

取り上げるテーマは、ネットワークの経路情報、DNS問い合わせ情報、IPv6利用状況の他、モバイル・フレッツ接続サービスにおける自然災害の影響についても述べます。また、IIJのトラフィックの大部分を支えるバックボーンネットワークの歴史についても併せて紹介します。

Theme 01

BGP・経路数

最初にIIJ網から他組織に広報している「IPv4 フルルート」の情報を確認します(表-1)。今回は「IPv4 フルルート」に含まれるunique IPv4アドレス数の情報も追加しました(表-2)。なおこの1年の間にAPNIC (及びJPNIC)ではIPv4アドレス割り振りサイズの上限が/23 (512アドレス)に縮小されています。

経路総数は昨年と比べて若干少ない増加となりましたが76万を超えました。/22-/24の3プレフィクスが経路総数に占める割合は80.1%になっています。一方でunique IPv4アドレス数は総数の1%未満ではありますが過去9年間で初めての減少となりました。RPKIによる不正経路排除の効果など一時的なものなのか、はたまた「IPv4インターネットの収縮」の始まりなのか、今後はこちらも注視したいと思います。

表-1 「IPv4 フルルート」に含まれるプレフィクス長ごとの経路数の推移

年月	/8	/9	/10	/11	/12	/13	/14	/15	/16	/17	/18	/19	/20	/21	/22	/23	/24	total
2010年9月	20	10	25	67	198	409	718	1308	11225	5389	9225	18532	23267	23380	30451	29811	170701	324736
2011年9月	19	12	27	81	233	457	794	1407	11909	5907	9885	19515	26476	26588	35515	34061	190276	363162
2012年9月	19	14	29	84	236	471	838	1526	12334	6349	10710	20927	30049	31793	42007	39517	219343	416246
2013年9月	16	11	30	93	250	480	903	1613	12748	6652	10971	22588	32202	34900	48915	42440	244822	459634
2014年9月	16	12	30	90	261	500	983	1702	13009	7013	11659	24527	35175	37560	54065	47372	268660	502634
2015年9月	18	13	36	96	261	500	999	1731	12863	7190	12317	25485	35904	38572	60900	52904	301381	551170
2016年9月	16	13	36	101	267	515	1050	1767	13106	7782	12917	25229	38459	40066	67270	58965	335884	603443
2017年9月	15	13	36	104	284	552	1047	1861	13391	7619	13385	24672	38704	41630	78779	64549	367474	654115
2018年9月	14	11	36	99	292	567	1094	1891	13325	7906	13771	25307	39408	45578	88476	72030	400488	710293
2019年9月	10	11	37	98	288	573	1142	1914	13243	7999	13730	25531	40128	47248	95983	77581	438926	764442

表-2 「IPv4 フルルート」に含まれるunique IPv4アドレス総数の推移

年月	IPv4 アドレス数
2010年9月	2,277,265,152
2011年9月	2,470,856,448
2012年9月	2,588,775,936
2013年9月	2,638,256,384
2014年9月	2,705,751,040
2015年9月	2,791,345,920
2016年9月	2,824,538,880
2017年9月	2,852,547,328
2018年9月	2,855,087,616
2019年9月	2,834,175,488

次に「IPv6 フルルート」の情報を確認します(表-3)。経路総数は昨年よりも大きな伸びを示し7万を超えました。ただし分割広報された経路が全体の過半数を占める状況は変わっておらず、割り振り/割り当てサイズとしてはあまり見ることのないプレフィクス長"/30-/31","/41-/43","/45-/47"が昨年からの増加率トップ3となっています。

最後に「IPv4/IPv6 フルルート」広報元AS (Origin AS)数を確認します(表-4)。16-bit AS番号Origin ASの減少数、32-bit onlyAS番号Origin ASの増加数、共に過去9年間で最大となりました。またIPv6経路を広報するAS ("IPv6-enabled")が全体の1/4を初めて超えました。RIPE NCCのIPv4アドレス在庫が2020年を待たずに完全に枯渇するとの予測も出ており、次回どうなるのか楽しみです。

Theme 02

DNSクエリ解析

IJでは利用者がDNSの名前解決を利用できるようフルリゾルバを提供しています。この項目では名前解決の状況を解説し、IJで2019年10月25日に行ったフルリゾルバの1日分の観測データから、主にコンシューマサービス向けに提供しているサーバのデータに基づいて分析と考察を行います。

フルリゾルバはrootと呼ばれる最上位のゾーン情報を提供する権威ネームサーバのIPアドレスを手がかりとして、そこから得られる情報に基づき権威ネームサーバをたどって必要なレコードを探します。フルリゾルバで毎回反復問い合わせを行っているとは負荷や遅延が問題となるため、得られた情報はしばらく

表-3 「IPv6 フルルート」に含まれるプレフィクス長ごとの経路数の推移

年月	/16-/28	/29	/30-/31	/32	/33-/39	/40	/41-/43	/44	/45-/47	/48	total
2010年9月	38	3	10	2023	33	2	9	4	17	436	2575
2011年9月	68	13	22	3530	406	248	45	87	95	2356	6870
2012年9月	102	45	34	4448	757	445	103	246	168	3706	10054
2013年9月	117	256	92	5249	1067	660	119	474	266	5442	13742
2014年9月	134	481	133	6025	1447	825	248	709	592	7949	18543
2015年9月	142	771	168	6846	1808	1150	386	990	648	10570	23479
2016年9月	153	1294	216	8110	3092	1445	371	1492	1006	14291	31470
2017年9月	158	1757	256	9089	3588	2117	580	1999	1983	18347	39874
2018年9月	168	2279	328	10897	4828	2940	906	4015	2270	24616	53247
2019年9月	192	2671	606	12664	6914	3870	1566	4590	4165	34224	71462

表-4 「IPv4/IPv6 フルルート」の広報元AS数の推移

AS番号	16-bit(1~64495)					32-bit only(131072~419999999)				
	IPv4+IPv6	IPv4のみ	IPv6のみ	total	(IPv6-enabled)	IPv4+IPv6	IPv4のみ	IPv6のみ	total	(IPv6-enabled)
2010年9月	2083	32399	67	34549	(6.2%)	17	478	3	498	(4.0%)
2011年9月	4258	32756	115	37129	(11.8%)	90	1278	13	1381	(7.5%)
2012年9月	5467	33434	125	39026	(14.3%)	264	2565	17	2846	(9.9%)
2013年9月	6579	34108	131	40818	(16.4%)	496	3390	28	3914	(13.4%)
2014年9月	7405	34555	128	42088	(17.9%)	868	4749	55	5672	(16.3%)
2015年9月	8228	34544	137	42909	(19.5%)	1424	6801	78	8303	(18.1%)
2016年9月	9116	33555	158	42829	(21.7%)	2406	9391	146	11943	(21.4%)
2017年9月	9603	32731	181	42515	(23.0%)	3214	12379	207	15800	(21.7%)
2018年9月	10199	31960	176	42335	(24.5%)	4379	14874	308	19561	(24.0%)
2019年9月	10642	31164	206	42012	(25.8%)	5790	17409	432	23631	(26.3%)

くキャッシュしておいて再び同じ問い合わせを受けた場合にはそのキャッシュから応答しています。最近はこの他にもブロードバンドルータやファイアウォールなど、通信経路上の機器にもDNS関連の機能が実装されており、DNS問い合わせの中継や制御ポリシーの適用に関わっている場合があります。

ISPは接続種別に応じてPPPやDHCP、RA、PCOなどの通知手段を利用してフルリゾルバのIPアドレスを利用者に伝え、利用者が名前解決用のフルリゾルバを端末で自動設定できるようにしています。ISPは複数のフルリゾルバを利用者に伝えられる他、利用者は自身でOSやWebブラウザなどの設定を変更して利用するフルリゾルバを指定、追加することもできます。端末に複数のフルリゾルバが設定されている場合、どれを利用するかは端末の実装やアプリケーションに依存するため、フルリゾルバ側では利用者が総量としてどの程度の問い合わせを行っているか分かりません。このため、フルリゾルバでは問い合わせ動向を注視しながら、常に処理能力に余裕を持たせて運用する必要があります。

IJが提供するフルリゾルバの観測データを見てみると、利用者の利用傾向を示すように時間帯によって問い合わせ量が変わり、朝4時半頃に問い合わせ元のIPアドレス当たり最小の0.05query/sec、昼12時半頃にピークを迎えて0.23query/sec程度になっています。この値は昨年とほぼ同様ですが、ピーク

値が+0.01ポイントと若干上昇しています。問い合わせ傾向を通信に使われたIPv4とIPv6のIPプロトコル別に見てみると、深夜帯は大きな違いはなくほぼ同じ傾向を示している一方、人の活動する日中や特に20時以降では顕著にIPv6でIPアドレス当たりの問い合わせが増える傾向が見えています。家庭でIPv6が利用できる環境が整備されてきていることを示唆していると考えています。また全体の問い合わせ数で見ると、IPv6による問い合わせが、問い合わせ元IP数、実際の問い合わせ数共にIPv4よりも多くなっています。IPv6による問い合わせ数は増加傾向にあり、昨年は全体の55%、今年は4ポイント以上増えて、全体の約60%がIPv6による問い合わせとなっています。

近年の特徴的な傾向として、朝方の毎正時など切りの良い時刻に一時的に問い合わせが増加しています。問い合わせ元数も同時に増えているため、利用者の端末でタスクをスケジュールしたり、目覚まし機能などで端末が起動することに伴う機械的なアクセスが増えたりといったことが原因だと推測できます。昨年は毎正時の14秒前に問い合わせが増加していましたが、今年はそれに加えて毎正時の10秒前にも問い合わせが増加しています。毎正時では増加後、緩やかに問い合わせ量が減っていくのに比べて、毎正時の14秒前と10秒前の増加ではすぐにそれまでの問い合わせ量程度に戻っています。つまり多くの端末が綺麗に同期して問い合わせを行っていることから、何かすぐに完了する軽量のタスクが実行されていると考えられます。

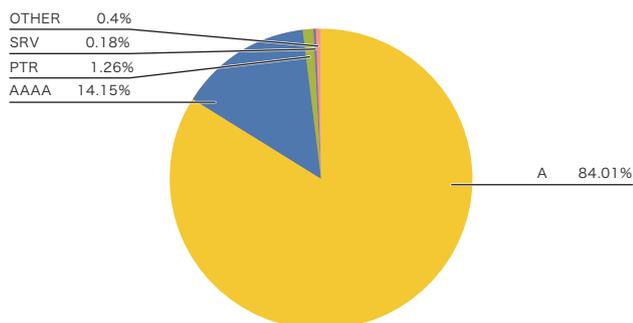


図-1 クライアントからのIPv4による問い合わせ

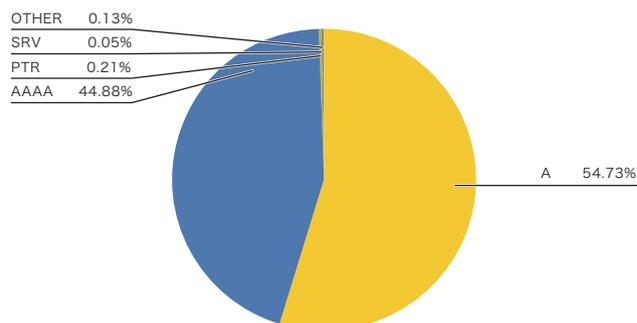


図-2 クライアントからのIPv6による問い合わせ

例えば接続確認や時刻同期など基本的なタスクを本格的なスリープ解除前に終わらせるような機構があり、これに利用されている問い合わせが影響していると予想しています。

問い合わせレコードタイプに注目すると、ホスト名に対応するIPv4アドレスを問い合わせるAレコードとIPv6アドレスを問い合わせるAAAAレコードがほとんどを占めています。AとAAAAの問い合わせ傾向は通信に利用されるIPプロトコルで違いが見られ、IPv6での問い合わせではより多くのAAAAレコード問い合わせが見られます。IPv4での問い合わせでは、全体の84%程度がAレコード問い合わせ、14%程度がAAAAレコード問い合わせです(図-1)。一方IPv6での問い合わせでは、全体の54%程度がAレコード問い合わせ、44%程度がAAAAレコード問い合わせと、AAAAレコード問い合わせの比率が高まっています(図-2)。昨年と比べると、IPv6はほぼ同様の傾向を示している一方、IPv4では3ポイント程度Aレコードの問い合わせが減り、AAAAレコードの問い合わせが3ポイント程度増加しています。

Theme 03

IPv6

ここではIJバックボーンのIPv6トラフィックの流量、流入元、主なプロトコルについて報告します。また、モバイルにおけるIPv6に関する新たな切り口として、端末OS(Apple iOS/Android)の違いによるIPv6接続状況についても解説します。

■ トラフィック

前回同様、IJのコアPOP(東京・大阪・名古屋)のバックボーンルータで計測した、IPv4トラフィックとIPv6トラフィックを図-3に示します。期間は2018年10月1日から2019年9月30日までの1年間です。

IPv4のトラフィックはこの1年で約8%増加、IPv6のトラフィックは1年で約85%増加しました。全トラフィックに占めるIPv6の割合(図-4)は、約10%となり、昨年の約6%から4ポイント増加しています。また、IPv6トラフィックの割合のピークは

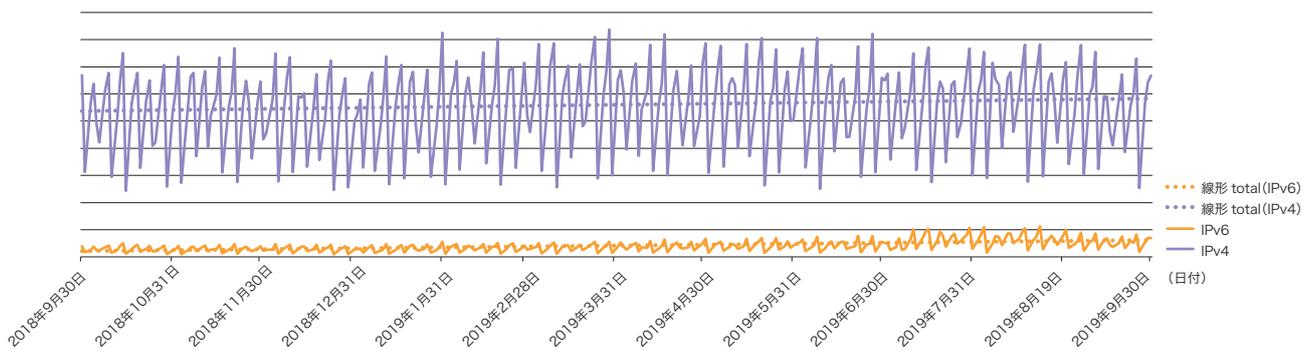


図-3 IJのコアPOP(東京・大阪・名古屋)のバックボーンルータで計測した、IPv4トラフィックとIPv6トラフィック

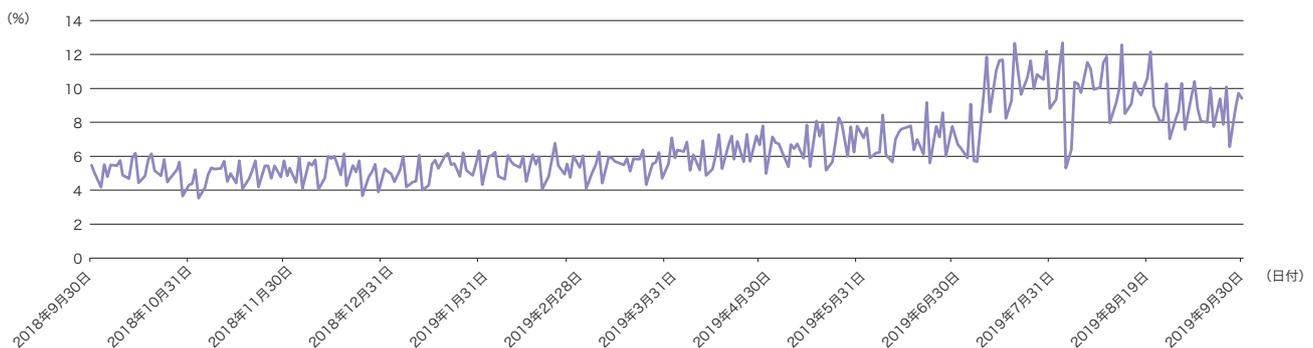


図-4 全トラフィックに占めるIPv6の割合

約12%を記録しており、IPv6トラフィックが占める割合は着実に増加しています。

図-5は同じ期間をログスケールで描画したものです。IPv4トラフィックの伸びが鈍化している中、IPv6トラフィックは着実に伸びてきているのが分かります。

■ 送信元組織(BGP AS)

次に、2018年10月から2019年9月までの1年間の、IPv6とIPv4の平均トラフィック送信元組織(BGP AS番号)の上位を図-6と図-7に示します。

やはり最上位はA社ですが、2位以下とのトラフィック量の差が更に縮小すると共に、占有率も前回比で6割程度に下がりました。これは、多くの事業者でIPv6の活用が進んでいると共に、2019年7月からIIJの関連会社で動画配信プラット

フォームの提供を行うJOCDNのプラットフォームを利用している動画配信サービスでIPv6が有効化されたことで、IIJのIPv6トラフィックが増加したためと思われます。

■ 利用プロトコル

IPv6トラフィックのProtocol番号(Next-Header)と送信元ポート番号で解析したグラフを図-8に、IPv4トラフィックのProtocol番号と送信元ポート番号のグラフを図-9に示します(2019年9月30日からの1週間)。

IPv6において、前回3位だったTCP80(HTTP)が2位になり、UDP443(QUIC)が3位になりました。これは、IPv4と同じ並びになったということで、IPv6の使われ方がIPv4同様の傾向になってきた、あるいは一般的になったといっても良いでしょう。

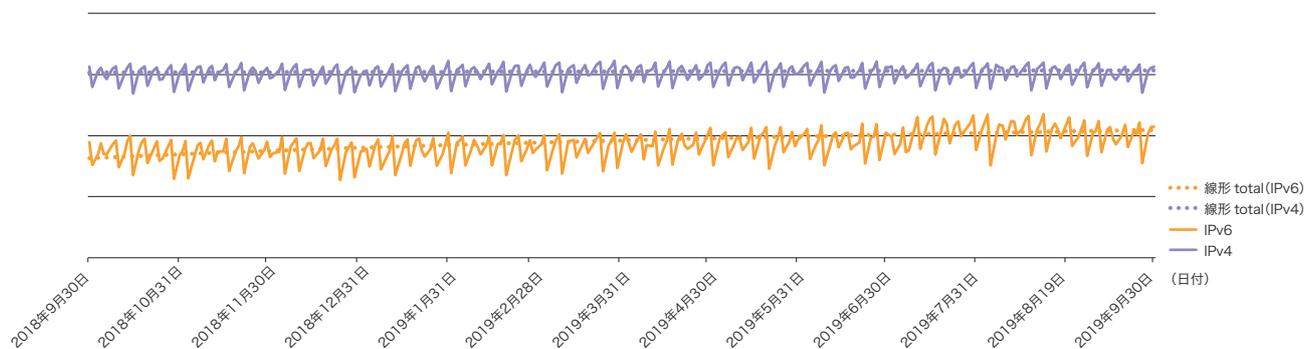


図-5 IIJのコアPOP(東京・大阪・名古屋)のバックボーンルータで計測した、IPv4トラフィックとIPv6トラフィック(ログスケール)

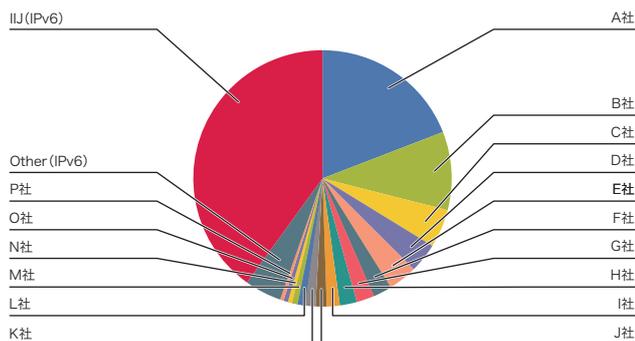


図-6 2018年10月から2019年9月までの1年間の平均IPv6トラフィック送信元組織(BGPのAS番号)の上位

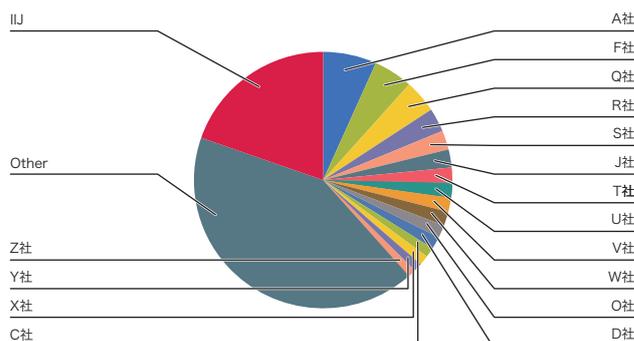


図-7 2018年10月から2019年9月までの1年間の平均IPv4トラフィック送信元組織(BGPのAS番号)の上位

なお、前回はランキング外だったUDP4500が5位に入っています。IPv6ではNATは基本的に使われないはずですが、NATトラバーサルIPSec用として一般的に使われているUDP4500が上位に入っていることは興味深いところです。

■ モバイル端末OSの違いによるIPv6接続状況について

前回、「Apple iOSのバージョン11から、IPv6接続がデフォルトで有効化されたので、モバイルのIPv6トラフィックが増加した」ということを報告しました。

今回はモバイル端末のIMEI (International Mobile Equipment Identity) を解析し、OS種別(iOSかAndroidか)とIPv6接続しているかどうか(IPv6アドレスが割当てられているかどうか)を分析してみました。

解析対象は個人向けモバイルサービス(IJmioモバイルサービス)の約107万回線(2019年6月末時点の契約回線数)で、2019年10月の平日のとある日に接続中だったものです(MVNEとしての回線や法人契約回線は含みません)。

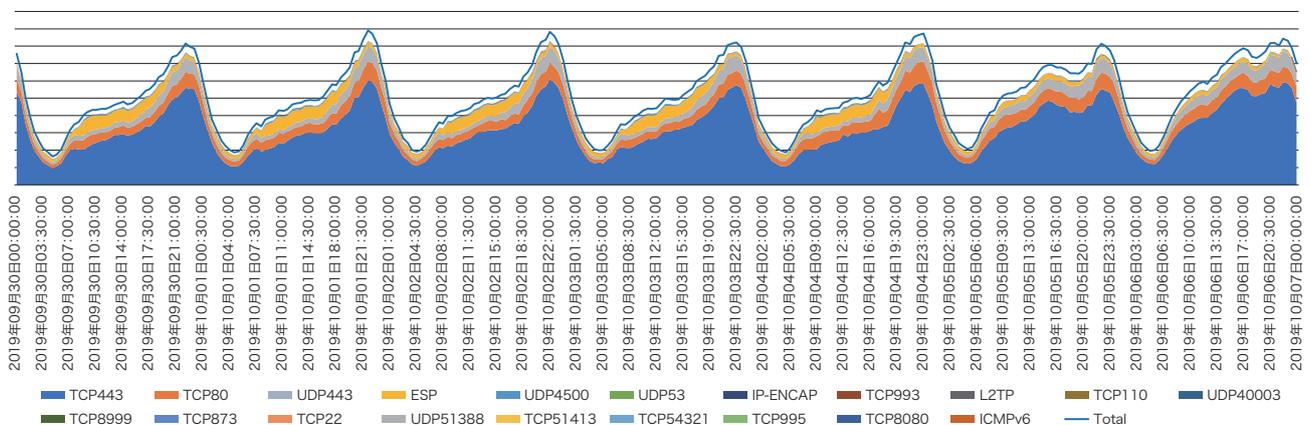


図-8 IPv6トラフィックのProtocol番号 (Next-Header) と送信元ポート番号で解析したグラフ

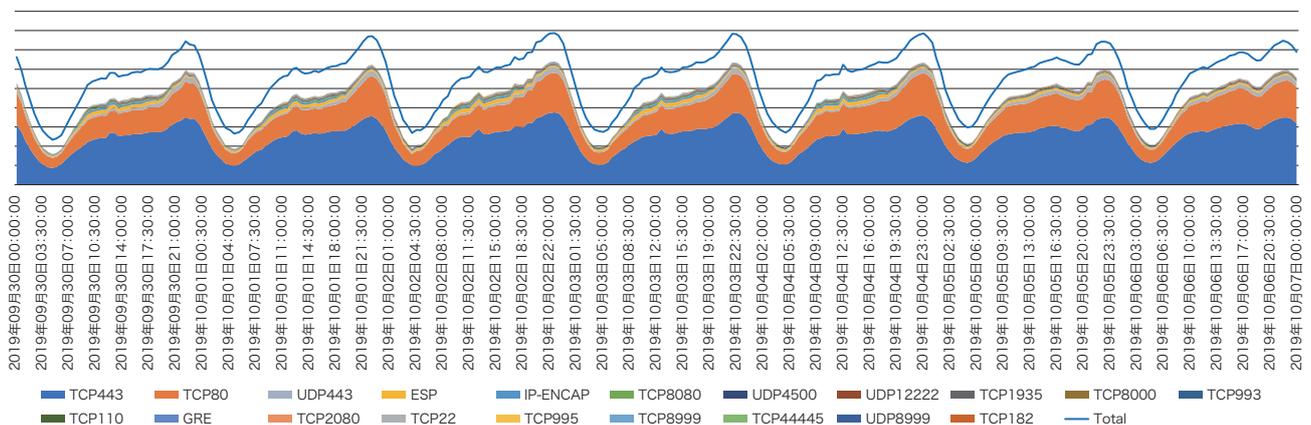


図-9 IPv4トラフィックのProtocol番号と送信元ポート番号で解析したグラフ

まず、IPv6が有効化されている接続の割合ですが、図-10のとおり、有効48%、無効52%とほぼ半々となっています。接続数はほぼ半々ですが、トラフィックについては、IPv4が約8割、IPv6は2割程度になっています。

まず、IPv6が有効になっている端末のOSを調べてみます。図-11のとおり、8割以上がApple iOSで、Androidは14%でした。次に、IPv6が無効になっている端末のOSを見てみます。図-12のとおり、先程と逆転し、Androidが82%、iOSが8%でした。

Androidは、AppleがIPv6を有効化したiOSバージョン11よりもだいぶ早く、2014年のAndroid5のリリースからIPv6をサポートしているはずですが、端末メーカーやMNOのポリシーによって、デフォルトではIPv6が無効化されているものが多く、Apple 1社でコントロールしているiOSと比べると、IPv6の接続という観点ではだいぶ差がついてしまったようです。

とはいえ、Apple iOSでもIPv6が無効となっている端末はあり、iOS全体の9.21%でした。推測ですが、iOS 11以降がサポー

トされない古い機種だと思われます。そして、AndroidでIPv6が有効なものAndroid全体の14.08%で、最近のSIMロックフリー端末では、IPv6が有効化されたものが多いように見受けられます。

■ まとめ

IPv6のトラフィック量、利用プロトコル、そしてモバイル端末OS別のIPv6接続数について見てきました。IPv4トラフィックの伸びが鈍化する中、IPv6トラフィックは前回同様の伸びを示しており、IPv6の利用が更に進んでいることが分かりました。最近発売される家庭用Wi-Fiルータの多くはIPv6 IPoE対応を謳っていますし、動画配信サービスにおいてもIPv6の有効化の動きがありますので、今後更にIPv6トラフィックは増えていくのではないかと思います。

モバイルサービスにおいては、IPv6が有効となっている接続が半数近くあり、想像以上にIPv6が有効になっていました。トラフィックはまだまだ全体の2割程度ですので、今後サービス側のさらなるIPv6対応を期待したいと思います。

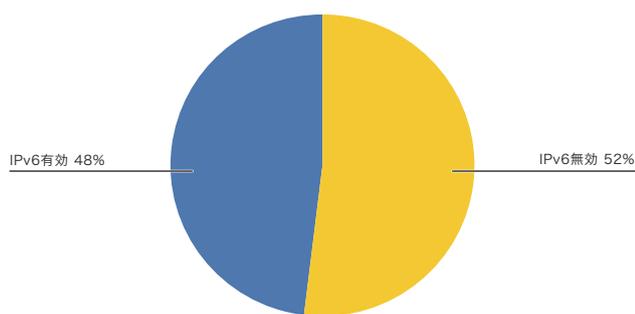


図-10 IPv6が有効化されている接続の割合

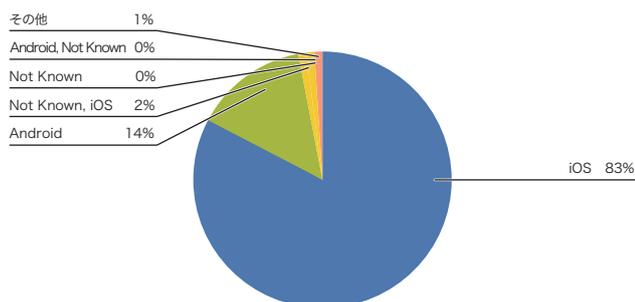


図-11 IPv6が有効になっている端末のOS

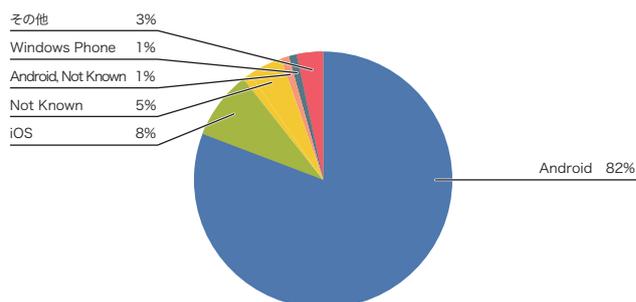


図-12 IPv6が無効になっている端末のOS

Theme 04

モバイル・フレッツと自然災害

本来であればフレッツ及びモバイルの定点観測として傾向の変化を報告するところですが、本レポートのVol.44 (<https://www.iiij.ad.jp/dev/report/iir/044/01.html>)の「1. 定期観測レポート」でほぼ同様の内容が報告されていますので、ここでは自然災害が及ぼす影響について考察します。

2019年は自然災害が多く発生した年でした。特に、先日の令和元年台風第19号(以下、台風19号)の際は各地で甚大な被害が発生しました。IIJのバックボーンでも東京-大阪間を接続する基幹回線が複数本、長期間に渡り切断されました。経由する長野県で道路が流され、埋設されていた光ファイバーが物理的に破損

したことによるものです。破損した区間が長く、復旧には数週間を要しました。幸い、IIJのバックボーンではこのような災害などによる障害を想定してネットワークを設計しており、東京-大阪間においては太平洋側、日本海側、内陸にルート分散しているため、ユーザの通信に実影響が及ぶことはありませんでした。

一方、モバイル及びフレッツといったユーザの利用に直結するアクセスサービスでは台風19号の影響が如実に見られました。それについてデータを見ながら考察します。なお、ここでのフレッツはPPPoEのみを指すものとします。

図-13から図-24は、台風19号が本州を通過した2019年10月12日前後及び対比のため1週間前の2019年10月5日前後の接続数とトラフィック量(アップロードとダウンロードの合計)の

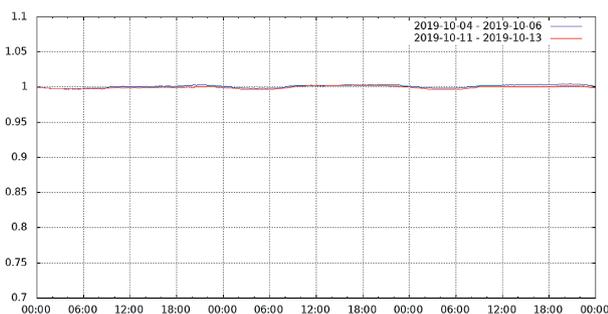


図-13 フレッツ大阪エリアの接続数

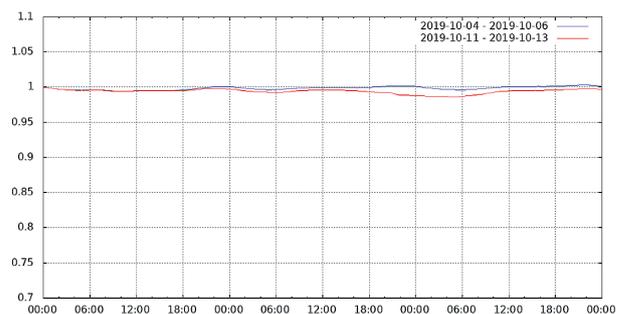


図-15 フレッツ東京エリアの接続数

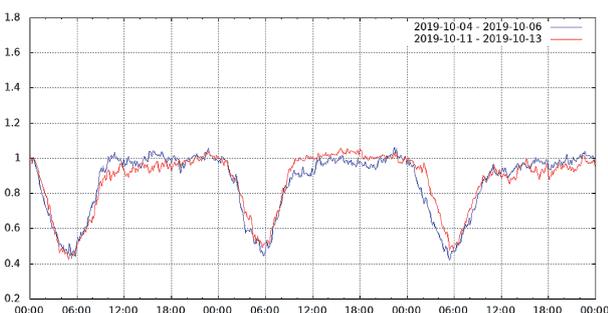


図-14 フレッツ大阪エリアのトラフィック量

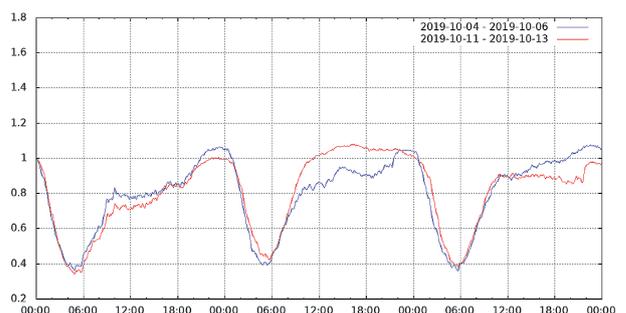


図-16 フレッツ東京エリアのトラフィック量

推移を表したグラフです。いずれも、金曜日(2019年10月4日、2019年10月11日)00:00の値を1として正規化しています。

まずは接続数に着目してみます。現在、フレッツの利用者の多くはブロードバンドルータやホームゲートウェイを介した常時接続のため、通常は1日を通じて接続数の変化はほとんどありません。実際、台風19号の影響がほとんどなかったフレッツ大阪エリアでは、期間中の接続数の変化はごくわずかでした。

しかし、影響の大きかったフレッツ千葉、福島、宮城エリアでは2019年10月12日から2019年10月13日にかけて接続数の低下が見られます。特にフレッツ千葉エリアでは大幅に低下しています。これらの地域では停電が多く発生しており、各家庭にあるブロードバンドルータやホームゲートウェイが停電により停止したことによるものと考えられます。一方、モバイルについてはMVNO設備の特性上、端末がどこに在圏しているかを把握することができないため全国での集計となりますが、2019年10

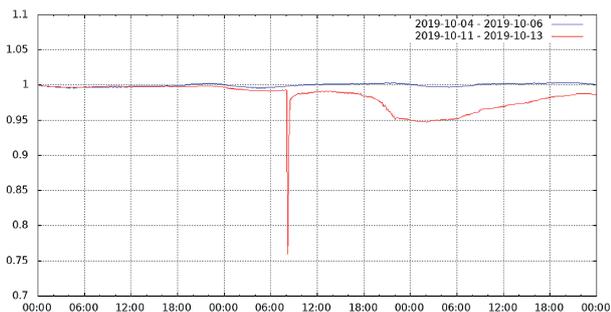


図-17 フレッツ千葉エリアの接続数

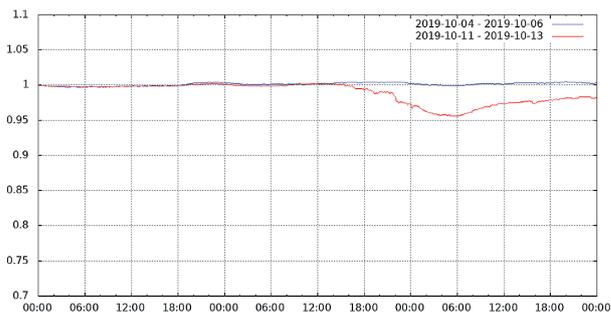


図-19 フレッツ福島エリアの接続数

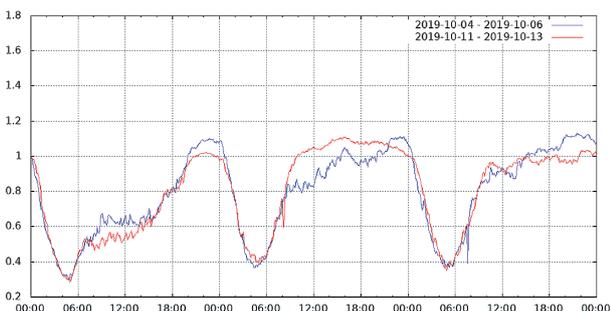


図-18 フレッツ千葉エリアのトラフィック量

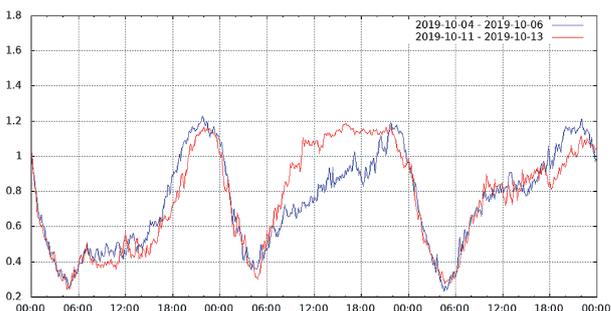


図-20 フレッツ福島エリアのトラフィック量

月12日から2019年10月13日にかけて接続数の低下が見られます。MNOの設備にも被害が及んだ影響、もしくは外出を控えてモバイルを利用しなかったことによる影響と考えられます。

次にトラフィック量について見てみます。トラフィック量は東京以北の各フレッツエリアで2019年10月12日の日中に増加し、逆にモバイルでは大きく低下しています。週末でしたが、荒天のため外出を避け、自宅でモバイルではなくフレッツ

を使いインターネットを利用するユーザが多かった影響と考えられます。

今やインターネットは電気、ガス、水道に次ぐ重要な社会インフラとなっており、自然災害時こそ真価を発揮します。今後もIJでは自然災害による影響も十分考慮しながらバックボーンを設計し、いつでも安心して使えるインターネット基盤を提供していきます。

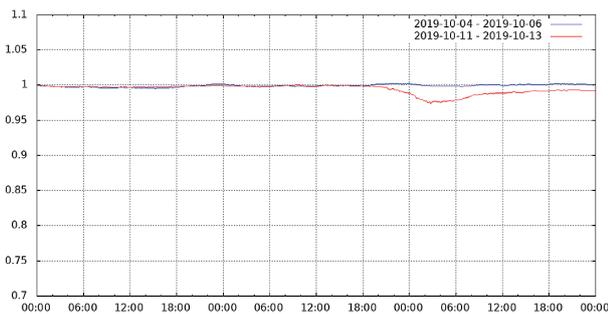


図-21 フレッツ宮城エリアの接続数

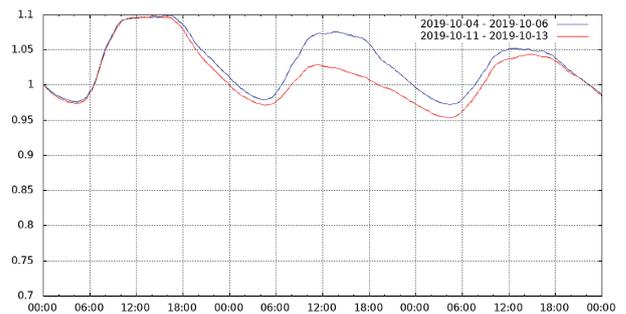


図-23 モバイルの接続数

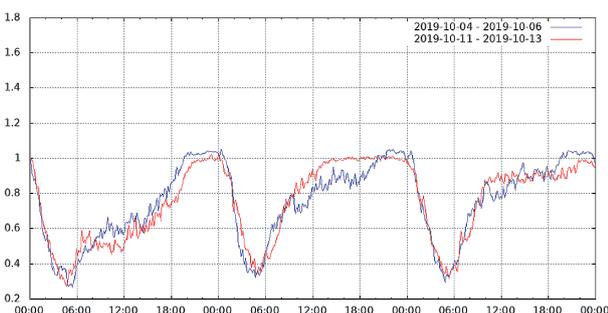


図-22 フレッツ宮城エリアのトラフィック量

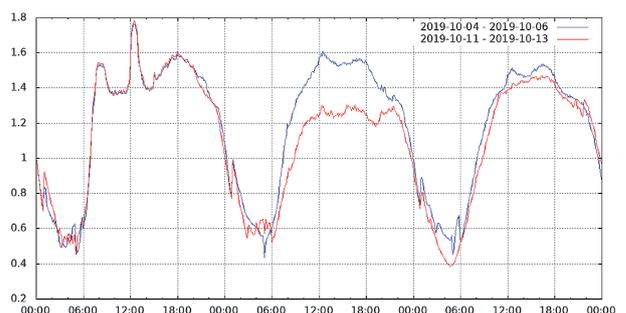


図-24 モバイルのトラフィック量

IIJバックボーンの歴史

2018年のこの記事で、IIJのバックボーンの総トラフィックが10年で10倍以上になっていることを紹介しました。今回はIIJのバックボーンの歴史、特に回線品目について振り返ってみたいと思います。

IIJは特別第二種電気通信事業者としてISP事業をスタートしました。そのためサービス開始当初から第一種電気通信事業者が設置した通信回線を借りて通信網を構築し、サービスを提供してきました。第一種/第二種という区分が廃止された現在でも、この点は基本的に変わっていません。

今、手元に1998年当時のバックボーンマップが残っています。当時利用していた回線は、45MbpsのDS-3が大部分で一部に155MbpsのSTM-1が利用されていました。1998年以降、刻々と

バックボーンが強化されていく様子がバックボーンマップに残っています。しばらくはおおむね2年おきに4倍の帯域の回線/ルータのインターフェースがリリースされる状況が続きます。2000年に600Mbps (STM-4)、2002年に2.4Gbps (STM-16)、2004年に9.6Gbps (STM-64)と次々に拡張されていきます。今振り返ってみればトラフィックの増加に合わせて回線も太くなっていく幸せな時代でした。もっと大きな規模のISPは事情が異なったかも知れませんが、IIJの規模ではネットワークのトポロジーを大きく変えずに回線を入れ替えていけばトラフィックの増加におおむね追従できていました。

次のグラフはバックボーンマップから、日米区間のバックボーンの帯域と、バックボーンの中で利用できた最も太い回線品目をプロットしたものです。1998年から2004年のSTM-64を利用開始するまでは回線は帯域を順調に広げています。しかし2005年以降、2014年までおよそ9年もの間、STM-64以上の回線が普及しませんでした。STM-256が今一つ普及し

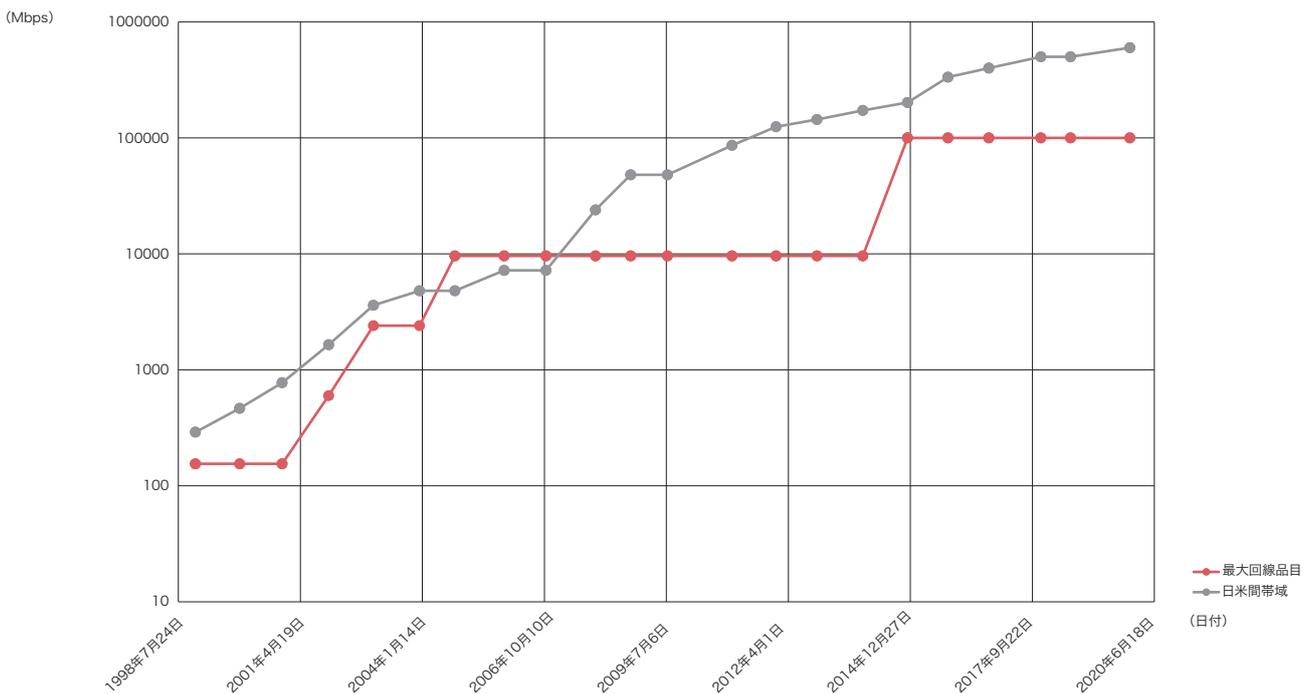


図-25 回線品目と日米間帯域

なかったり、その上の100Gが技術的に困難で開発/規格化が大きく遅れたなど、いろいろと事情はありました。しかし、その間もトラフィックは増え続け、ついには200Gbpsの帯域、STM-64の回線を20本確保しなければならないところまで至ってしまいました。(先のグラフの縦軸は対数ですよ!!)

このため、この間のIJJでのバックボーン構成は非常に大きく変化しました。回線の利用効率を上げるため、ECMP (Equal Cost Multi Path)が効きやすいようにネットワークポロジータを変更したり、MPLSで回線を仮想化するレイヤーを作りIPバックボーンの構成の自由度を上げたりといったようにです。

2014年に100G Ethernetが普及すると状況はいったん落ち着きました。IJJも昨年、主要なバックボーン区間の100G化が完了し、トラフィック増に応じてリーフの100G化を行っているところです。一方で、この12月には日米間に6本目の100G回線が上がる予定になっています。100Gも普及を始めてから5年が経ち、そろそろ一段太い回線が欲しくなってきました。400Gの足音が少しずつ大きくなってきているようです。

IJJでは引き続き、最新の技術動向を追いかけながら効率の良い快適なバックボーンを拡大していきます。

執筆者:

1.BGP・経路数

倉橋 智彦 (くらはし ともひこ)

IJJ 基盤エンジニアリング本部 運用技術部 技術開発課

2.DNSクエリ解析

松崎 吉伸 (まつざき よしのぶ)

IJJ 基盤エンジニアリング本部 運用技術部 技術開発課

3.IPv6

佐々木 泰介 (ささき たいすけ)

IJJ 基盤エンジニアリング本部 ネットワーク技術部 副部長

4.モバイル・フレッツと自然災害

堀 高房 (ほり たかふさ)

IJJ 基盤エンジニアリング本部 ネットワーク技術部 ネットワーク技術課長

5.IJJバックボーンの世界

篠井 隆典 (ささい たかのり)

IJJ 基盤エンジニアリング本部 ネットワーク技術部 バックボーン技術課長