

# 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

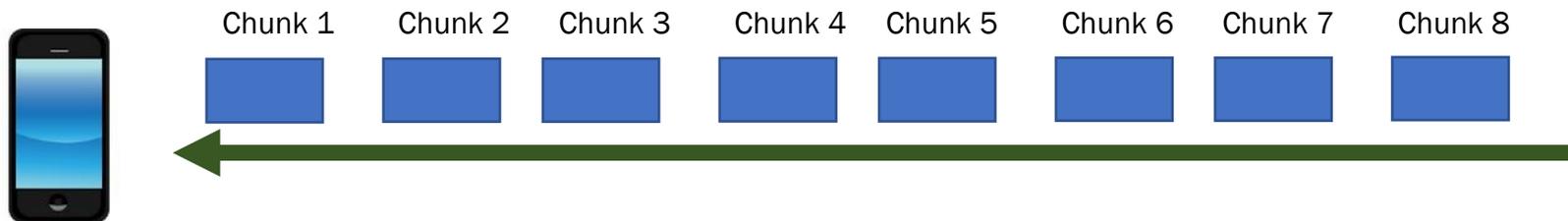
- 概要
- QoE定点観測(hls-mon plugin)
- QoE国内状況(Web VideoMark)
- IPv4、IPv6 QoE比較(NPAW)

# 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

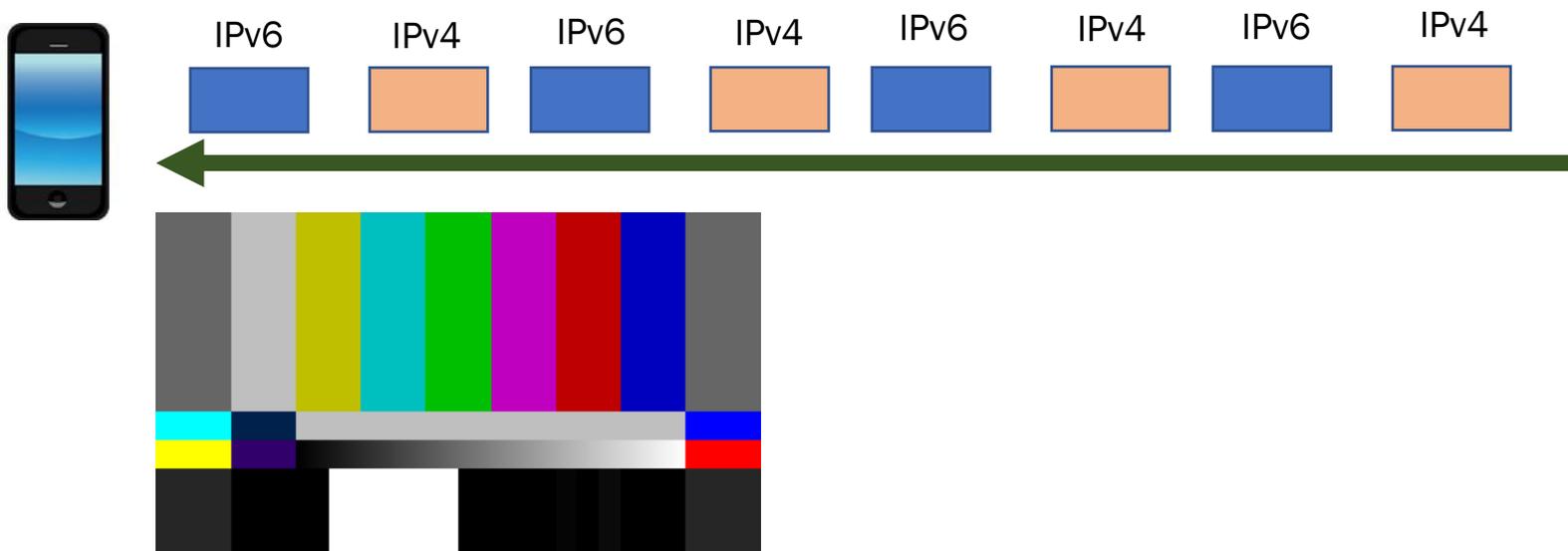


- ・例：マルチビットレート再生
  - ・プレイヤーが再生状況から再生するビットレートを選択する
  - ・再バッファリング多発⇒ビットレートを下げる

# 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)

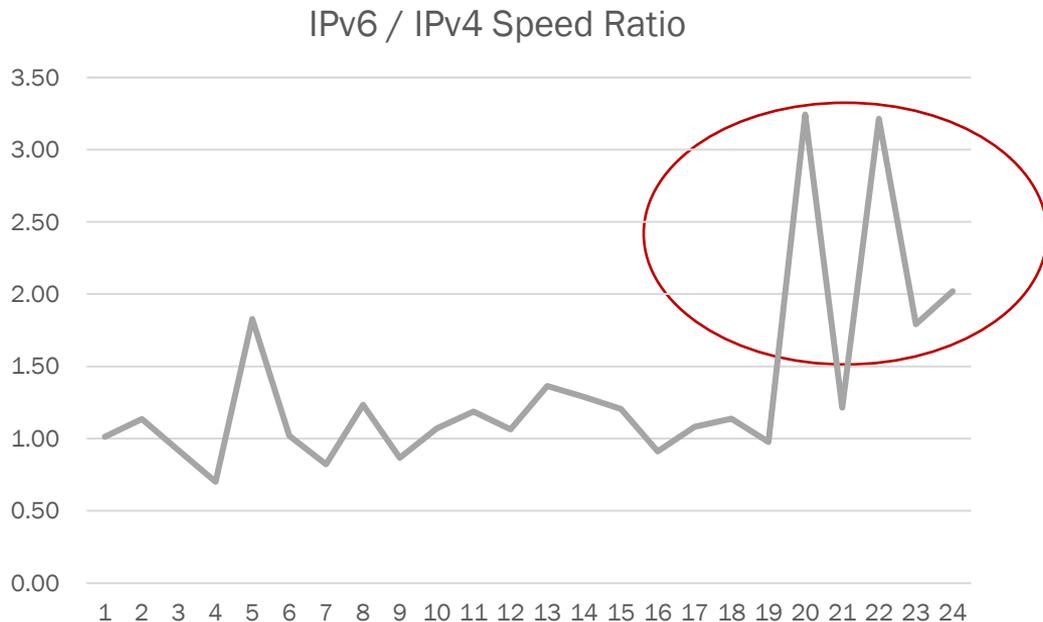
```
DevTools failed to load SourceMap: Could not load content for https://cdn.jsdelivr.net/nom/hls.min.js.map: HTTP error: status code 404, net::ERR_HTTP_RESPONSE_CODE_FAILURE
```

ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb000.ts	hls-46.js:184
483.8900867152047		
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb001.ts	hls-46.js:202
520.4735109046659		
ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb002.ts	hls-46.js:184
498.6375971934237		
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb003.ts	hls-46.js:202
530.4380052778595		
ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb004.ts	hls-46.js:184
469.768084641654		
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb005.ts	hls-46.js:202
558.1801574622061		
ipv4	https://ipv4.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb006.ts	hls-46.js:184
519.9510521266352		
ipv6	https://ipv6.jstream.jp/media/hls/cb-2/cb007.ts	hls-46.js:202
528.9747804025983		

# 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)



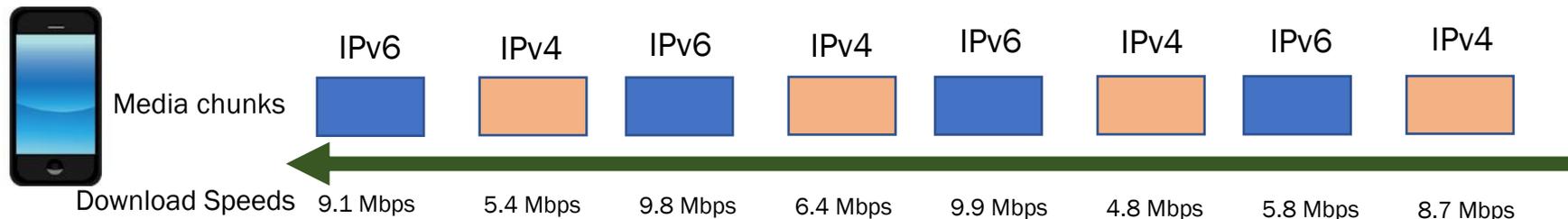
Hour	Session#	IPv6/IPv4
1	16	1.01
2	8	1.14
3	22	0.92
4	4	0.70
5	13	1.83
6	8	1.02
7	11	0.82
8	56	1.23
9	45	0.87
10	55	1.07
11	74	1.19
12	49	1.06
13	59	1.36
14	58	1.29
15	55	1.20
16	62	0.91
17	57	1.08
18	32	1.14
19	37	0.98
20	23	3.24
21	44	1.21
22	69	3.21
23	69	1.79
24	0	2.02

# IPv4 IPv6 マルチプロトコルメディアプレイヤー

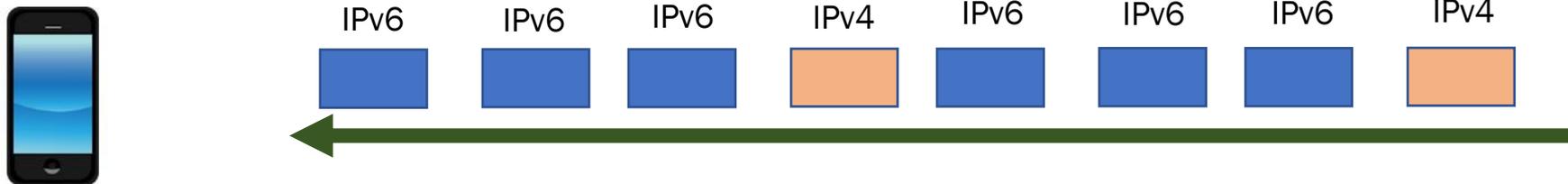
■ <https://www.kosho.org/blog/net/ipv4ipv6-mediaplayer/>

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



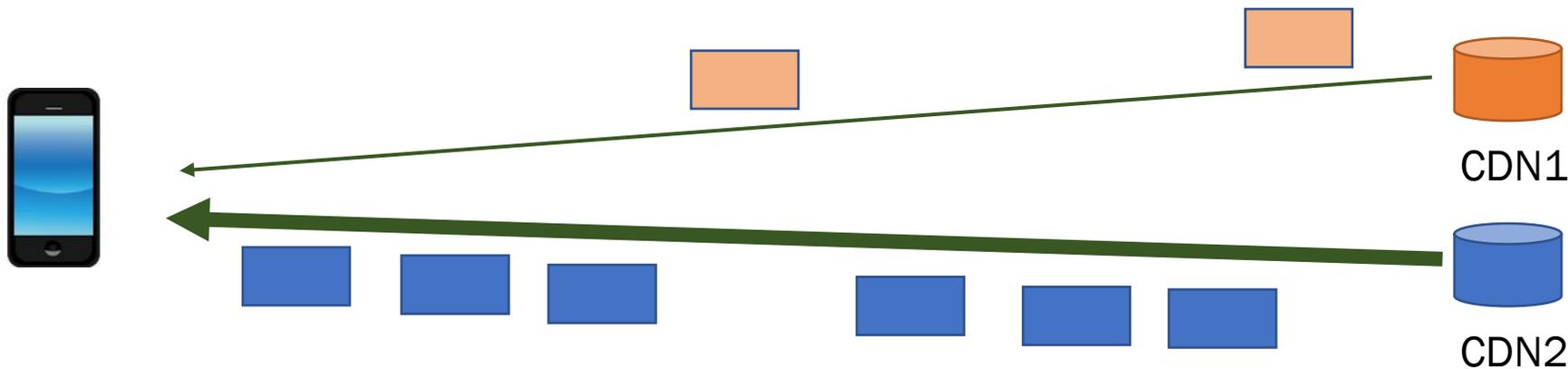
3, 早い方のプロトコルを優先して使用



# 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

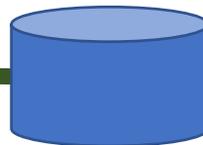
- ・ 動画プレイヤーが各種指標を計測し、集計サーバにアップロード
  - ・ 注意：CDN(HTTP配信しているだけ)では計測不可能

### 計測・報告

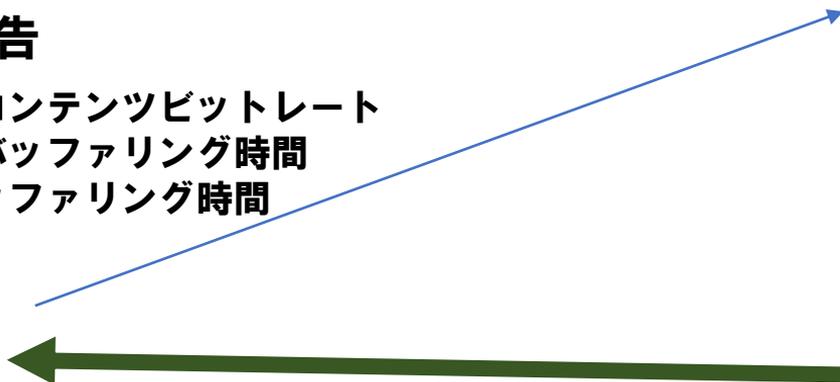
- ・ 再生コンテンツビットレート
- ・ 初期バッファリング時間
- ・ 再バッファリング時間



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

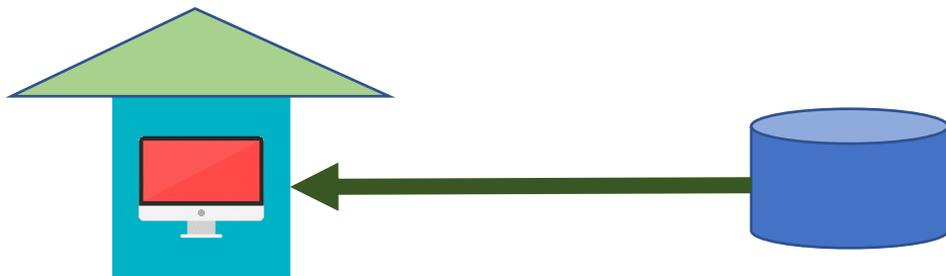
### ・初期バッファリング、トリックプレイ(早送り等)

- ・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

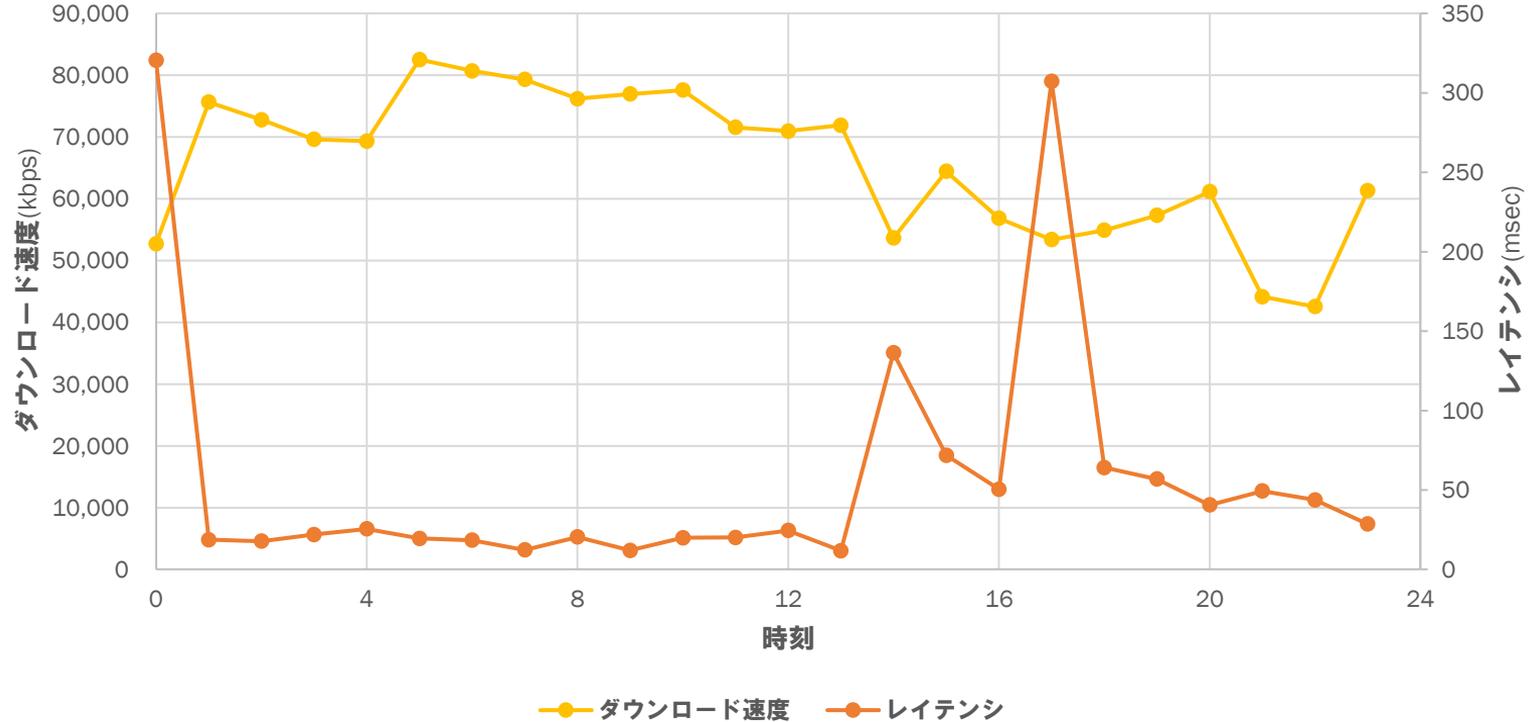
## ■ 環境

- 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/>)



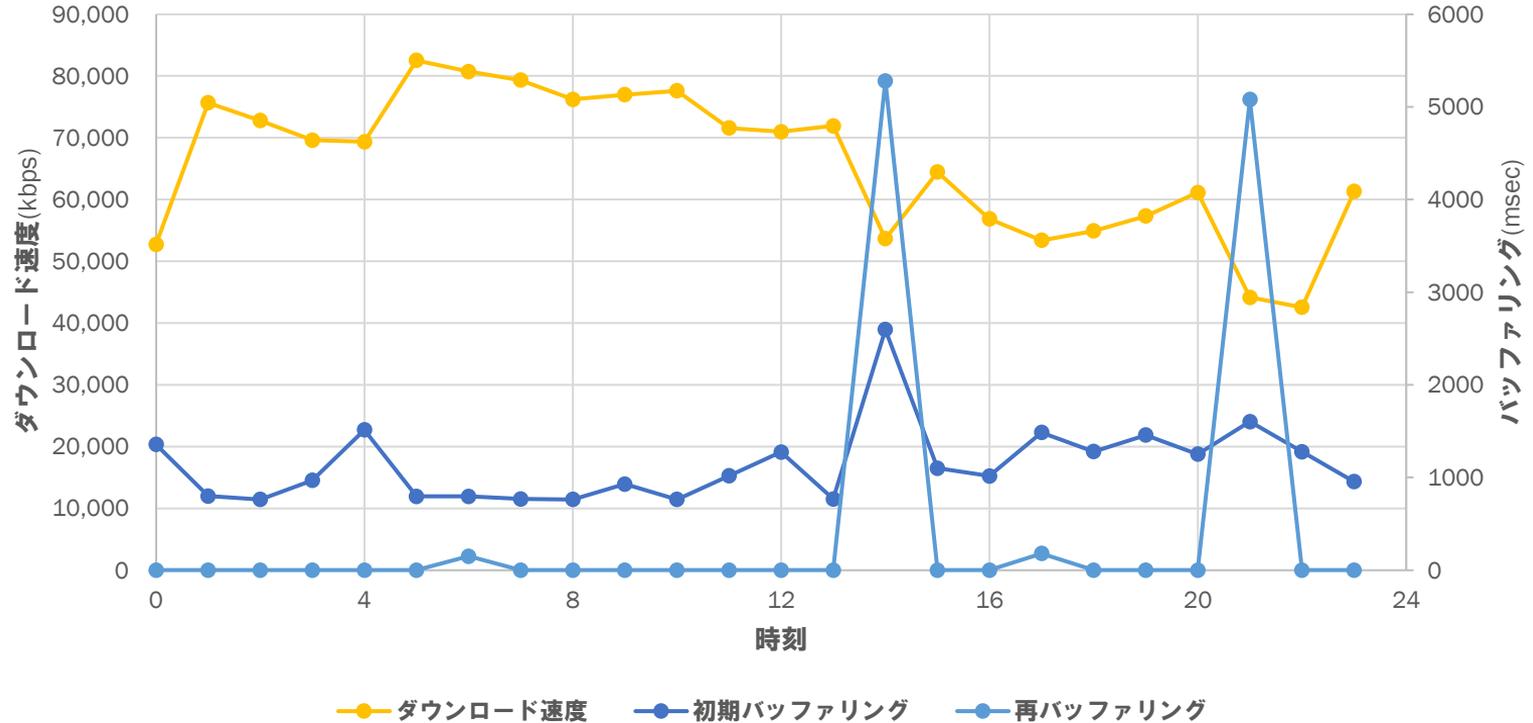
# 結果(IPv4/PPPoE)

## ■ 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



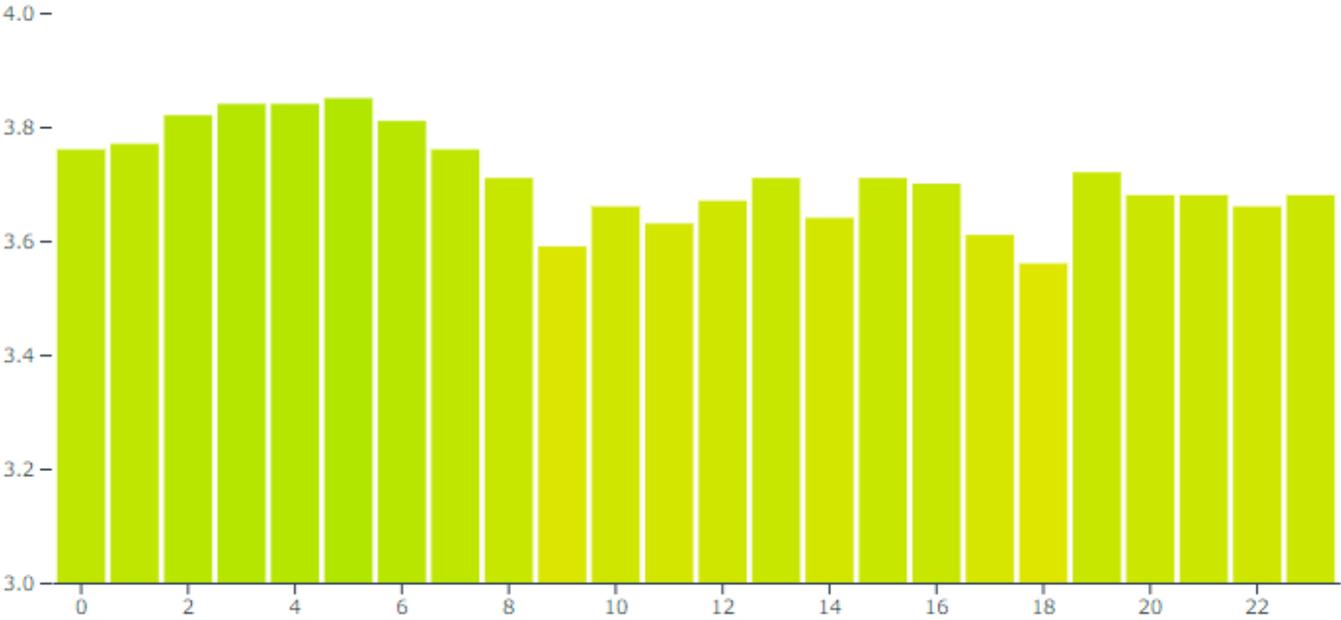
# QoE国内状況

## ■ Web VideoMark

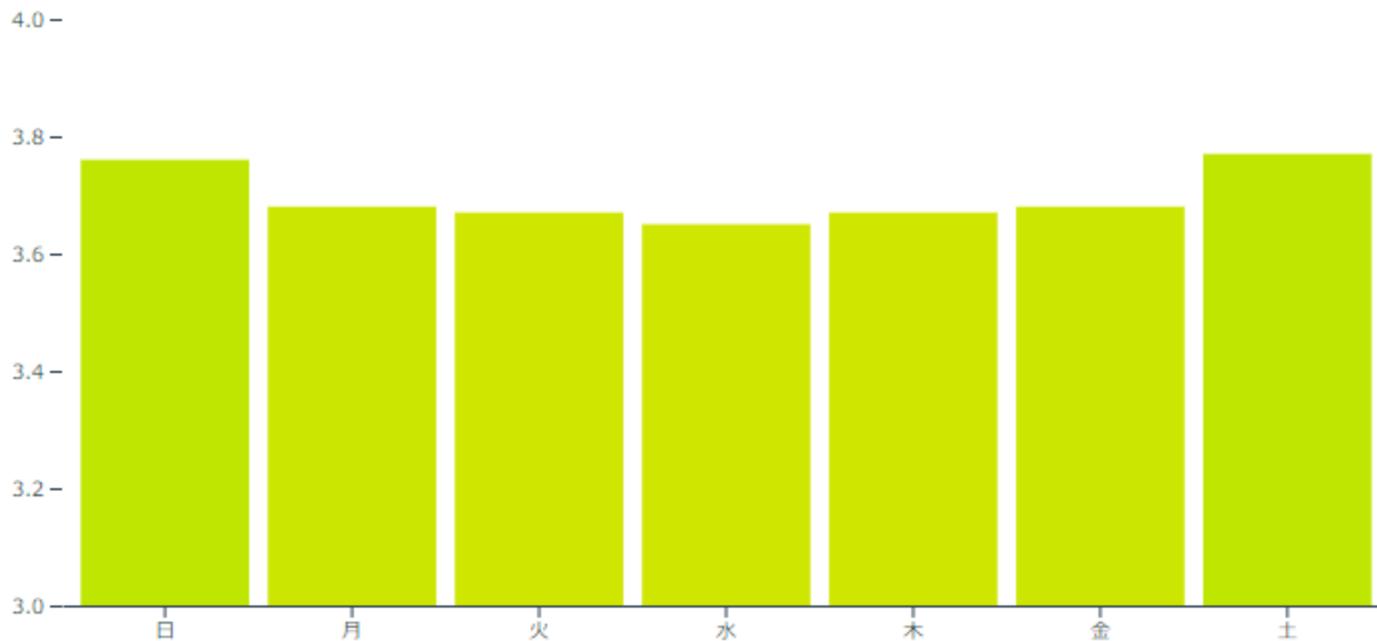
- <https://vm.webdino.org/>
- QoE計測Chromeプラグイン
  - Youtube等の視聴QoEを計測、集計
  - QoEスコア：0～5
    - NTT研究所開発
  - IPv4/IPv6の区別：なし



# 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

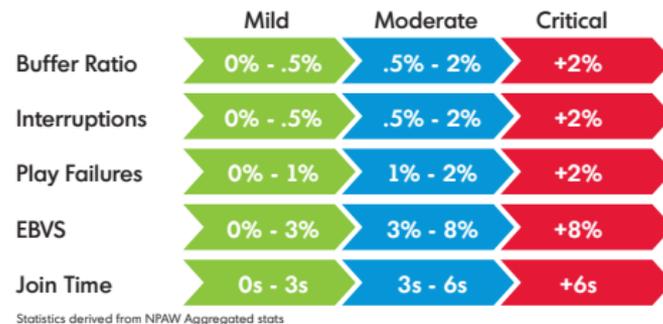
- In-Stream Error

- 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

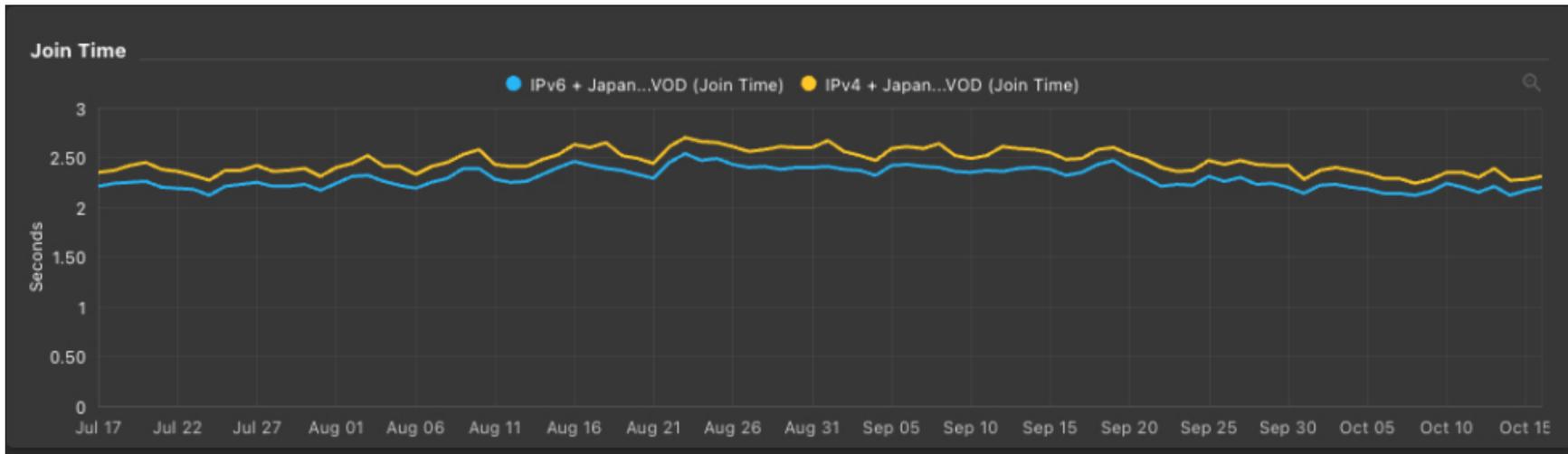
Join Time

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

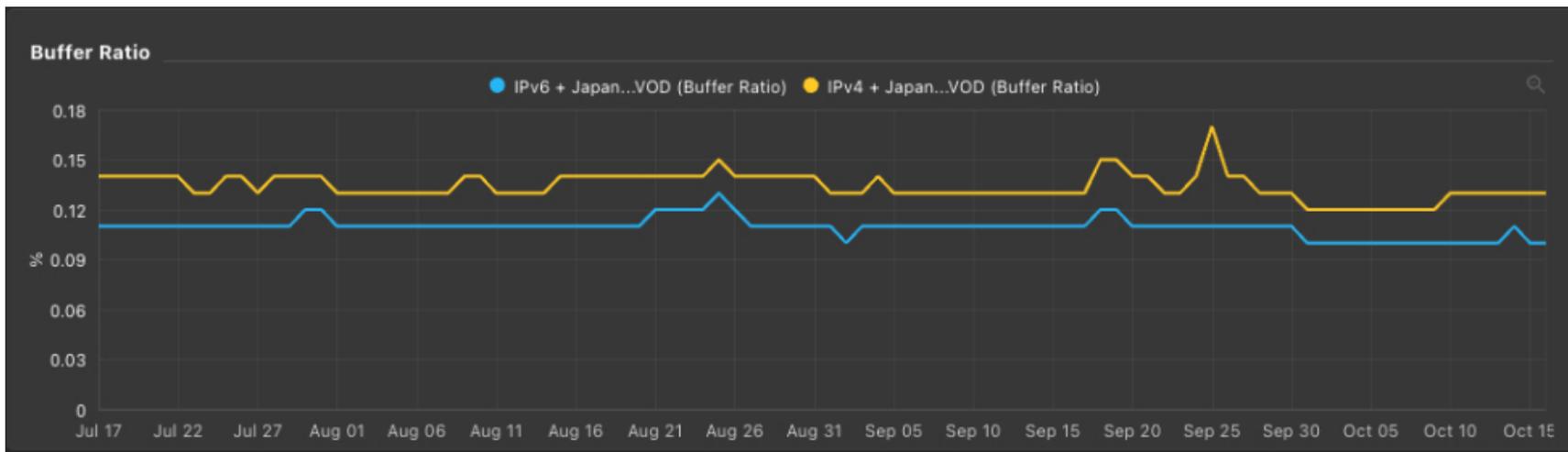
Buffer Ratio

0% - .5%

.5% - 2%

+2%

## ■ 再バッファリング



# In-Stream Error/VoD

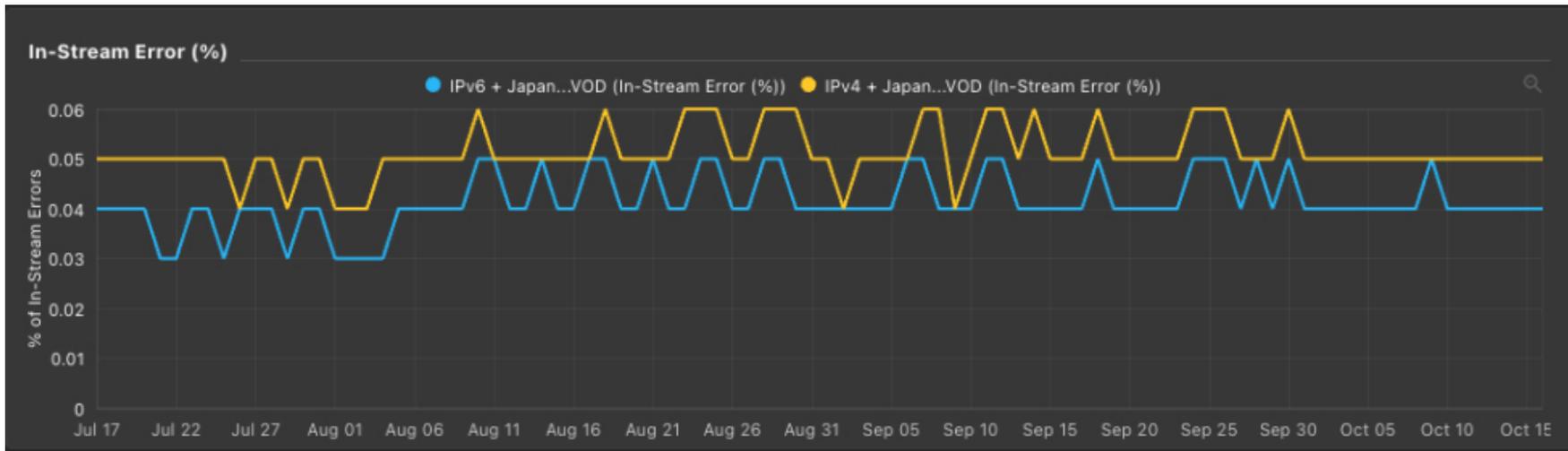
Interruptions

0% - .5%

.5% - 2%

+2%

## ■ 再生中エラー率



# In-Stream Error Crash

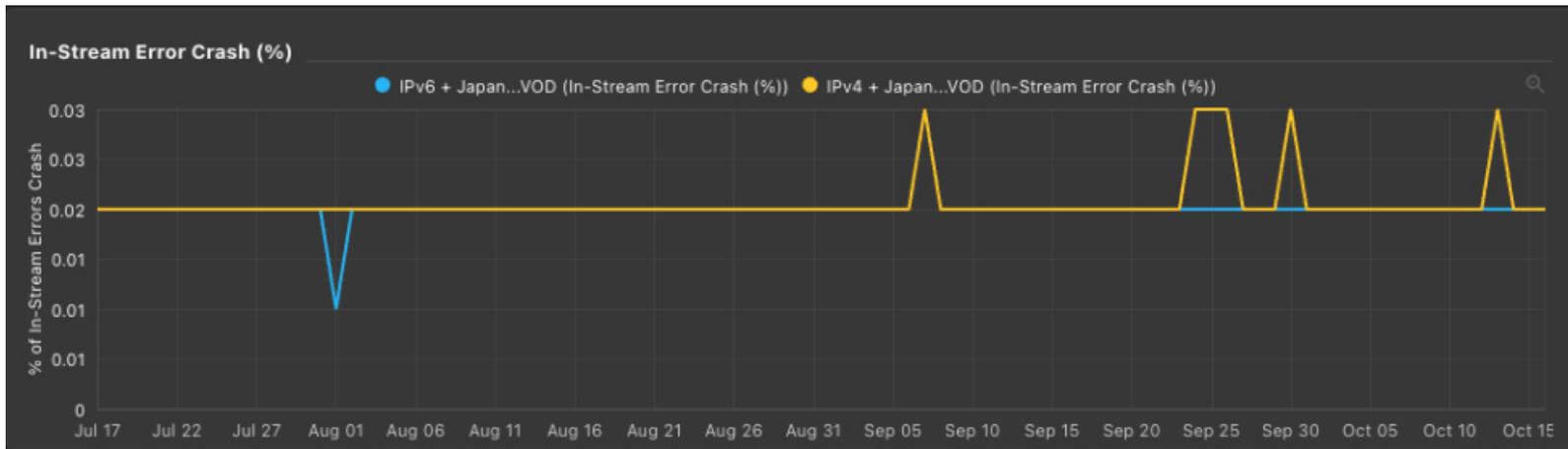
Play Failures

0% - 1%

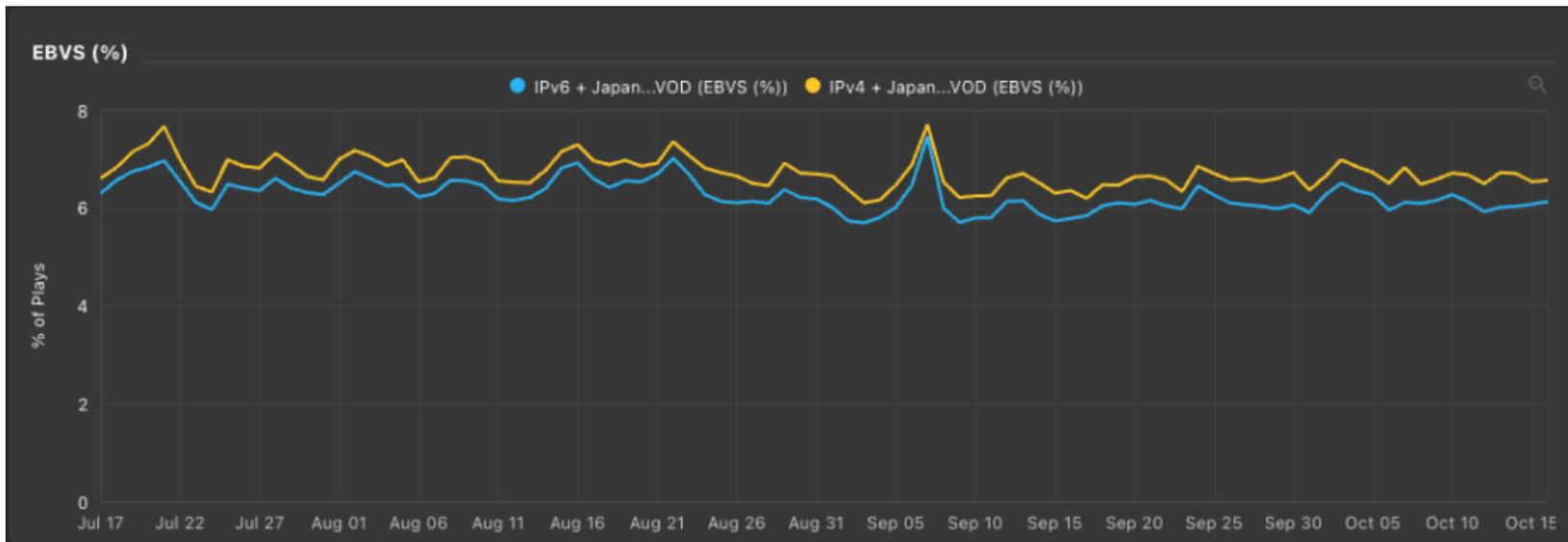
1% - 2%

+2%

## ■ 再生中エラー停止率

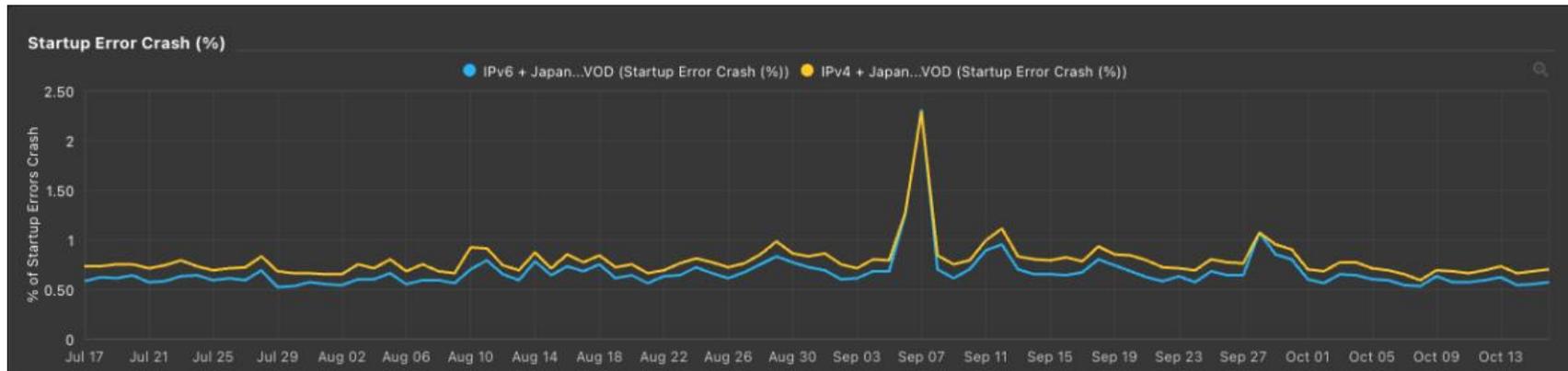


## ■ Exit Before Video Starts(ビデオ開始前の視聴終了)



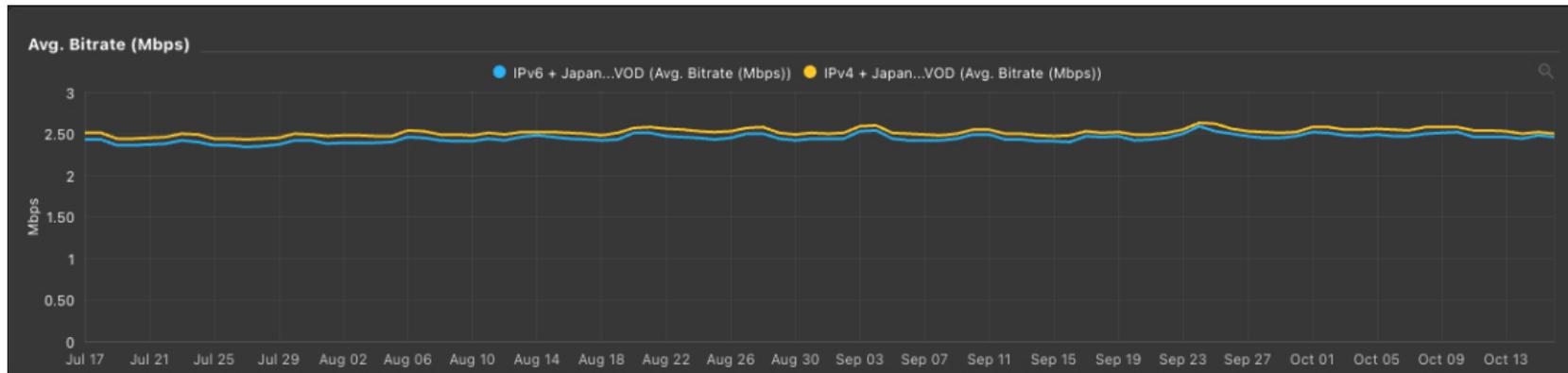
# Startup Error/VoD

## ■ 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