

IPv6導入の指標とは ～通信品質と普及度調査～ ＜事後資料＞

株式会社 インテック・ネットコア
北口 善明 <kitaguchi at inetcore.com>
那須 宣亮 <n-nasu at inetcore.com>

- IPv4アドレス枯渇が迫った中
 - IPv6導入に関心を持つネットワーク事業者の増加
 - ただIPv6導入のタイミングの判断が難しい現状
- IPv6導入の指標となることを目的として
 - IPv6の普及度の定量的な把握におけるIPv6の現状分析
 - IPv4とIPv6のネットワーク品質比較

IPv6に関するマーケット戦略やネットワーク運用に活用してもらうための評価分析が目的

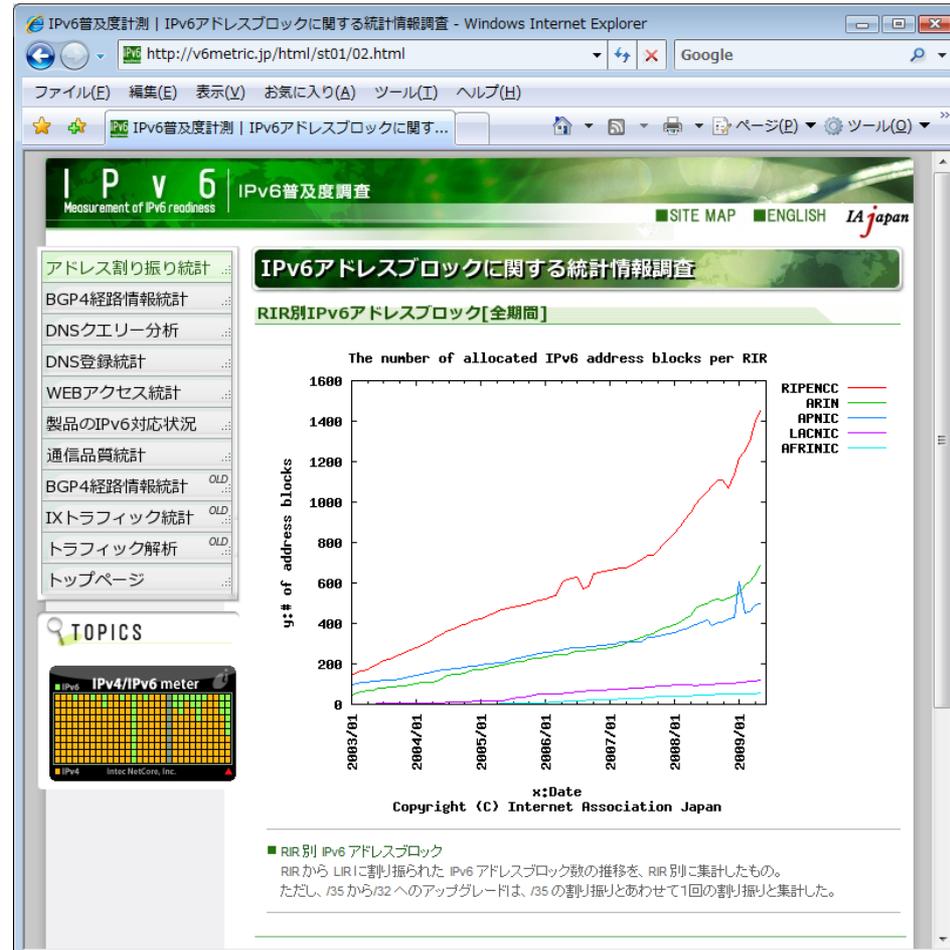
1. IPv6の普及度調査におけるIPv6の現状

- インターネット協会（IAJapan）により実施

- 2003年から継続的な計測を実施
- IPv6普及度を複数の観点から計測・評価

- 公開ページ

- <http://v6metric.jp/>
- 協力組織
 - ◆ JPNIC
 - ◆ JPRS
 - ◆ オレンジソフト
 - ◆ インテック・ネットコア

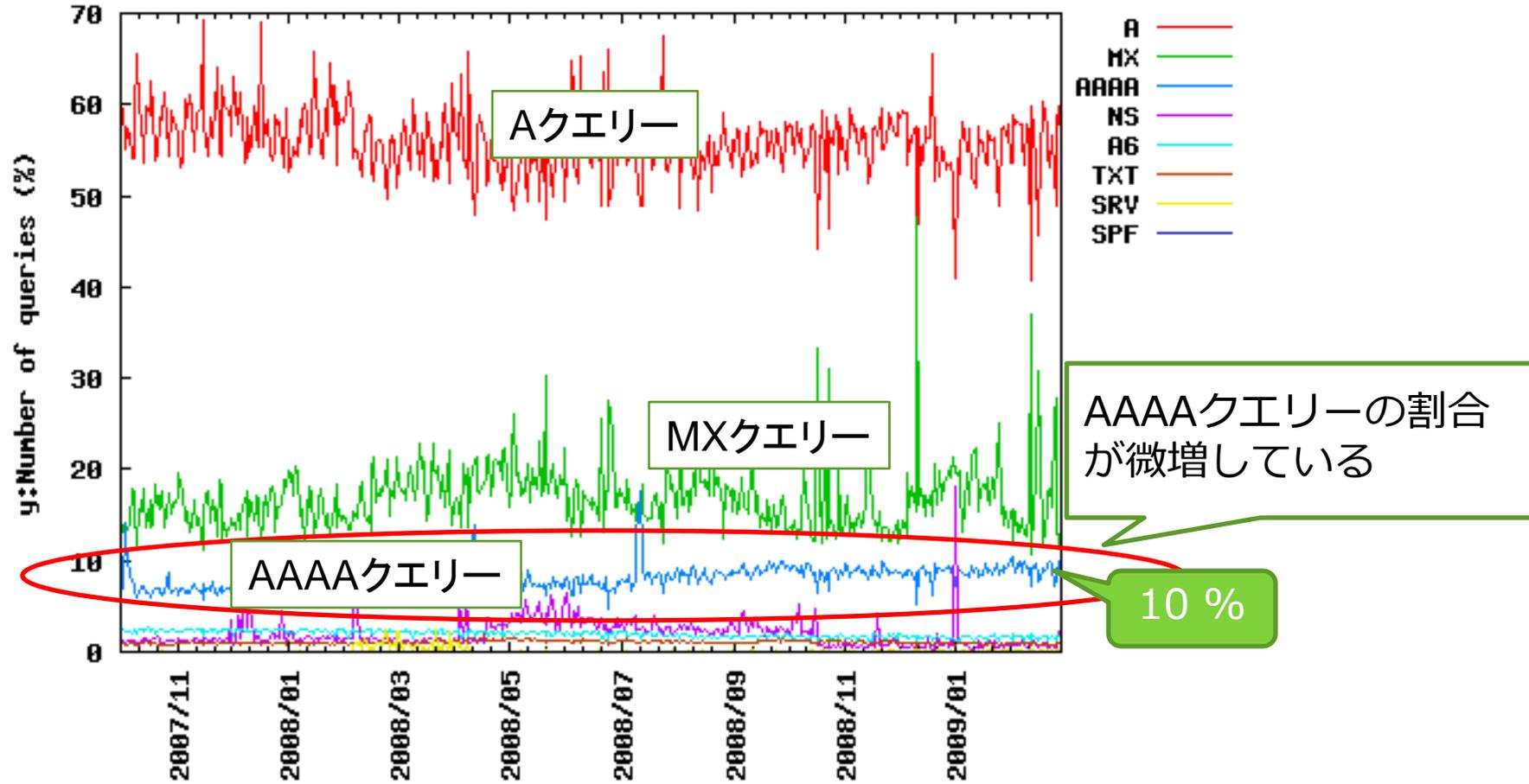


1.1.2. IPv6普及度評価項目

- クライアントのIPv6対応率の評価
 - DNSクエリー情報統計
 - クライアントからのDNSの問い合わせ内容の把握
- ネットワークのIPv6対応率の評価
 - BGP4経路情報統計
 - 実利用IPv6アドレス空間の把握
- サービスのIPv6対応率の評価
 - DNS登録情報統計
 - JPドメインにおけるAAAAレコード登録状況の把握

- クライアントからのDNSクエリー分析を利用
 - AAAAクエリーを出すクライアント
= IPv6対応クライアント
- JPドメインDNSサーバへのクエリー分析
 - 毎日定時刻のクエリー情報を基に分析
 - 約5分間のDNSクエリーを利用
 - 対象クライアントは全体からのもの
 - 追記：.jpのDNSサーバなので問い合わせはDNSキャッシュが主になるので正確にはクライアントの問い合わせ数にはならない

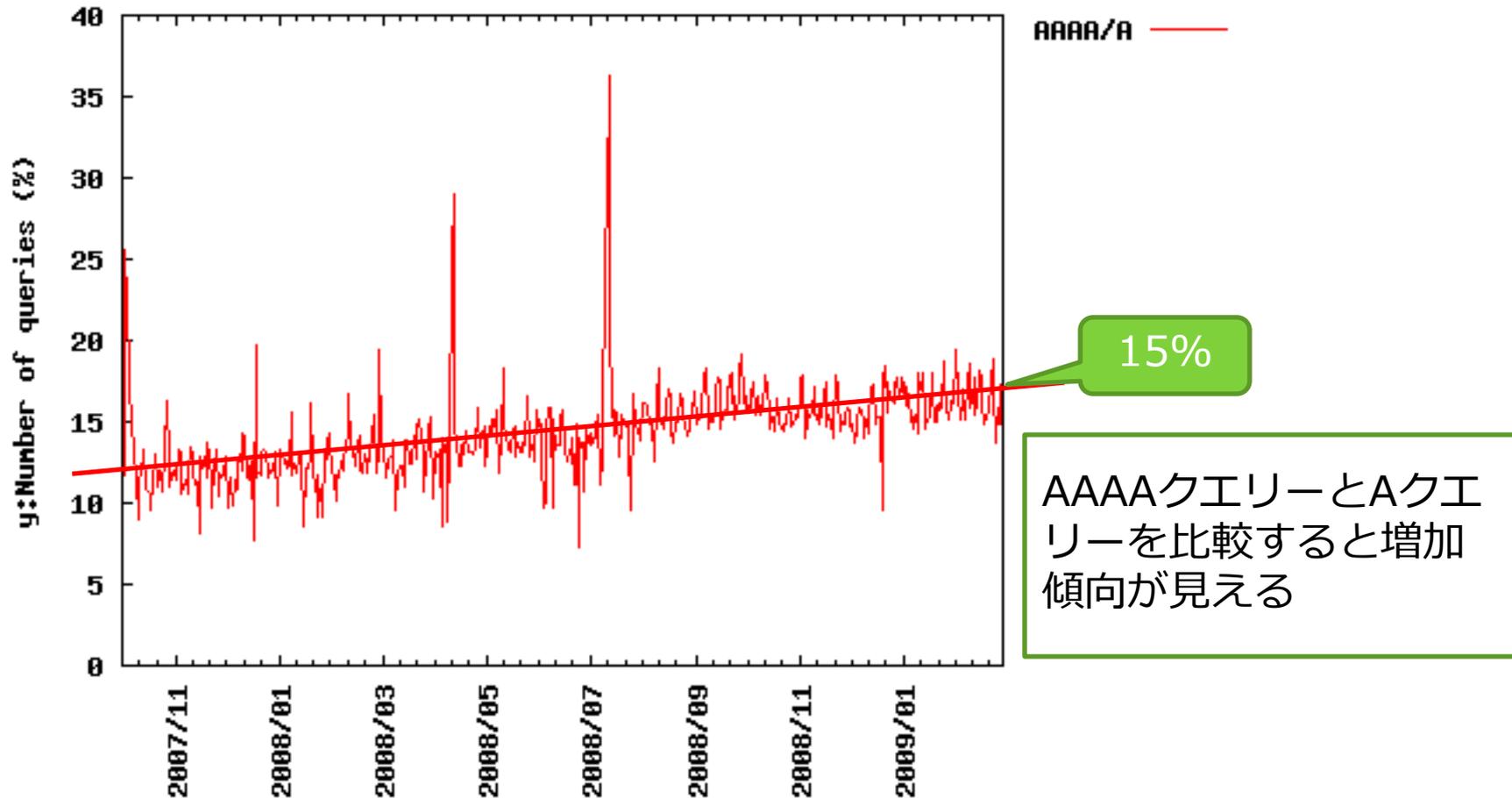
各クエリーの割合推移（上位8 RR）



AAAAクエリーは全クエリーにおける割合では10%程度

1.2.3. AAAAクエリーのAクエリー比

AAAAクエリーのAクエリーに対する割合の推移

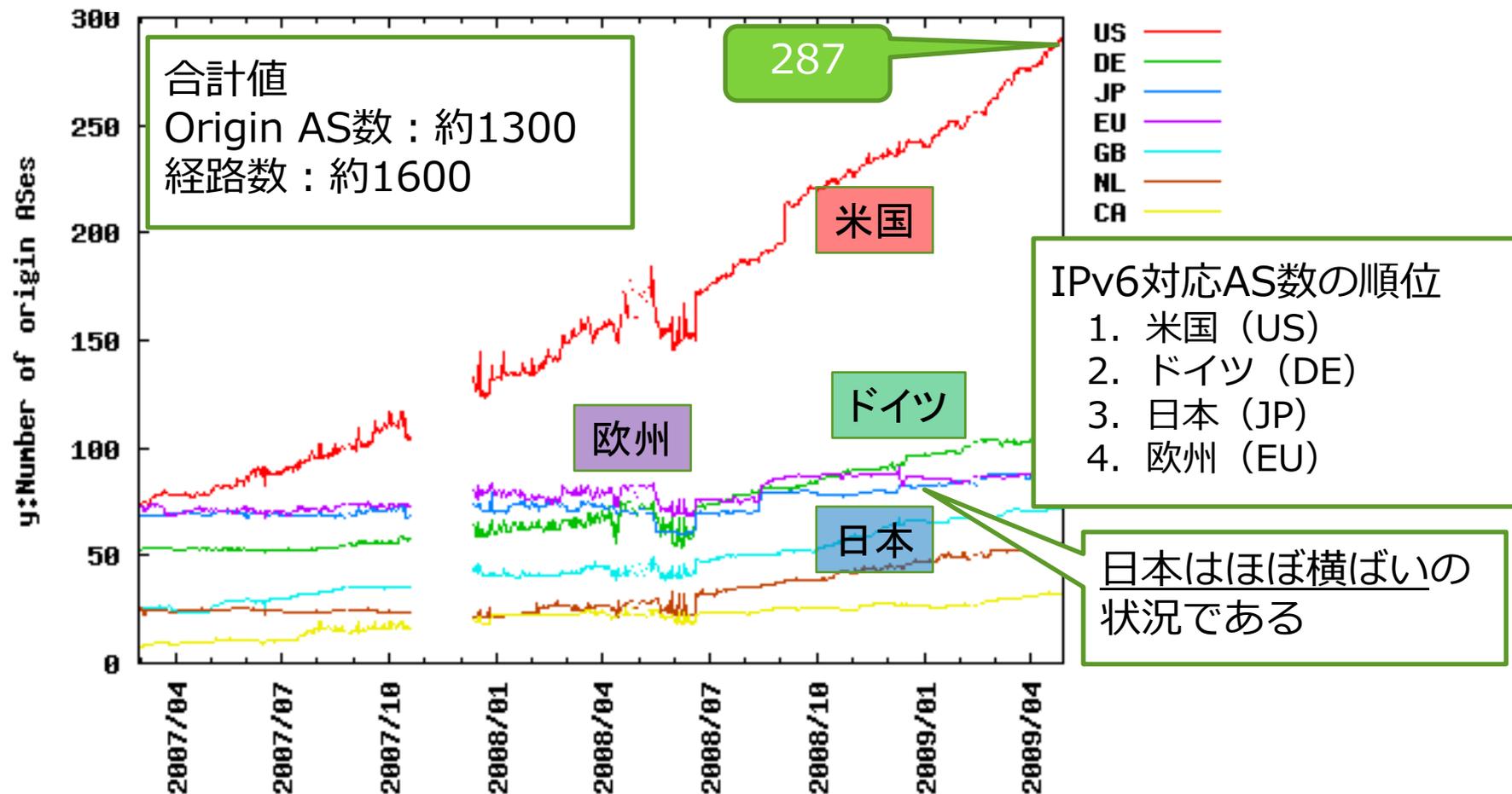


クライアントの対応率 (全体) = **15%** と定義

- BGP4経路情報を利用
 - IPv6の経路情報を広告しているOrigin AS
= IPv6対応ネットワーク
- BGP4のフルルート情報を分析
 - BGPViewを利用しIPv4経路情報とIPv6経路情報を比較
 - 毎日定時（GMT0時）に保持している経路情報を分析
- 地域対応分析
 - Origin ASの地域情報をRIRによるdelegation listにより取得し国別の対応状況を分析

1.3.2. IPv6 Origin AS数の推移

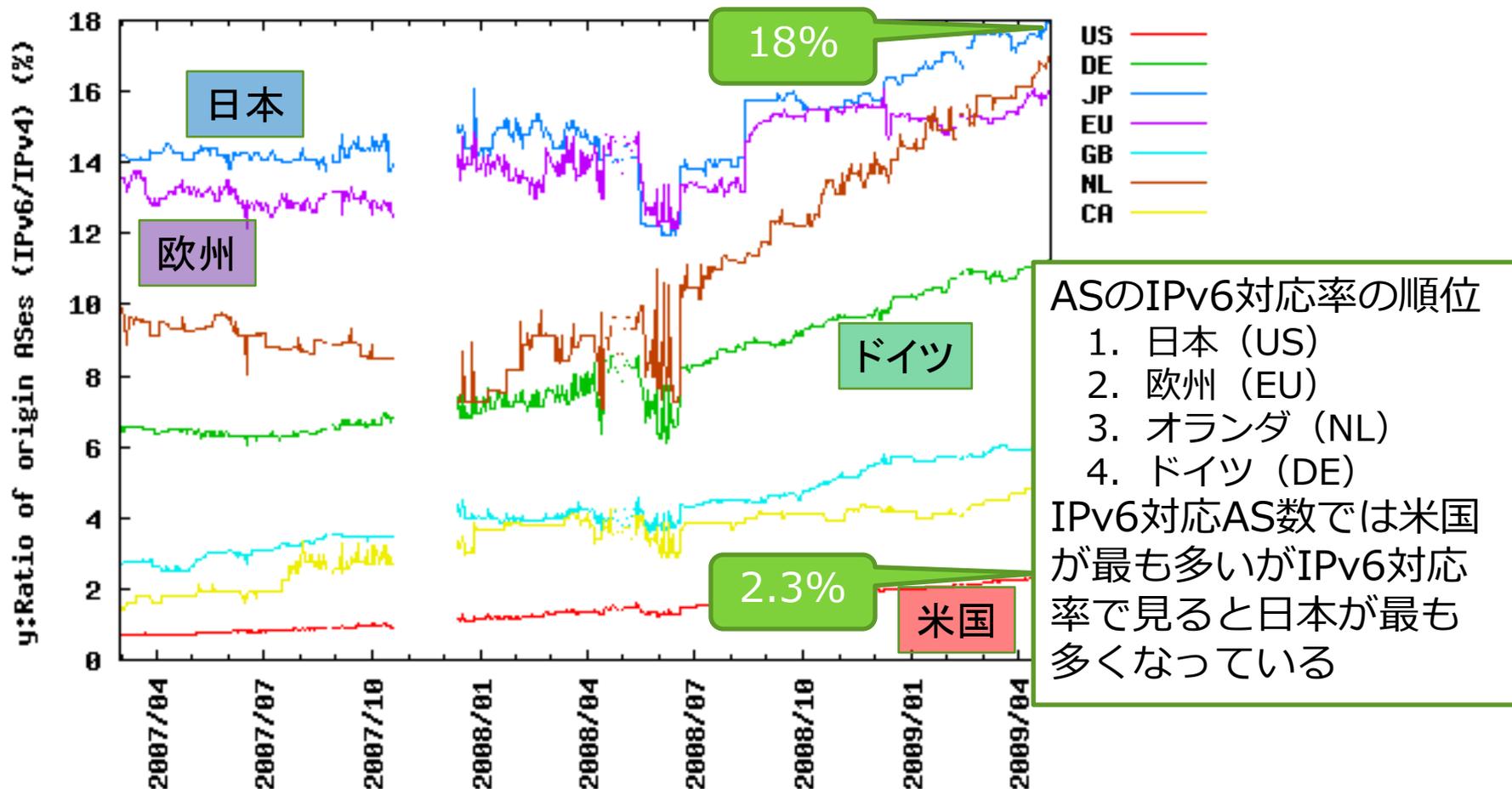
国別のIPv6 Origin AS数の推移



全体的に増加傾向の中、日本はほぼ横ばいの推移

1.3.3. IPv6 Origin AS数の比率推移

国別のIPv6経路広告をしているOrigin AS数のIPv4に対する割合の推移



ASのIPv6対応率の順位

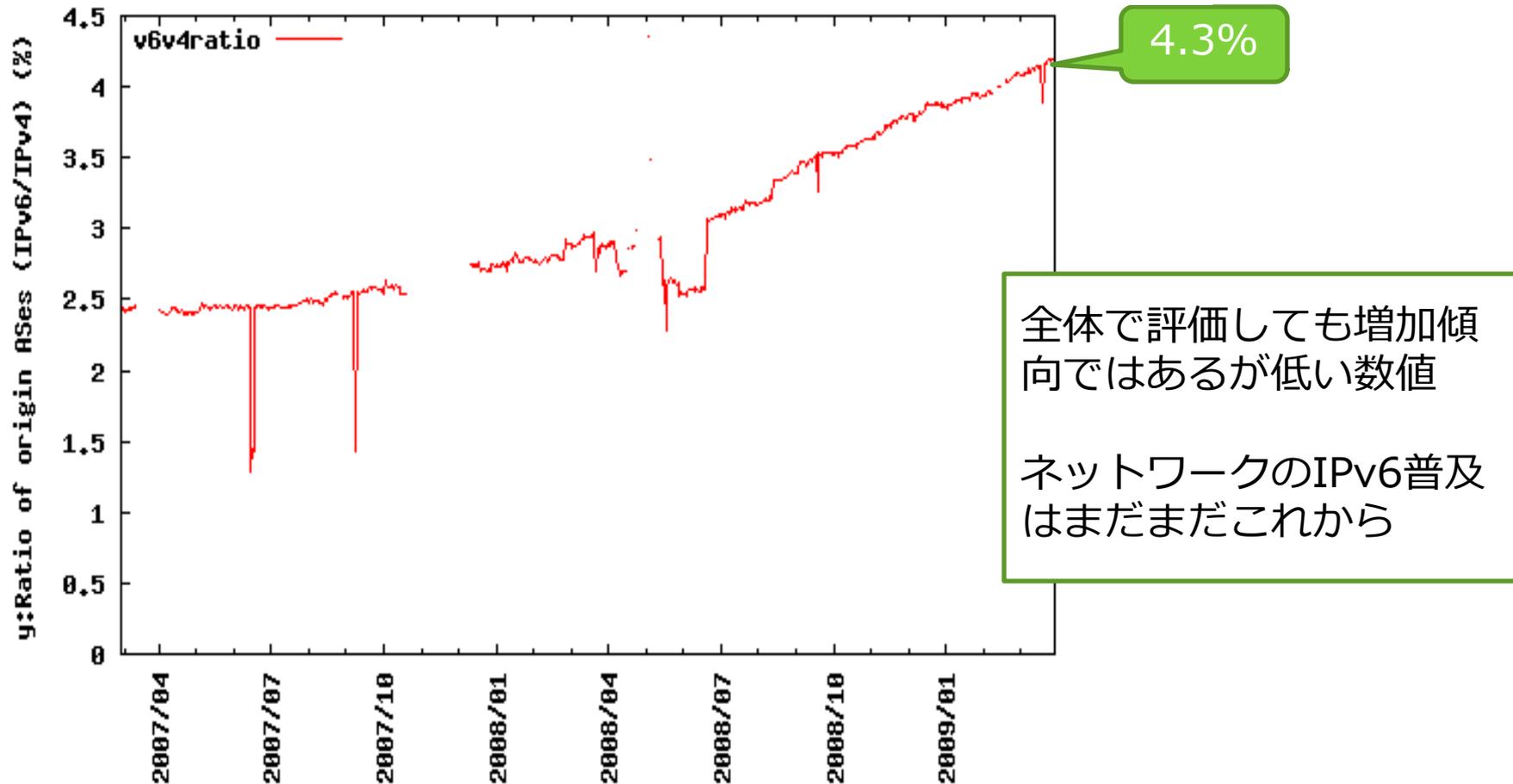
1. 日本 (US)
2. 欧州 (EU)
3. オランダ (NL)
4. ドイツ (DE)

IPv6対応AS数では米国が最も多いがIPv6対応率で見ると日本が最も多くなっている

ネットワークの対応率 (日本) = **18%** と定義

1.3.4. IPv6 Origin AS数の比率推移 (全体)

IPv6経路広告をしているOrigin AS数のIPv4に対する割合の推移



全体で評価しても増加傾向ではあるが低い数値

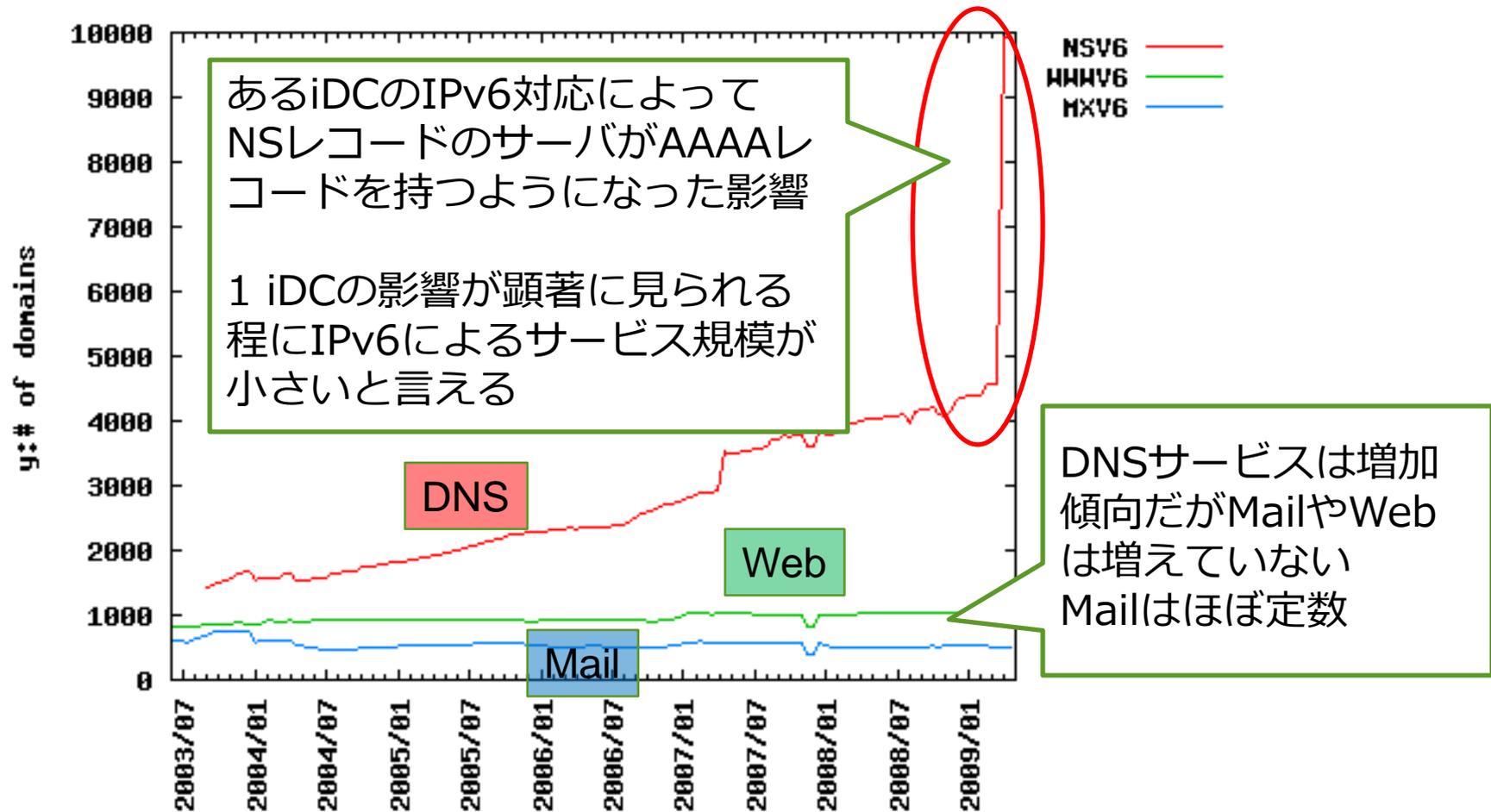
ネットワークのIPv6普及はまだまだこれから

ネットワークの対応率 (全体) = **4.3%** と定義

1.4.1. サービスのIPv6対応率の評価

- DNS登録情報を利用
 - AAAAレコードの登録があるサービス
= IPv6対応サービス
- DNS登録情報の分析手法
 - .JPドメインリストを基に名前解決を実施
 - ◆ DNS、Mail、Webを対象サービスとして選定
 - DNSとMailサービスの評価
 - ◆ DNSサーバ評価：NSレコードを評価
 - ◆ Mailサーバ評価：MXレコードを評価
 - Webサービスの評価
 - ◆ www.<domain>および<domain>を評価
 - 判定方法
 - ◆ AAAAクエリの回答が1つでもあればIPv6対応と判断

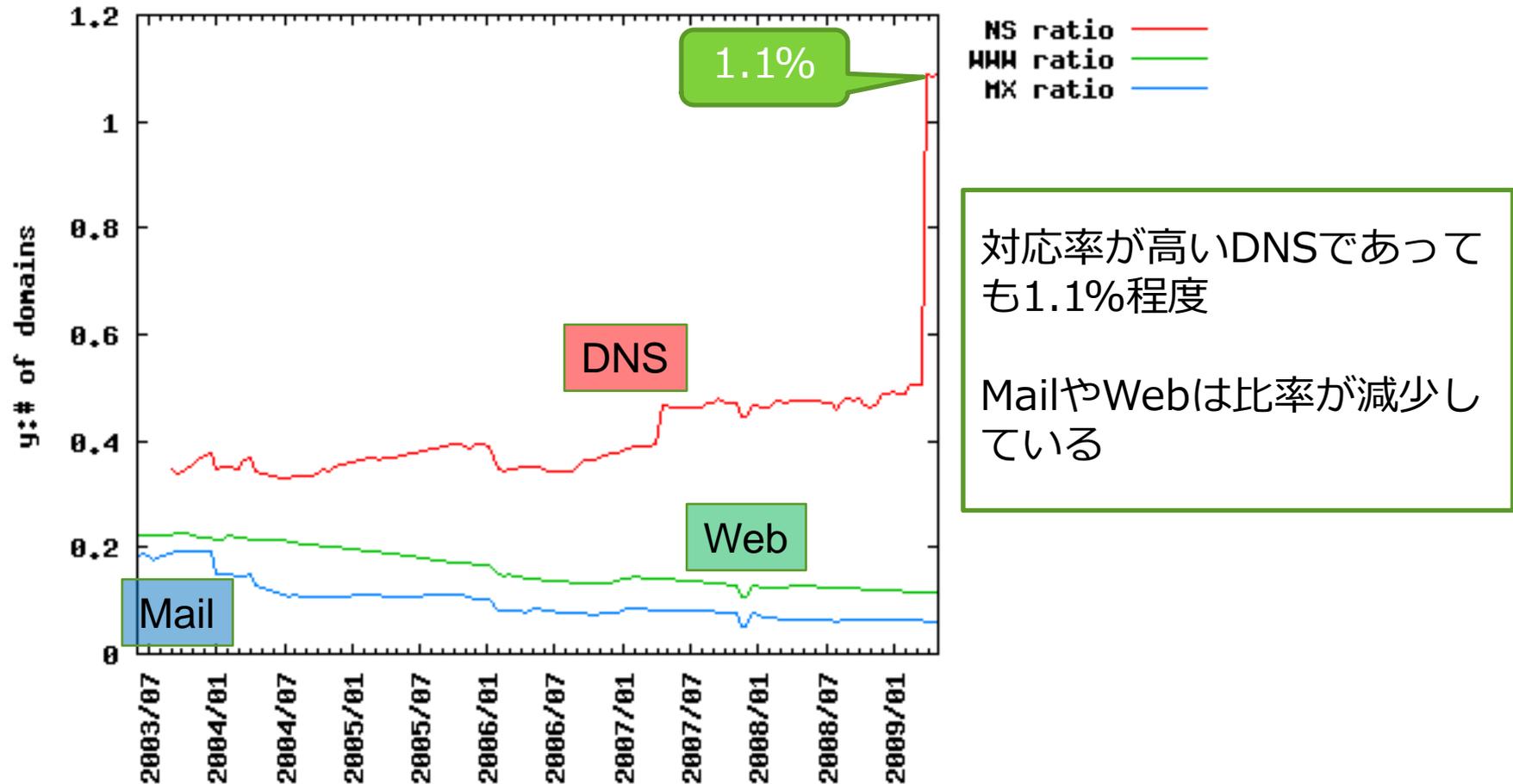
JPドメインにおけるAAAAレコード登録数の推移



DNSの対応は進んでいるがMailやWebはほとんど変化なし

1.4.3. サービス毎のAAAAレコード登録率

AAAAレコード登録数のレコード登録数に対する割合の推移



サービスの対応率（日本） = **1.1%** と定義

- 2009年春時点では. . .

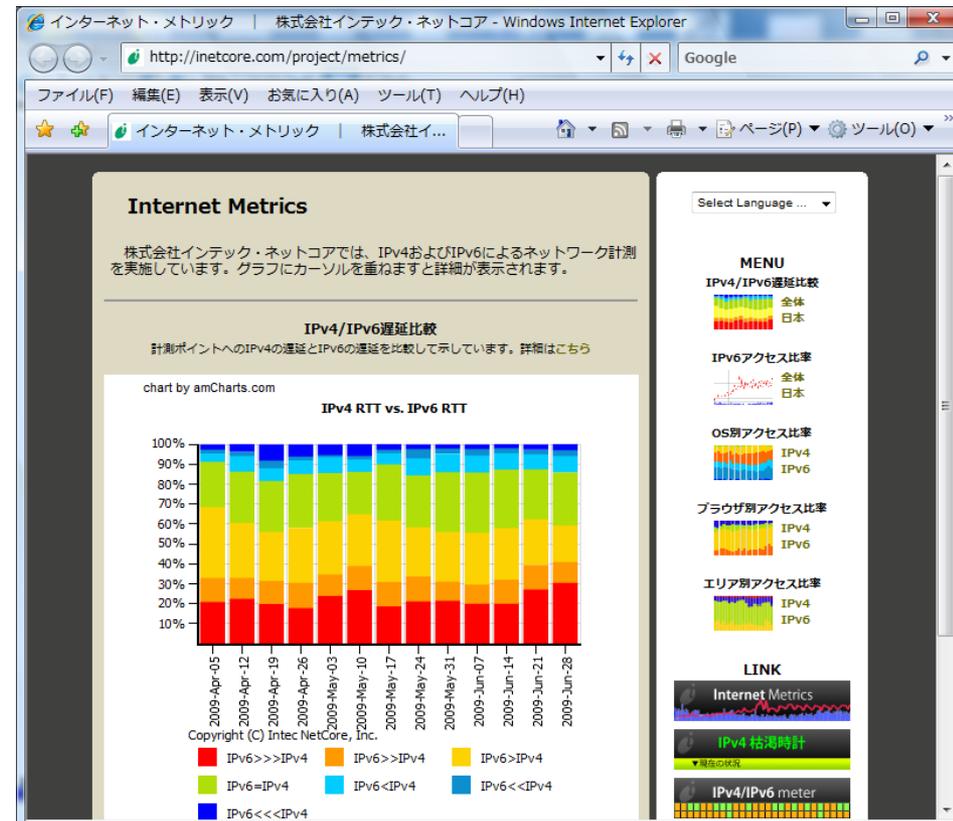
エリア	全体	日本
クライアント	15%	今後評価予定
ネットワーク	4.3%	18%
サービス	—	1.1%

- クライアント（OS）のIPv6対応が進んでいるが、IPv6によるネットワークサービスの展開は遅れている
- 日本は他の国と比較してネットワークのIPv6対応が進んでいる

2. IPv4とIPv6のネットワーク品質比較

2.1.1. IPv6の通信品質評価

- ウェブサーバへのHTTP通信を利用した計測
 - IPv4とIPv6の往復遅延（RTT）を計測し評価
- 計測手法
 - ウェブサーバに対する通信を全てキャプチャし分析
 - 利点
 - ◆ ユーザ（クライアント）に計測ツールを適用せずに計測可能
- 公開ページ
 - <http://inetcore.com/project/metrics/>

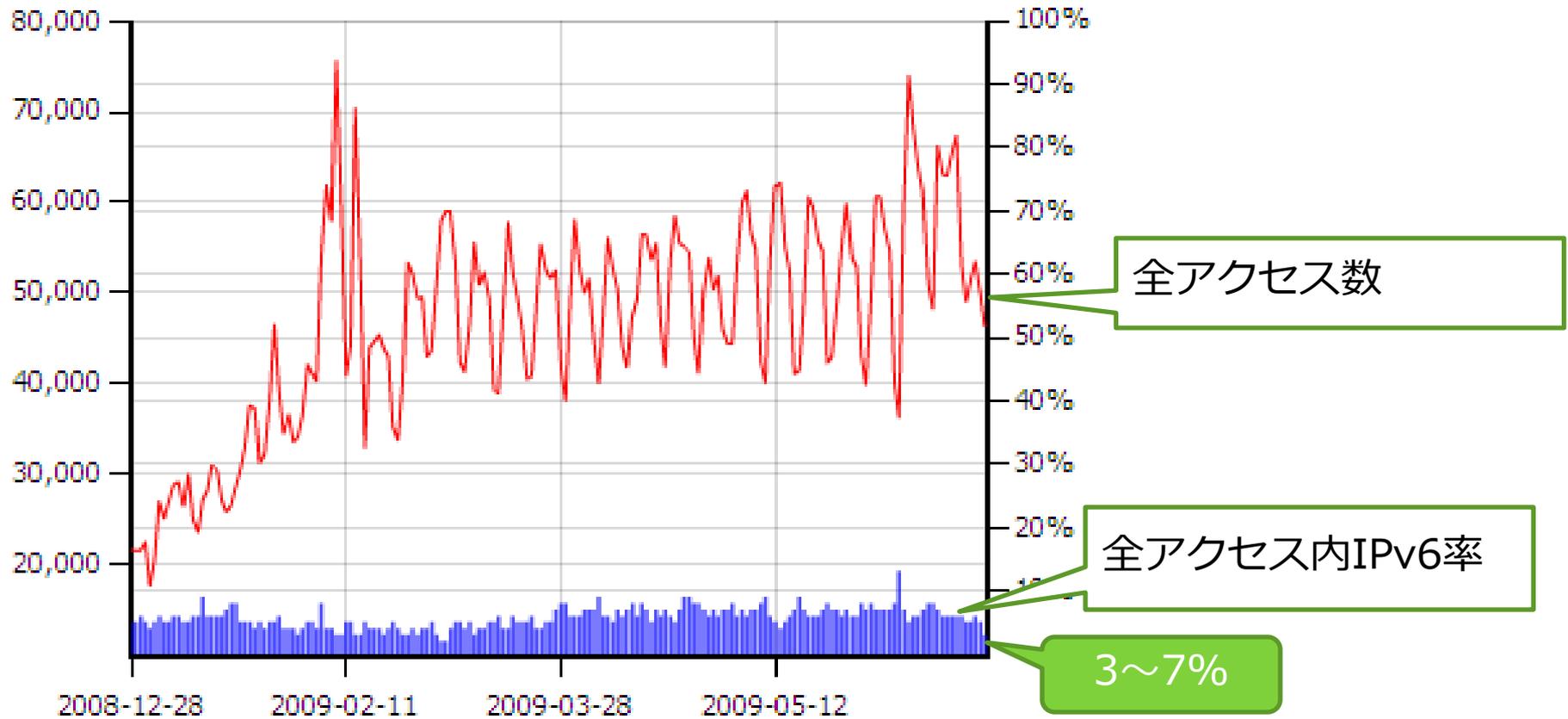


2.1.2. ウェブサーバ通信の評価項目

- ウェブサーバへのアクセス比率
 - IPv4に対するIPv6通信の割合
- ユーザからの通信品質分析
 - 同一ユーザからのIPv4とIPv6のRTT比較
- プロトコル別の傾向分析
 - 利用OSやブラウザの傾向
 - アクセスユーザのエリア（RIR）別割合

2.2.1. ウェブサーバへのアクセス数

計測サーバへの全アクセス中のIPv6ユーザ率



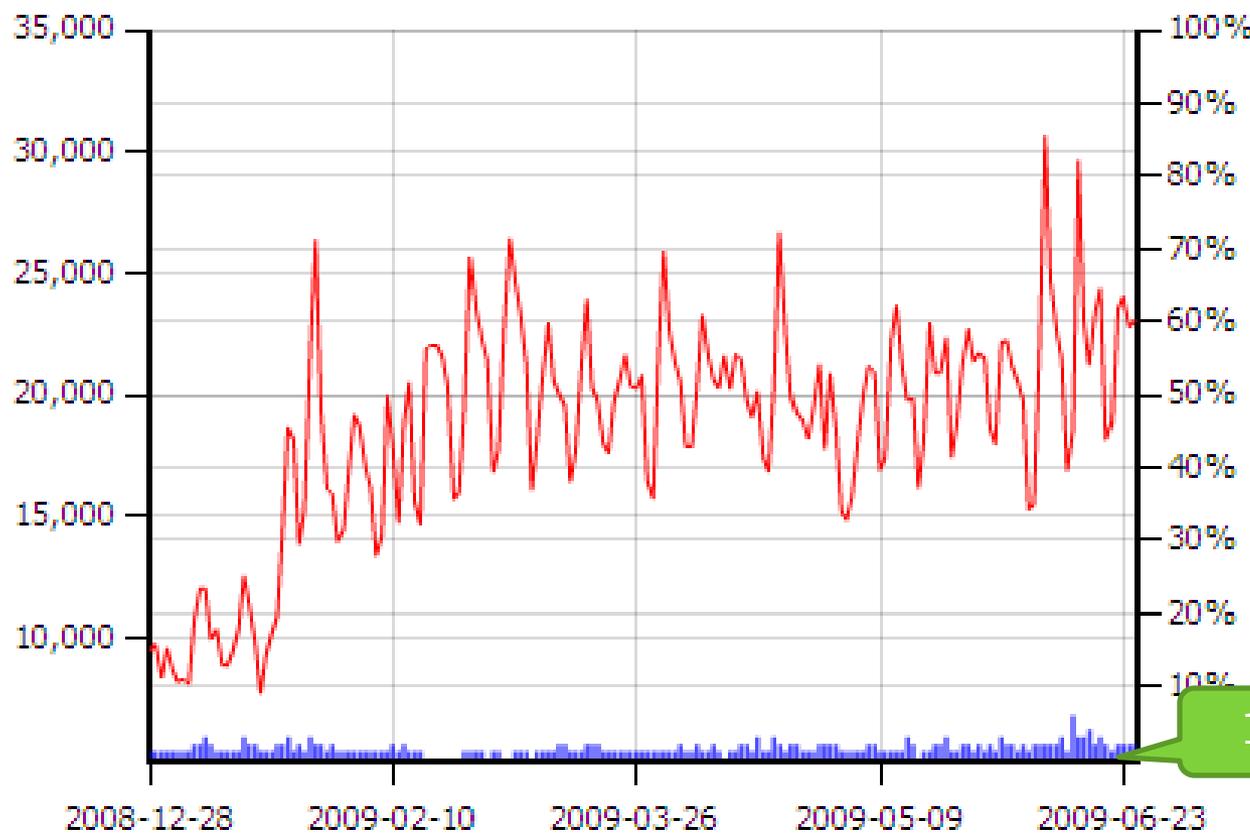
Copyright (C) Intec NetCore, Inc.

✓ Number of Access (L-Axis)

全アクセス数の変化に対し、IPv6の比率は大きく変化なし

2.2.2. ウェブサーバへのアクセス数（日本）

計測サーバへの全アクセス中のIPv6ユーザ率（日本のみ）



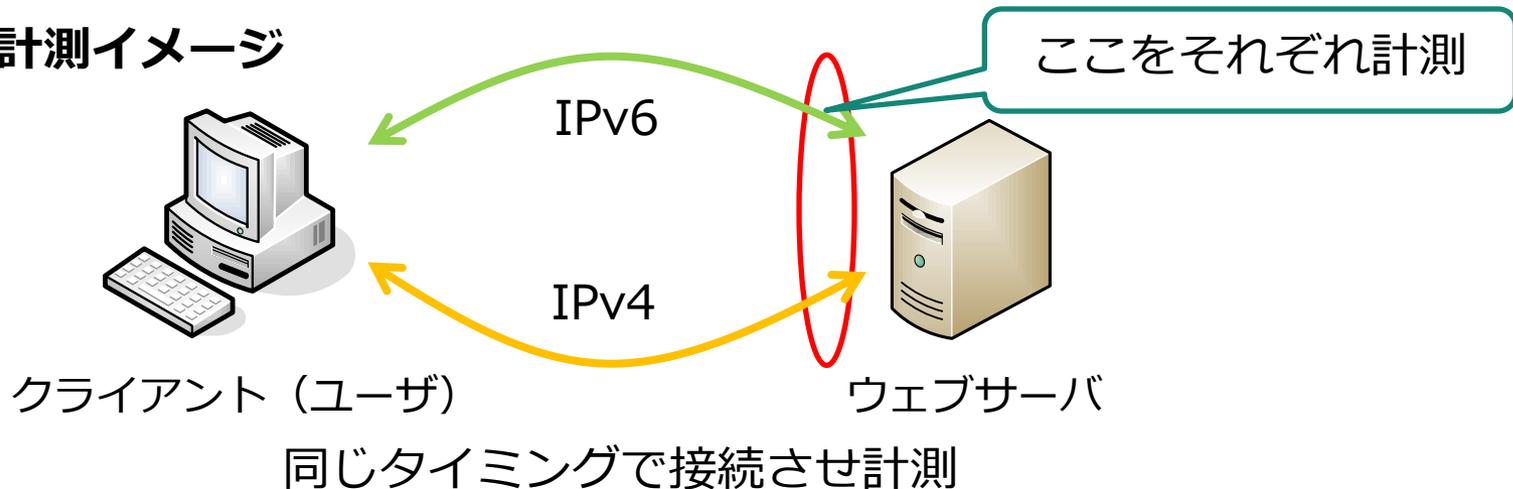
Copyright (C) Intec NetCore, Inc.  Number of Access (L-Axis)

日本国内からのIPv6によるアクセス比率は全体に比べ非常に低い

2.3.1. IPv4とIPv6のRTT比較

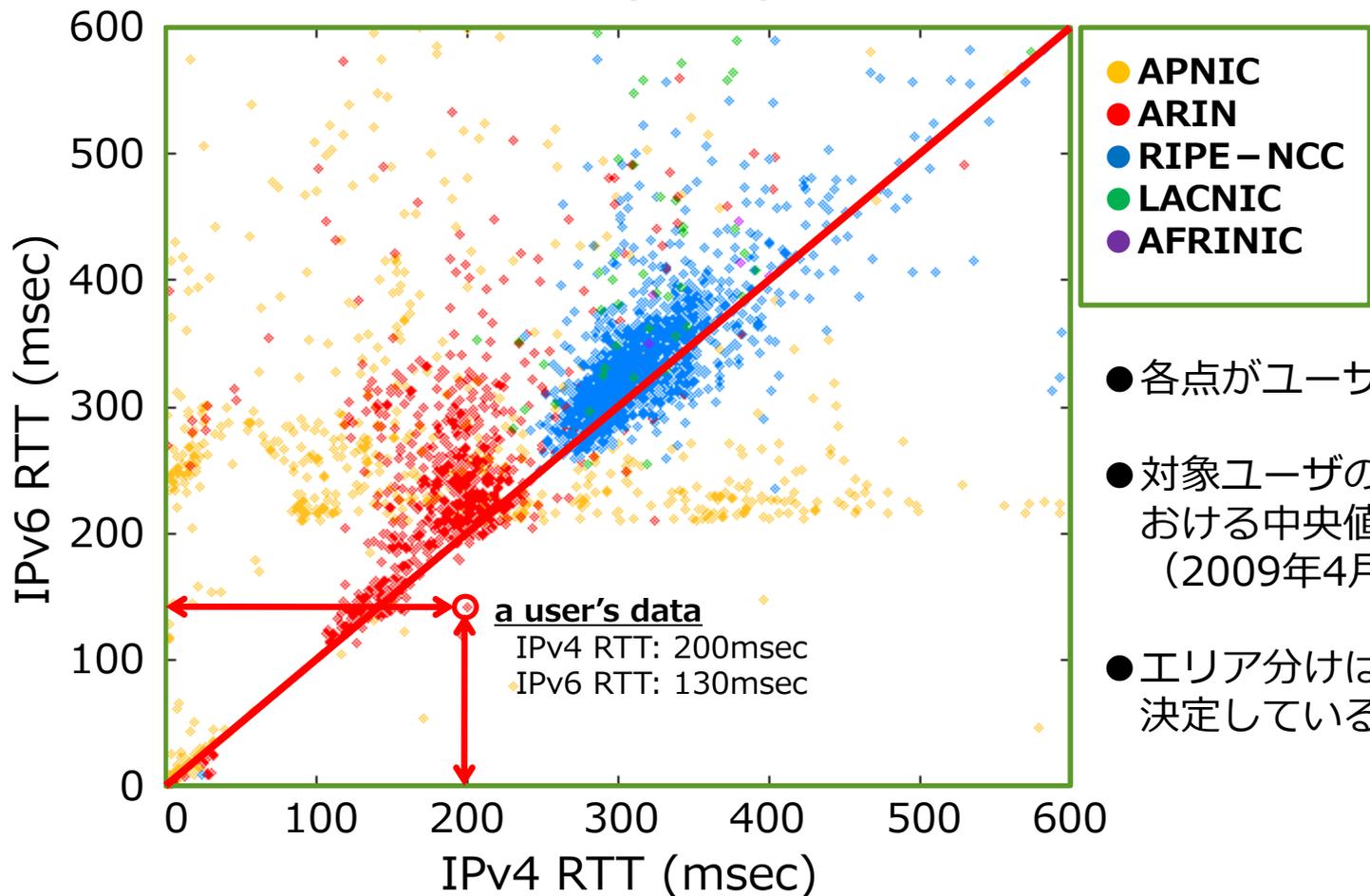
- 同一のユーザからのRTTを評価
 - ユーザのIPv6接続方法を評価
 - ISPのIPv6サービス提供状況や地域毎の対応状況を把握
- 計測・分析手法
 - 2009年4月における1ヶ月分のRTTデータを利用
 - ユーザ毎の集計をIPv4アドレスを基に実施
 - ◆ ユーザからのIPv4/IPv6 RTTは1ヶ月間の中央値

計測イメージ



2.3.2. IPv4とIPv6のRTT比較

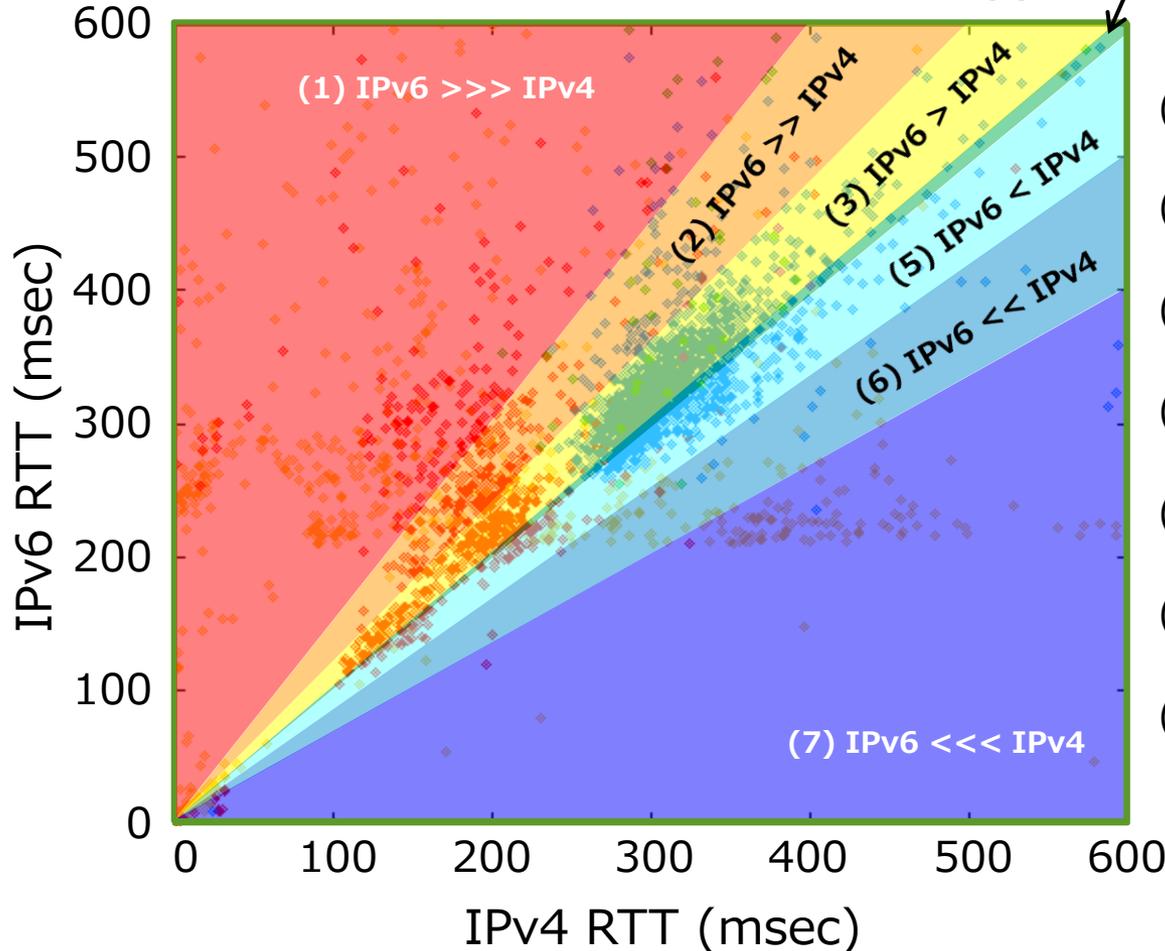
IPv4 RTT vs. IPv6 RTT



IPv6がIPv4と同等な品質 (RTT) であれば傾き = 1の直線に集まる

2.3.3. RTT分布率評価手法

IPv4 RTT vs. IPv6 RTT (4) IPv6 = IPv4

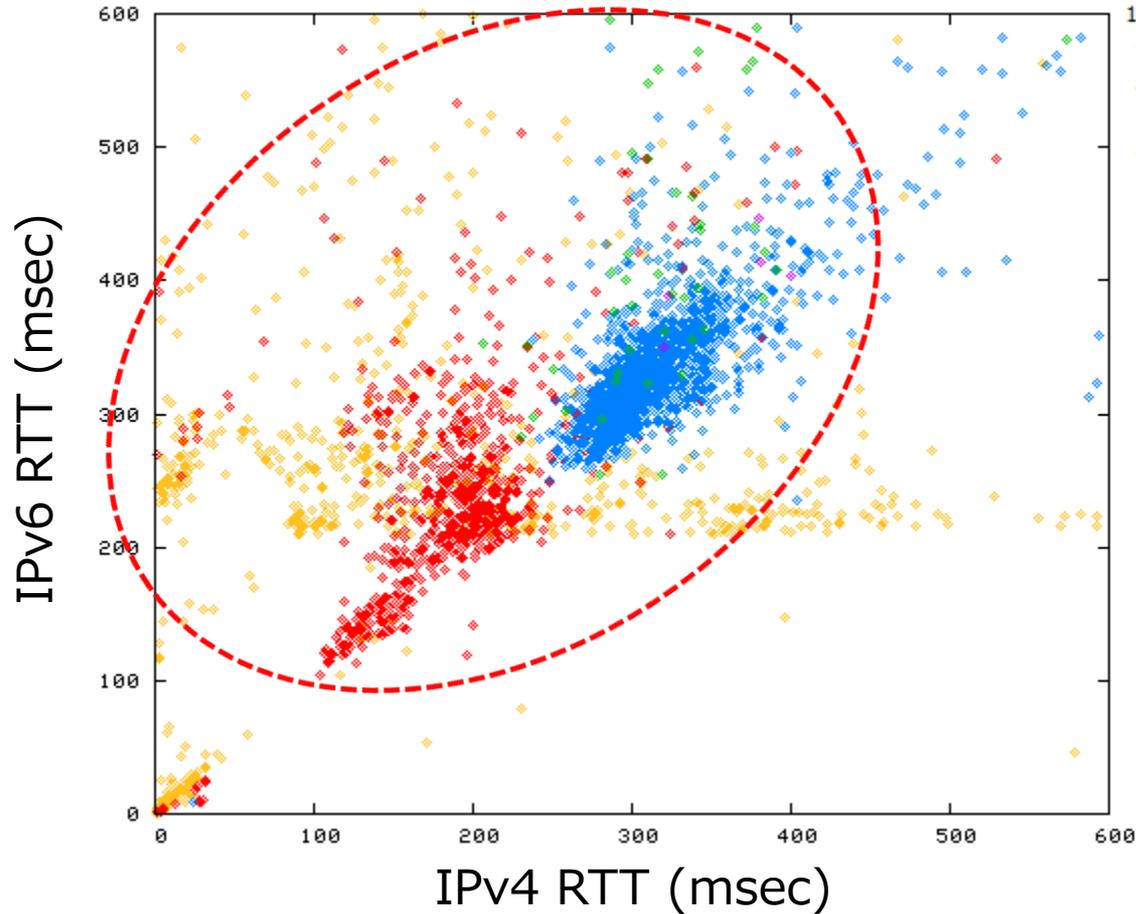


- (1) IPv6 >>> IPv4 **赤**
IPv6がIPv4の1.5倍以上遅い
- (2) IPv6 >> IPv4 **橙**
IPv6がIPv4の1.2倍以上遅い
- (3) IPv6 > IPv4 **黄**
IPv6がIPv4の1.2倍未満で遅い
- (4) IPv6 = IPv4 **緑**
IPv6とIPv4がほぼ同じ
- (5) IPv6 < IPv4 **青**
IPv6の1.2倍未満でIPv4が遅い
- (6) IPv6 << IPv4 **藍**
IPv6の1.2倍以上IPv4が遅い
- (7) IPv6 <<< IPv4 **紺**
IPv6の1.5倍以上IPv4が遅い

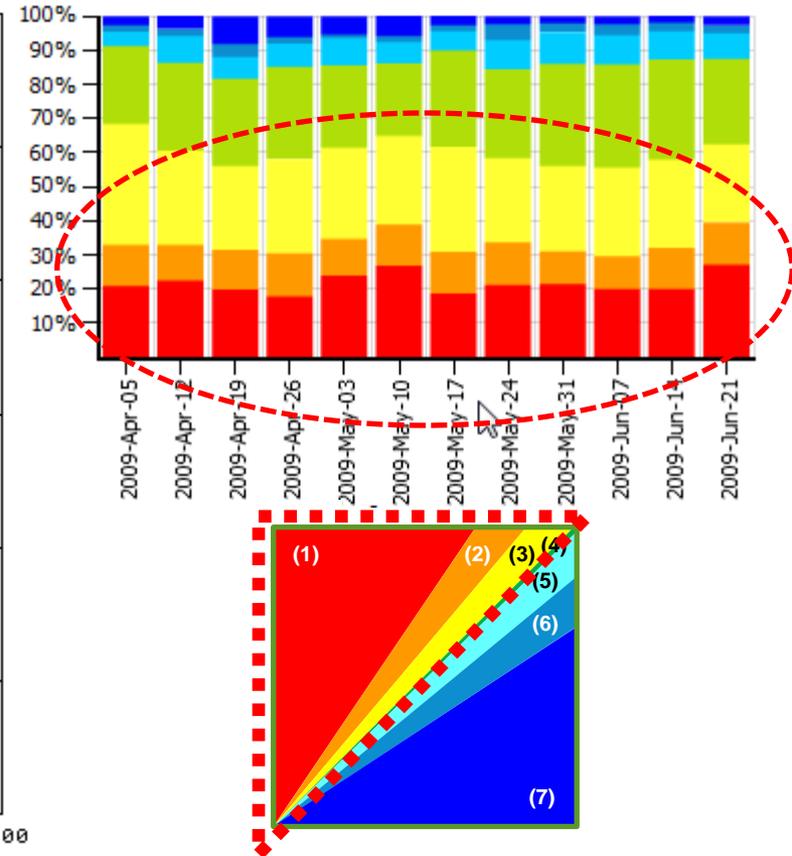
7エリアに分割しユーザの分布率を求めて推移を評価

2.3.4. RTT分布の全体傾向

IPv4 RTT vs. IPv6 RTT

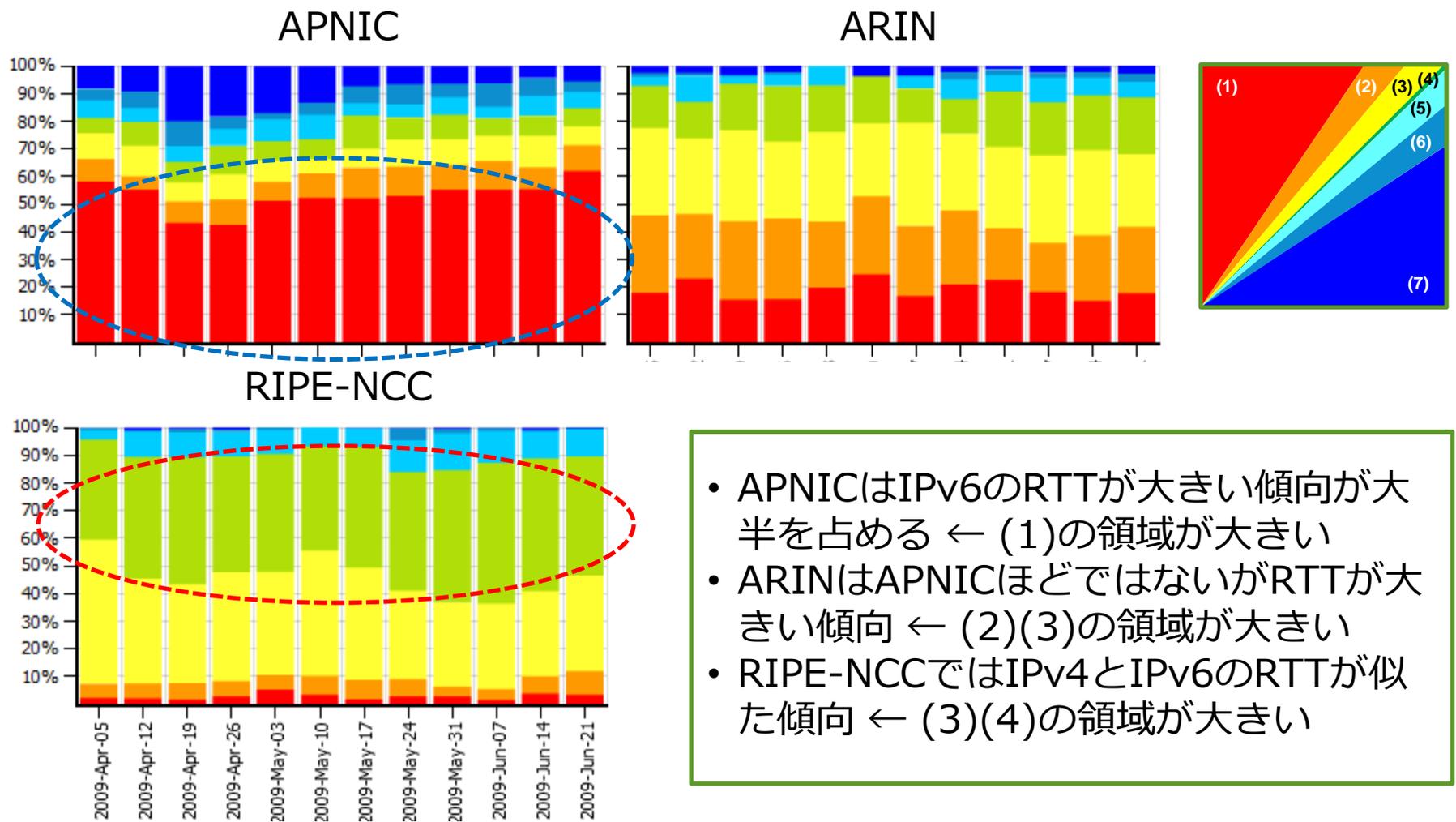


RTT分布の推移



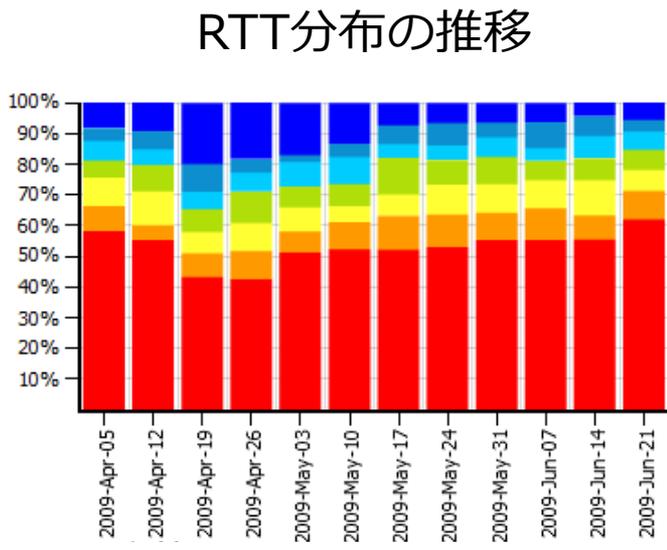
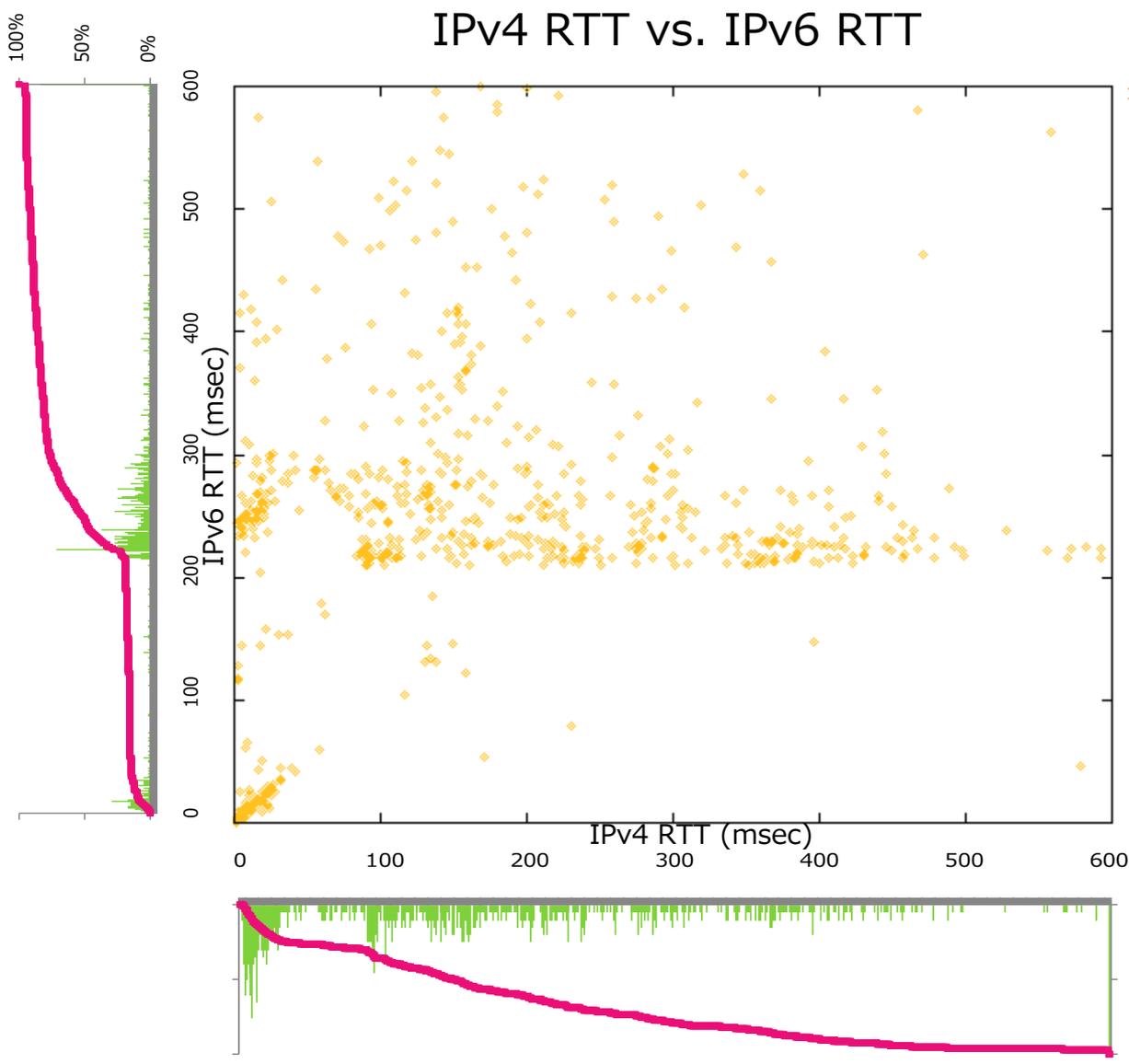
全体的な傾向として、IPv6でのRTTが大きい方向に分散している

2.3.5. RTT分布のエリア別傾向



- APNICはIPv6のRTTが大きい傾向が大半を占める ← (1)の領域が大きい
- ARINはAPNICほどではないがRTTが大きい傾向 ← (2)(3)の領域が大きい
- RIPE-NCCではIPv4とIPv6のRTTが似た傾向 ← (3)(4)の領域が大きい

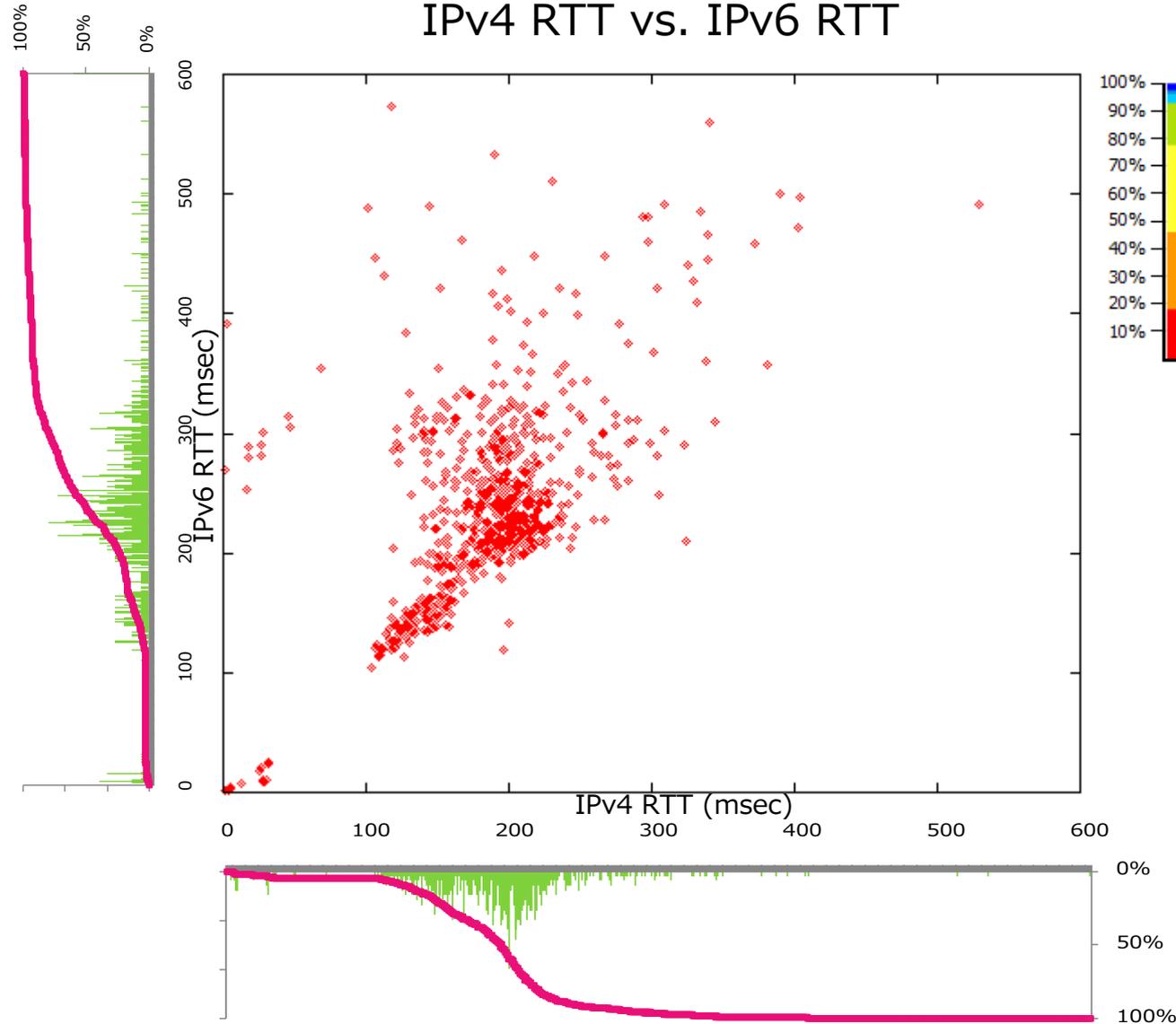
RIPE-NCCでの傾向が、IPv6普及の将来の理想像



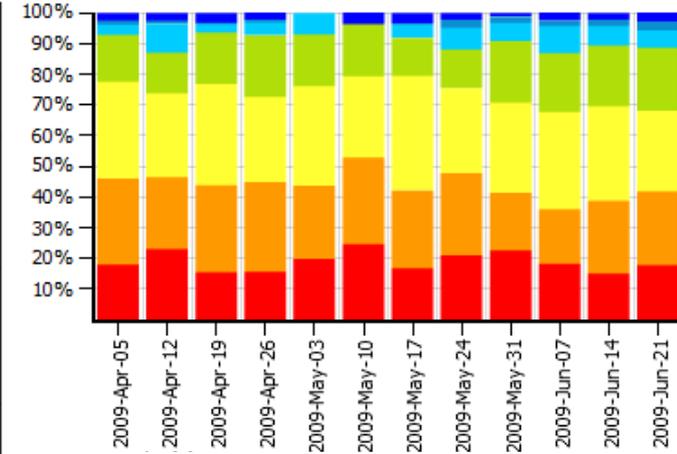
2.3.5.B. 全アクセスの分布と推移 (ARIN)



IPv4 RTT vs. IPv6 RTT



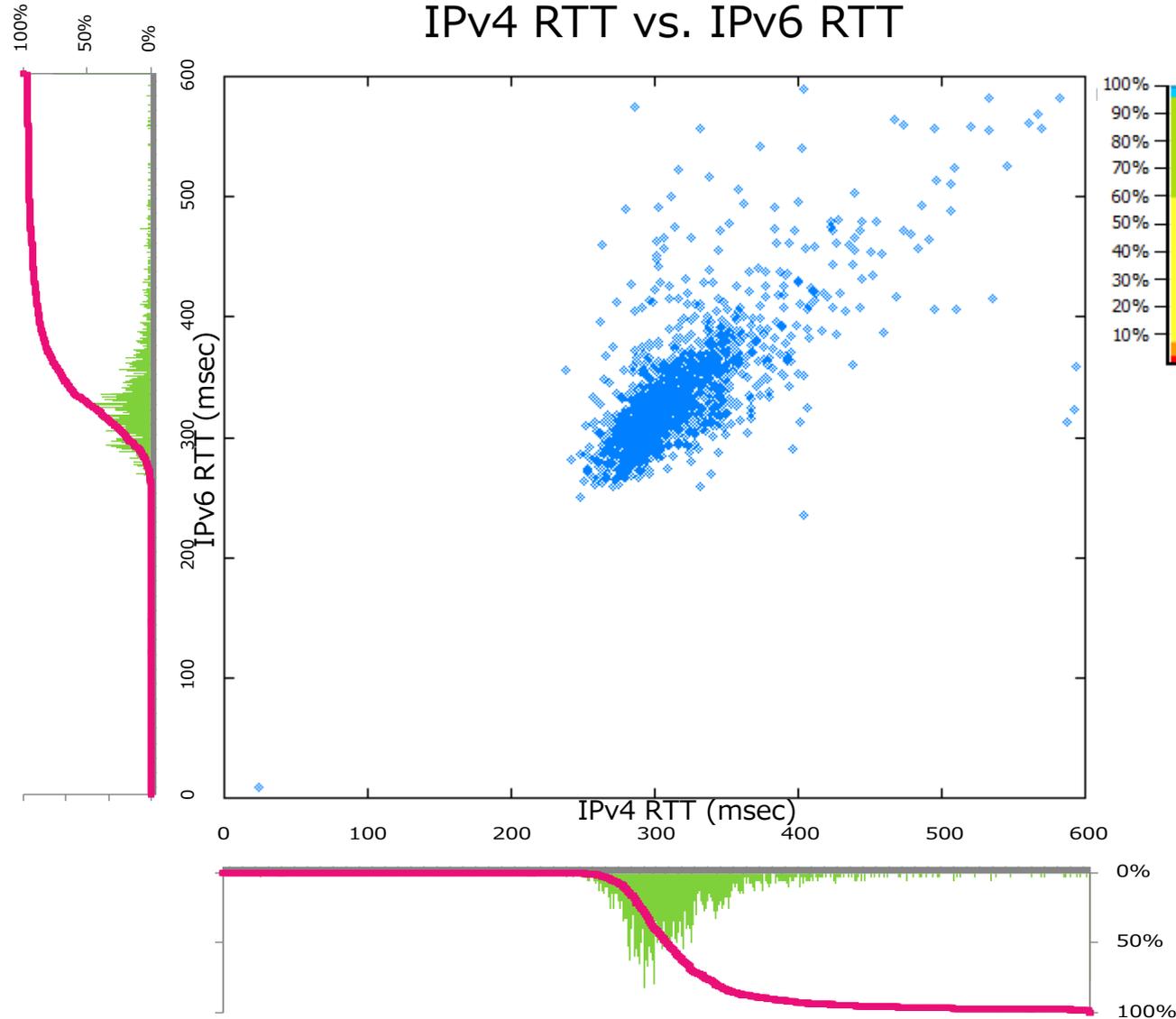
RTT分布の推移



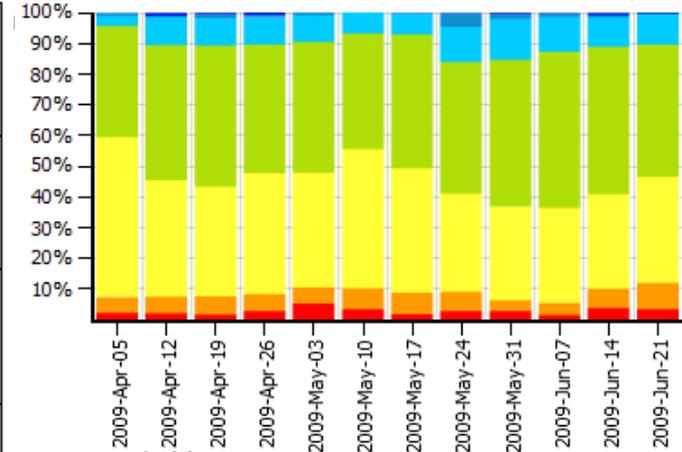
2.3.5.C. 全アクセスの分布と推移 (RIPE)



IPv4 RTT vs. IPv6 RTT

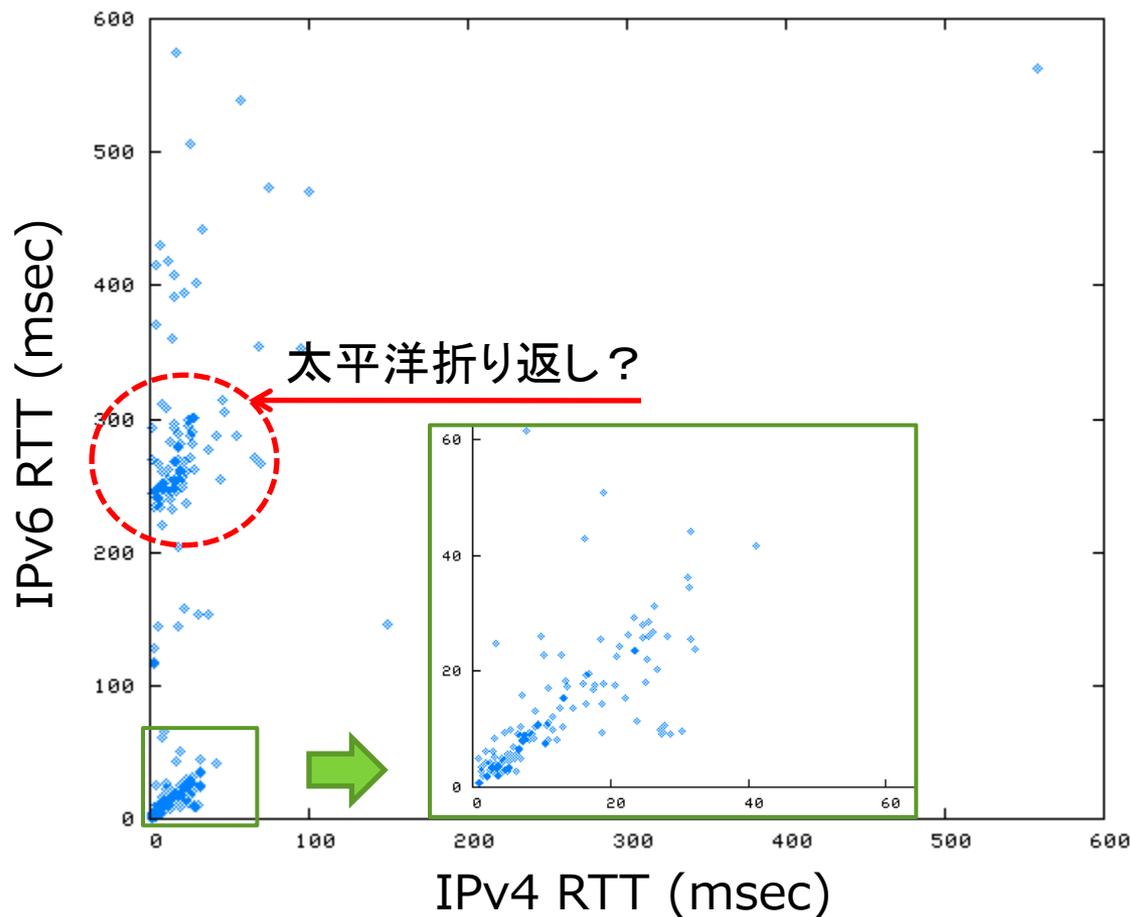


RTT分布の推移

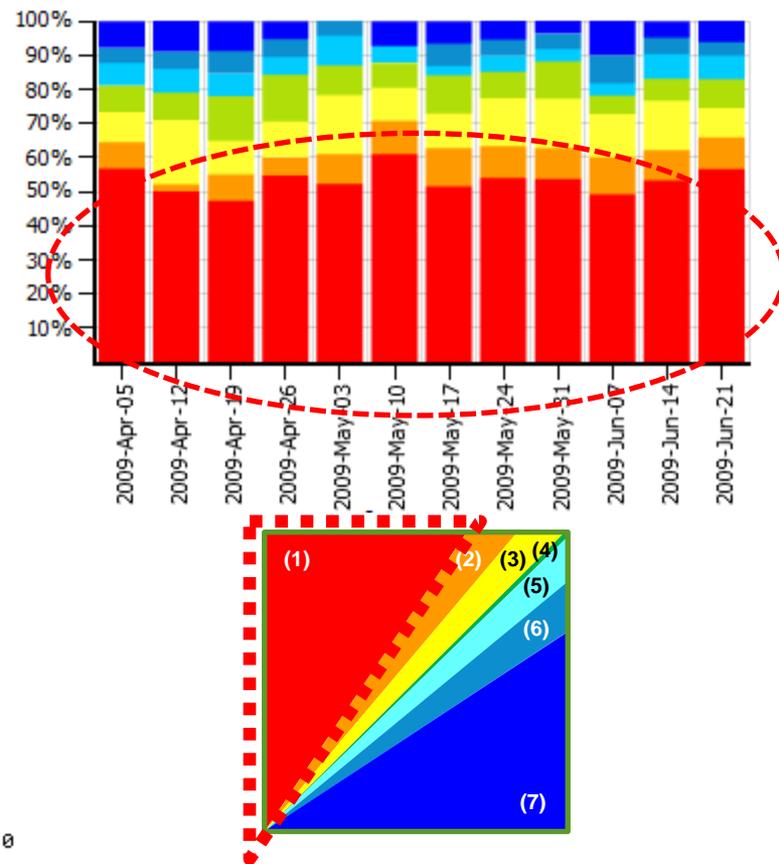


2.3.6. RTT分布の国別傾向（日本）

IPv4 RTT vs. IPv6 RTT



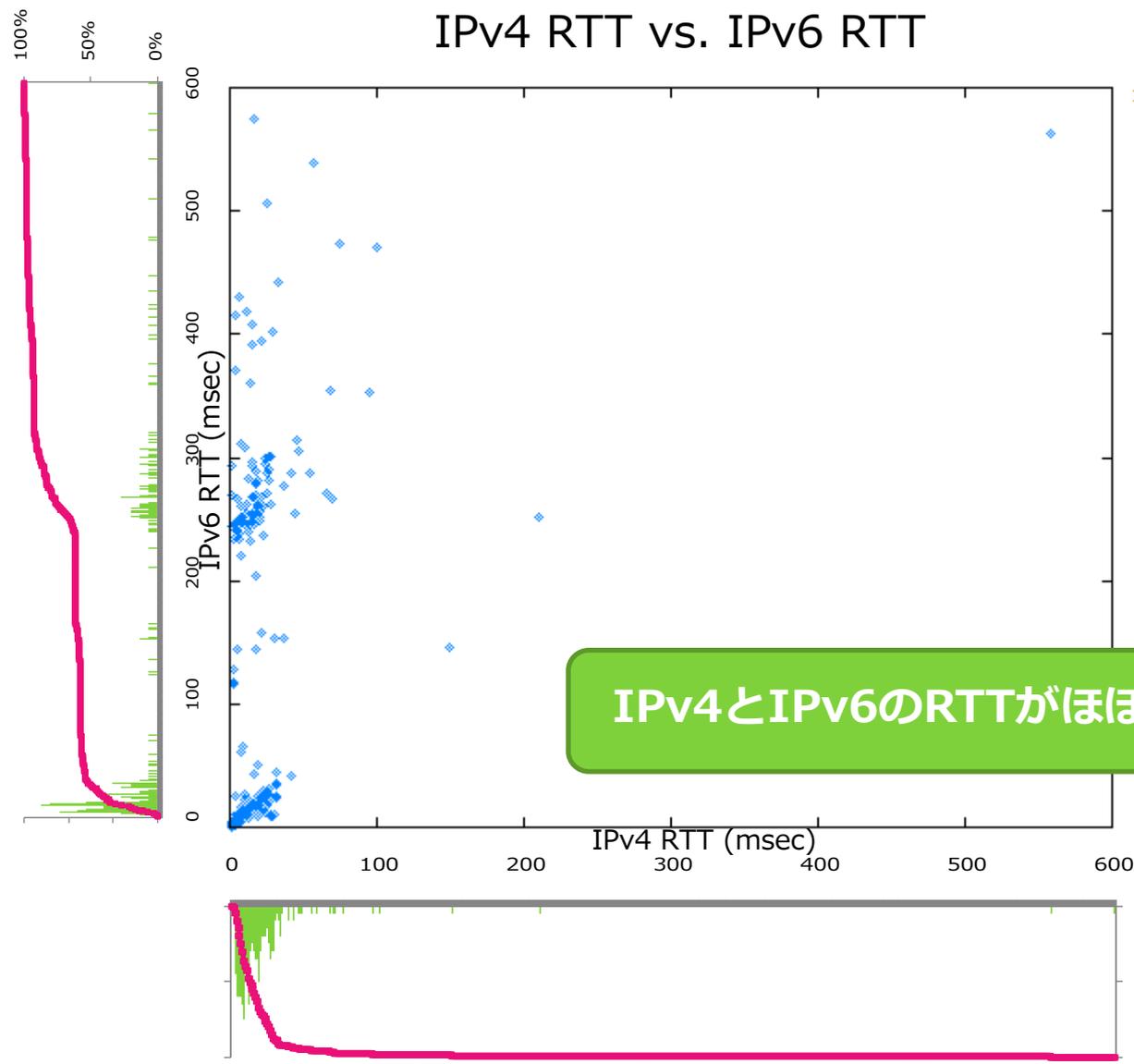
RTT分布の推移



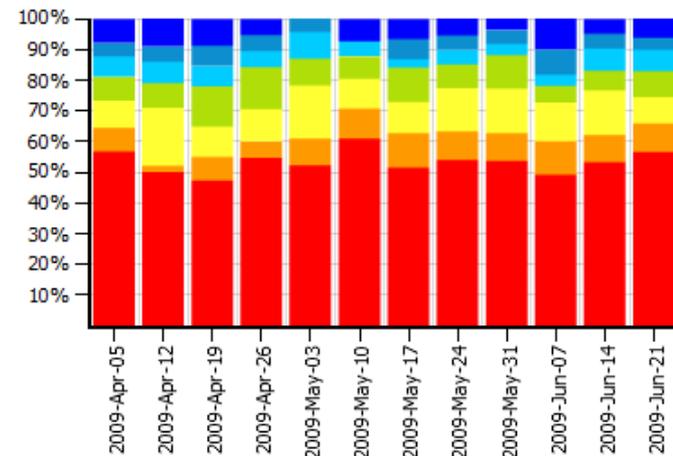
国内ユーザのIPv6利用はトンネルサービス等の利用が多い

2.3.7. 全アクセスの分布と推移 (日本)

IPv4 RTT vs. IPv6 RTT



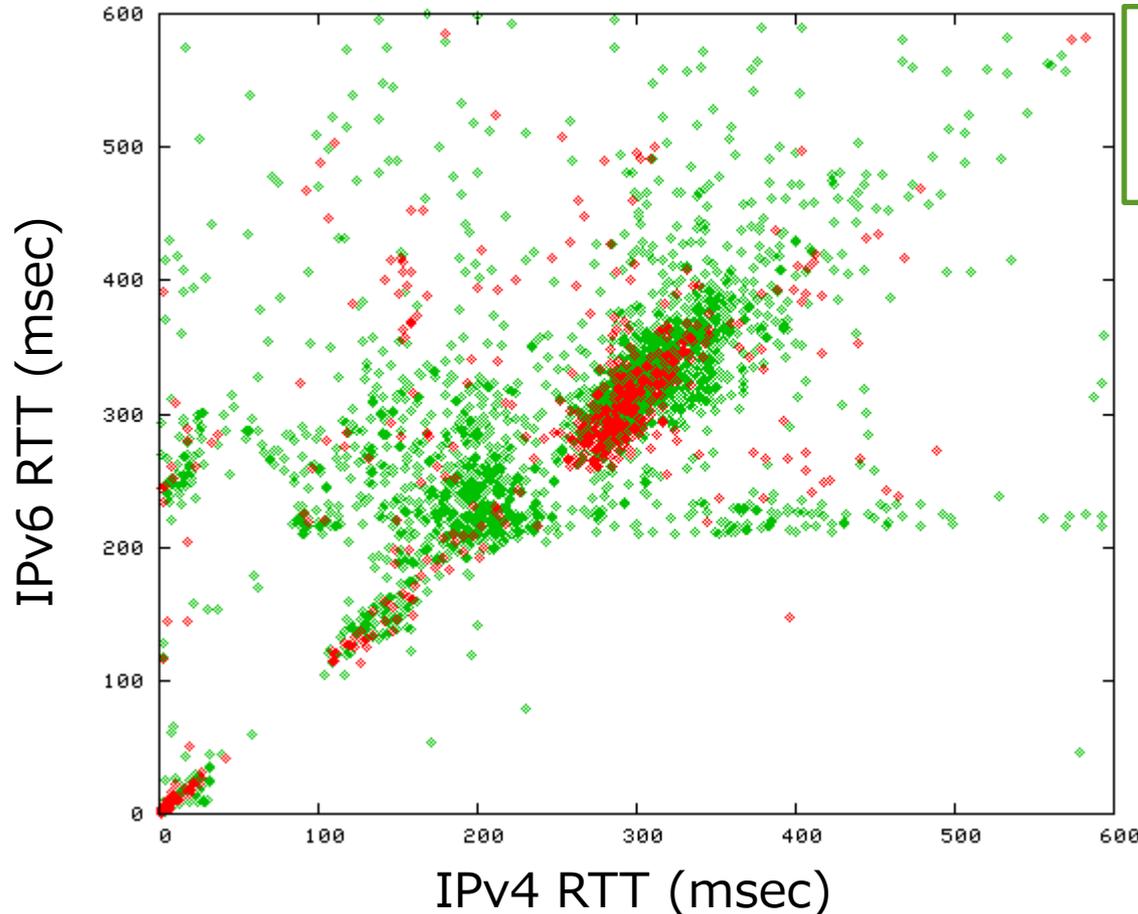
RTT分布の推移



IPv4とIPv6のRTTがほぼ同じユーザが60%

2.3.8. RTT分布の分析 (ASの同異)

IPv4 RTT vs. IPv6 RTT



IPv4アドレスとIPv6アドレスが
● 同じAS所属のアクセス
● 異なるAS所属のアクセス

- IPv4アドレスとIPv6アドレスが同じASから広告されているもの
⇒対象ASがデュアルスタック対応している
- 異なる場合はユーザがトンネル接続サービスを利用などが考えられる

同一ASからのIPv4/IPv6サービス提供 = IPv6の通信品質の向上

2.4. 品質計測のまとめ

● ユーザのIPv6環境

- 同一ユーザにおけるIPv4とIPv6のRTT比における比較
 - ◆ APNICではIPv6が特に大きくなる傾向
 - ◆ RIPE-NCCではIPv4とIPv6でRTTに大きな差がない傾向
- 同一ユーザにおけるIPv4とIPv6のAS番号比較
 - ◆ 違うAS番号となっている場合が多く、その場合IPv6のRTTが大きくなる傾向
 - ◆ 違うAS利用 = トンネル接続ユーザ

3.1. 考察とまとめ

● IPv6の普及度

- クライアント側は進んでいるがサービス側は遅れている
- 継続的な計測によりIPv6対応は進んでいることが分かる
- ただし数値から見ると普及はこれからという状況

● IPv6の通信品質

- IPv6の通信品質はIPv4よりもRTTが大きい傾向
- 利用ユーザの地域毎にIPv4/IPv6 RTT比が異なる
- 利用ASが異なる（=トンネル利用）が一因と推測

3.2. 議論

- 今回の様な情報の有効性
 - どのような情報がIPv6導入判断として有用か？
 - 情報サイトとして他に何かあるとうれしいか？
- 評価項目に関するコメント
 - 他の計測観点や項目があれば
 - グラフなどの表現方法としてより良いアイデア
- Q&A

ご清聴ありがとうございました
多くのコメント感謝いたします

◆IPv6普及度調査

<http://v6metric.jp/>

◆インターネットメトリック

<http://inetcore.com/project/metrics/>

◆IPv4/IPv6 meter

<http://inetcore.com/project/46meter/>

◆IPv4枯渇時計

<http://inetcore.com/project/ipv4ec/>

(<http://枯渇時計.com/>)

