

映像配信サービスの発展に対応する トラフィック管理技術

映像配信サービスの発展により、ブロードバンドの通信ネットワークにおいて、映像配信サービスの利用が急速に増加しています。映像配信サービスは、突発的にユーザの利用が集中することがあり、その急峻なトラフィックの増加がデータからみえることが珍しくありません。いつでも高画質の美しい映像を乱れることなく、しかも長時間にわたって、ユーザに提供できることが強く要求されているため、トラフィック管理の業務では、映像配信サービスには特別な配慮が必要となってきています。本稿では、映像配信トラフィックの変動をユーザの視聴行動から解説し、管理するための技術について紹介します。

このしょうじはせがわはるひさ

高野 正次 / 長谷川 治久

NTTネットワーク基盤技術研究所

増加する映像配信サービスの トラフィック特性

ブロードバンド通信ネットワークでは、2011年7月の地上デジタルTV放送への移行などを契機にして、映像配信サービスのトラフィックが増加しています。映像配信サービスは、IP多チャンネルとVOD（Video On Demand）の2つに分類できます。前者は、IPマルチキャスト方式を利用するため、配信先のユーザ数が増えてもトラフィック量を一定に保つことができます。後者は、視聴希望のユーザからのリクエストに応じて動画を配信するため、ユーザ数に比例してトラフィック量が増加します。そのため、通信ネットワークの設備管理業務では、映像配信トラフィック量の予測と、提供に必要な設備量の算出が重要となります。本稿の映像配信サービスとは、VODサービスを指しています。

■スパイクとは

図1は、2010～2011年の映像配信サービストラフィックの時系列データですが、その最大の特徴は、突発的なトラフィックピークにあります。これを、本稿では、「スパイク」と呼びま

す。音声電話サービス、インターネット接続サービスなど、従来の通信サービスと比較して、スパイクの頻度やトラフィック量に対する相対的なスパイクの大きさの点で、映像配信サービスは他のサービスではみられない際立った特徴を示すことが分かってきました。ここでは、映像配信サービスのトラフィック特性とその背景にある面白いメカニズムについて紹介します。

図2は、2010年7月の映像配信トラフィックですが、早朝6時から翌日

の5時までを横軸にしています。映像配信トラフィックがスパイク状に増加した事例について説明する前に、まず、映像配信トラフィックの日常的にみられる特徴から説明します。休日と平日を比較して、休日のトラフィック量が大きいことから、ビジネス系ではなく、個人的な活動でのトラフィックと分かります。最繁時間帯は、平日か休日にかかわらず夜22～23時が多いのですが、休日の夕方16時前後にもピークになる日があり、日によっては夜のピークよ

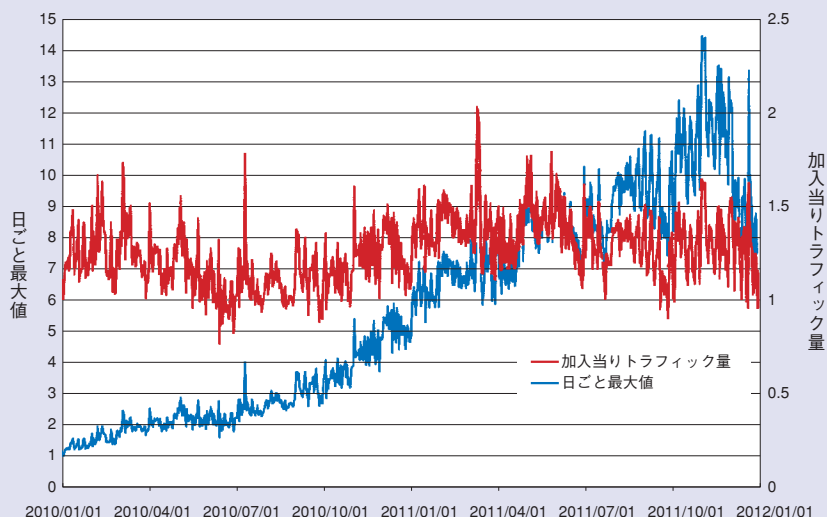


図1 VODトラフィックの変化量（2010～2011年）

りも大きなピークになることもあります。ここで、休日の夕方のピークの後に、夜19時または20時までトラフィック量がいったん減少して、再び23時ごろまでトラフィック量は増加傾向に転じます。この一時的に起こる減少が、映像配信サービスのトラフィックの大きな特徴となります。

■事例1

さて、スパイクの事例について紹介しましょう。2010年7月11日（日）のちょうど20時から、映像配信トラフィックの急増が起きました。直前の19時までは、通常の休日とほとんど同じようなトラフィック量で推移していたことも確認してください。

実は、当日は参議院選挙の投票日で、ほとんどすべての地上波TV局が、20時から一斉に選挙の報道特別番組を放送していました。

日常的には、各TV放送局が、ドラマ・映画、音楽、スポーツ、教養・娯楽、アニメ、ニュース・報道などに分類できる多様なTV番組を競って提供しているため、どの時間帯でも番組内容のバリエーションは広がっていて、ユーザはいつでも自分の興味や関心が比較的高いTV番組を探し出して、チャンネルを合わせることができます。ところが、このときばかりは、全TV放送局が選挙報道の特番を放送したため、番組内容の画一化の現象が起こっています。そのため、選挙に関心のないユーザ、例えば、子どもたちは見たいTV番組を見つけられなかったため、映像配信サービスを選んで、ということが考えられます。

この事例から、映像配信サービスとそのトラフィックは、TV放送の影響を強く受けているという関係性が浮かび上がります。

■事例2

次に、事例1の関係性を裏付ける、逆の事例を紹介します。図3は2010年6月に開催されたFIFAサッカーワールドカップの南アフリカ大会の映

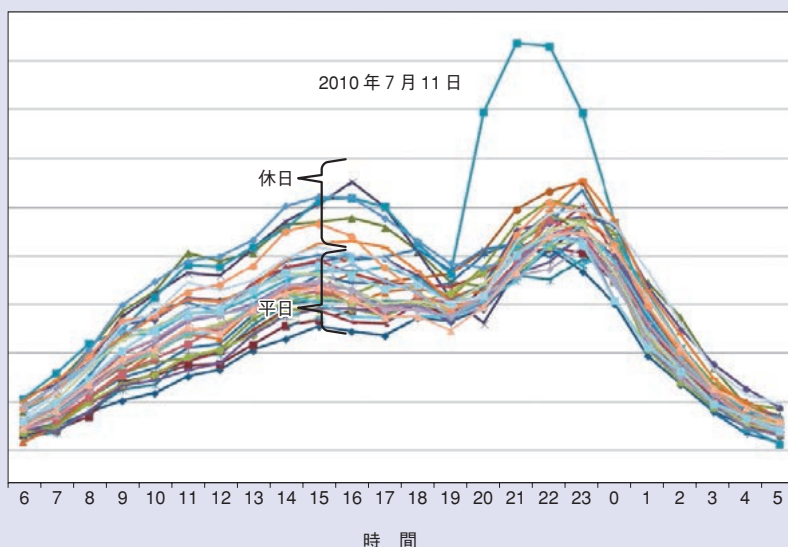


図2 参議院選挙速報のVODトラフィックへの影響

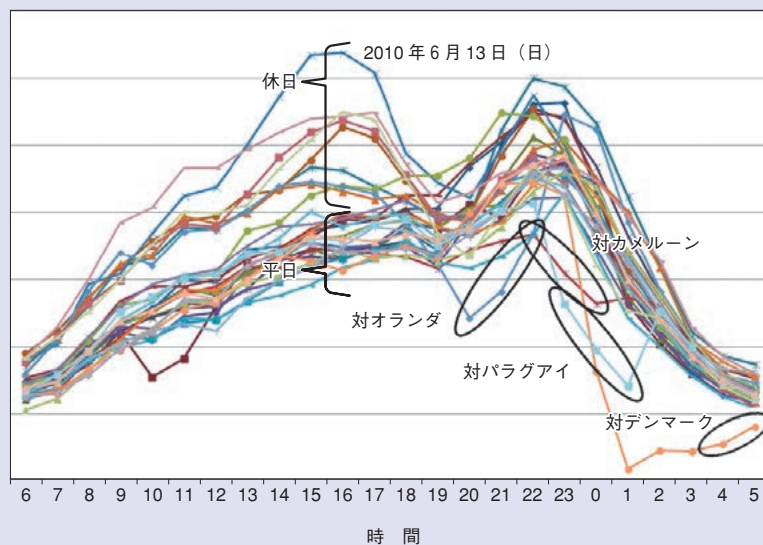


図3 FIFAワールドカップのVODトラフィックへの影響

映像配信トラフィックの24時間グラフです。日本代表チームの試合時間帯には、同じ6月の試合のない日の同じ時間帯と比較して、不自然なほど大きなトラフィック減少が起こっています。何もない映像配信サービスを利用していたユーザーであっても、この時間は、TVの生中継で日本代表チームを応援していたと考えられます。つまり、TV放送と映像配信サービスは、同じ映像サービスとして互いに競合関係にあることが分かります。

ユーザの利用行動との関連

次に、映像配信サービスのトラフィックの特徴をユーザの生活行動から説明してみましょう。ユーザの生活行動の基礎データには、総務省の「社会生活基本調査」(2006年)を利用しています。この調査は、「生活時間の配分や余暇時間における主な活動の状況など、国民の社会生活の実態を明らかにするための基礎資料を得る」との目的から、1日の行動を、睡眠、身の回りの用事、食事、通勤・通学、仕事など20種類に分類して、時間帯(15分単位)別の行動状況に関してアンケート調査を行ったものです。この生活行動のうち、睡眠を除いた自宅内での行動と考えられる生活行動の数値を合算したものを、本稿では「起床在宅率」と定義します。図4のグラフは、日曜日の24時間変化について、起床在宅率とTV世帯視聴率*、映像配信サービスの加入当りトラフィック量を比較したものです。

TV世帯視聴率は、起床在宅率には

ほぼ沿った形状になっています。実際、帰宅して最初にTVのスイッチを入れて、その後、食事をしながら、家事をしながらTV番組の「ながら視聴」を続けて、結局、就寝直前にTVのスイッチを切るということは、多くの人にとって普通の習慣になっていると感じられるため、この関係はとても理解しやすいものでしょう。

また、TV世帯視聴率と起床在宅率が両方とも最大となるのは20時前後ですが、この時間帯をTV放送業界では、「ゴールデンタイム」と呼びます。人気タレントを集めたドラマや情報・娯楽番組を制作して、TV放送局は視聴率を競っています。起床在宅率が高くなるこの時間帯に、高い視聴率を稼ぐことが期待できるTV番組を投入することは、高いコマーシャル収入を獲得しようとするビジネスの仕組みから、常に強く動機付けされているといえ

ます。

TV放送との関係

さて、映像配信サービスとTV放送との関係を考えると、映像配信トラフィックには、20時前後に一時的に減少する特徴がありましたが、これはTV放送のゴールデンタイムに一致していて、とても魅力のあるTV番組を提供している時間帯では、映像配信サービスの需要が減少する、FIFAワールドカップと同じ関係が明らかになります。逆に、図4の日曜日の午後に映像配信サービスのトラフィックが増加するのは、TV放送の番組内容の魅力が低下し、相対的に、映像配信サービスの番組に魅力を感じるユーザーが増えるためと考えることができます。実際、この

* TV世帯視聴率：TV所有世帯のうち、どのくらいの世帯がTVをつけていたかを示す割合。本稿では、特定の番組をつけていた率ではありません。

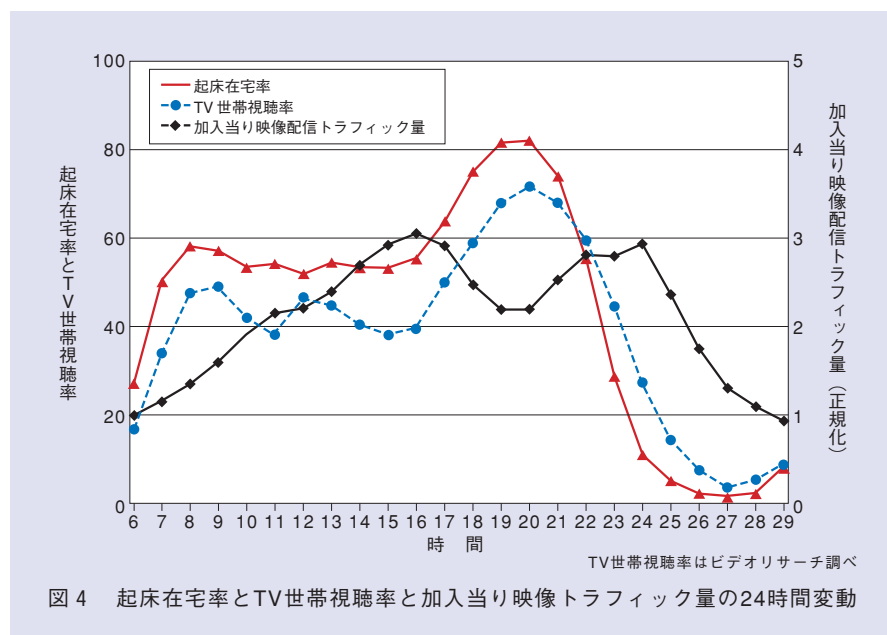




図5 2010年6月13日正午の雨雲の様子

時間帯のTV放送は、再放送番組の割合が多くなります。

■起床在宅率との関係

今度は、映像配信サービスと起床在宅率との関係を考えてみます。TV番組の魅力がユーザにとって変わらない状況を仮定すると、起床在宅率が高ければ高いほど、映像配信サービスの利用やトラフィックが増加するのは、自然な傾向と考えられますが、図3のように、同じ休日の昼間の条件でも、とりわけ起床在宅率が高くなるのは、どのような理由でしょうか？

もう一度、図3を見てください。休日の中でも飛び抜けて6月13日(日)の映像配信トラフィックの量が多いことが分かります。図5はその日の12時の雨雲の様子です。午前中に西日本に雨を降らせた雨雲が本州の真ん中に見えます。この雨雲は、午後には東日本に雨を降らせました。このような現象は、雨だけでなく、気温の低下でも起こり、より大きなトラフィックの要因としては夏の台風と冬の寒波を挙げることができます。天候条件から影響を受けて、屋内にユーザが閉じ込めら

れて起床在宅率が高まり、それが映像配信サービスの需要につながっていることが分かります。

トラフィック研究の今後の展望

本稿では、最近の研究成果として映像配信サービスを取り上げて、トラフィック特性とそれを形づくっている要因について紹介しました。

また、トラフィックデータの分析を進めた結果、加入者当りの映像配信トラフィック量が対数正規分布に従うことが、データの的にも、理論的にも確かめられて、この知見に基づいた設備設計に貢献するアイデアや技術が生まれました。これらの技術は、今、事業会社の現場での適用を具体的に検討する段階にきています。

今後も、多種多様なサービスがブロードバンド通信ネットワークの環境で次々と提供されることになるでしょう。私たちは、高い品質で経済的に通信サービスをユーザに提供するためには、それぞれのサービスならではのトラフィックの特徴を把握し、適切なトラフィック管理や運用を行う必要があると考えています。その際、通信ネットワークの内側で測定できるトラフィックデータだけでなく、前述したような天候情報、TV番組表、TV視聴率や起床在宅率のように、通信ネットワークの外側にある膨大な情報を同時に活用しながら、新たな知見を獲得していく、ビッグデータの的なアプローチにチャレンジし始めています。

■参考文献

- (1) H. Hasegawa, S. Kouno, A. Shiozu, S. Sasaki,

and S. Shimogawa: "Predictive Network Traffic Engineering for Streaming Video Service IEEE," IM2013, Ghent, Belgium, May 2013.

- (2) <http://www.videor.co.jp/top.htm>
 (3) <http://www.stat.go.jp/data/shakai/2006/index.htm>
 (4) <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
 (5) <http://tenki.jp/past/>
 (6) S. Redner: "Random multiplicative processes: An elementary tutorial," American Journal of Physics, Vol.58, No.3, pp.267-273, March 1990.
 (7) M. E. J. Newman: "Power laws, Pareto distributions and Zipf's law," Contemporary Physics, Vol.46, pp.323-351, 2005.



(左から) 高野 正次/ 長谷川 治久

ブロードバンドネットワーク上では、お客様のサービス利用の変遷に伴って、ダイナミックにトラフィックが変化しています。良好な品質を経済的に提供するネットワークを実現するため、映像配信サービスをはじめとするトラフィック分析を実施し、ネットワーク設計技術へのフィードバックを行っていきます。

◆問い合わせ先

NTTネットワーク基盤技術研究所
 通信トラフィック品質プロジェクト
 TEL 0422-59-3207
 FAX 0422-59-6364
 E-mail hasegawa.haruhisa@lab.ntt.co.jp