

第5回 固定ブロードバンドサービスの品質計測手法の確立に関するサブワーキンググループ

# ネットワーク計測プロジェクトの紹介と インターネット環境評価の報告

---

北口 善明（東京工業大学）

July 13, 2021

- iNoniusプロジェクトの紹介
  - iNonius: Internet Nonius(ノギス)
- インターネット環境評価について
  - iNoniusにて収集したデータから得られた評価結果

# iNoniusプロジェクト

---



iNonius: インターネットのノギス

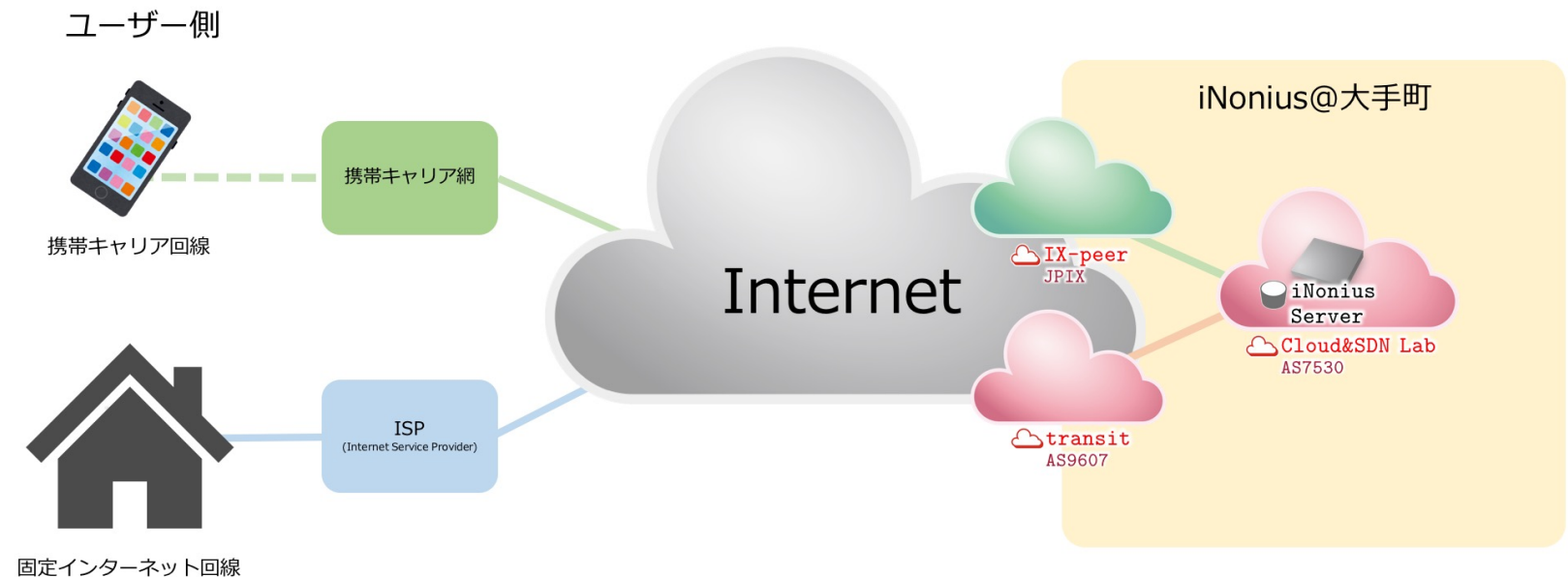
## ● これまでの取り組み

### ● 10Gbpsまでの通信速度計測を目指したスピードテストサイトの構築

- 2017年より提供開始（IPv4, IPv6双方での計測）
- IXの隣に計測サーバを設置（大手町DC）
- ブラウザへの機能追加なしでの計測（HTML5ベースのOSSを活用）
  - 計測項目：スループット(Upload/Download), 通信遅延, ジッタ

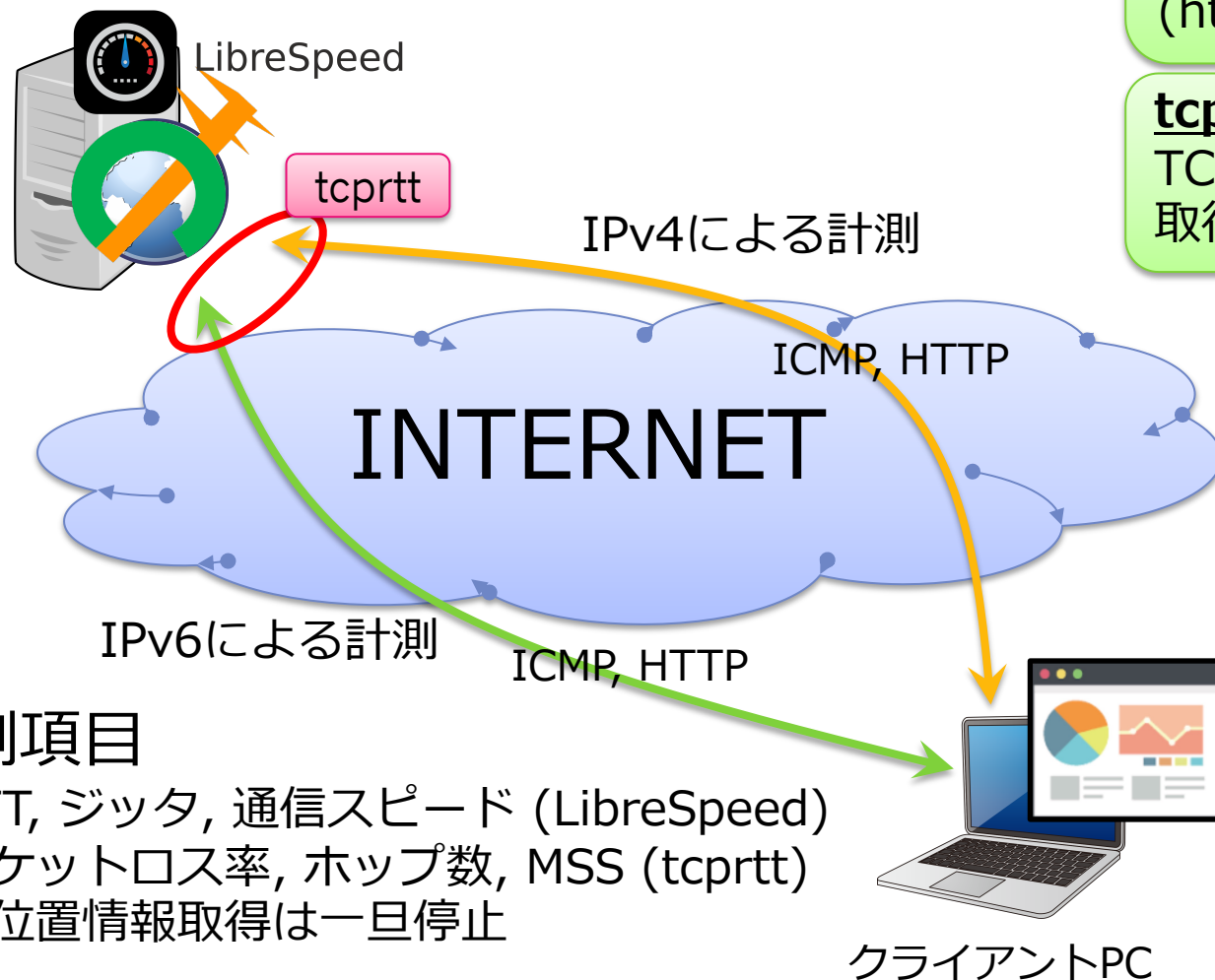
### ● OSSに追加した特徴

- IPv4とIPv6の計測を  
順次実施
- ユーザ毎に履歴を  
保持可能
- 位置情報を用いた  
可視化



## LibreSpeed + tcprtt で計測

iNoniusサーバ (<https://inonius.net/speedtest/>)



## 計測項目

RTT, ジッタ, 通信スピード (LibreSpeed)  
パケットロス率, ホップ数, MSS (tcprtt)  
※位置情報取得は一旦停止

## LibreSpeed

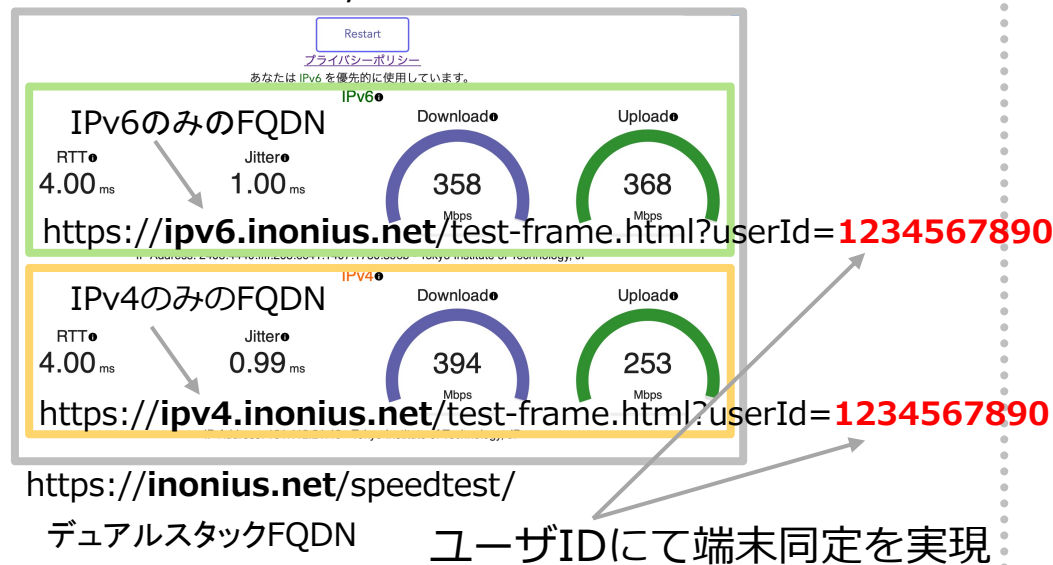
Webブラウザの標準機能で計測可能なスピード  
テストサイト実装  
(<https://github.com/librespeed/speedtest>)

## tcprtt ※独自実装

TCPセッションをモニタしセッション統計情報を  
取得 (RTT, MSS, ヘッダ情報 など)

## デュアルスタック計測における端末同定手法

IFRAME内でIPv4, IPv6計測を実施



## ● LibreSpeed

### ● RTT, Jitter

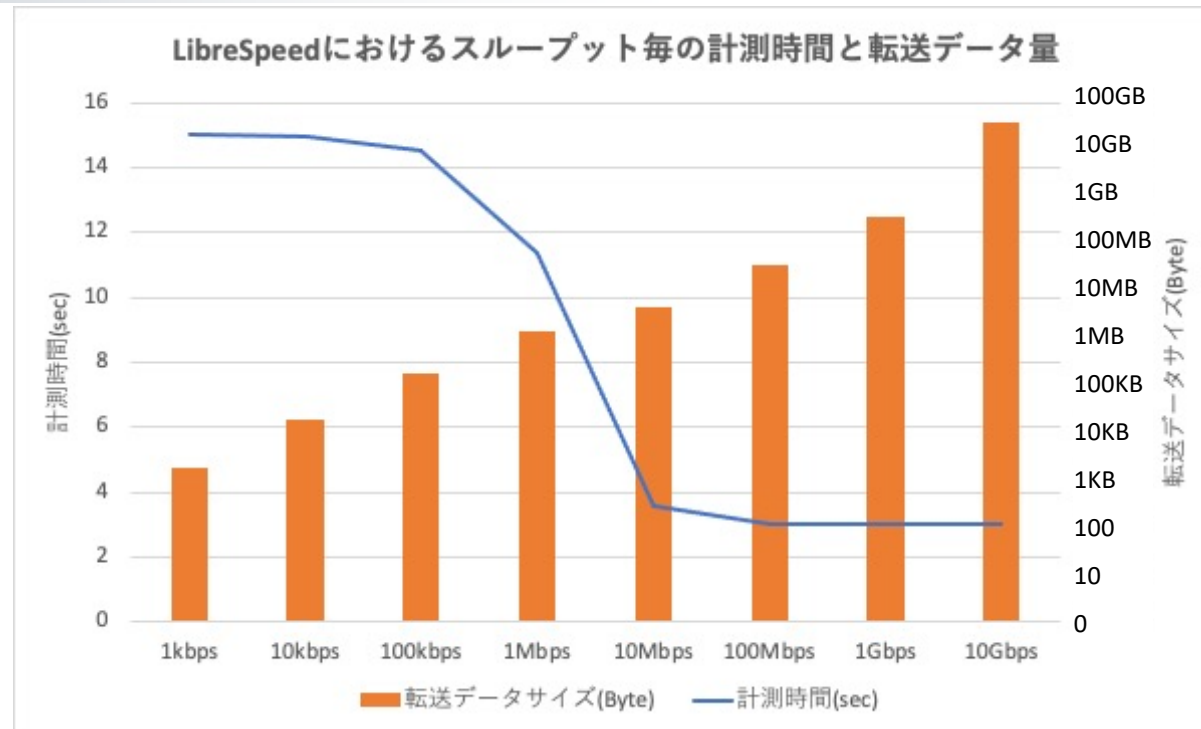
- HTTP GETリクエストにて10回計測
- RTT: 最小値, Jitter: 遅延差の加重平均値

### ● スループット(Download/Upload)

- 最大15秒間の計測  
12.5Mbps以上の回線では3秒間で終了
- 200ms毎に $(6.4 \times \text{speed}) / 100,000 \text{ms}$   
(max 800ms)早く終了するアルゴリズム
- 転送データ:
  - 約1.4MB@1Mbps
  - 約380MB@1Gbps

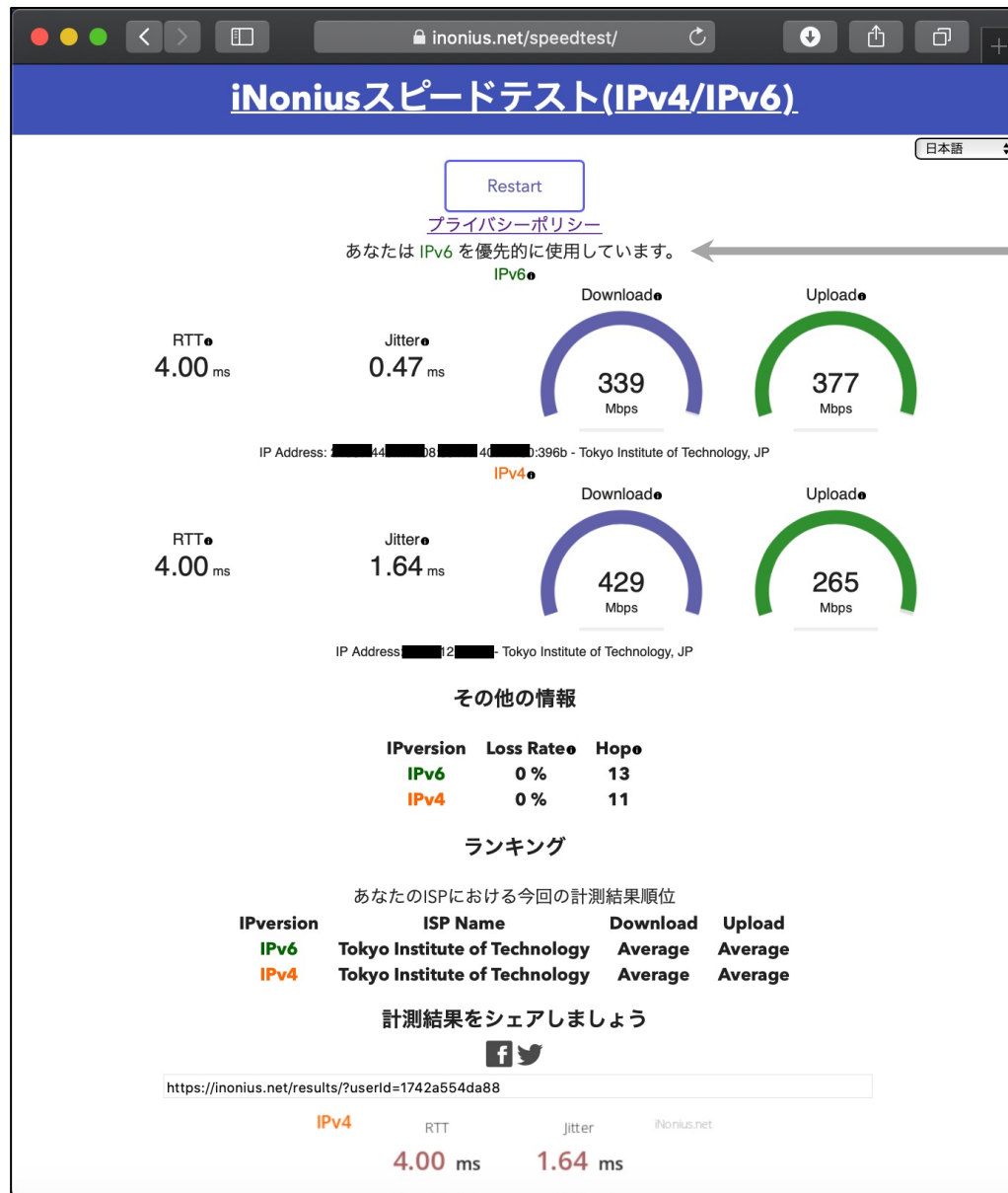
## ● tcprtt

- libpcapにてHTTPセッションをサーバにてパケットキャプチャ
- TCPシーケンス番号を観測しフレームロスを検知



|         | Download                            | Upload                     |
|---------|-------------------------------------|----------------------------|
| 計測手法    | HTTP GET                            | HTTP POST                  |
| チャンクサイズ | 100MB                               | 20MB                       |
| ストリーム数  | 6                                   | 3                          |
| 待ち時間    | 1.5秒<br>TCPウィンドウサイズが<br>大きくなるまで待つ時間 | 3秒<br>送信バッファが埋まる<br>まで待つ時間 |

# iNonius Speed Test (IPv4/IPv6) 画面例



メインページへIPv4/IPv6どちらで接続したか判定

各プロトコルによる計測

計測順序：接続に利用しているものから

利用できない場合には"not available"を表示

tcprttでの計測結果を表示

パケットロス率, ホップ数

MSSを基にしたネットワーク推定は今後の予定

利用ISP内での計測結果の位置を表示

ISP判定にはipinfo.ioのGeoIPサービスを利用

計測結果のシェア情報

表示URLへ接続することで後日確認可能

シェア用画像データを取得できる

## ● 特徴

### ● 10Gbpsまで計測可能

- これまでの最大計測値：IPv4ダウンロード: 6,593Mbps, IPv6ダウンロード: 4,943Mbps

### ● IPv4, IPv6の同時計測が可能（ユーザ同定で比較評価可能）

### ● サーバサイドのパッシブ計測で計測情報を補間

### ● エージェントレスでWebブラウザのみで計測

## ● 計測項目と推定可能情報

### ● 計測項目

- クライアントIPアドレス、通信の実効帯域、通信遅延、ジッタ、パケットロス率、パケットのメタ情報（MSS, TTL 等）、Network Information API情報、User Agent情報

### ● 推定可能情報

- ISPの判定、IPv4とIPv6のアドレス割当関係、モバイル接続判定、ISP内でのランキング、ISP間の比較評価、優先利用されるIPバージョン、クライアントの種別（OS, ブラウザ）、ISPの接続種別（ネイティブ, PPPoE, IPoE 等）、ローカル接続種別（Wi-Fi, Cellular 等）



# インターネット環境評価

---

## ● 評価に用いたデータ

### ● 6月に更新したiNoniusスピードテストサイトで収集したデータ

- 期間：2020.06.03 ～ 2020.10.30

### ● IPv4, IPv6の双方で計測されたデータのみ利用

- IPv4とIPv6の比較評価を実施するため

- 計測データ総数：約 16,000 レコード

### ● ユーザ毎の計測数に関して

- 同一端末からの複数計測はIPv4アドレスを基準に判定

- ユーザ計測総数：約 3,800 レコード

(NATルータ配下のユーザは同一視している点が課題)

- ユーザ毎の計測値は平均値として算出

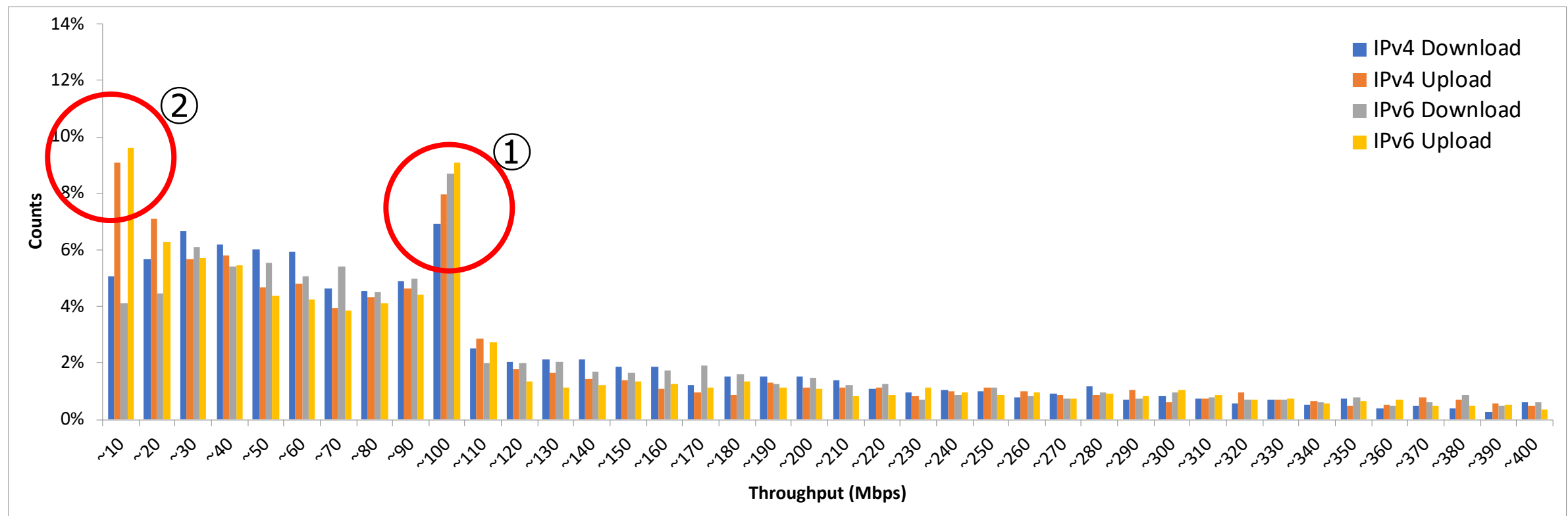
## ● スループット毎のユーザ分布（400Mbps以下のみ）

① 100Mbps付近の計測結果が多い

→ マンションネットワーク（VDSL利用）等の影響と想定

② IPv4/IPv6アップロードで10Mbps未満のユーザを確認

→ モバイルユーザの計測結果（モバイルキャリアの提示アドレスレンジで判定）



## ● ユーザ接続環境毎のスループット分布

### ● MSS値からユーザ接続環境を推定（値は平均値）

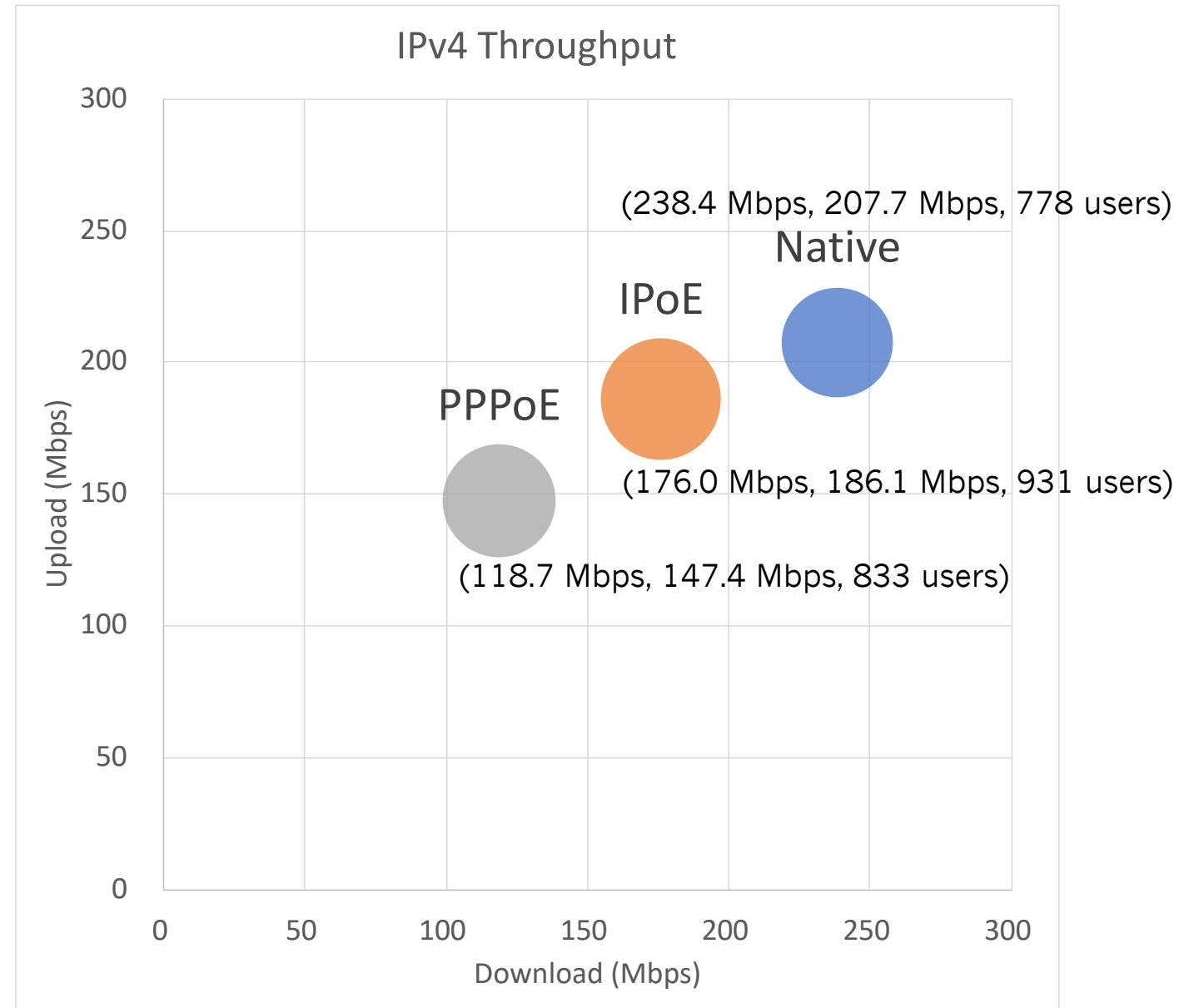
- MSS：TCPセッションにおける最大セグメントサイズ（カプセル化情報を推測可能）

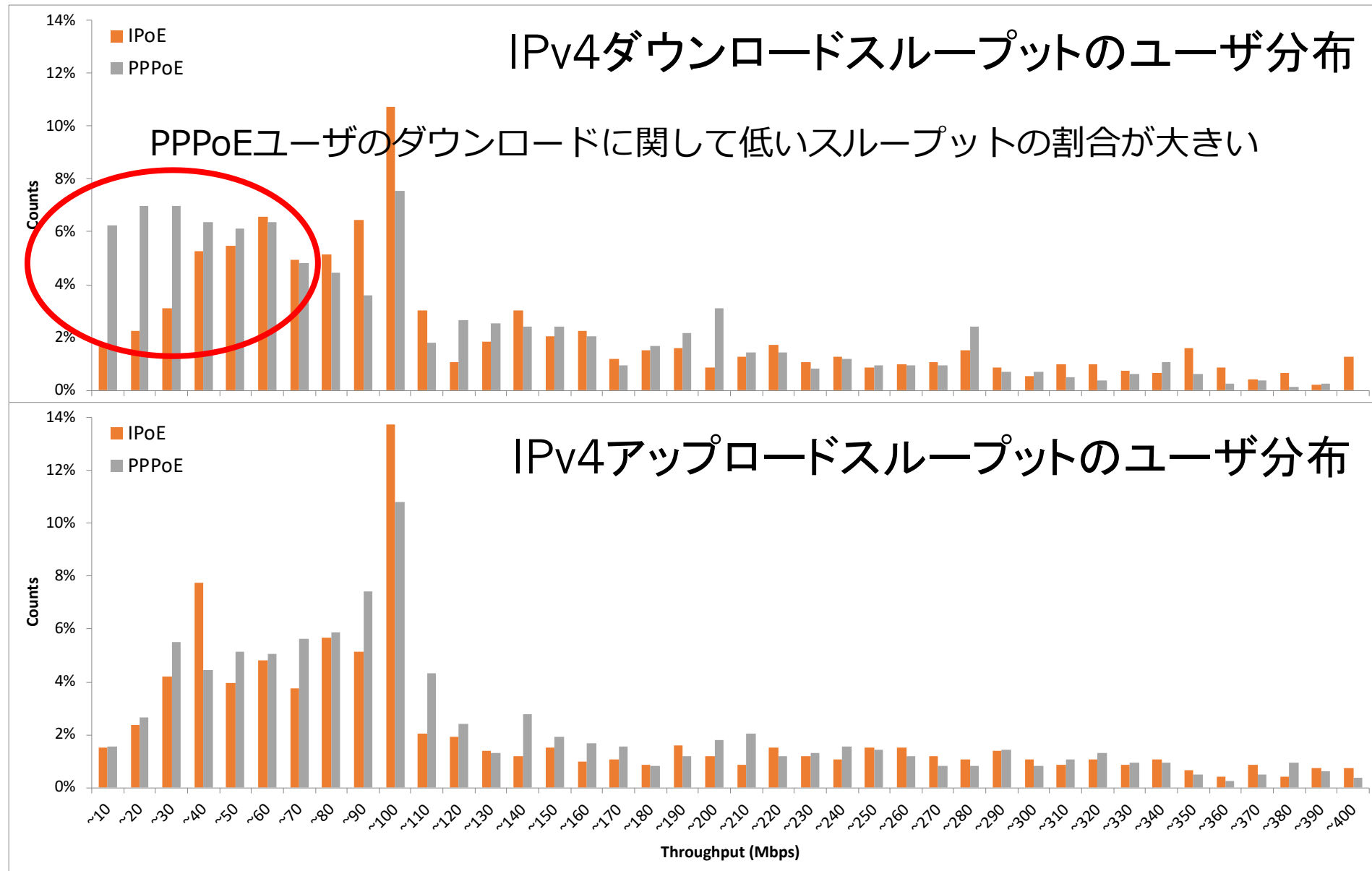
判断定義：

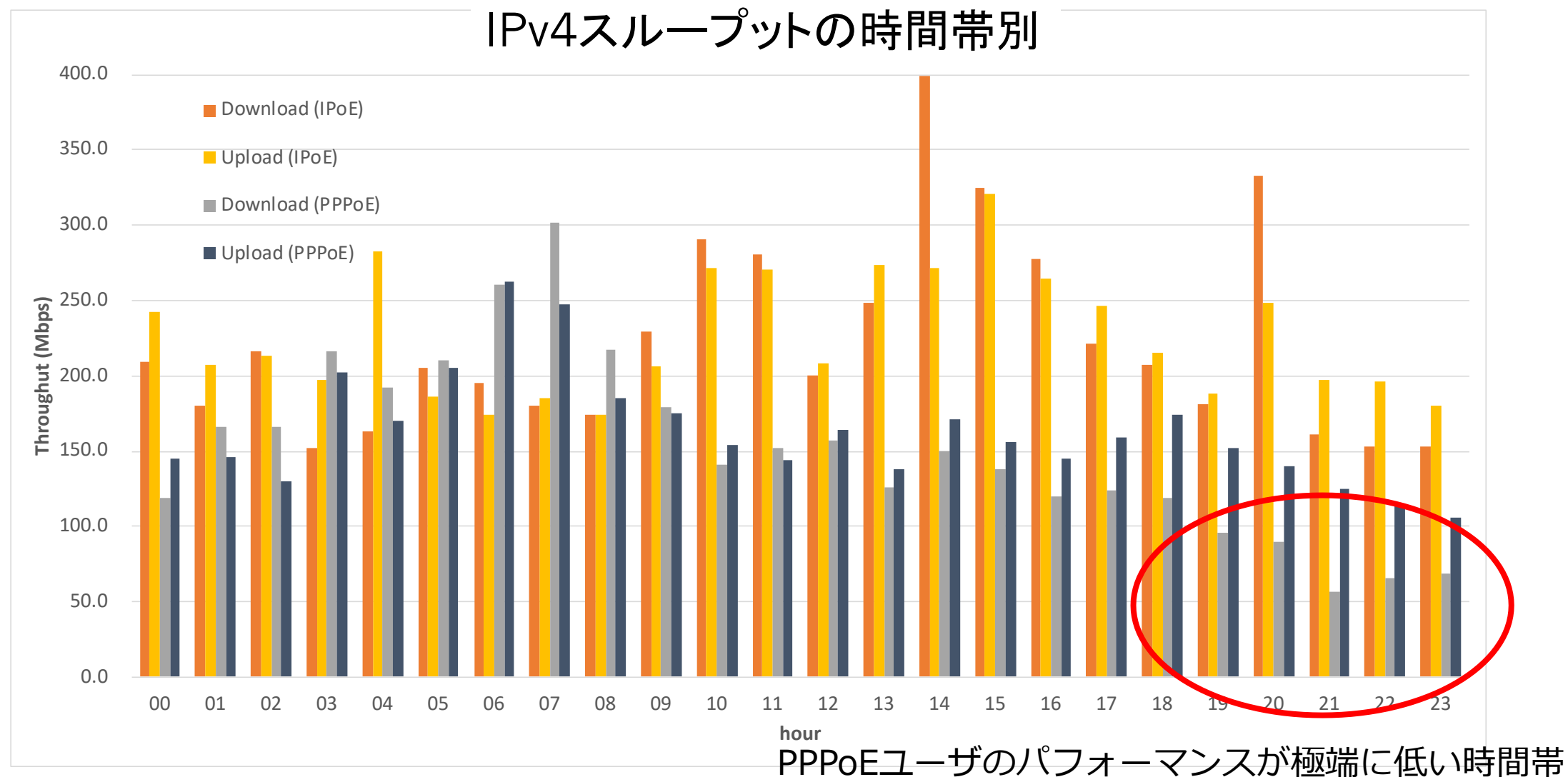
| MSS     | IPv4 | IPv6 |
|---------|------|------|
| Native: | 1460 | 1440 |
| IPoE:   | 1420 | 1440 |
| PPPoE:  | 1414 | 1440 |

### ● 傾向（IPv4）

- IPoEユーザがPPPoEユーザよりパフォーマンスが良い傾向







## ● IPv4 vs. IPv6

- 平均値ではなく中央値による比較
- すべての観測結果においてIPv6が優位な結果

|      | rtt<br>[ms] | upload<br>[Mbps] | download<br>[Mbps] | jitter<br>[ms] |
|------|-------------|------------------|--------------------|----------------|
| IPv4 | 13.115      | 110.17           | 114.085            | 1.69           |
| IPv6 | 12.34       | 119.505          | 134.64             | 1.3            |