

QoEからみたIPv6

ストリーミング事業者からみたIPv6 QoE

Masaaki NABESHIMA

Nov 22, 2022

目次

■ メディアプレイヤーによる計測

- IPv4、IPv6速度比較
- マルチプロトコルメディアプレイヤー

■ ストリーミングQoE

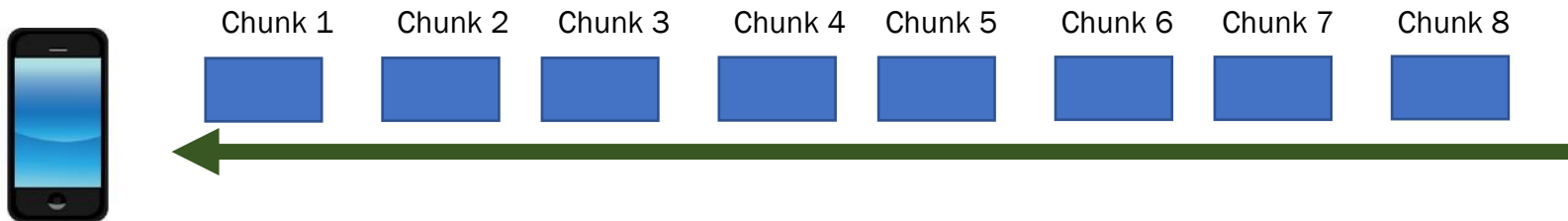
- 概要
- QoE定点観測(hls-mon plugin)
- QoE国内状況(Web VideoMark)
- IPv4、IPv6 QoE比較(NPAW)

メディアプレイヤーによる計測

メディアプレイヤー

■ 最近のメディアプレイヤー(HLS, Dash)

- ・プレイヤーはメディアのチャンク(断片)をHTTPでダウンロード
- ・プレイヤーはチャンクを連続再生する

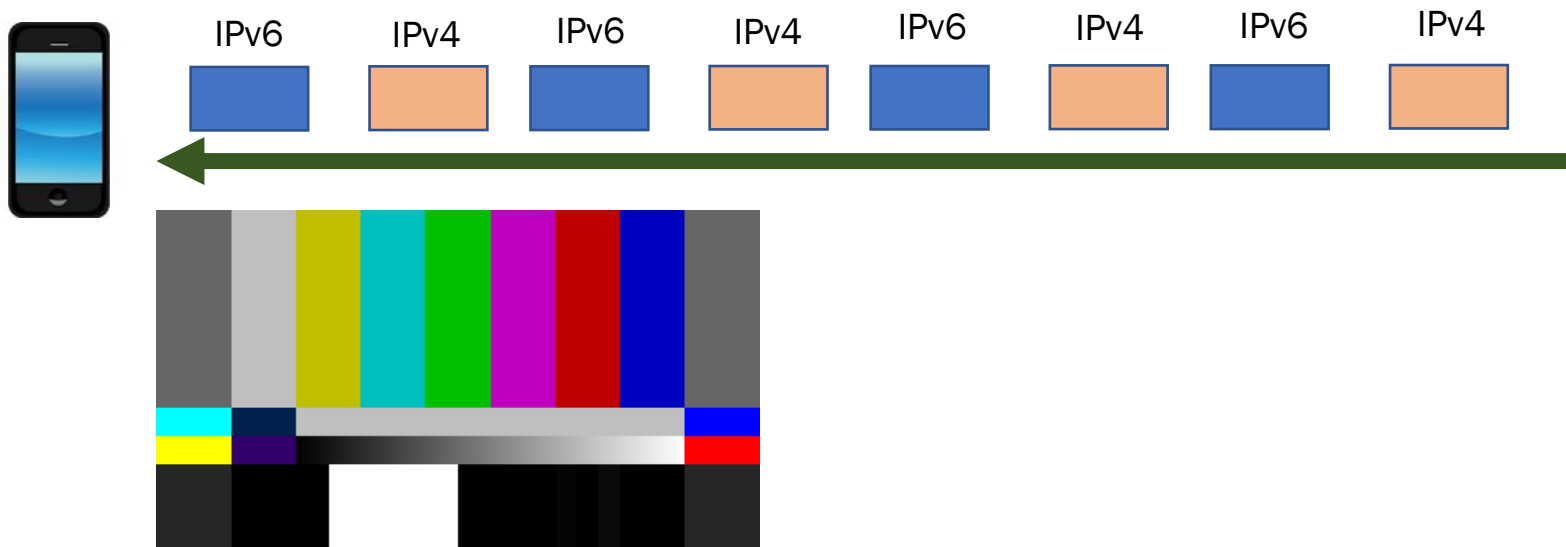


- ・例：マルチビットレート再生
 - ・プレイヤーが再生状況から再生するビットレートを選択する
 - ・再バッファリング多発⇒ビットレートを下げる

メディアプレイヤーによるIPv4、IPv6速度比較

■ <http://ipv6.jpcdn.jp/hls-comp0-cb-2.html>

- ・ カラーバーの各チャンクをIPv4とIPv6で交互に取得
- ・ それぞれのダウンロード速度を計測



メディアプレイヤーによるIPv4、IPv6速度比較

■ プレイヤー画面

Subtitle

Chunk:8, IPv4: 519KB/s(Ave 493KB/s), IPv6: 528KB/s(Ave 534KB/s)

Browser Developer Tools (F12)

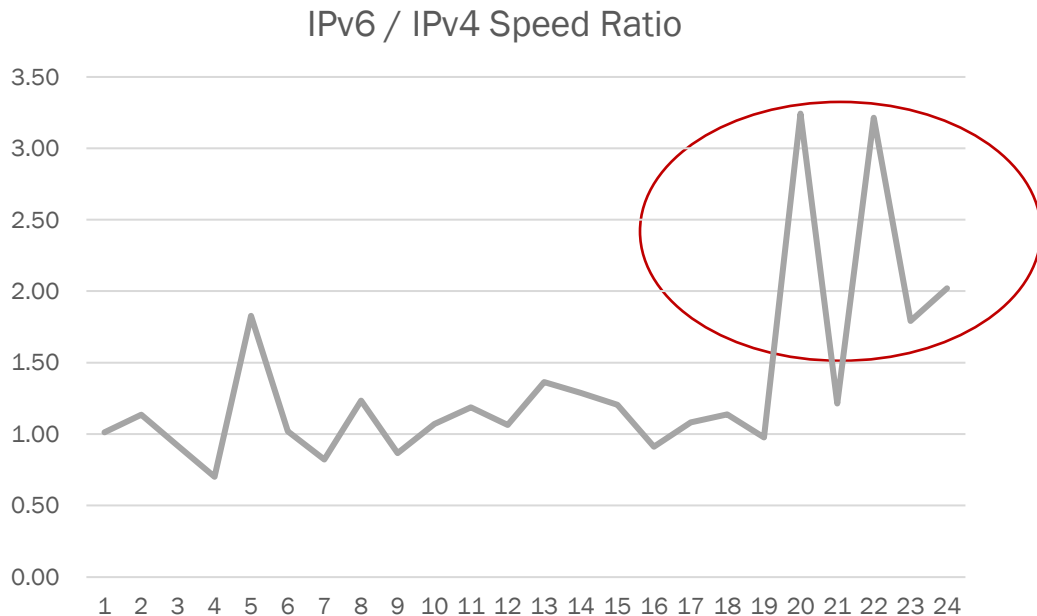
```
DevTools failed to load SourceMap: Could not load content for https://cdn.jsdelivr.net/nom/hls.min.js.map: HTTP error: status code 404, net::ERR_HTTP_RESPONSE_CODE_FAILURE
```

ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb000.ts	hls-46.js:184
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb001.ts	hls-46.js:202
ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb002.ts	hls-46.js:184
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb003.ts	hls-46.js:202
ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb004.ts	hls-46.js:184
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb005.ts	hls-46.js:202
ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb006.ts	hls-46.js:184
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb007.ts	hls-46.js:202

実験結果

• 実験結果

- 2019年11月20日– 2020年9月3日(セッション数：955)



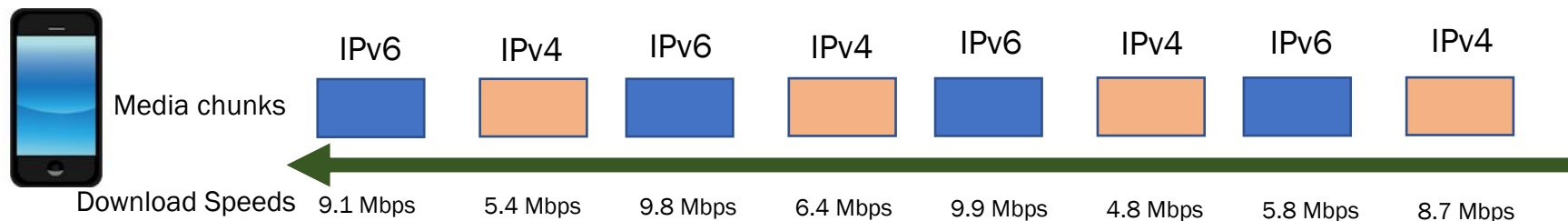
Hour	Session#	IPv6/IPv4
1	16	1.01
2	8	1.14
3	22	0.92
4	4	0.70
5	13	1.83
6	8	1.02
7	11	0.82
8	56	1.23
9	45	0.87
10	55	1.07
11	74	1.19
12	49	1.06
13	59	1.36
14	58	1.29
15	55	1.20
16	62	0.91
17	57	1.08
18	32	1.14
19	37	0.98
20	23	3.24
21	44	1.21
22	69	3.21
23	69	1.79
24	0	2.02

IPv4 IPv6 マルチプロトコルメディアプレイヤー

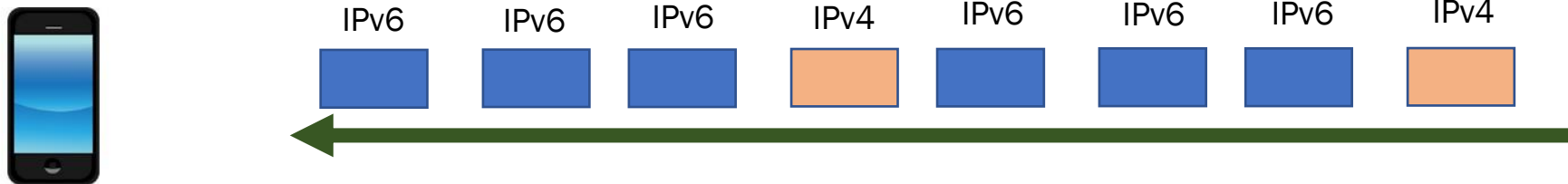
■ <https://www.kosho.org/blog/net/ipv4ipv6-mediaplayer/>

1, メディアプレイヤーはIPv4とIPv6を同時利用

2, それぞれのチャンクのダウンロード速度を計測



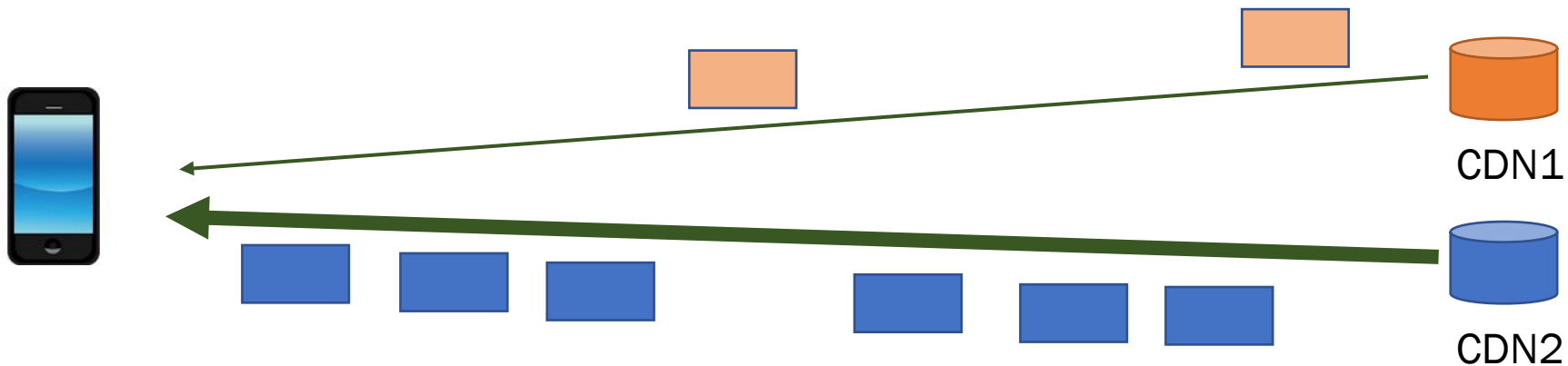
3, 早い方のプロトコルを優先して使用



ストリーミング用マルチCDN

■ プレイヤーサイドのマルチCDNが登場

- 複数のCDNを使いながら良いものを選ぶ
- 例
 - NPAW multi-CDN Balancer
 - Lumen multi CDN Selector



ストリーミングQoE

ストーリーミング(視聴)QoEとは？

■ どれだけ美しい映像を

- ・ 画面サイズ
- ・ フレームレート

■ ストレスなく再生できたか？

- ・ 初期バッファリング
 - ・ 初期、トリックプレイ
- ・ 再生中の再バッファリング
 - ・ 無しが望ましい

■ 例

- ・ 4K、60フレームの動画を、初期バッファリング1秒、再バッファリングなしで再生できた

ストーリーミングQoE:指標

■ 個別指標例：SVA Key Network Delivery Metrics

再生開始までの時間	ユーザが再生ボタンを押してから動画が始まるまでの時間
初期バッファリング成功	再生開始リミットまでに初期バッファリングが充足したか？
再バッファリング率	再生途中に再バッファリングで動画が止まった時間
再生したコンテンツの平均ビットレート	再生したビットレート(アダプティブビットレートにおいて選択されたビットレート)

■ 総合指標例：NTT QoEスコア

- QoEを0~5.0の数値で表現(各種指標の総合評価)
- Web VideoMarkプロジェクトが使用

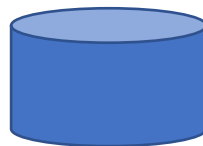
ストーリーミングQoE:計測実装

■ 実装

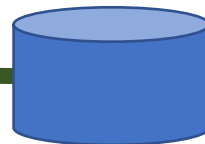
- ・ 動画プレイヤーが各種指標を計測し、集計サーバにアップロード
 - ・ 注意：CDN(HTTP配信しているだけ)では計測不可能

計測・報告

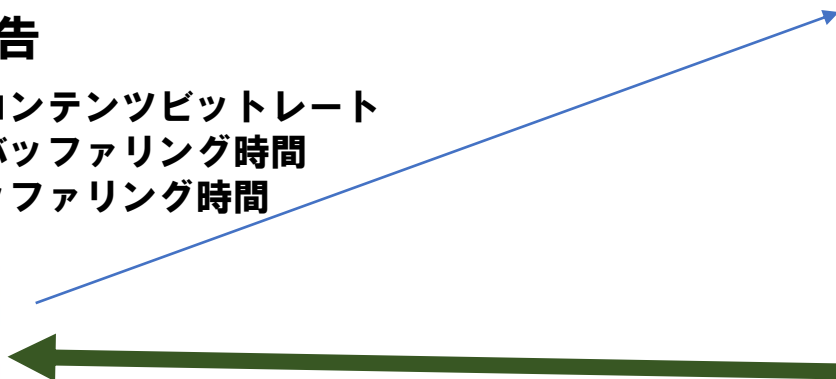
- ・ 再生コンテンツビットレート
- ・ 初期バッファリング時間
- ・ 再バッファリング時間



QoE集計サーバ



メディアサーバ



ストリーミングQoE: 詳細・補足

■ 見たいコンテンツに必要な帯域があれば良い

・再バッファリング

- ・例えばフルHD動画(6Mbps)であれば、ダウンロード速度6Mbpsが確保されればQoE的にはOK
- ・これ以上ダウンロードが早くてもQoE的なスコアは同じ

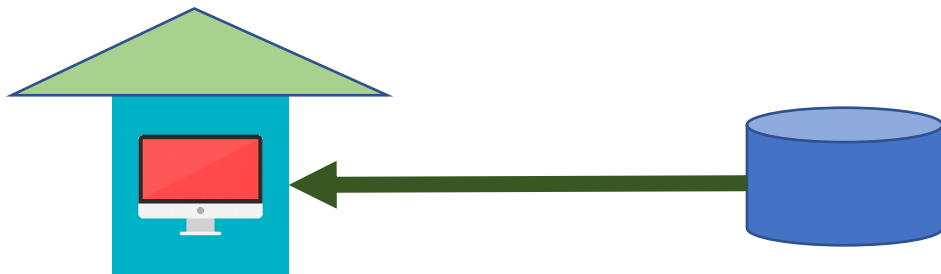
・初期バッファリング、トリックプレイ(早送り等)

- ・コンテンツ帯域の数倍以上が必要
- ・教科書的には2秒以上だと人間は大きなストレスを感じる
 - ・1秒単位の高速化(例：2秒⇒1秒)は意味がある
 - ・0.1秒単位の高速化(例：0.2秒⇒0.1秒)は意味がない(人間が認識できない)

QoE定点観測

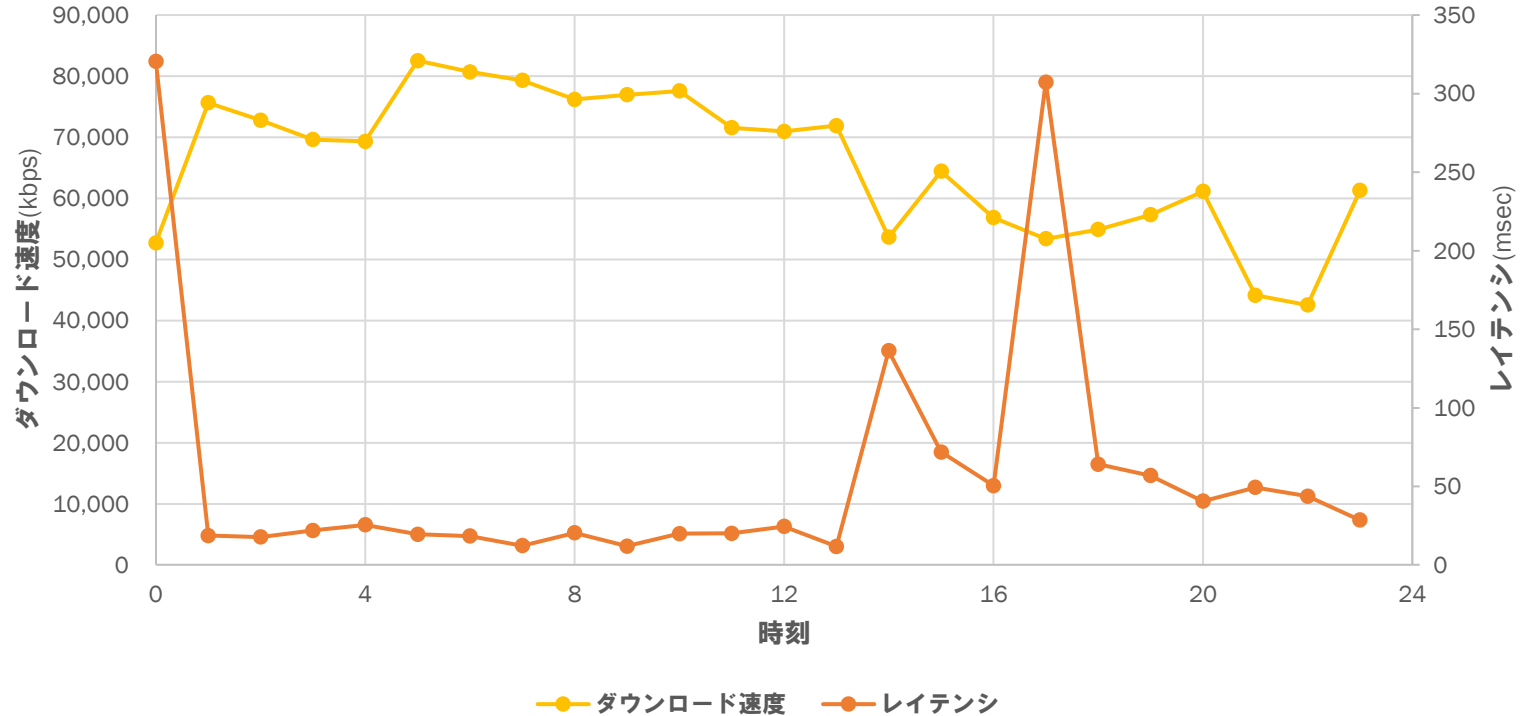
■ 環境

- 鍋島自宅
 - フレッツ+PPPoE
- 計測日
 - 2021年12月19日(日)
- ターゲット
 - 4K動画(20Mbps)
- 計測方法
 - 1時間に1回動画を自動再生、各種データを保存
- 計測プラグイン
 - hls-mon.js (<https://www.kosho.org/tools/hls-mon/>)



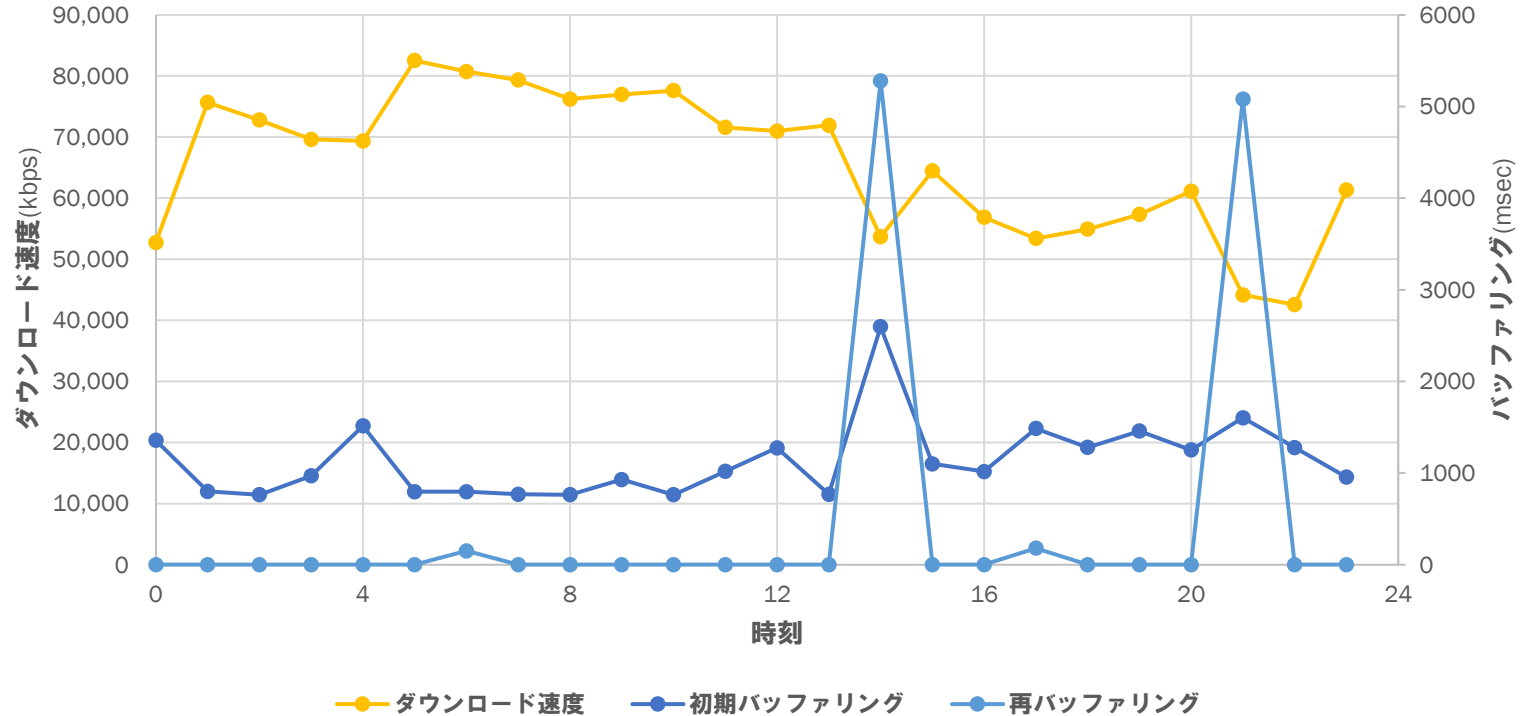
結果(IPv4/PPPoE)

■ レイテンシとダウンロード速度



結果(IPv4/PPPoE)

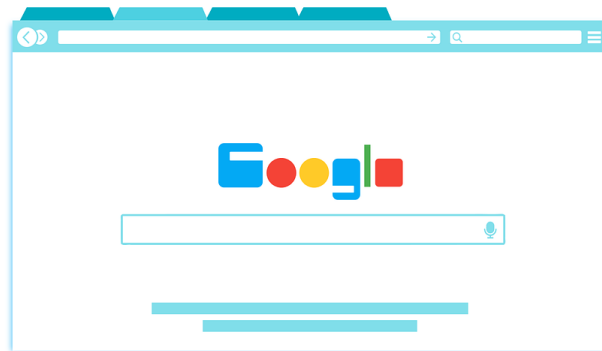
■ ダウンロード速度とバッファリング



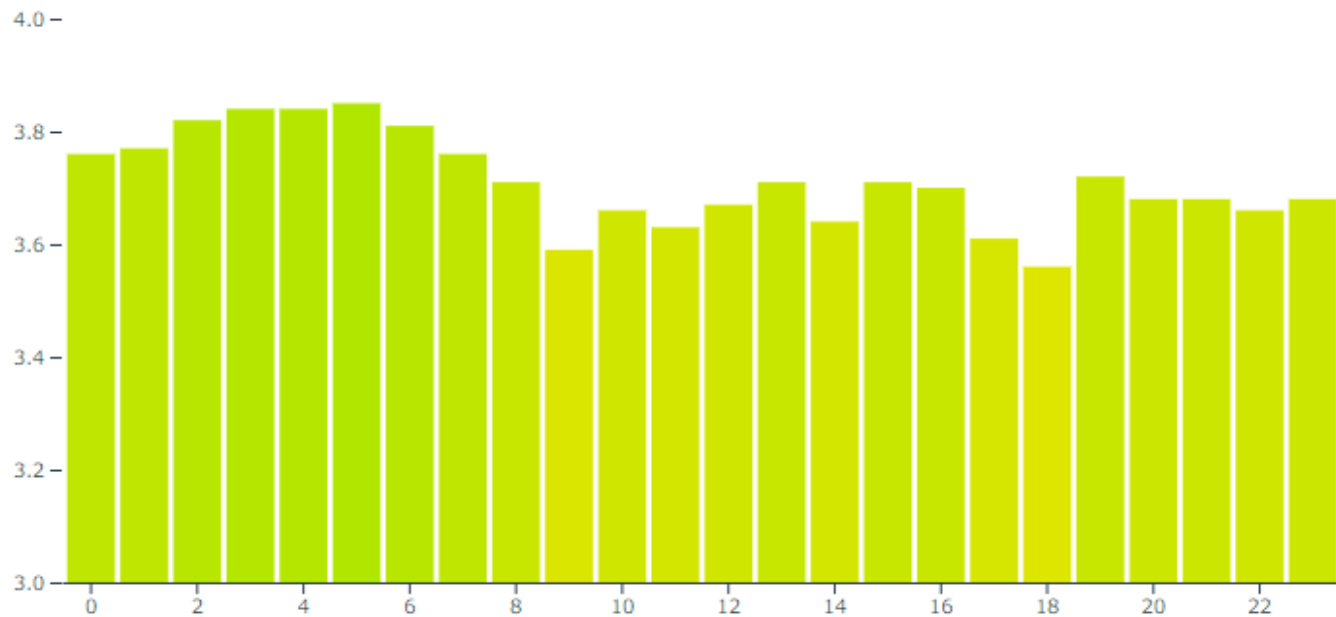
QoE国内状況

■ Web VideoMark

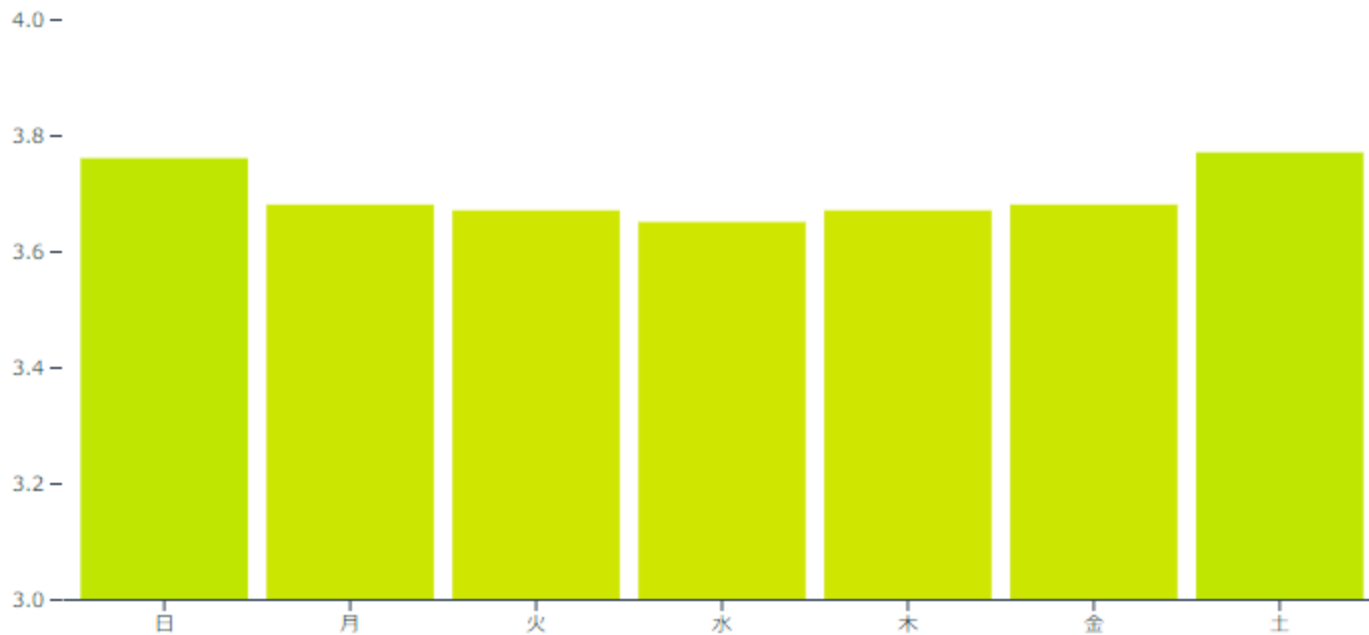
- <https://vm.webdino.org/>
- QoE計測Chromeプラグイン
 - Youtube等の視聴QoEを計測、集計
 - QoEスコア：0～5
 - NTT研究所開発
 - IPv4/IPv6の区別：なし



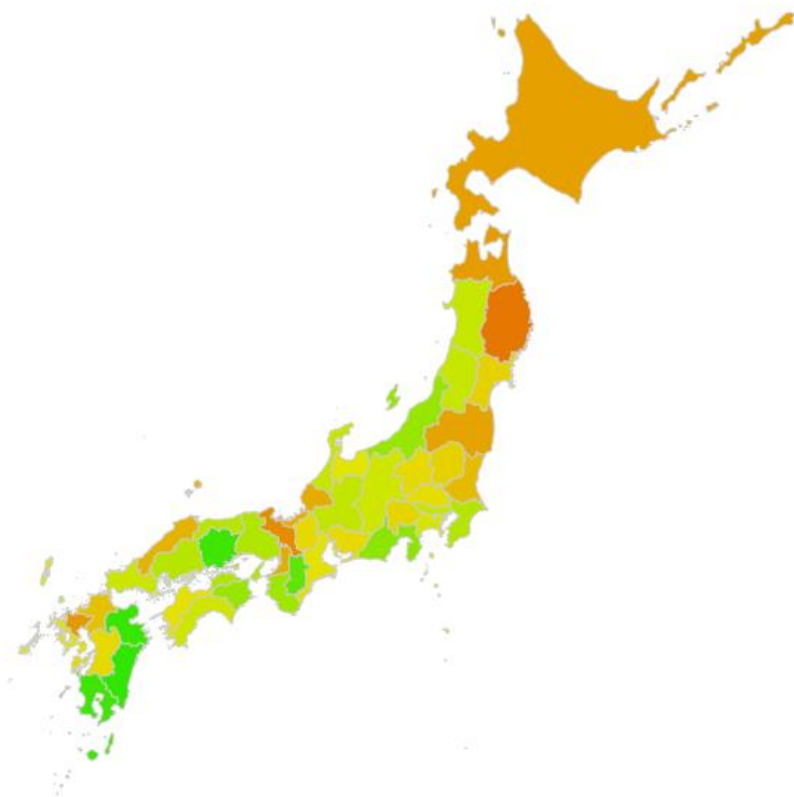
体感品質値の時間帯別平均



体感品質値の曜日別平均



体感品質値の都道府県別ヒートマップ



QoE比較: IPv4、IPv6比較

■ NPAW(Nice People At Work)社

- OTT各社にQoE計測サービスを提供

- 指標

- Join Time

- Buffer Ratio

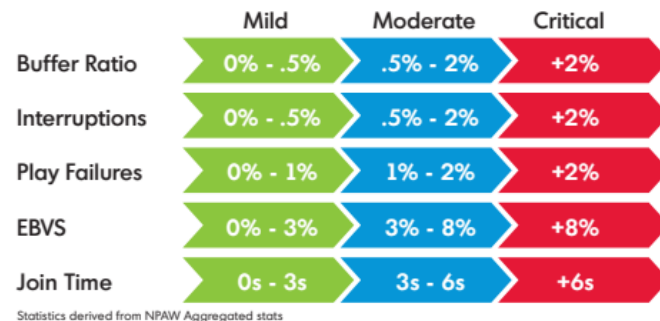
- In-Stream Error

- Startup Error Crash

- EBVS (Exits Before Video Starts)

- Avg. Bitrate (Mbps)

- お願いして日本のデータを提供してもらった



Join Time/VoD

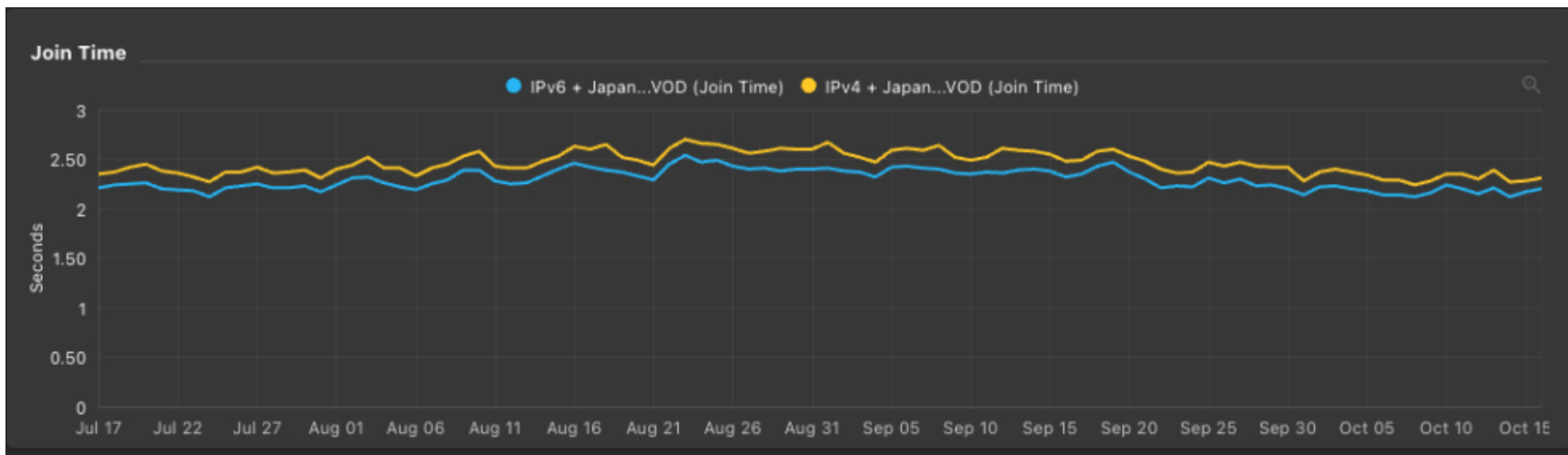
Join Time

0s - 3s

3s - 6s

+6s

■ 初期バッファリング(再生が始まるまでの時間)



Buffer Ratio/VoD

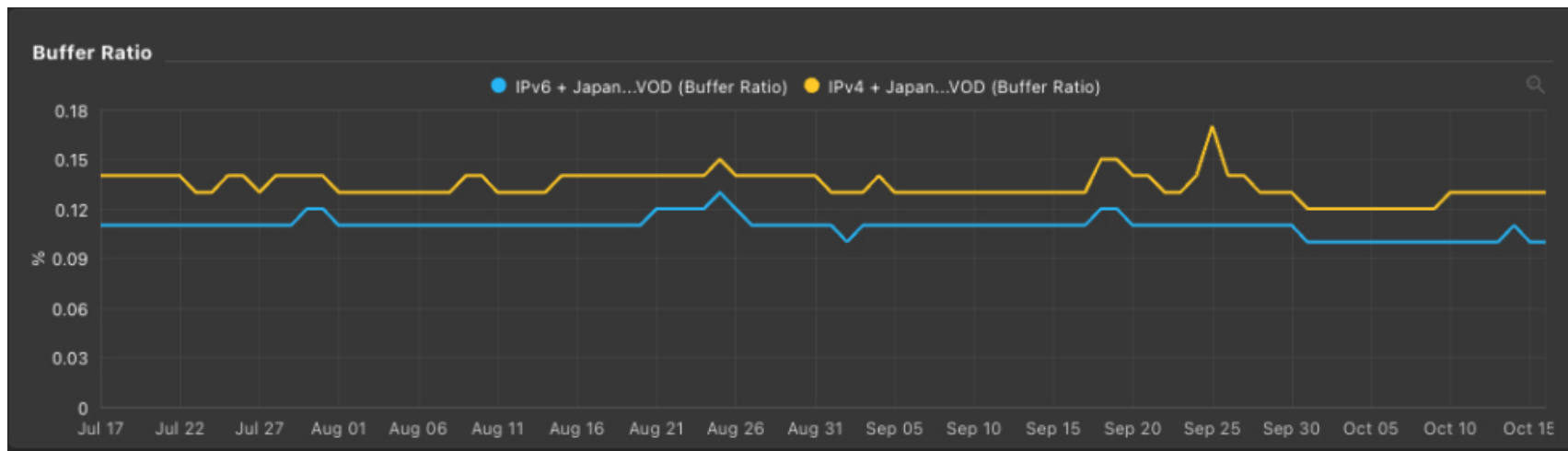
Buffer Ratio

0% - .5%

.5% - 2%

+2%

■ 再バッファリング



In-Stream Error/VoD

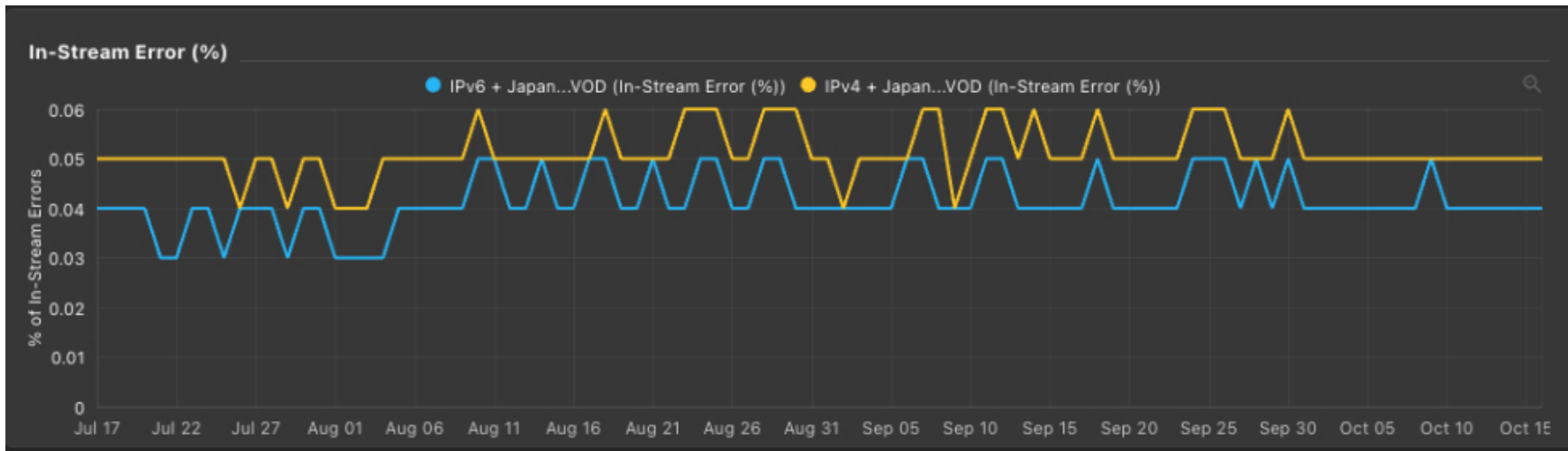
Interruptions

0% - .5%

.5% - 2%

+2%

■ 再生中エラー率



In-Stream Error Crash

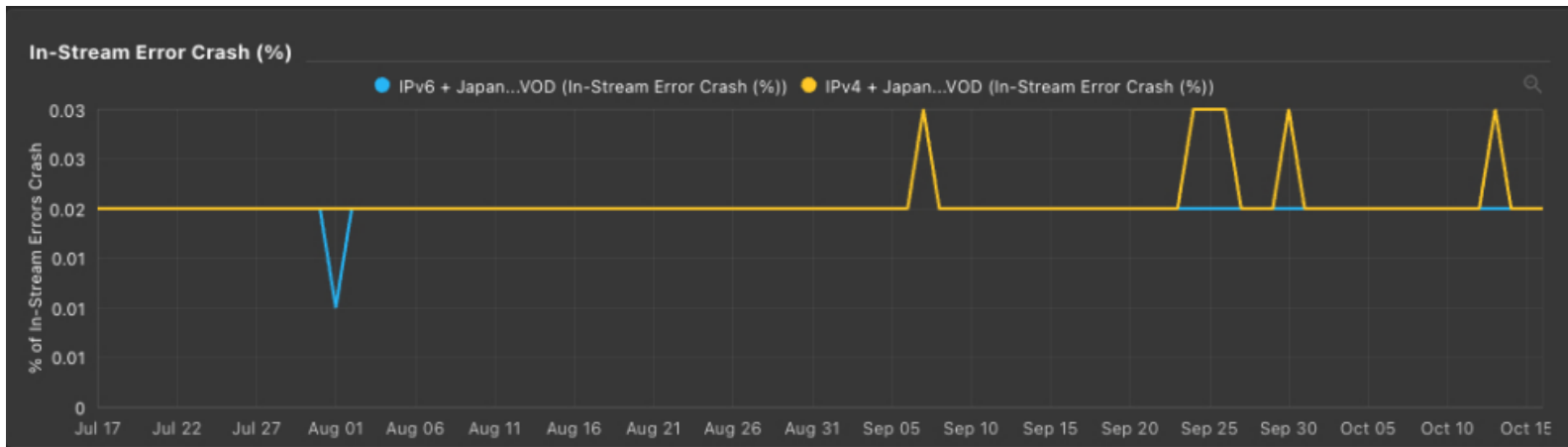
Play Failures

0% - 1%

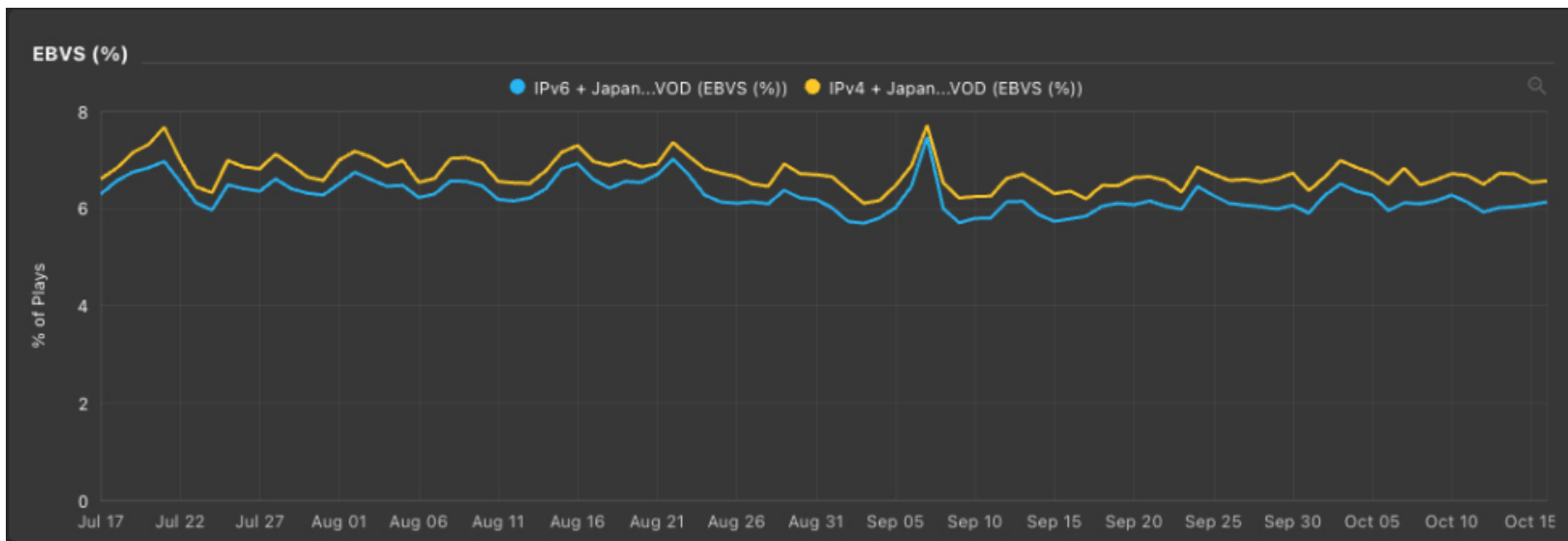
1% - 2%

+2%

■ 再生中エラー停止率

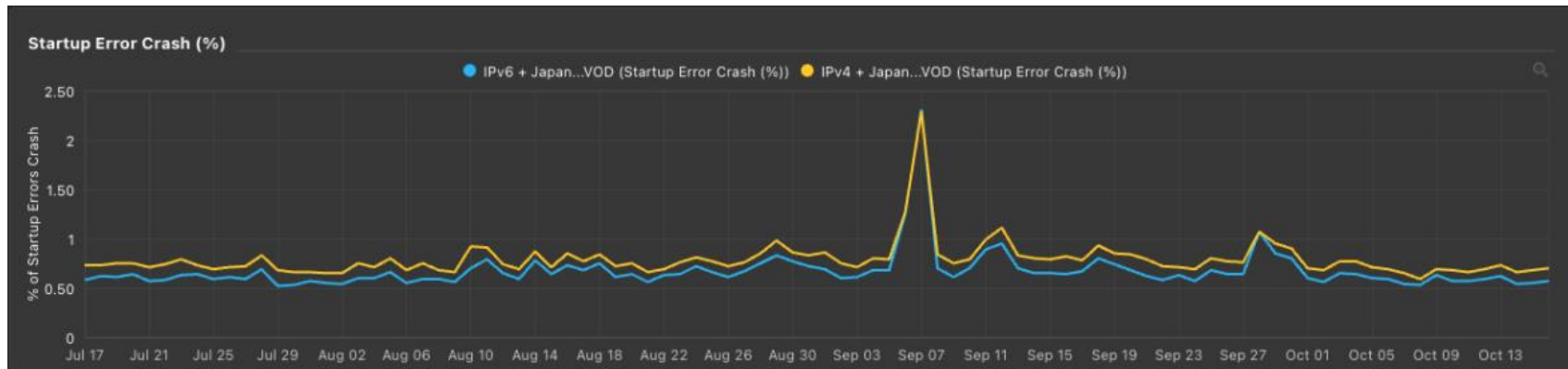


■ Exit Before Video Starts(ビデオ開始前の視聴終了)



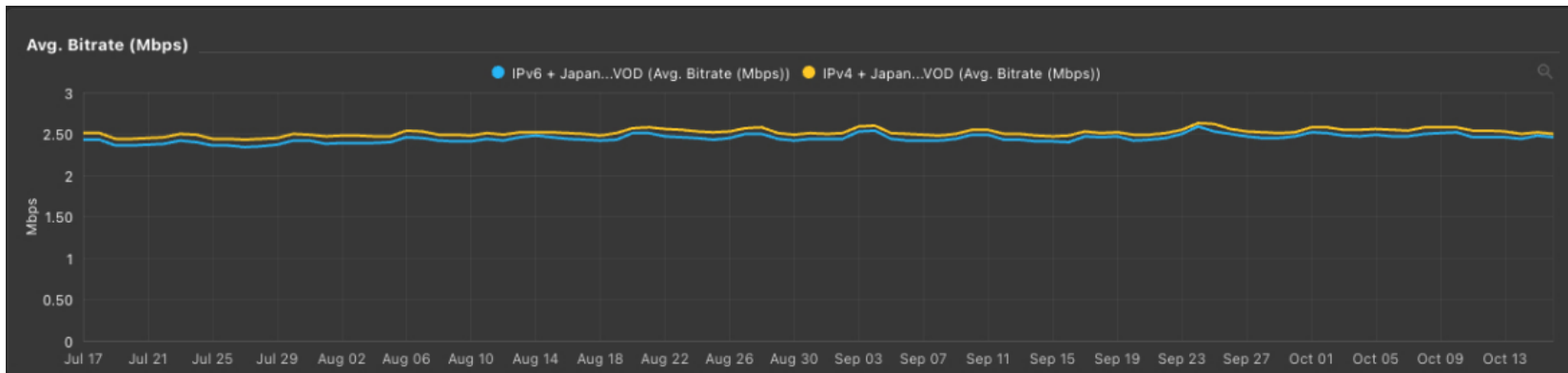
Startup Error/VoD

■ 初期エラー



Avg. Bitrate/VoD

■ 平均ビットレート



IPv4・IPv6比較考察(サマリー)

■ 各種比較

- 全体的にIPv6の方が良い
 - ただし、平均値としてはIPv4も良好なQoEレベルに収まる

■ 理由と思われる事項

- NTT IPv4 PPPoEの設備不足
 - 主要FTTHのIPv4接続

事業者	シェア	方式
NTT	63.4% ※	PPPoE(県単位)
		IPv4 over IPv6 (IPoE)
KDDI	11.2%	トンネリングなし
オプテージ	4.45%	PPPoE(専用)

- CGNAT (Carrier Grade NAT)の設備不足

※NURO光(ダークファイバ利用)等を含む

IPv4・IPv6比較考察(課題)

■ 各種比較

- QoEの場合、平均値の比較だけでは不十分
 - 例：バッファリング率の差が0.1%
 - 特定の時間、特定の県のバッファリング率が100%かもしれない
 - サービス事業者としてはクリティカル
 - もっと粒度(県別、AS別等)の細かい解析が必要
- NPAW Buffer Ratio
 - 時間帯に関わらず同程度IPv6の方が良好⇒一般的には混んでいる時間帯に差が大きくなる
 - 詳細な解析が必要

考察(課題)

■ 各種比較

- 年次比較
 - 最近、PPPoEの混雑が緩和されてきた？
- IPv4アクセスの詳細化
 - PPPoEとIPv4 over IPv6を区別して集計
- 県別集計
 - IPv4 PPPoE(県別設置)のキャパシティ不足
- AS別集計
 - CGNAT装置のキャパシティ不足

今後の予定

■ 詳細な解析を予定

- ・ ストリーミング事業者
 - ・ Wカップ配信で忙しい某OTTとは相談中
- ・ 自宅環境でのIPv4・IPv6比較
 - ・ PPPoE+IPoE
- ・ 興味のあるかた、ご連絡ください