

第2回 インターネットトラヒック研究会

# 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)

January 15, 2021

- SINDANプロジェクトの紹介

- SINDAN: Simple Integrated Network Diagnosis And Notification

- 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

# SINDANプロジェクト

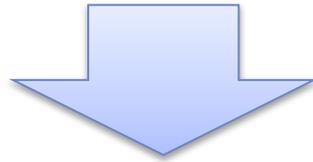
---



SINDAN Project

Simple Integrated Network Diagnosis and Notification

- ネットワーク運用におけるトラブル対策
  - イベントネットワーク、キャンパスネットワーク など
- 「つながらない」というクレーム
  - サーバ監視や外部接続監視では分からない問題
  - ユーザが被っている障害はユーザ側から確認が必要



- 階層的な計測でネットワーク障害を切り分けたい

ユーザ視点における状態計測手法の確立

※IPv6時代を想定し、デュアルスタックなど複数のIPバージョンを利用する環境を想定

- ユーザ側の計測結果を的確に運用者に伝えたい

ネットワーク接続性記述手法の定義と標準化

- 物理的な接続性（リンクレイヤ）による障害
  - スイッチングハブの故障、無線区間の問題（電波干渉、認証の不具合）、対外接続回線の障害 など
- IP的な疎通性（IPレイヤ）の障害
  - ユーザ端末のIPアドレス設定による問題、IPv4/IPv6アドレス変換装置における障害 など
- 名前解決における障害
  - DNSレゾルバやDNSサーバ設定の不具合、IPv4/IPv6応答の不整合 など
- アプリケーション動作の障害
  - セキュリティ製品の誤動作（フィルタ設定ミス、防御機構の誤検知）、MTU設定と断片化異常、Webサーバにおける障害 など

ネットワーク的に問題がなければユーザ設定の問題

## ● ネットワーク運用モデル

### ● IPv6とIPv4ネットワークにおける差異例

- グローバルアドレス利用, NAT利用環境

### ● IPv4/IPv6混在環境ネットワークにおける差異例

- IPv6ネイティブ, IPv6トンネリング, トランスレータ利用, デュアルスタック, パラレルスタック

### ● 自動アドレス設定の差異例

\*SLAAC (StateLess Address Auto Configuration)

- DHCP, SLAAC\*, DHCPv6

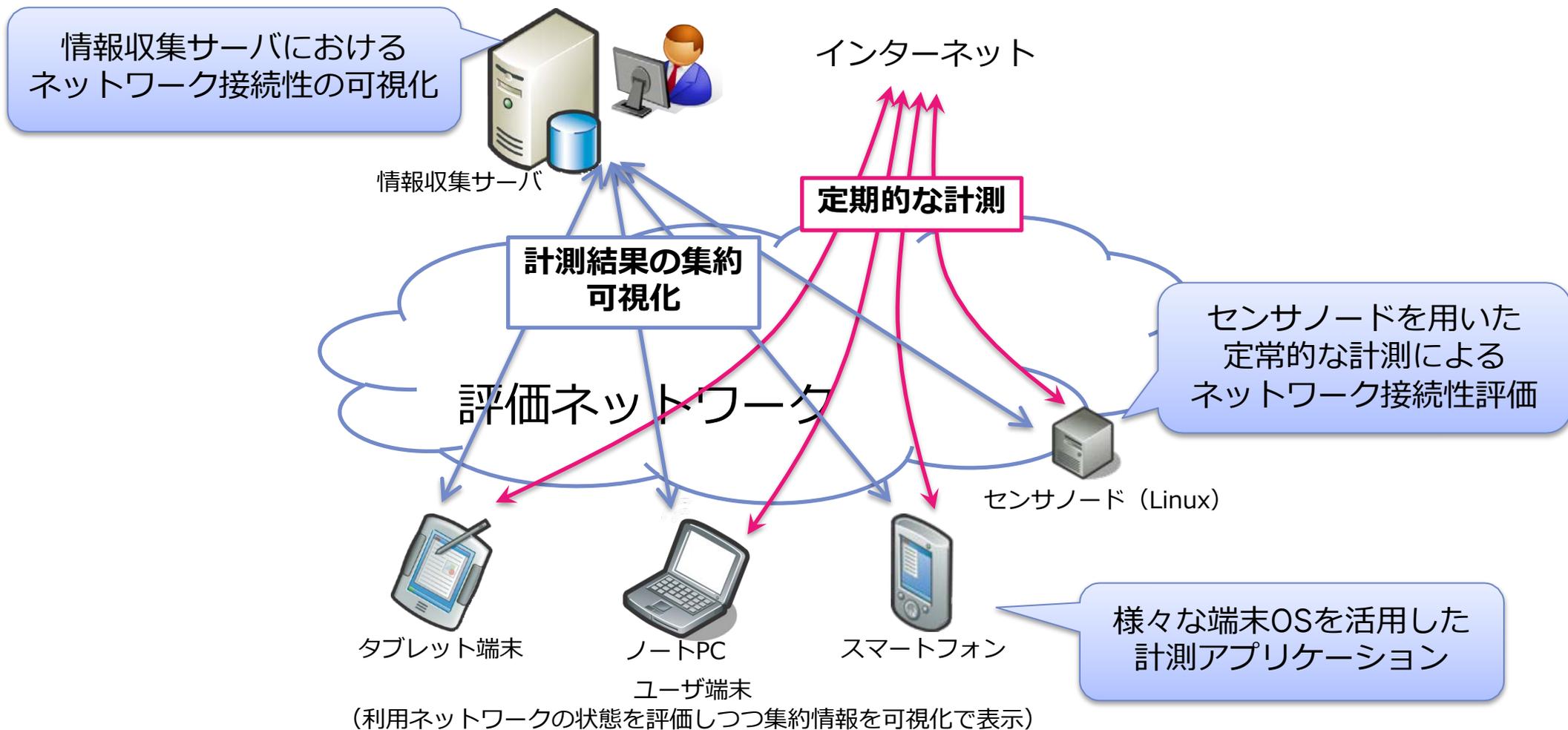
## ● ネットワーク障害の評価項目

### ● 階層モデルでネットワーク状態を整理

- リンク状態, IPアドレス設定, 名前解決, IP到達性 など

### ● ウェブサービスなど実装依存部分への影響整理も考慮

<b>6. アプリケーション層</b> 外部アプリケーション通信	boolean: HTTP通信の確認 SSH通信の確認 等	information: 通信帯域, Speed Index, 利用可能アプリ調査 等	
<b>5. 名前解決層</b> DNSにおける名前解決 Aレコード, AAAAレコード, 順序	boolean: IPv4およびIPv6の 名前解決確認	information: DNSの回答結果の順序	
<b>4. グローバルネットワーク層</b> 外部ネットワークへの到達性	boolean: 外部サーバへの到達制確認 等	information: 通信遅延 (RTT) , 経路, パスMTU	
<b>3. ローカルネットワーク層</b> 内部ネットワークでの到達性	boolean: デフォルトルータへの 到達制確認等	information: 通信遅延 (RTT)	
<b>2. インタフェース層</b> インタフェースのIPアドレス設定 SLAAC, DHCP, DHCPv6	boolean: 自動アドレス設定の確認	information: IPアドレス, デフォルトルータ, ネームサーバ, RA情報等	boolean型 障害の有無を判断する項目
<b>1. データリンク層</b> L2の接続状態 Wi-FiのAssociation状態など	boolean: リンク状態の確認	information: MTU, MACアドレス, SSID, BSSID, RSSI, Noise 等	information型 ネットワーク状態を収集する項目 下位層の情報を元に上位層の評価 項目の実施有無を判断



# iNoniusプロジェクト

---



iNonius: インターネットのノギス

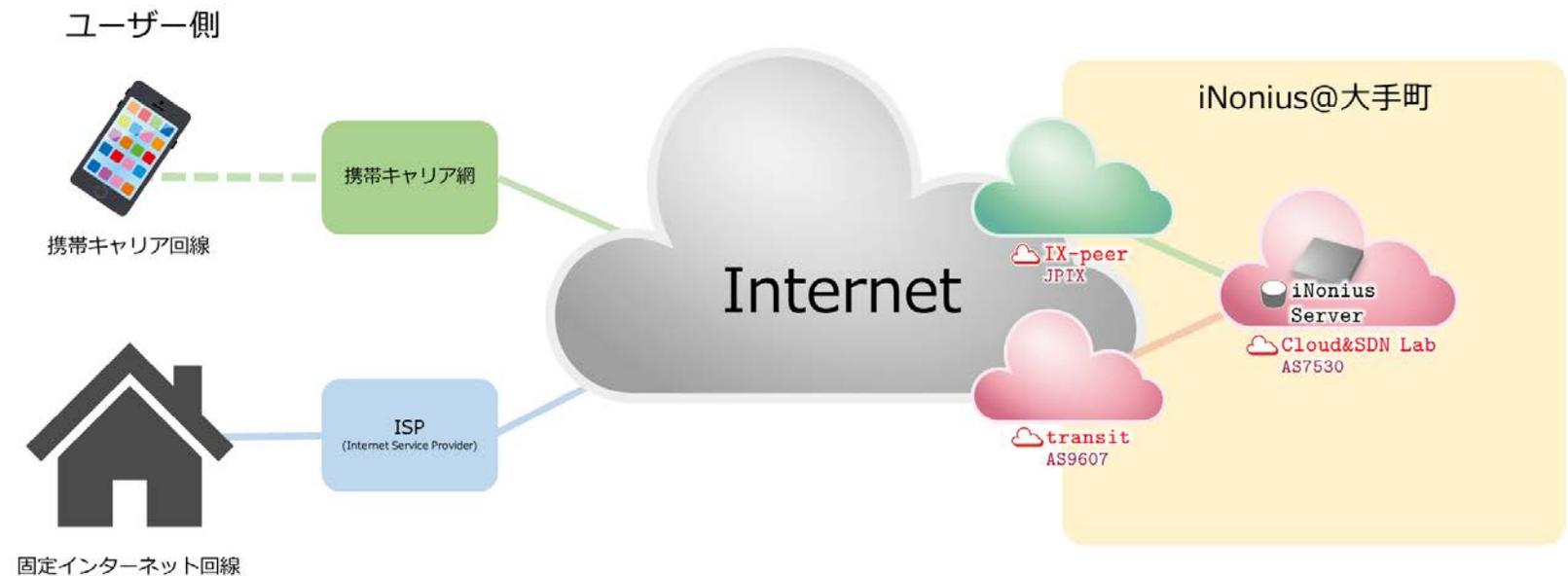
## ● これまでの取り組み

### ● 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

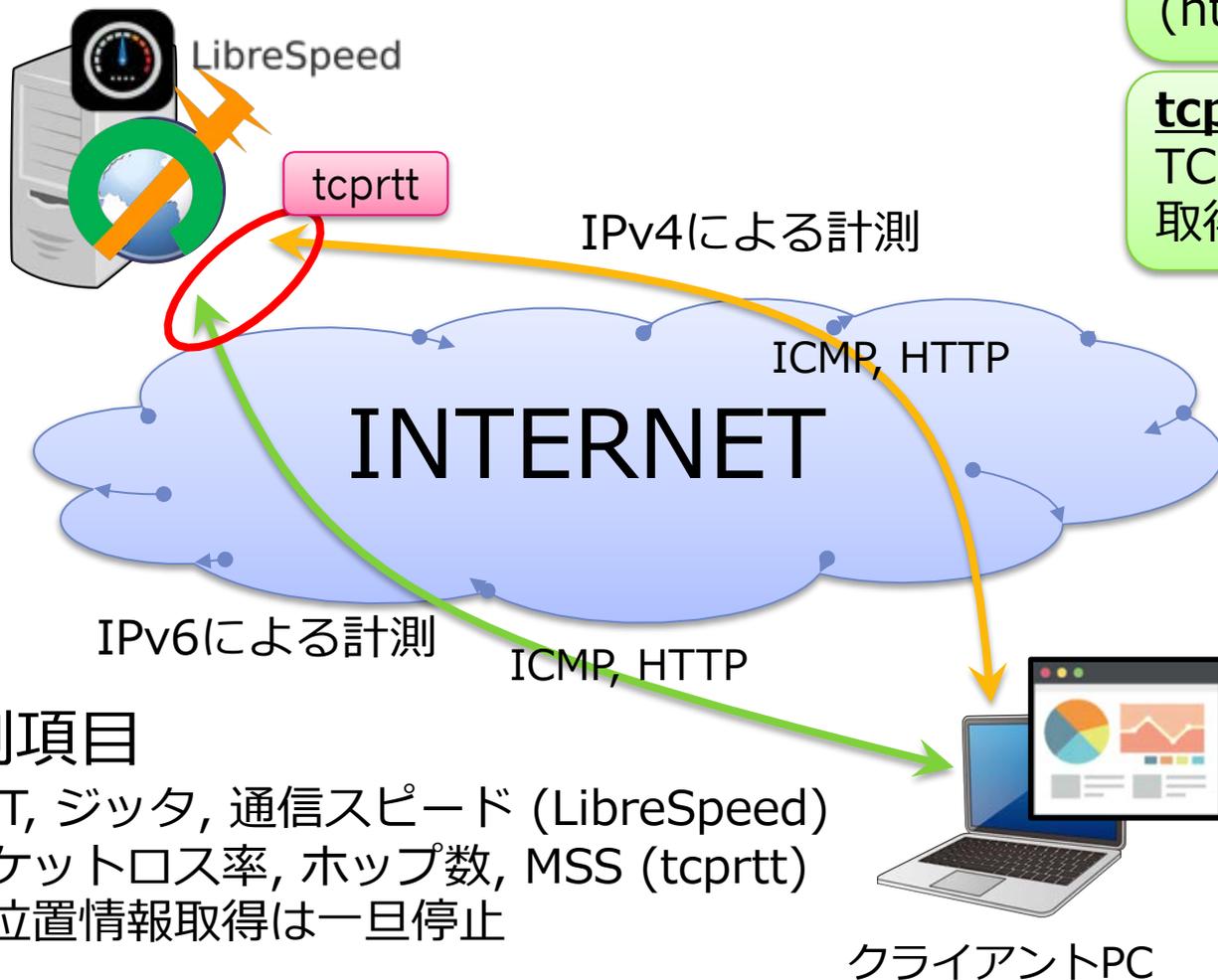
### ● OSSに追加した特徴

- 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

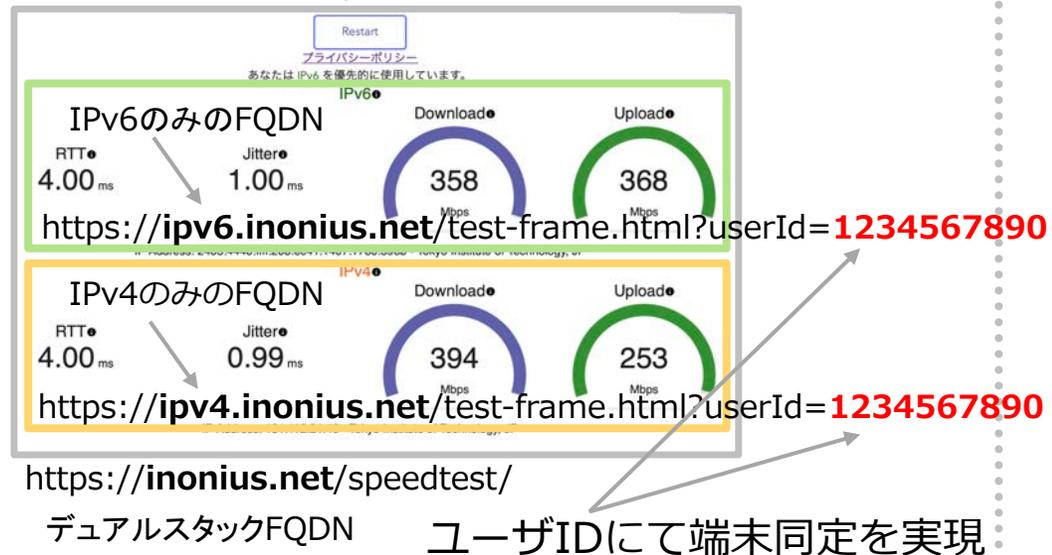
## LibreSpeed

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>)

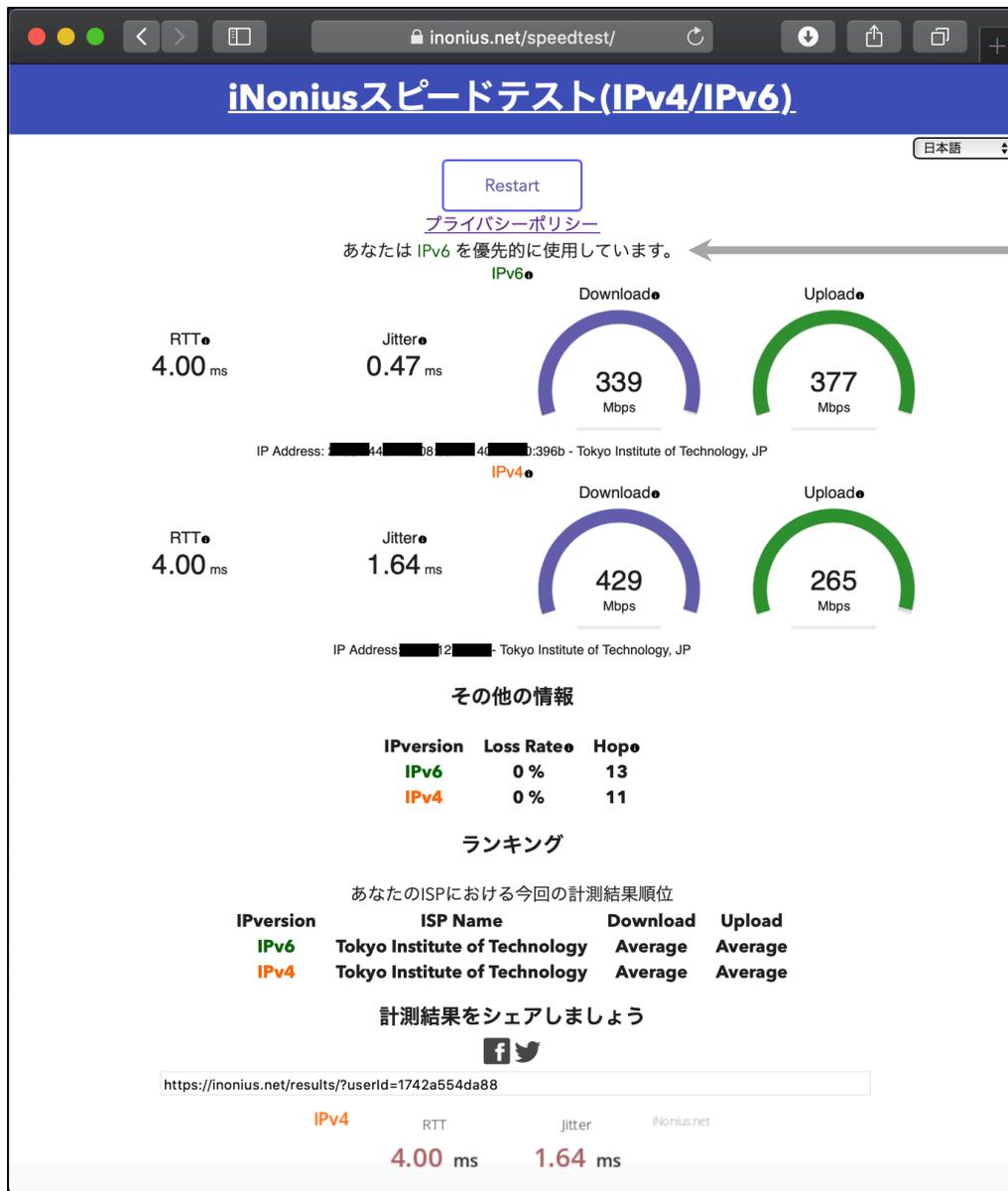
## tcprtt ※独自実装

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



# 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

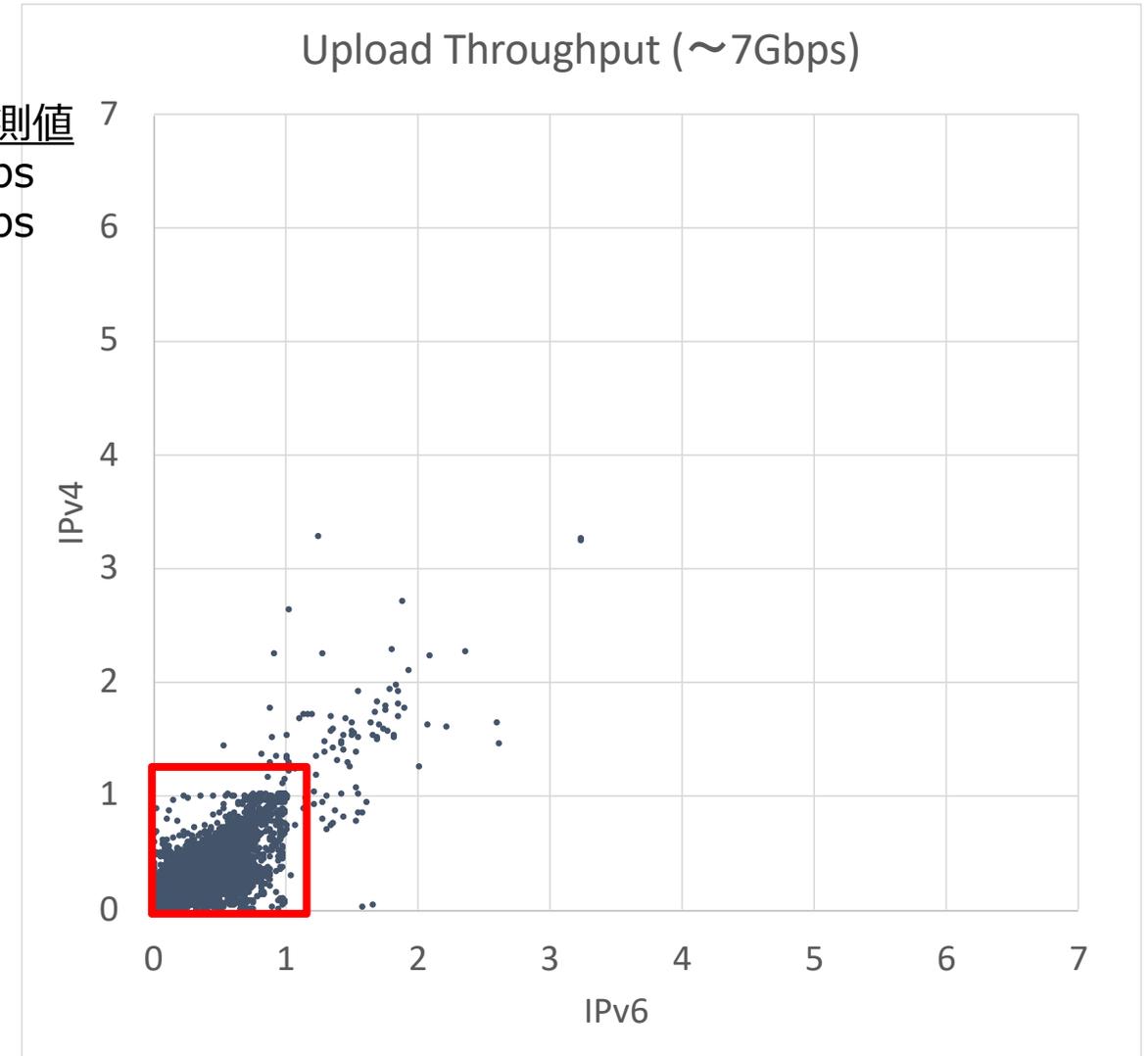
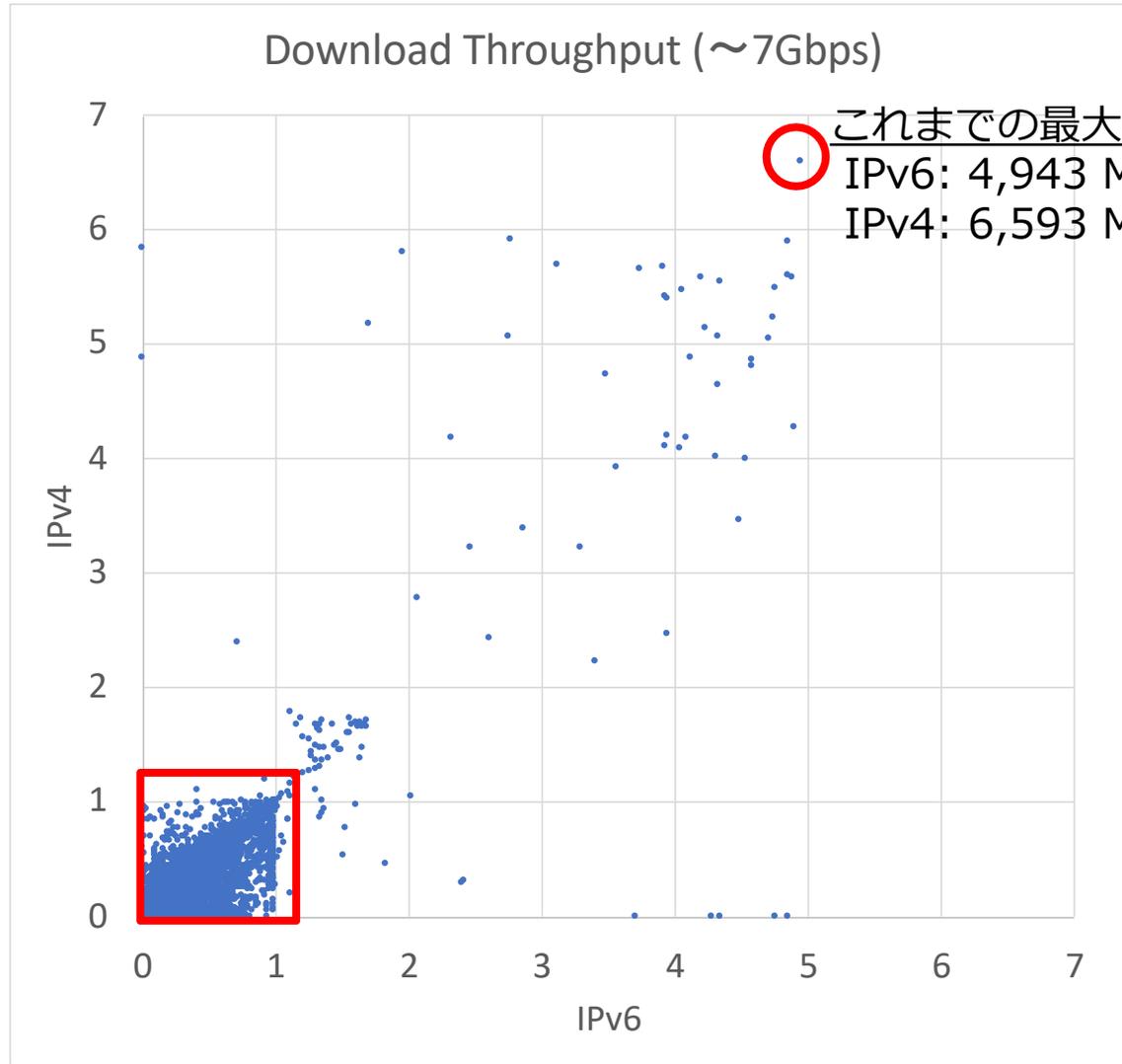
- 同一端末からの複数計測はIPv4アドレスを基準に判定

- ユーザ計測総数：約 3,800 レコード

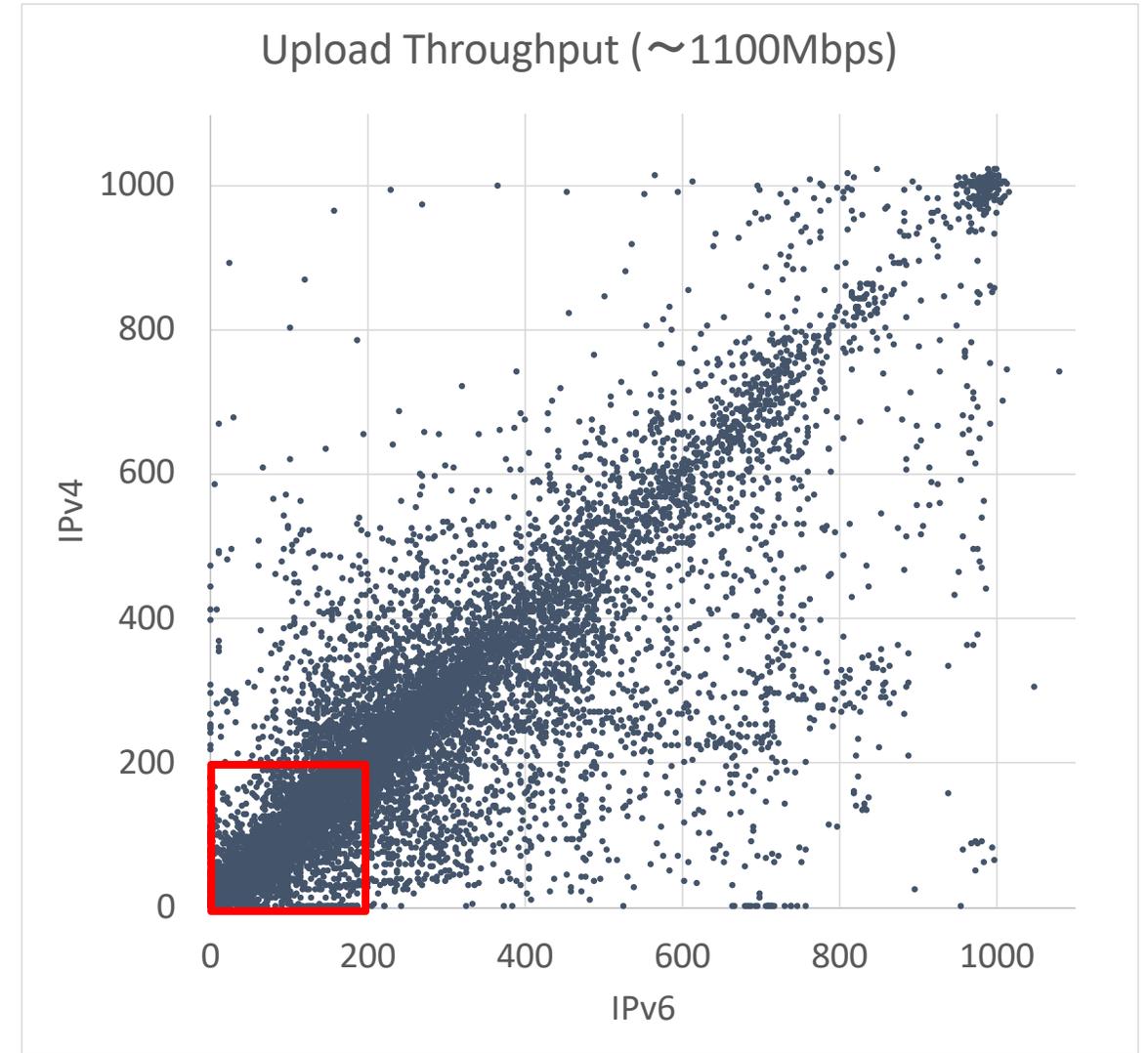
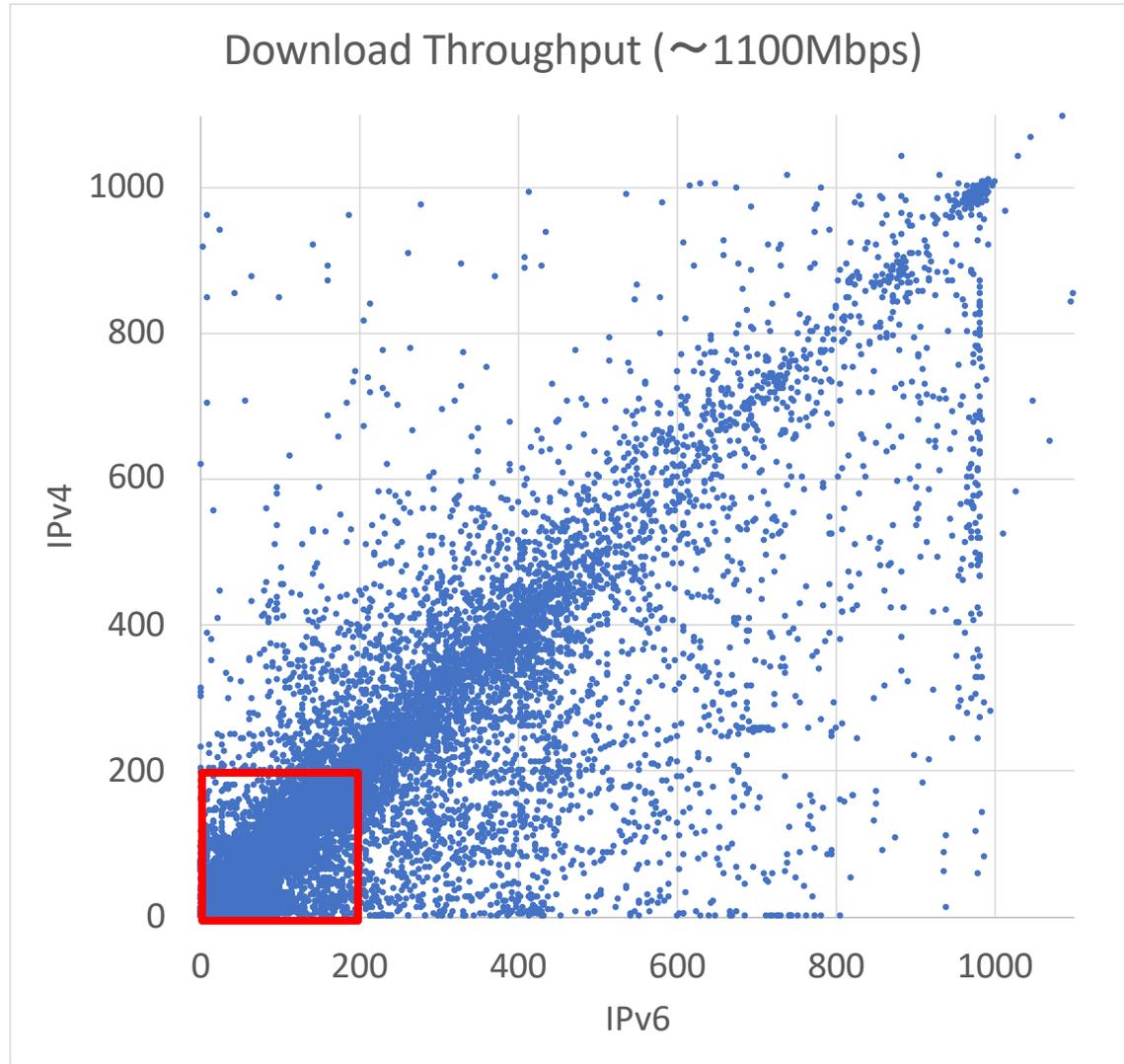
(NATルータ配下のユーザは同一視している点が課題)

- ユーザ毎の計測値は平均値として算出

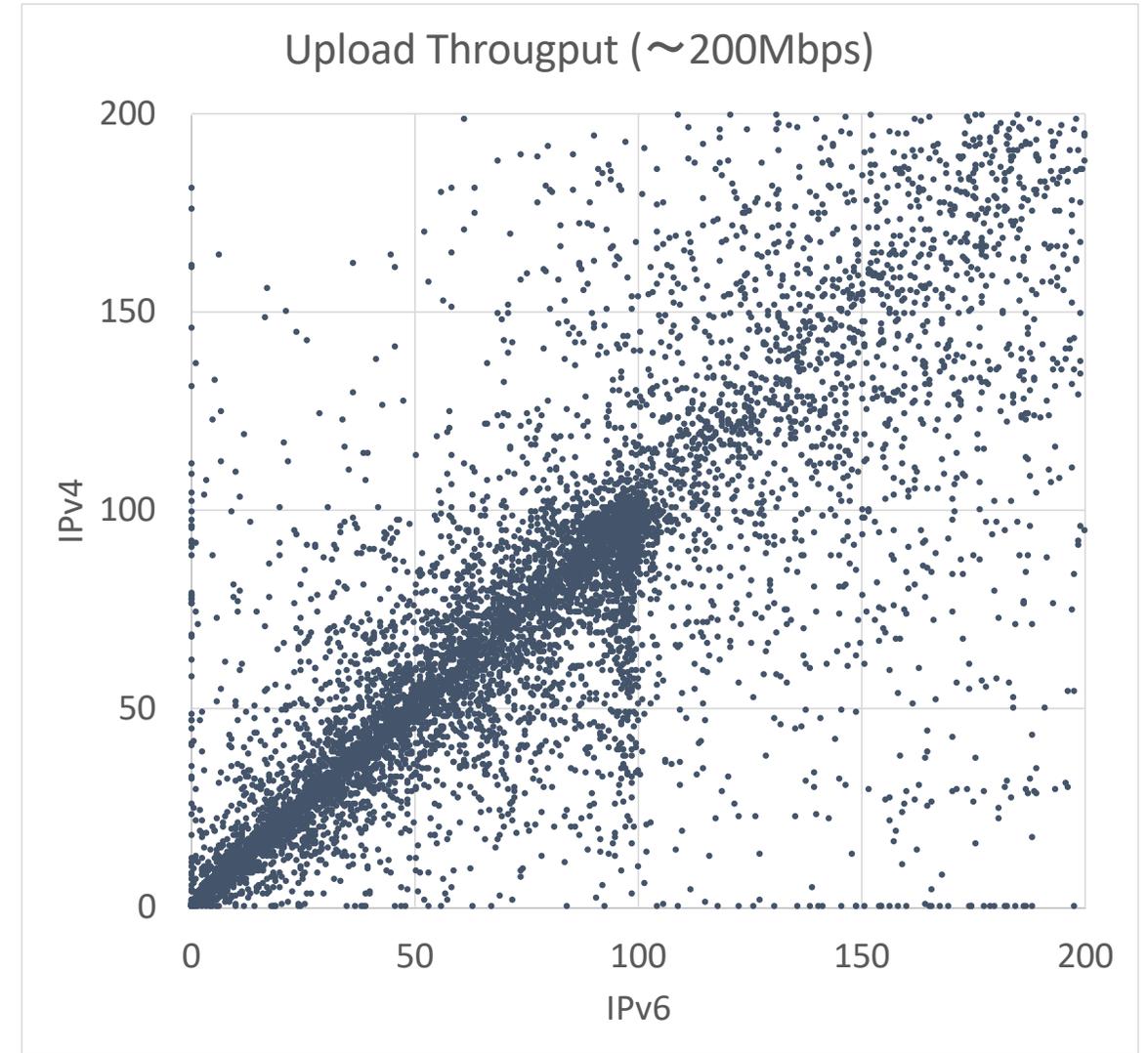
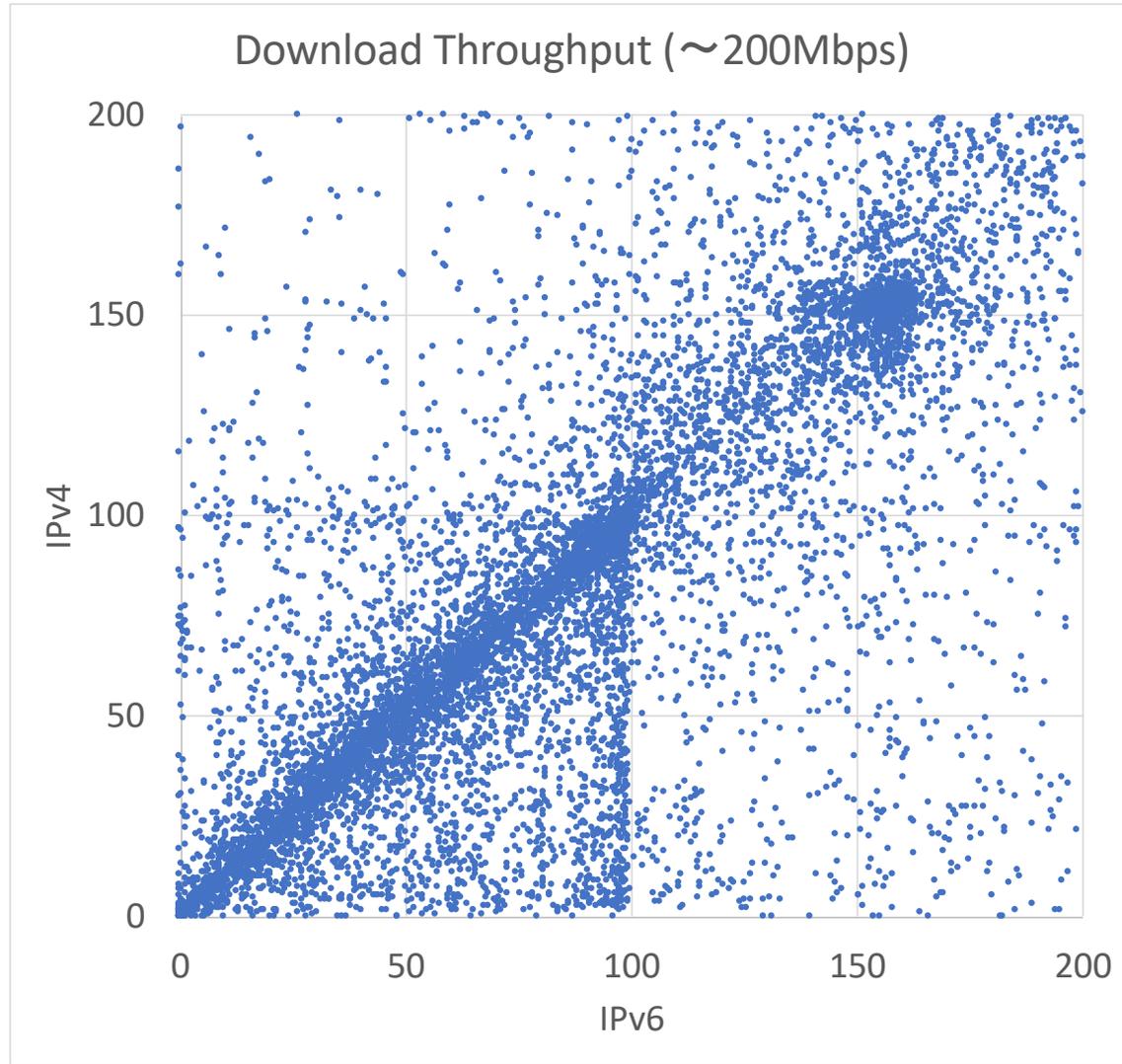
# IPv4とIPv6のスループット比較 (全データ利用)



# IPv4とIPv6のスループット比較 (全データ利用)



# IPv4とIPv6のスループット比較 (全データ利用)



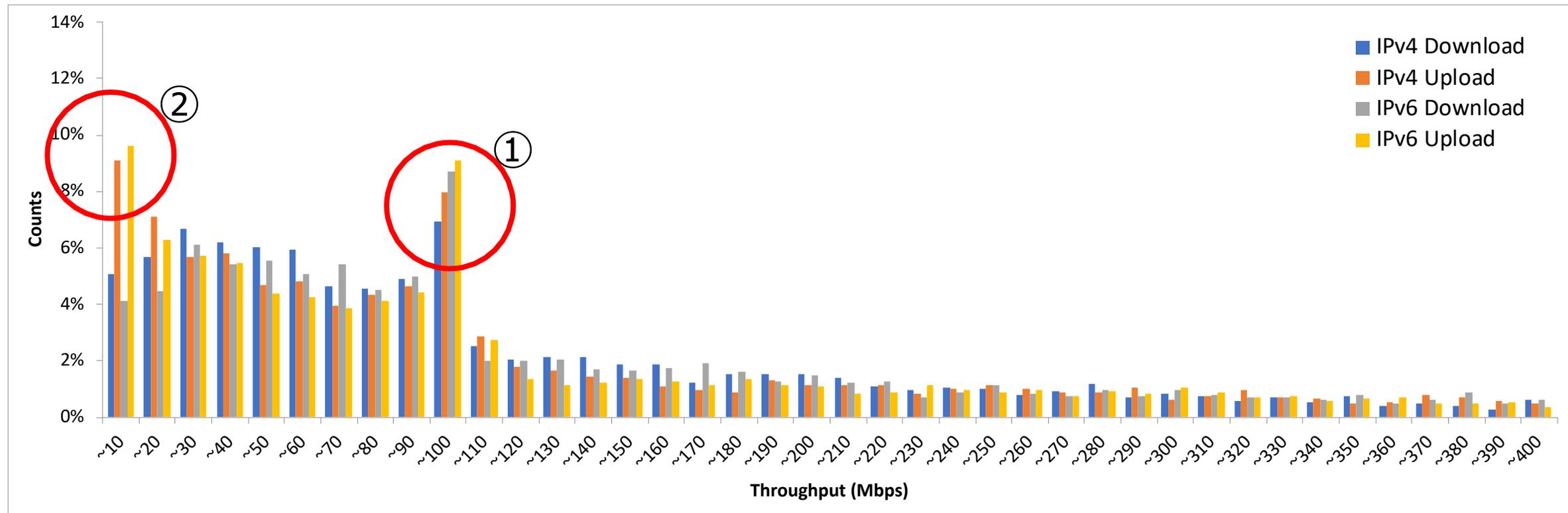
## ● スループット毎のユーザ分布（400Mbps以下のみ）

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）

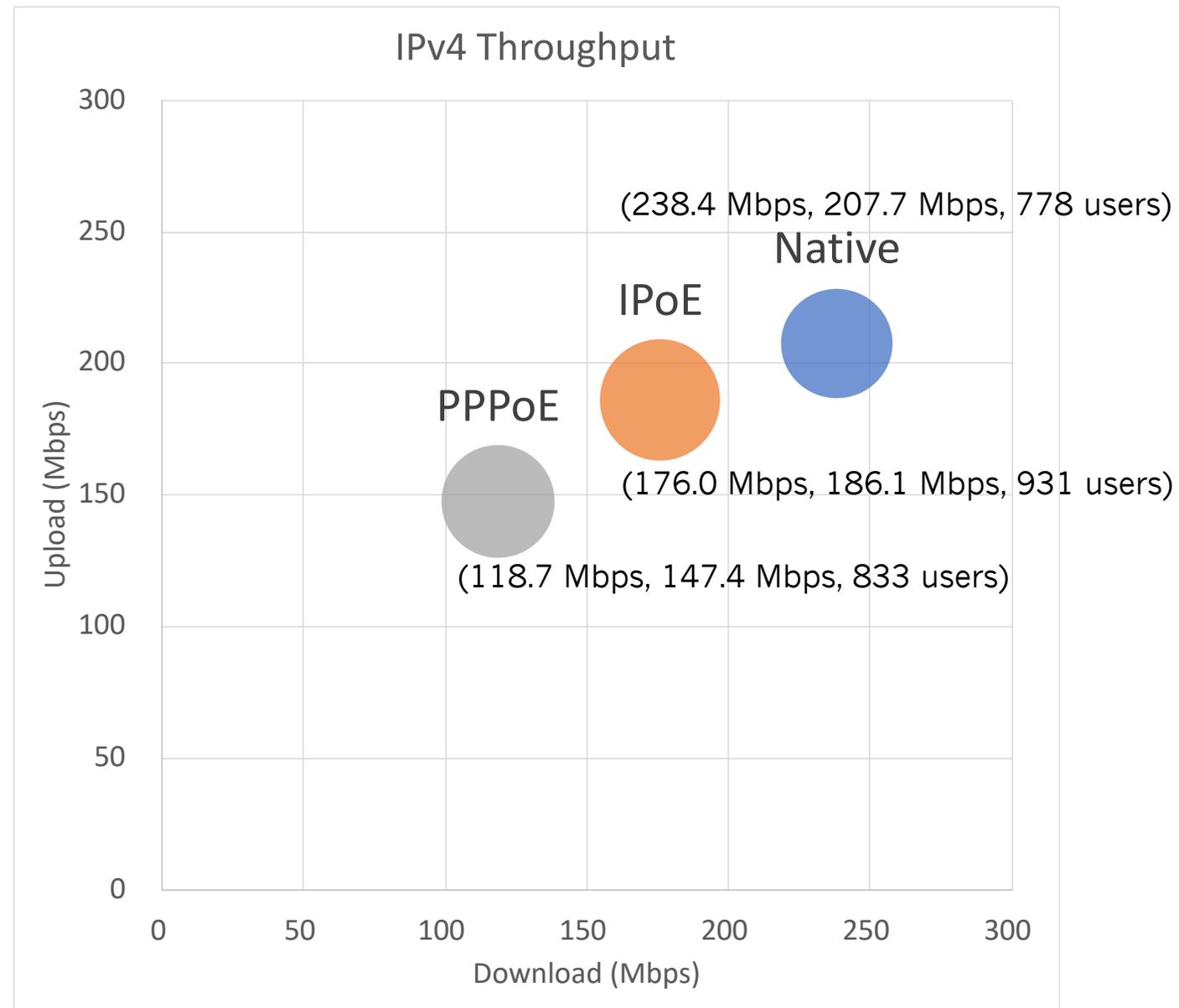
- MSS：TCPセッションにおける最大セグメントサイズ（カプセル化情報を推測可能）

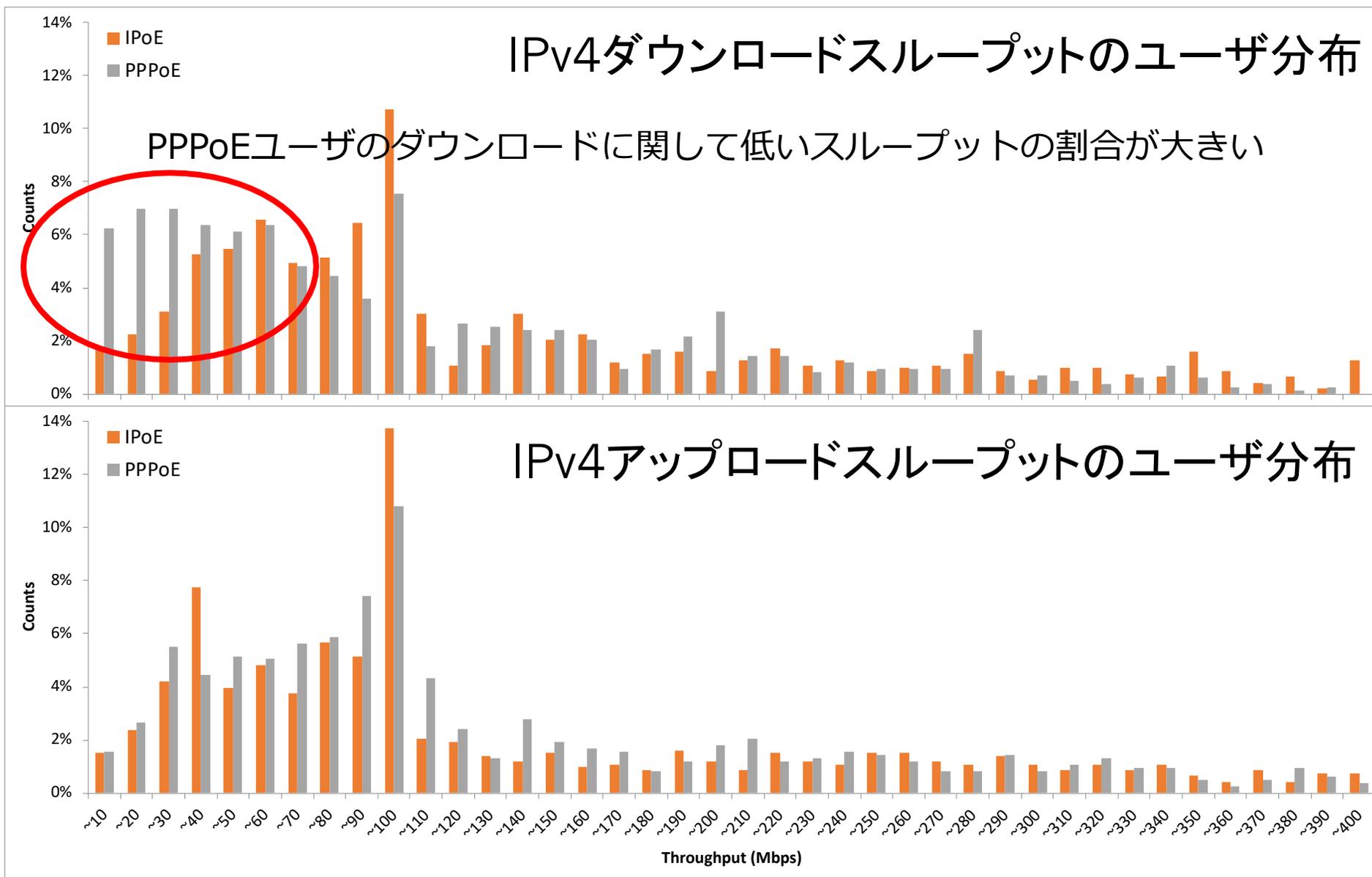
判断定義：

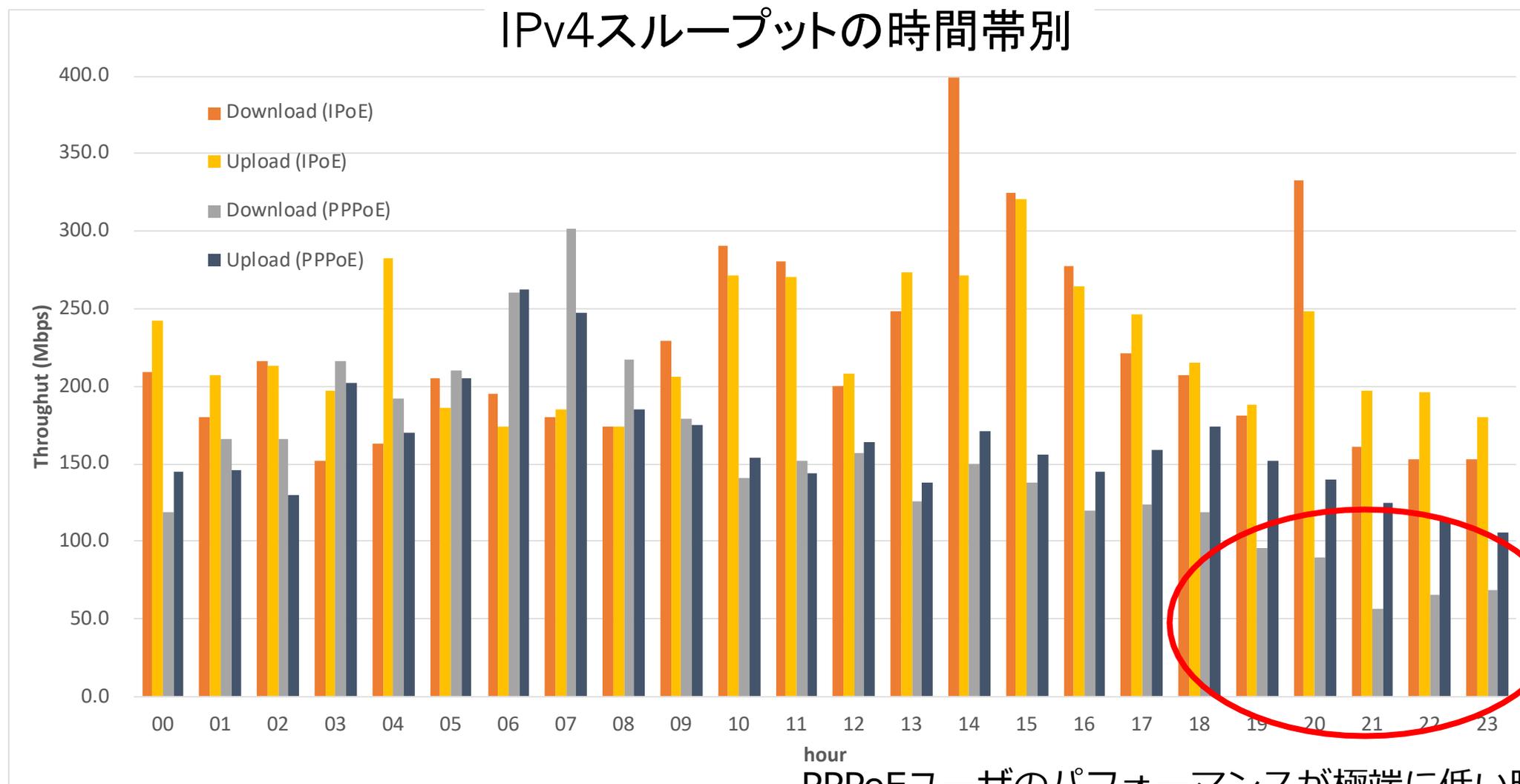
MSS	IPv4	IPv6
Native:	1460	1440
IPoE:	1420	1440
PPPoE:	1414	1440

### ● 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







PPPoEユーザのパフォーマンスが極端に低い時間帯

## ● 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 [ms]	upload [Mbps]	download [Mbps]	jitter [ms]
IPv4	13.115	110.17	114.085	1.69
IPv6	12.34	119.505	134.64	1.3

## ● 4大モバイルキャリア比較

- デュアルスタックの全計測で評価 \*同一ユーザの複数計測による偏りあり
- モバイルキャリアの判定：公開IPアドレス情報を利用

	rtt [ms]	upload [Mbps]	download [Mbps]	jitter [ms]	IPv6 ready
モバイル全体	45.00	11.15	31.49	13.74	38.75%
docomo	44.50	12.04	53.36	11.26	13.97%
au	52.00	5.47	44.85	12.20	15.82%
softbank	34.00	11.32	37.80	10.21	48.99%
rakuten	46.00	13.31	23.27	16.21	59.91%

## ● 課題

- 計測における環境情報（位置情報、電波強度など）との合わせた評価が今後必要