

Internet Week 2020 C21 今そこにあるIPv6

2020 25th Nov.

NTT Communications

Kaname Nishizuka / 西塚要

自己紹介：西塚要 (にしづか かなめ)

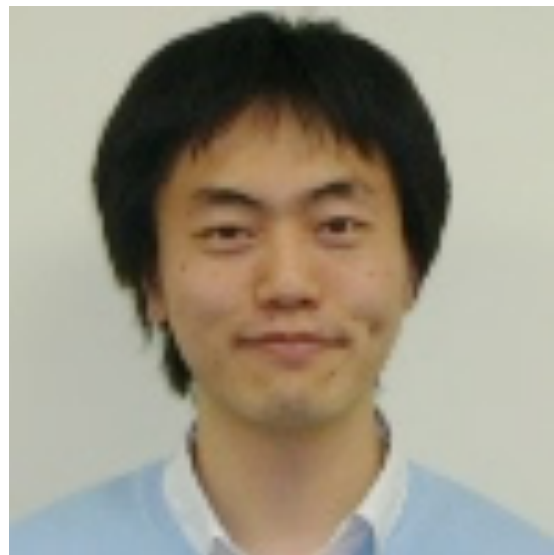
ビッグデータ・ネットワークセキュリティ分野のエバンジェリスト

メインフィールド

トラフィック分析

DDoS対策ソリューション

IPv4枯渇対策



2006年 NTTコミュニケーションズ入社
OCNアクセス系ネットワークの設計に従事した後、大規模ISP向けの
トータル保守運用サービスを担当
研究開発組織にてデータ分析を担当し、現在はデジタル改革推進部に
て社内DXを実践

1. IPv6普及に関わる最新動向(2020年)

2. コンテンツ事業者の視点

3. IPv6標準化最新状況

4. IPv6普及に向けた国内の取り組み

5. IPv4 over IPv6 ～ 残る課題

1. IPv6普及に関する最新動向(2020年)

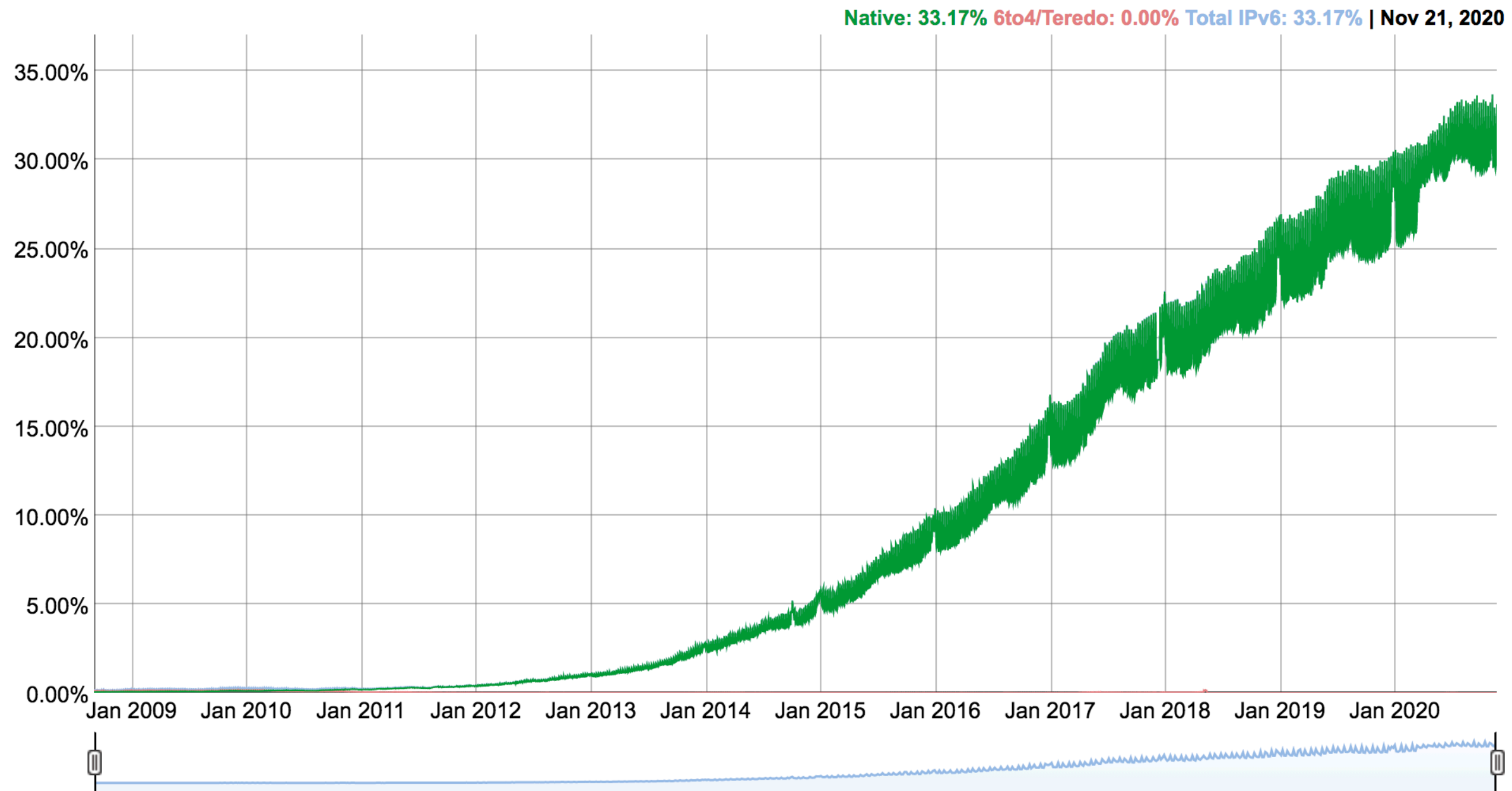
IPv6統計 (Google)

IPv6 の採用状況

IPv6 の国別採用状況

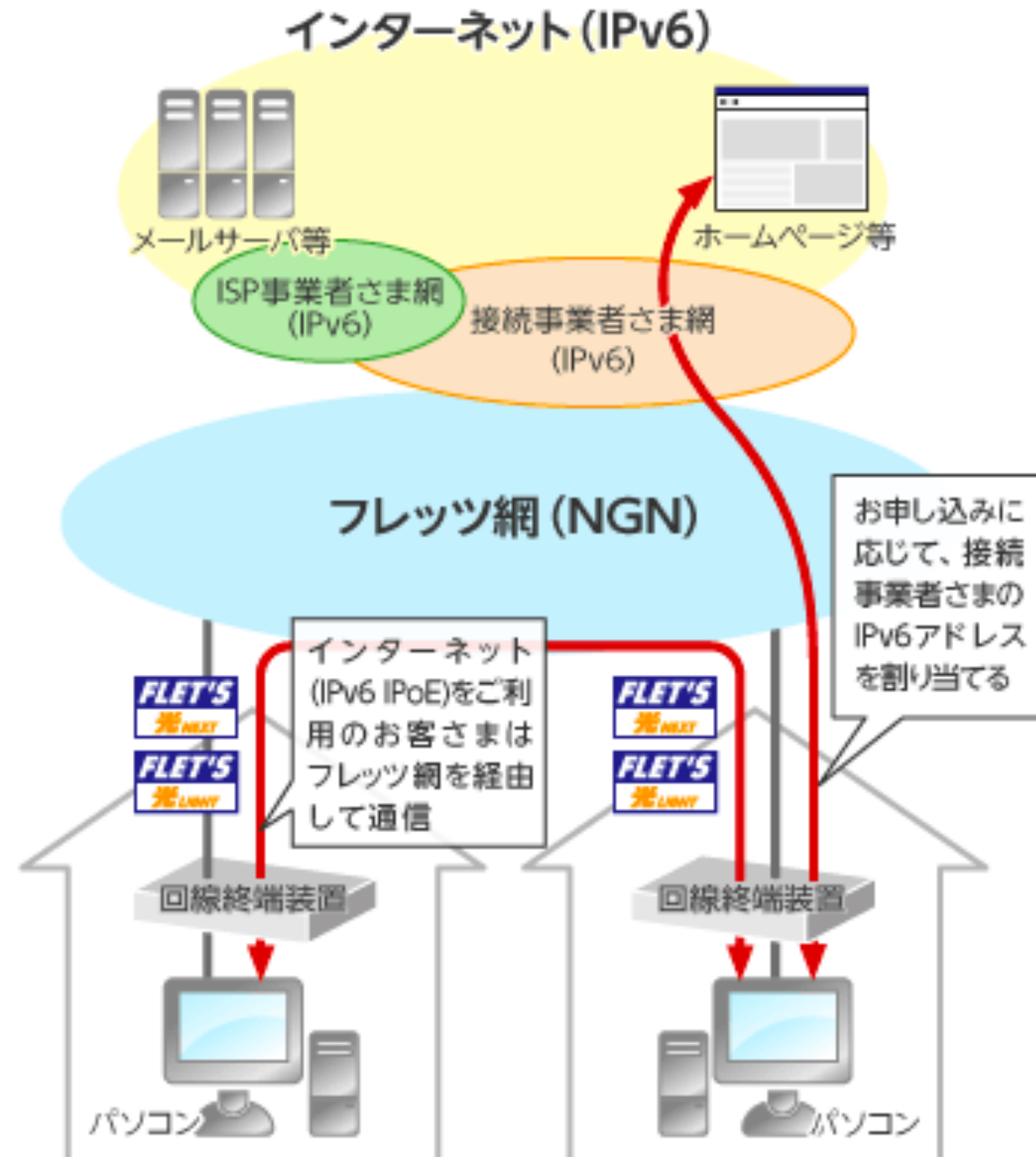
IPv6 の採用状況

Google では、Google ユーザー間での IPv6 接続の利用状況を継続的に測定しています。このグラフは、IPv6 を使って Google にアクセスしているユーザーの割合 (%) を示しています。



IPv6 IPoEの普及

フレッツ IPoE方式



一般社団法人 IPoE 協議会 (2020年6月発足)



一般社団法人 IPoE 協議会

一般社団法人 IPoE協議会は、NTT東西が提供する「フレッツ光」によるIPv6インターネット接続機能を利用する、IPoE接続事業者を中心とした一般社団法人団体です。日本におけるインターネットの普及拡大、IPv6の利用促進により、国民が利用しやすい環境を形成し、新しい生活と産業の具現化を目指します。

<https://ipoe-c.jp/>

IPv6に関する噂…



IPv6 速度

- ipv6 速度
- ipv6 速度測定
- ipv6 速度 変わらない
- ipv6 速度改善
- ipv6 速度 平均
- ipv6 速度 遅い
- ipv6 速度 変わる
- ipv6 速度測定サイト

Google 検索

I'm Feeling Lucky

不適切な検索候補の報告



ニュース

フェス

アップデート

オクトDLC

ヒーローモード

サーモンラン

Google AdMob

アプリビジネスの拡大が見込めます。
モバイル広告で収益を増やしましょう



スプラトゥーン2 > お役立ち >

【スプラトゥーン2】IPv6対応の光回線で通信ラグ解消！おすすめプロバイダで快適プレイ♪

最終更新日 2018年4月7日

4件のコメント



スプラトゥーン2のオンラインプレイで楽しく遊んでいる時に突然の回線落ち…！そんな経験ありませんか？今回は回線落ちやラグを解消するためのとっておき情報をご紹介します！

記事:chiro

e-sportsになっているオンラインゲーム界隈では、IPv6対応の光回線を推奨する記事が多数

1. IPv6がプロトコルとして速いわけではない

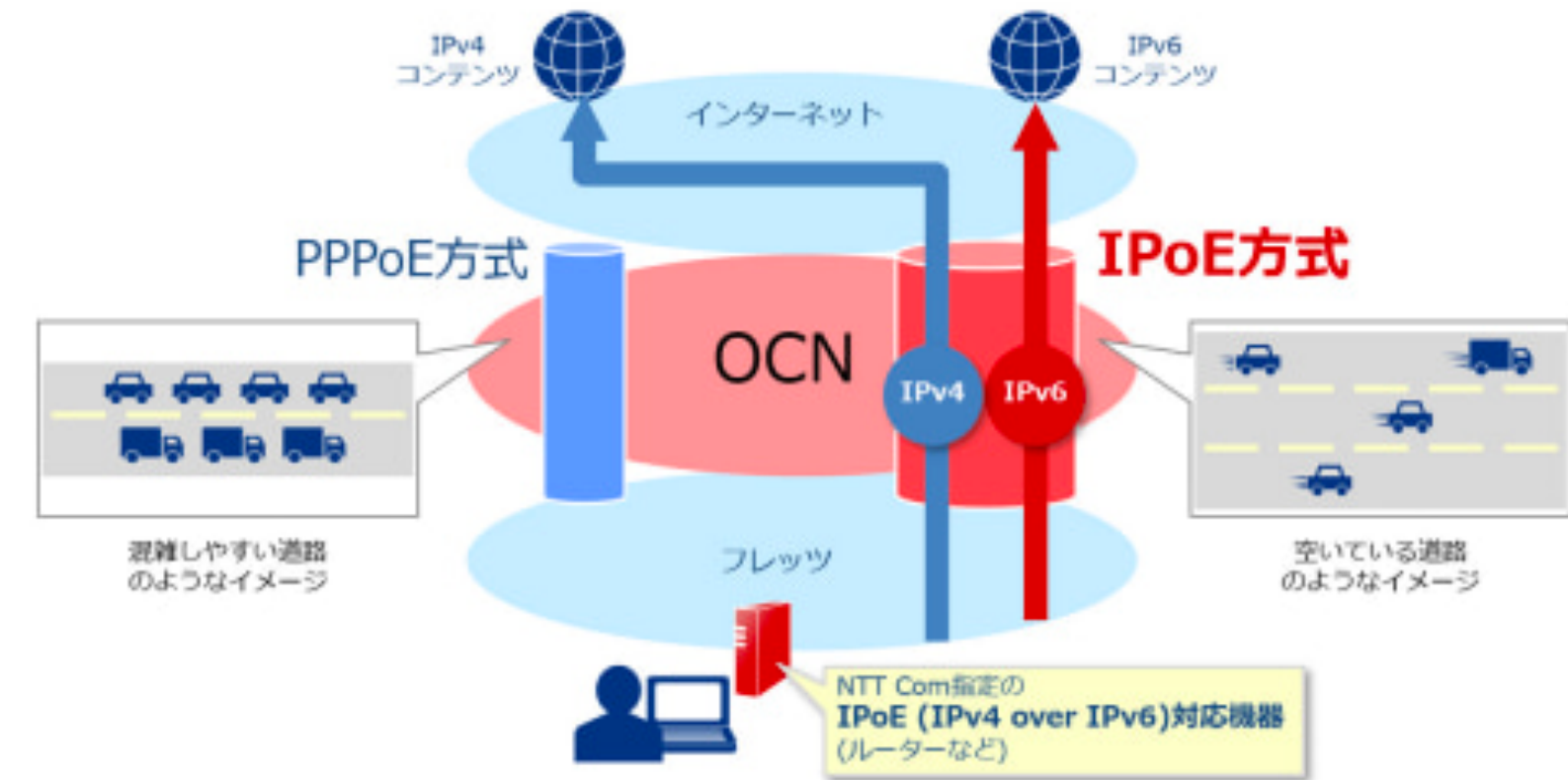
2. 今までのPPPoE接続(IPv4)では、 網終端装置が輻輳しやすい傾向があった

IPoE方式のユーザーが増えることで、
IPoE方式側でも新たなボトルネック箇所が出てくる、かもしれない

3. Googleなど、ハイパージャイアントの IPv6コンテンツへの通信は、IPv6ネイティブと なり、トラフィック量も増えている

4. IPv4のみのPC/端末の通信、およびIPv4コンテ ンツとの通信は、IPv4 over IPv6方式となる

IPv4 over IPv6方式も、従来のPPPoE部分の輻輳の影響を受けない



2020年6月
NTT Com、OCNユーザーへIPoE方式の接続を標準提供
<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/1258662.html>

IPv6対応状況ざっくり

	ドコモ	au	ソフトバンク
iPhone11	まれにIPv6	ダメ *1	いつでもIPv6
iPhoneSE	まれにIPv6	ダメ *1	ダメ *2
Xperia XZ	まれにIPv6	ダメ	いつでもIPv6

*1) auはLTE NET使用時。LTE NET for DATA(500円/月)を追加契約してプロファイル(APN設定)を書き換えると、iPhoneではIPv6が利用可能

- APN: au.au-net.ne.jp user/pass = user@au.au-net.ne.jp / au
- <https://www.au.com/mobile/charge/internet-connection/ltenet-for-data/>

*2) iPhone 8以降向けのAPN設定を適用すれば利用可能

- APN: jpspirdi user/pass = sdittbsb / titbopt
- <https://twitter.com/note6673/status/1221396162533457923>

利用者視点でIPv6利用方法

- 基本的に新しいスマートフォンを用意する
- ドコモ
 - 東日本に引っ越す
 - IPv6接続性が得られるまで繋ぎなおす
- au
 - LTE NET for data(500円/月)を追加契約
 - APNを適切に書き換える
- ソフトバンク
 - そのまま使う
- IPv4接続性のみなWiFiをつかまない様に注意

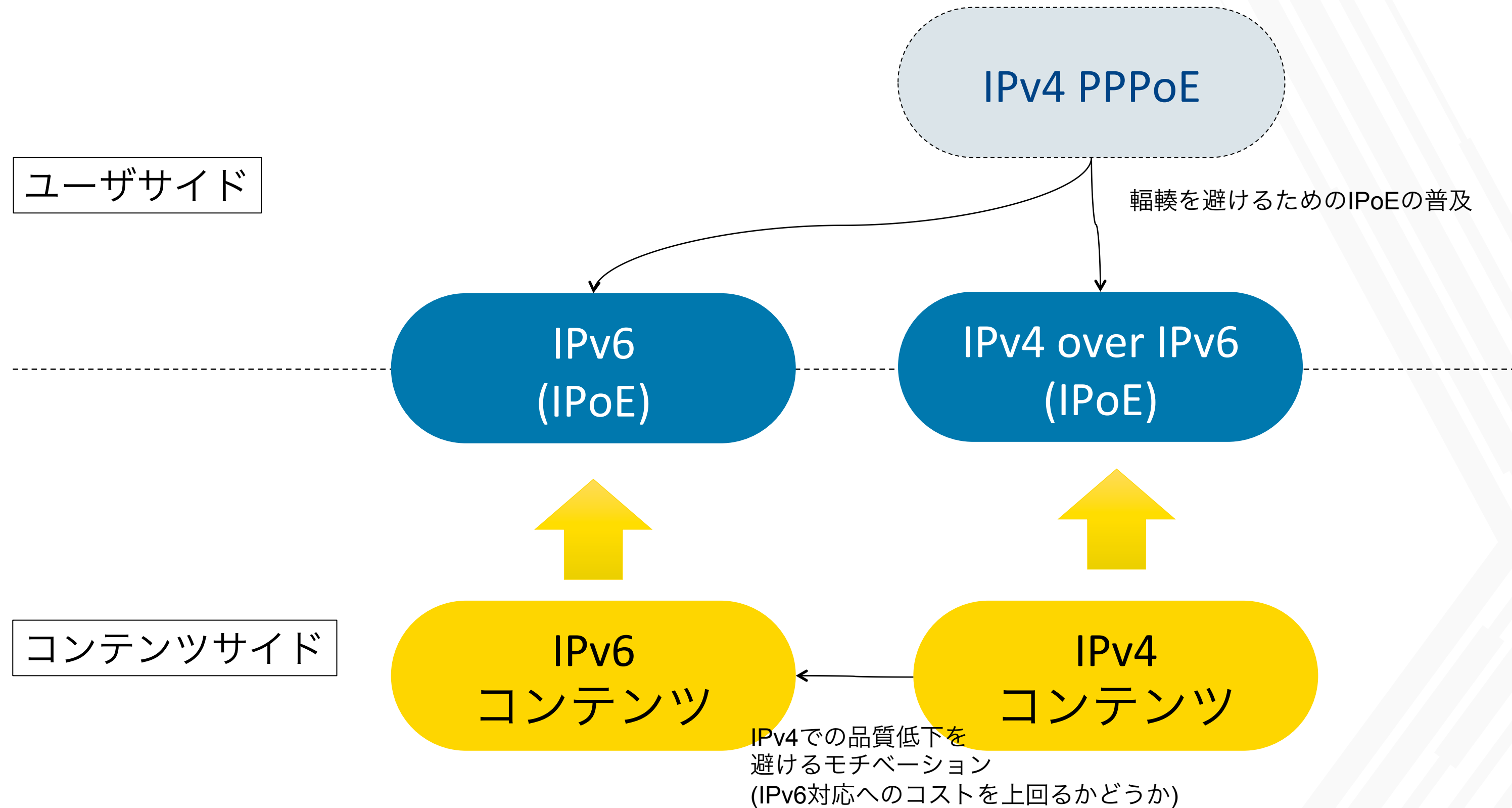
2020年1月 JANOG45

「携帯電話でIPv6使えてますか？」
松崎 吉伸 (株式会社インターネットイニシアティブ)

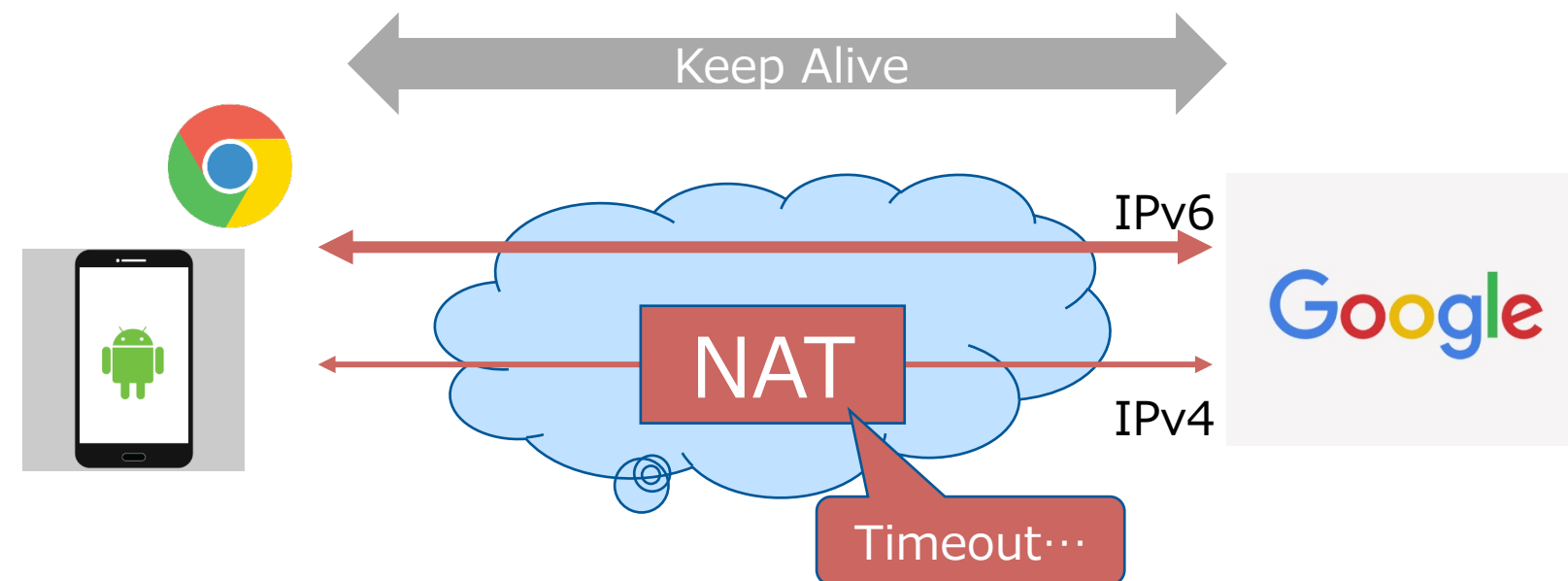
<https://www.attn.jp/maz/p/t/pdf/janog45-mobileipv6.pdf>

2. コンテンツ事業者の視点

IPv6アクセスとコンテンツ



IPv6に取り組むモチベーション: IPv4と比較してIPv6の方が品質がよい



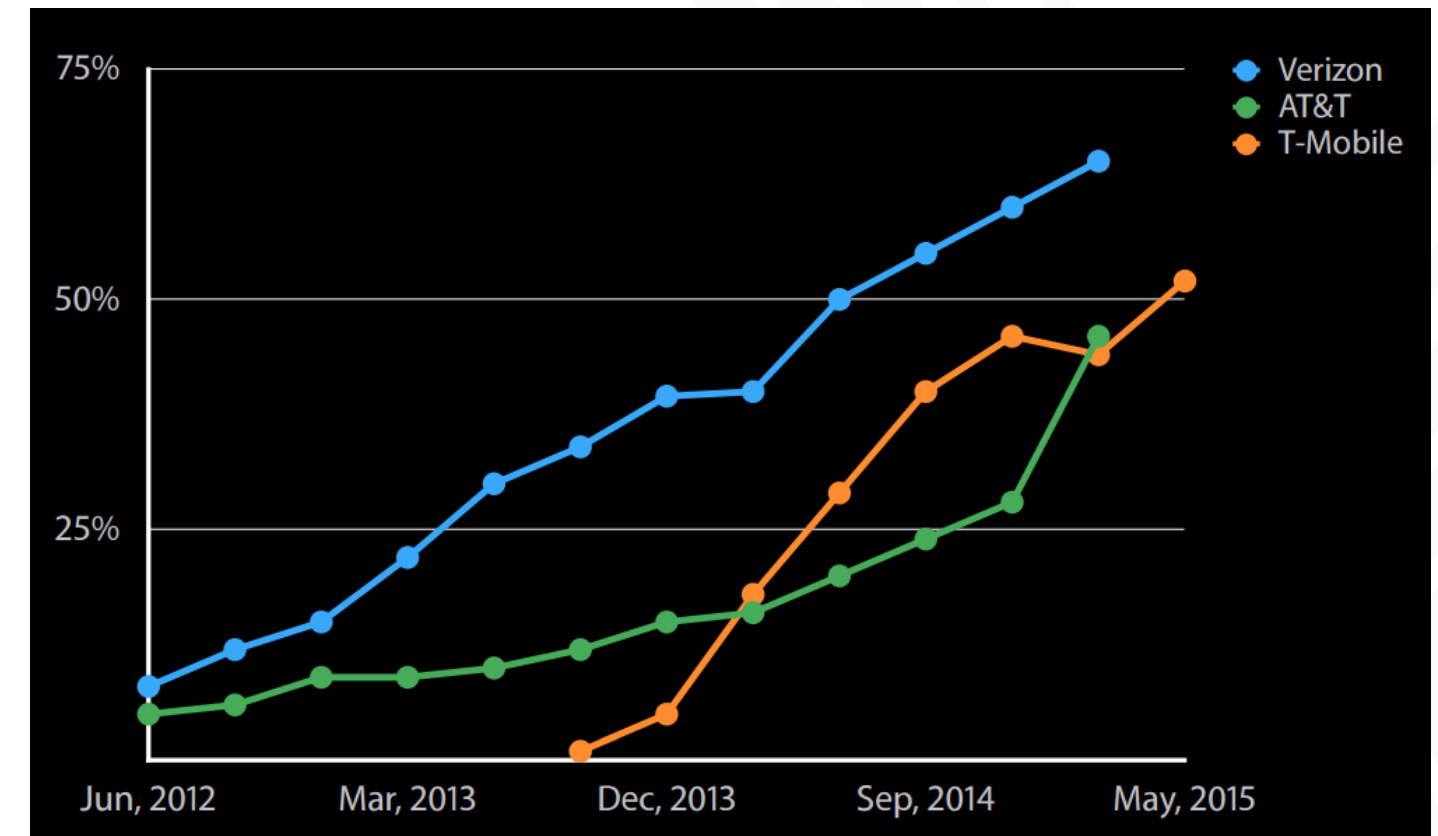
Google Cloud Messaging Problem

- Google Hangoutなどのサービスが、NAT(宅内ルータあるいはCGN)環境で使えない問題
- ハートビートによるキープアライブ間隔が15分のため、NATタイムアウトが発生するのが原因
- TCP/5228port を利用

IPv6に取り組むモチベーション:
IPv6の普及が北米のモバイル事業者で進んだため

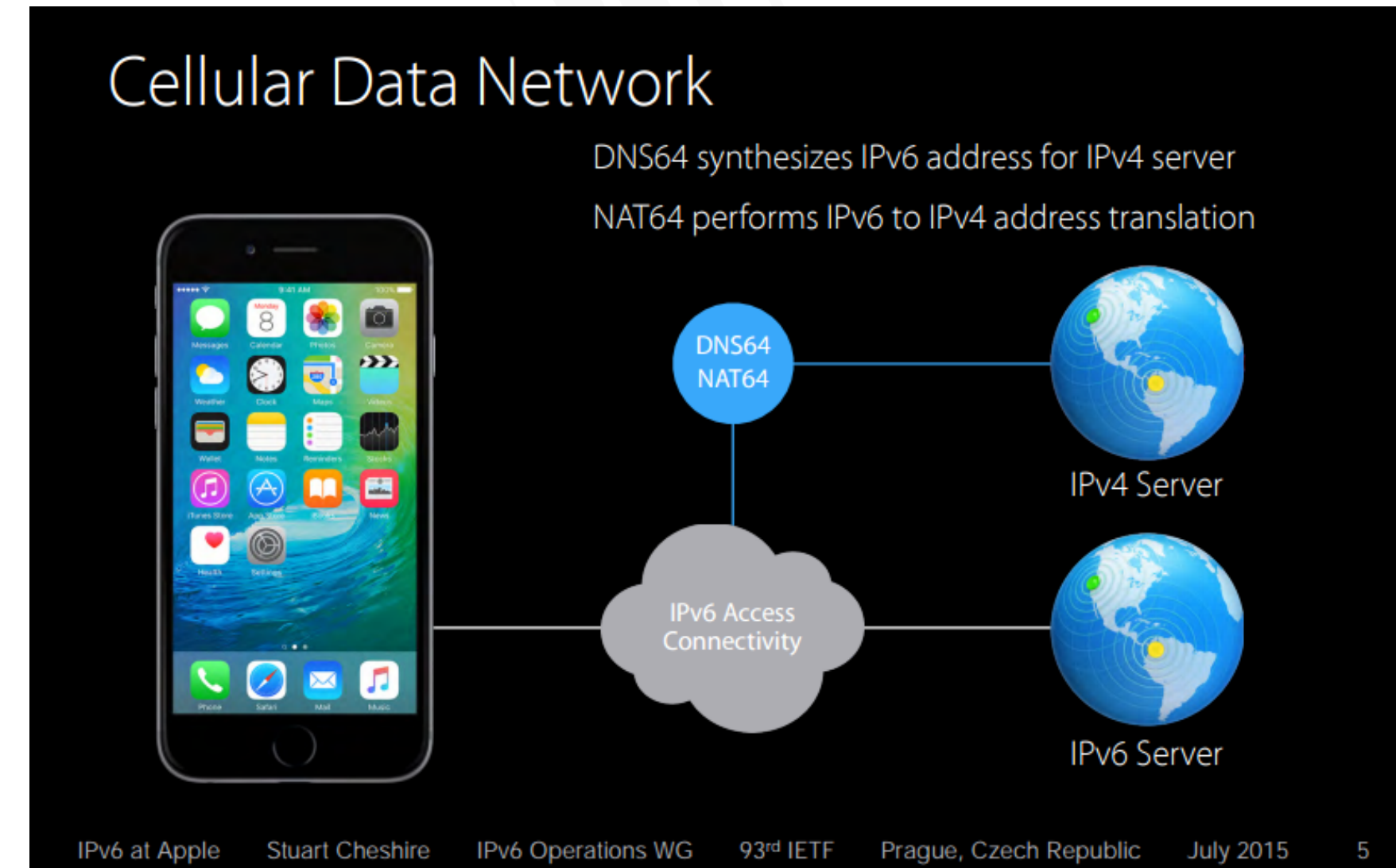
All iOS apps MUST
support IPv6 natively
and work on NAT64 networks

App submission requirement later this year



The Apple Worldwide Developers Conference (WWDC) Jun. 2015

- NAT64/DNS64はNAT64でIPv6とIPv4を変換して、IPv4サーバへのアクセスを可能にする技術
- Appleは、アプリケーションのIPv6対応を要求すると同時に、NAT64/DNS64への対応を要求
 - 北米のモバイル事業者では主にNAT64/DNS64が使われていたため
 - 2015年以降、iOSアプリケーション開発現場ではIPv6およびNAT64/DNS64対応を検証



IPv4とIPv6両方が利用可能な場合、処理順序はアプリケーションやOSに依存

Happy Eyeballs

- フォールバックに要する待ち時間を緩和するための仕組み
- 通信開始当初からIPv6とIPv4両方のプロトコルを使って接続を行い、先に成功したほうを利用
- これにより、一方が失敗してから他方を開始するより切替時間短縮される
- OS XやChromeなどに実装されている

Happy Eyeballs v2

- 動作をv1より改善し、よりアグレッシブにIPv6を優先
- AAAAレコード (IPv6) の応答が先にあった場合は、即座にコネクションを確立し、Aレコード (IPv4) の応答が先にあった場合は、AAAAの応答の待ち時間を50msもつ事を推奨
- Appleが率先して実装

“Why is IPv6 faster?”

2019年6月
NANO76
[Prisoner of IPv4]

Speed Summary

APNIC 2013	IPv6 is faster more often than IPv4 is.
Cisco 2014	IPv6 is faster more often than IPv4 is.
TWC 2014	IPv6 is 10% faster on average.
Akamai 2016	(One case) 95% sites are 15% faster.
LinkedIn 2016	IPv6 is often 15-25% faster.
Facebook 2017	IPv6 is 30-40% (or less) faster.
Bajpai, Schönwälder 2017	95% of sites are same or faster.
APNIC yesterday	In most regions, IPv6 is 20ms faster.

Happy Eyeballの挙動により、統計的にみるとIPv6の方が速く見える可能性を示唆

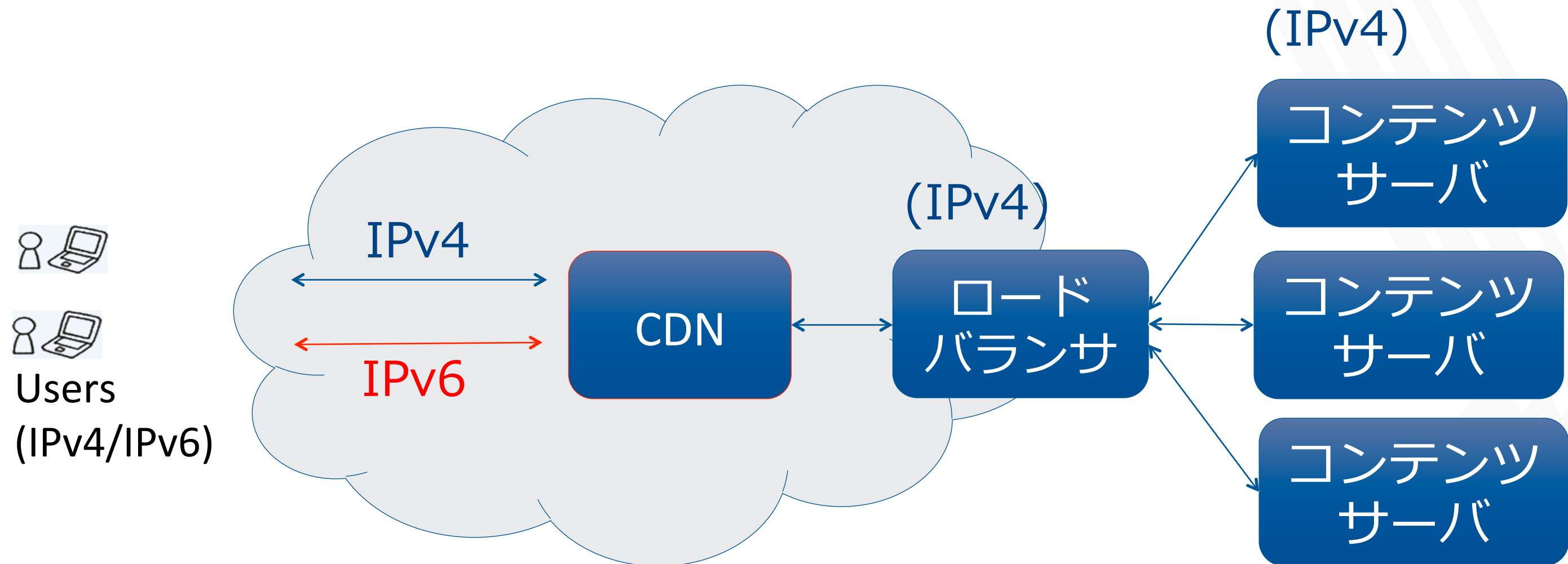


2019年1月 <https://abematv.co.jp/posts/5631324/>

国内コンテンツにおいてIPv6対応が「より快適なサービス提供が可能に」と明言した事例

CDNによりIPv6対応が簡単に

Akamaiなど、CDN(コンテンツデリバリネットワーク)を利用中であれば、CDN側でIPv6を有効化すればよい



3. IPv6標準化最新状況

IPv6標準化最新状況

■ IPv6仕様の再整理

- RFC8200 (2017/7)

■ 仕様整理の残課題

- マルチホーム問題
- 有線から無線へ。メディア/端末の変化への対応
 - ✓ IoTデバイスへの対応も含まれる
- IPv4からの移行(技術面/運用面)
- 拡張ヘッダ挿入問題
- Path MTU Discovery再考

■ 新技術への期待

- BGP in the Data Center
- SRv6(IPv6 Segment Routing)

IPv6仕様の再整理

- IPv6の基本仕様を規定したRFC 2460 (1998年)を廃止
 - RFC8200

[\[Docs\]](#) [\[txt|pdf\]](#) [\[draft-ietf-6man...\]](#) [\[Tracker\]](#) [\[Diff1\]](#) [\[Diff2\]](#) [\[Errata\]](#)

INTERNET STANDARD

Errata Exist

Internet Engineering Task Force (IETF)

S. Deering

Request for Comments: 8200

Retired

STD: 86

R. Hinden

Obsoletes: [2460](#)

Check Point Software

Category: Standards Track

July 2017

ISSN: 2070-1721

Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification

Abstract

This document specifies version 6 of the Internet Protocol (IPv6).
It obsoletes [RFC 2460](#).

IPv6 仕様再整理の要点

- 仕様を大きく変更するものではなく、曖昧な文章の排除や、参照の整理など、読みやすさを改善したもの
 - 基本プロトコル
 - ✓ RFC2460→RFC8200 (STD86)
 - IPv6用 Path MTU探索
 - ✓ RFC1981→RFC8201 (STD87)
 - IPv6をサポートするためのDNS拡張
 - ✓ RFC3596(STD88)
 - ICMPv6
 - ✓ RFC4443(STD89)
- IETFでは整理のために2年かけて議論
 - JANOG39.5 [IPv6 RFC改版の提案はなぜ論紛糾したのか?](#)
 - 佐原具幸氏(IIJ)
- 紛糾した議論点が、残課題として現在も引き続き議論されている

RFC4941 SLAACのプライバシー拡張
RFC4291 IPv6アドレス体系
→整理の対象外に

IPv6標準化最新状況

■ IPv6仕様の再整理

- RFC8200 (2017/7)

■ 仕様整理の残課題

- マルチホーム問題
- 有線から無線へ。メディア/端末の変化への対応
 - ✓ IoTデバイスへの対応も含まれる
- IPv4からの移行(技術面/運用面)
- 拡張ヘッダ挿入問題
- Path MTU Discovery再考

■ 新技術への期待

- BGP in the Data Center
- SRv6(IPv6 Segment Routing)

拡張ヘッダ挿入問題

■ RFC8200

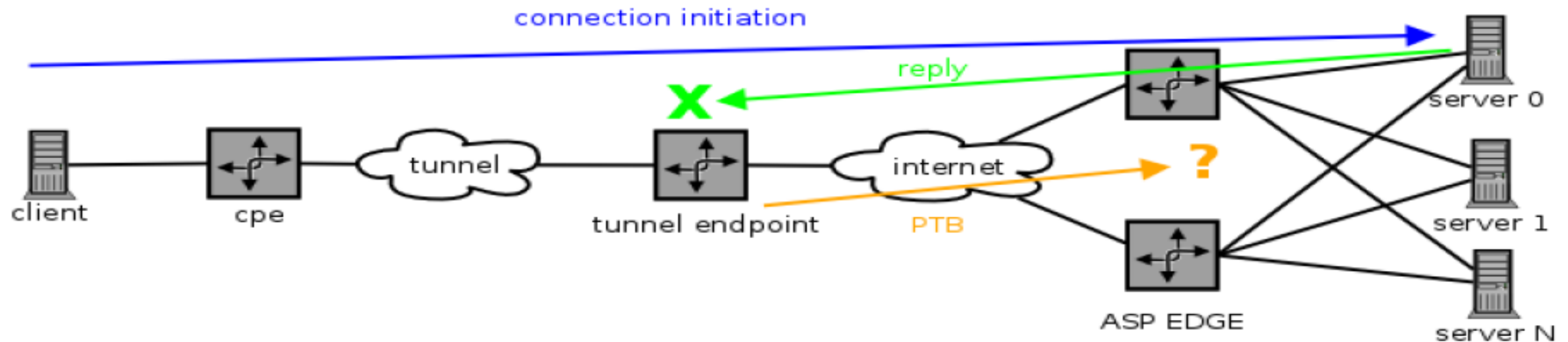
- “Extension headers (except for the Hop-by-Hop Options header) are not processed, inserted, or deleted by any node along a packet's delivery path”
- 中間ノードでは拡張ヘッダの挿入はされない

■ 今後の制約になるのではないか？

- ヘッダ挿入については新しいドラフトで議論をする
 - ✓ draft-voyer-6man-extension-header-insertion
 - ✓ SRv6提案者が中心
 - ✓ SRv6において、中間ノードでヘッダ挿入をする実装がすでにでているため

Path MTU Discovery 再考

- RFC 7690: Close encounters of the ICMP type 2 kind (near misses with ICMPv6 PTB)
 - by Joel Jaeggli (Fastly)
 - ロードバランサやエニーキャスト環境で、Packet Too Bigメッセージが、送信元のサーバに返らない問題
 - ✓ メジャーなロードバランサ製品では対策が可能



Path MTU Discovery 再考

- サイドミーティング@IETF103(2018/11)で、Path MTU Discoveryの問題を集中討議
- 現行のPath MTU Discoveryの問題点
 - 送信元へのフィードバックがロバストではない
 - ✓ ICMPv6エラーの送出手がルータで絞られているケース
 - ✓ ICMPv6がフィルタされているケース
 - ✓ ホストが無視するケース
 - ✓ ロードバランサ/エニーキャストがあるケース
 - パケットが何往復もしないといけない
 - MTUの判別が、flow単位ではなく宛先単位
- 今後、Path MTU Discoveryの仕様に関して、大幅な見直しが入るかもしれないが、機器の対応も含めるとだいぶ先の話
 - 当面は、Path MTU に注意を払いながら設計するのが肝心

IPv6標準化最新状況

- IPv6仕様の再整理
 - RFC8200 (2017/7)
- 仕様整理の残課題
 - マルチホーム問題
 - 有線から無線へ。メディア/端末の変化への対応
 - ✓ IoTデバイスへの対応も含まれる
 - IPv4からの移行(技術面/運用面)
 - 拡張ヘッダ挿入問題
 - Path MTU Discovery再考
- 新技術への期待
 - BGP in the Data Center
 - SRv6(IPv6 Segment Routing)

BGP in the datacenter: IPv6 unnumbered

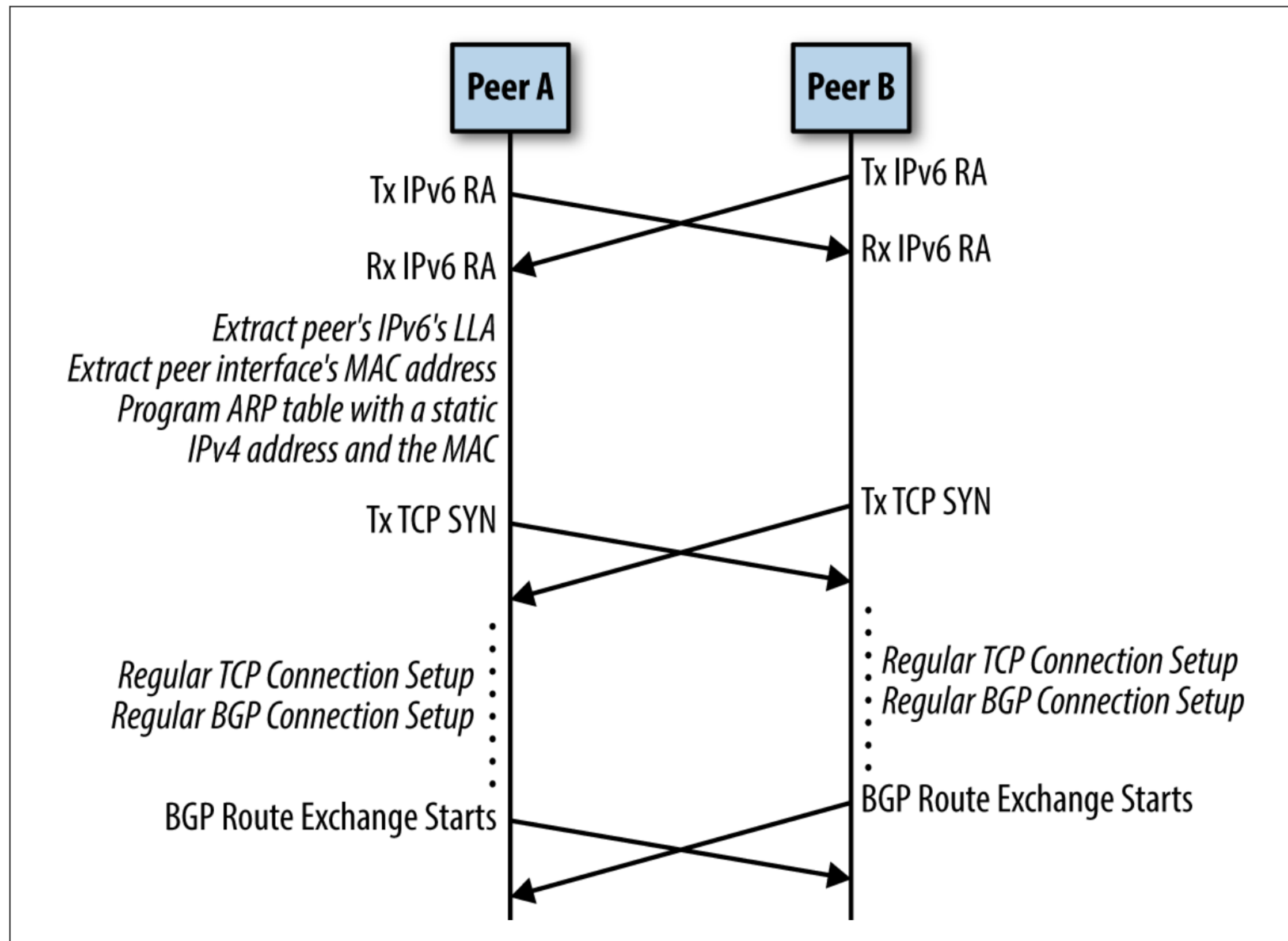


Figure 4-1. BGP unnumbered packet timeline sequence

設定なしでアドレス設定をできるIPv6 SLAACの機能を最大限利用し、データセンター内の機器間の接続(リンク)の設定を自動化。

物理的に接続するだけで、

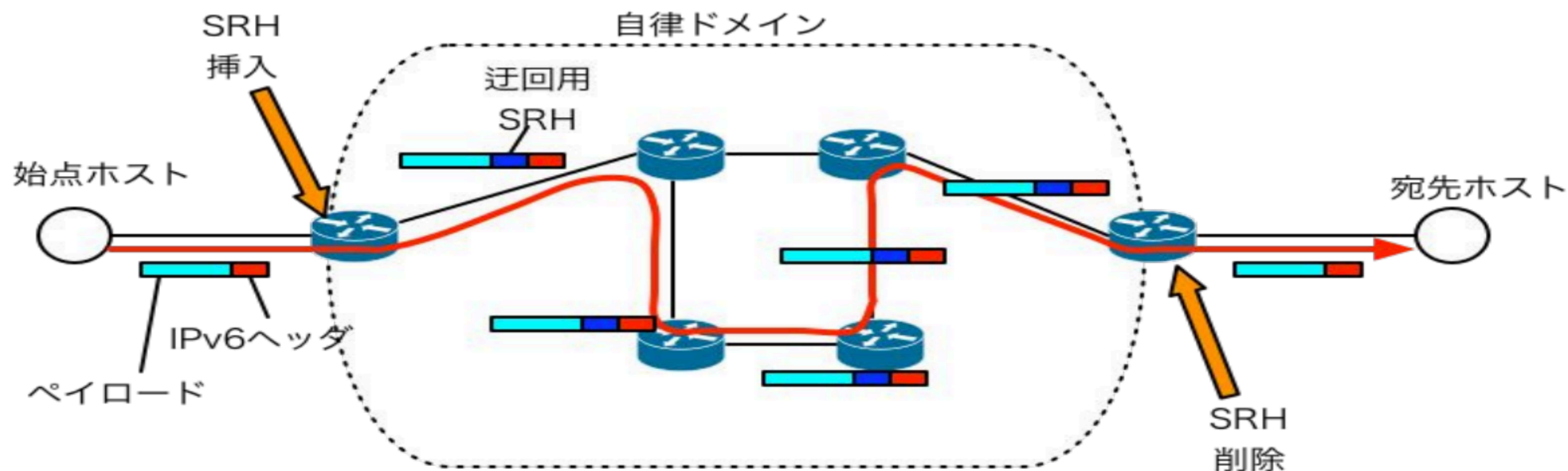
- アドレス設定
- 対向のアドレスの取得
- BGP接続を実現する。

* IPv6 BGP peer上でIPv4経路の交換も可能とするためには、NexthopをIPv6 Link Localとしてよい拡張[RFC5549]への対応が必要

IPv6 Segment Routing(SRv6)

- Segment Routing (for IPv6)

- 自律ドメイン内でIPv6ルーティングヘッダ (SRH)を用いた経路カスタマイズ
- トラフィックエンジニアリング、SLA、ロードバランスなど
- 公式仕様: draft-ietf-6man-segment-routing-header カプセル化ベース (挿入なし)
- 実際には途中ノードでSRHを挿入・削除する実装が先行



IPv6 Summit in TOKYO 2017

「最近のIPv6標準化に思うこと」神明 達哉 氏

<http://www.jp.ipv6forum.com/2017/timetable/program/2017112702.pdf>

マルチテナンシー

VXLAN vs SRv6

VXLAN

Pros

- 運用実績や情報が多くある
- 多くのネットワーク機器で実装されている

Cons

- full-L3にした恩恵が損なわれるのでは...
- Service chainingを実現するために、追加のプロトコルが必要となる
→ プロトコルの多重化/複雑性が増す

IPv6 Segment Routing (SRv6)

Pros

- アンダーレイはIPv6 forwardingのみ
- Segment IDを駆使することで、SegregationやService chainingが実現できる
→ サービスの要件に合ったポリシーが実現できる

Cons

- データセンターネットワークでの導入事例・情報が無い
- ネットワーク機器での実装がほぼ無い

+ SRv6の将来性に期待

採用を決定

2019年7月 JANOG44

Next Data Center Networking with SRv6

<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog44/program/srv6>

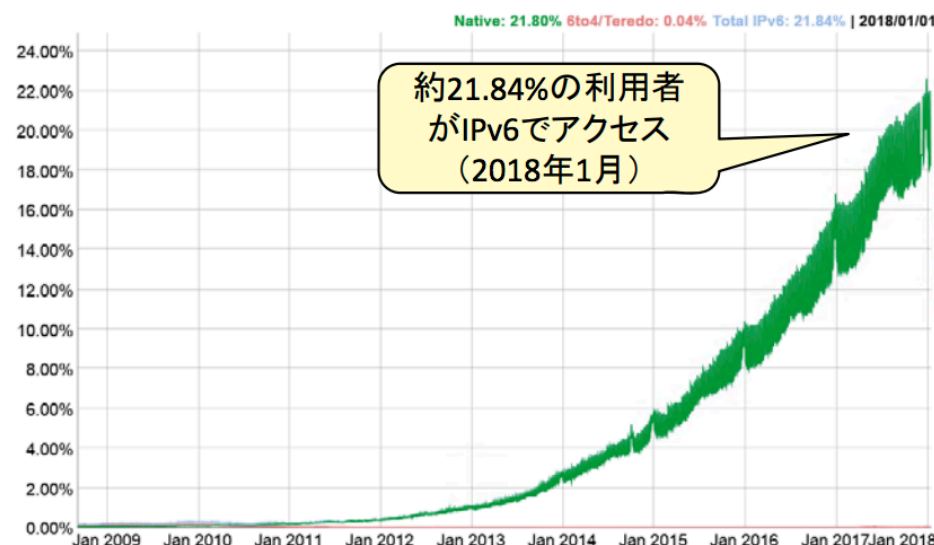
4. IPv6普及に向けた国内の取り組み

諸外国のIPv6対応と日本の現状

4

資料39-2

GoogleへのIPv6によるアクセス割合(世界)



(出典) <https://www.google.com/intl/ja/ipv6/statistics.html>

GoogleへのIPv6によるアクセス割合(国別)

順位	国名	IPv6利用率
1	ベルギー	54.94%
2	アメリカ	38.78%
3	ドイツ	37.57%
4	ギリシャ	36.75%
5	スイス	31.5%
6	ルクセンブルク	29.94%
7	ウルグアイ	29.54%
8	インド	24.86%
9	日本	22.37%
10	フランス	22.3%
11	ブラジル	22.28%
12	イギリス	21.95%

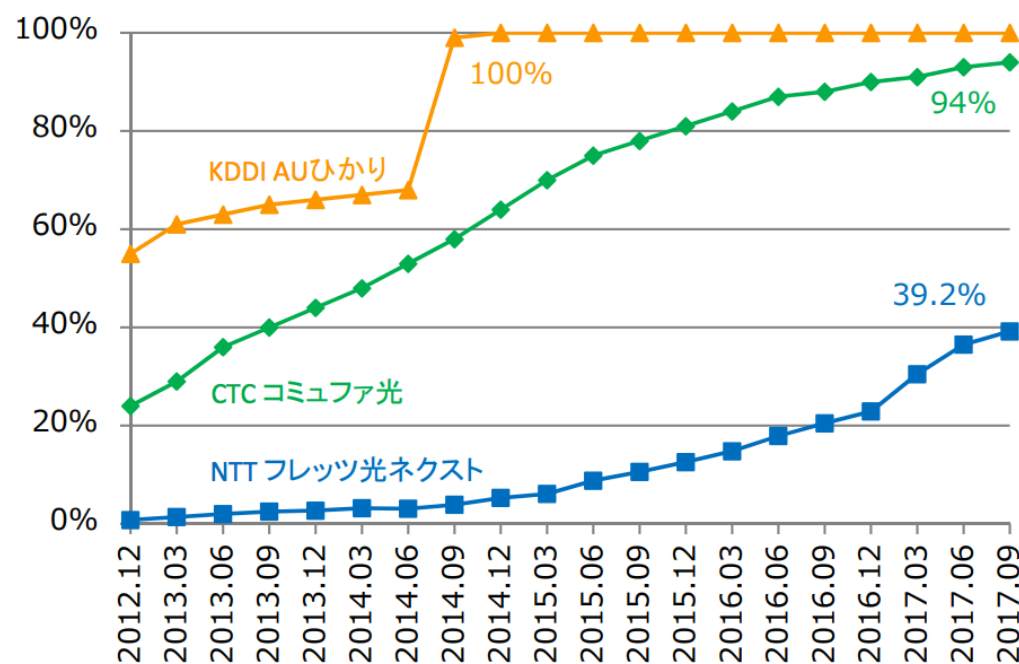
(出典) <https://www.google.com/intl/ja/ipv6/statistics.html> をもとに総務省作成(2018年1月1日時点)

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会
最終報告書(原案)概要

～ IPv6のディプロイメントからマイグレーションへ～

2018年2月

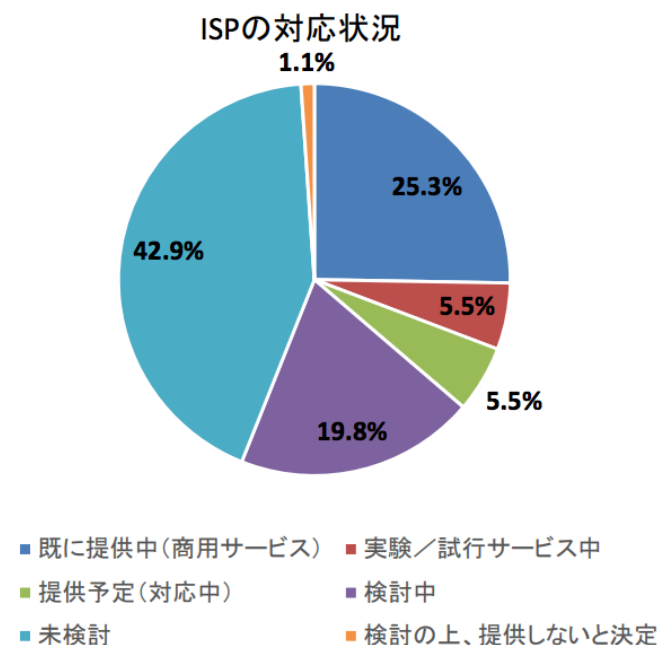
我が国のIPv6対応の現状(アクセス網)



(出典) http://v6pc.jp/ip/spread/ipv6spread_03.phtml をもとに総務省作成

我が国のIPv6対応の現状(ISP)

・ IPv6インターネット接続サービスを提供中のISPは、25.3%





「我が国の通信機器や通信インフラのIPv6化が概ね完了しているところまで来た背景を踏まえ、最終報告書～IPv6のディプロイメントからIPv6へのマイグレーションへ～を取りまとめ」

2.IPv6対応に関するガイドライン等






(1)IPv4アドレスの枯渇時に生じる諸課題に適切に対処するための手順書

総務省では、1つのIPアドレスを複数で共同利用するIPv4アドレス共同利用技術の導入に向けた実証実験を実施し、当該技術の導入における情報セキュリティ確保の課題等について検討を行いました。また、通信事業者等のIPv4アドレスの枯渇対策が円滑に取り組みられることを推進するため、本検討結果を手順書として取りまとめております。

- [IPv4アドレスの枯渇時に生じる諸課題に適切に対処するための手順書\(Vol.1\)](#)  (平成25年10月)
- [IPv4アドレスの枯渇時に生じる諸課題に適切に対処するための手順書\(Vol.2\)](#)  (平成27年4月)

(2)IPv6対応ガイドライン、IPv6対応調達仕様書モデル

総務省では、インターネット利用環境のIPv6への円滑な移行に向けた実証実験を実施し、IPv6移行時の対応方策等について検討を行いました。また、中小通信事業者、企業及び地方自治体のIPv6対応を促進するため、本検討結果を業種別にガイドライン及び調達仕様書として取りまとめております。


- [IPv6対応ガイドライン\(中小通信事業者編\)](#)  (平成26年7月)
- [IPv6対応ガイドライン\(企業編\)](#)  (平成26年7月)
- [IPv6対応ガイドライン\(地方自治体編\)](#)  (平成26年7月)
- [IPv6対応調達仕様書モデル\(企業編\)](#)  (平成26年7月)
- [IPv6対応調達仕様書モデル\(地方自治体編\)](#)  (平成26年7月)

(調達仕様書モデルについては、中小通信事業者編はございません)

参考:IPv6対応製品の一部が、下記リンクでご参照いただけます。

- [IPv6対応製品リスト\(IPv6 Ready Logo 認定製品リスト\)](#) 
- [IPv6セキュリティテスト検証済み製品リスト](#) 

(3)環境クラウドサービスの構築・運用ガイドライン

総務省では、省電力に資するよう機器や設備の制御にクラウド技術及びIPv6技術を活用した環境クラウドサービスの実現に向けた実証実験を実施し、環境クラウドの構築・運用に関わる事業者等が満たすことが推奨されるネットワーク要件等について検討を行いました。また、環境クラウドサービスの健全な普及を促進するため、本検討結果を[環境クラウドサービスの構築・運用ガイドライン](#) として取りまとめております。

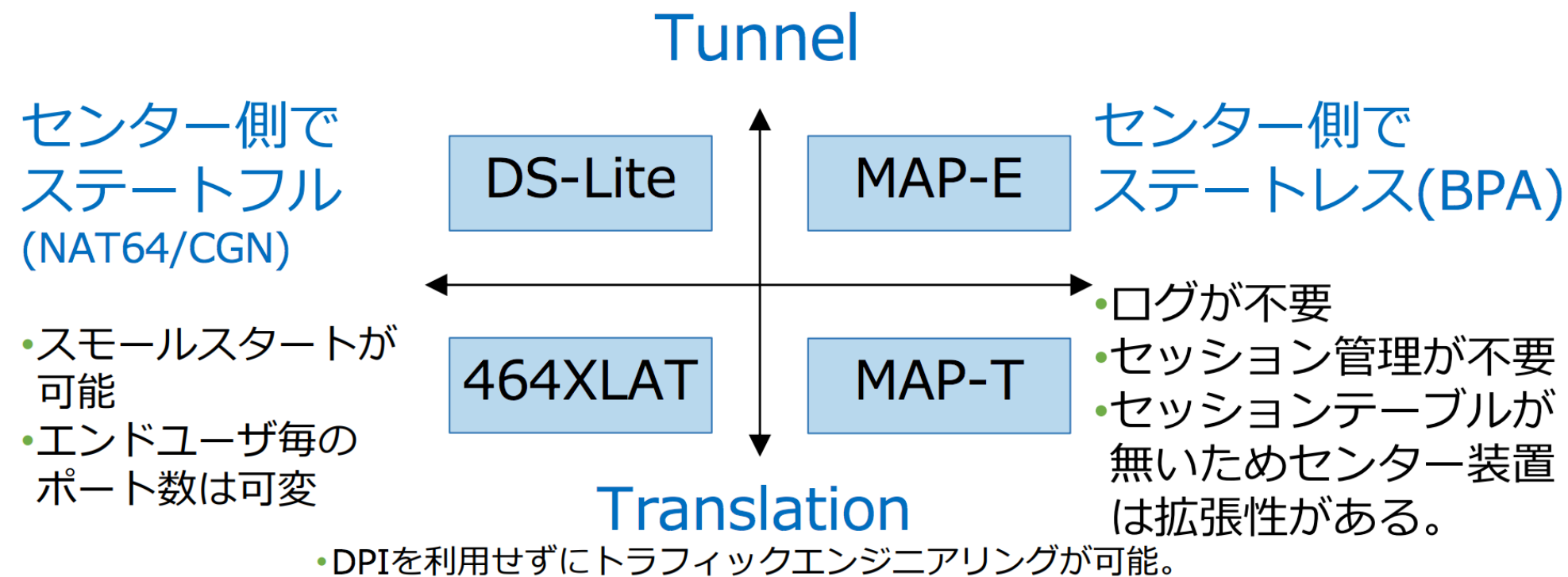
通信事業者・企業など、
立場ごとに
対応ガイドラインを策定

5. IPv4 over IPv6 ～ 残る課題

フレッツIPoEにおけるVNE事業者が採用するIPv4 over IPv6技術がそれぞれ異なる(主に、MAP-EとDS-Lite)

IPv6移行技術の分類

事業者は各社の戦略により最適な技術を採用



IPv6普及・高度化推進協議会 IPv4/IPv6共存WG

IPv6家庭用ルータSWG

「IPv6マイグレーション技術の国内標準プロビジョニング方式【第1.0版】」

<https://github.com/v6pc/v6mig-prov/blob/1.0/spec.md>

日本国内において、NTT 東西によるフレッツ光ネクストの NGN IPv6 契約者数は、1,500 万契約を超過しており、NGN IPv6 普及率も 74.5% となっており、IPv6 サービスの本格的な普及が進んでいる。(2020年6月時点)

IPv6 サービスの普及と同時に、各 VNE 事業者による IPv6 マイグレーション技術を使用した IPv4 over IPv6 サービスの普及が加速しているが、各 VNE 事業者が採用している IPv6 マイグレーション技術およびプロビジョニング方式が各社独自となっている為、今後、新規に IPv4 over IPv6 サービスを提供予定の VNE 事業者においても、独自方式で提供される可能性が高く、各社が独自方式を採用することによる問題が懸念される。

具体的には、家庭用ルータベンダにおいて、VNE 各社独自のプロビジョニング方式を搭載することによるサービス自動判別機能の複雑化や、開発工数・評価工数の増大による製品価格への転嫁などが想定され、エンドユーザによる間接的なコスト負担が懸念される。

本文書は、上記問題を解決することを目的として、国内標準のプロビジョニング方式の仕様を策定したものであり、特に新規 VNE 事業者に対して当該標準方式の採用を期待するものである。尚、既にサービス提供中の VNE 事業者においては、国内標準方式へ移行する上での得失を考慮した上で判断いただければ幸いである。

本国内標準方式の適用範囲は、フレッツ光ネクストに限定するものではなく、CATV ネットワークや他の通信事業者のサービスへの適用が可能なものとなっている。尚、本国内標準方式を、国際標準として提案するか否かについては、今後の検討事項である。

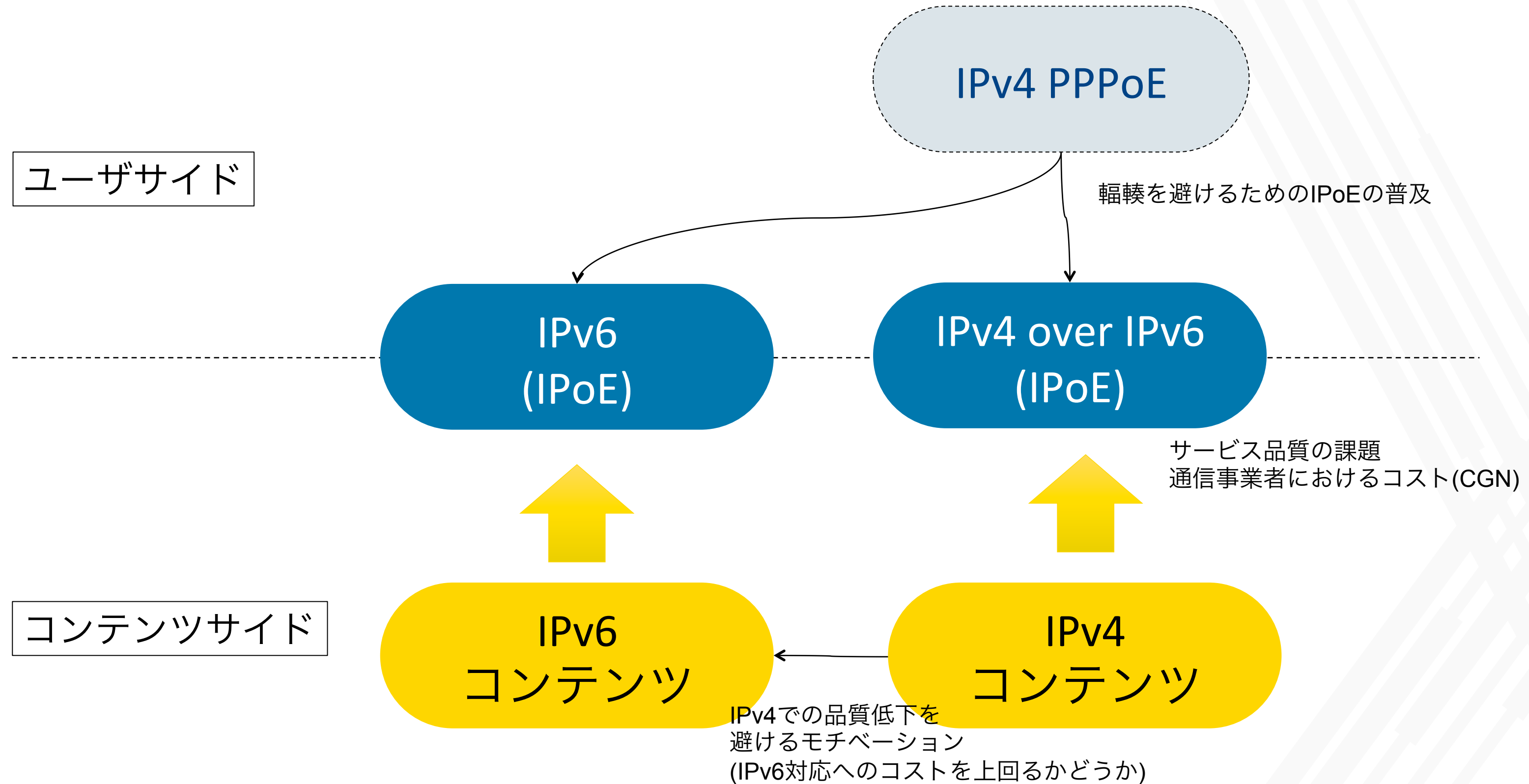
本国内標準方式が、家庭用ルータベンダの製品に標準搭載され、かつ新規 VNE 事業者におけるプロビジョニング方式となるよう当該 SWG として普及啓

多くのVNE事業者は複数の加入者でIPv4アドレスを共用 アドレスの共用による影響

1. ポート枯渇
 - ポートをたくさん使うアプリケーションが利用できない
2. 外部からの接続ができない(NAT越え問題)
 - 自宅にサーバを立てられない
3. P2Pアプリケーションでマッチングができない
 - オンライン対戦ゲームなど
4. GeoIP情報が不正確
 - 地域の混同による誤った接続制限

これらの問題は、IPv6への移行が最終解

IPv6アクセスとコンテンツ(再掲)



ご清聴ありがとうございました