

# IETF102報告会

## IPv6関連WG

---

### v6man, v6ops

2018.08.31

Kaname Nishizuka@NTT Communications

@\_\_kaname\_\_

## 自己紹介

- 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
- 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枯渇対策関連技術
- IETF提案活動
  - ・ DOTS WG
- JPNIC 「IPv6教育専門家チーム」



# IETF102@Montreal における IPv6関連ホットトピック

---

## アジェンダ

1. 6man WG
2. v6ops WG

## IPv6関連 動向概要

- IPv6仕様の再整理
  - RFC8200 (2017/7)
- 現在の残課題
  - 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)
- 新技術への期待
  - SRv6(IPv6 Segment Routing)

## IPv6関連 各WGと主な領域

### ■ IETF IPv6関連 WGについて

- v6ops WG
- 6man WG

IPv6全般の運用上の課題と、  
プロトコルの改良

IPv4アドレスの枯渇と  
移行技術は、主に6manとv6ops  
で議論される最近の傾向

- 6lo(6lowpan) WG
- 6tisch WG
- lpwan WG
- ipwave WG

IoTにおけるIPv6

- homenet WG

マルチホームする家庭内にお  
けるIPv6

# 1. 6man

---

## 6man WG

---

- **IPv6 Maintenance WG**
- **設立：2007年**
- **チェア：Bob Hinden, Ole Troan**
  
- 6man WGは、IPv6の仕様とアーキテクチャのメンテナンスと最新化を行う。ただし、IPv6の仕様に大きな変化を与えるものではない。IPv6の展開や運用で発見された制限や問題を解決する。
- IETFにおけるIPv6関連トピックの受け皿となり、IPv6の仕様の拡張や変更に関して、責任を持つ。

# 6man Agenda

## ■ ハイライト(WGドラフト)

### Agenda

- Introduction, Agenda Bashing, Document Status, Chairs, 10 min.

### Working Group Drafts

- IPv6 Segment Routing Header (SRH), [draft-ietf-6man-segment-routing-header](#), Darren Dukes, 40 min.
- IPv6 Router Advertisement IPv6-Only Flag, [draft-ietf-6man-ipv6only-flag](#), Brian Carpenter, 15 min.
- Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6, [draft-ietf-6man-rfc4941-privacy](#), Brian Carpenter, 30 min.

1.SRv6のヘッダ定義

### Active Individual Drafts

### New Individual Drafts

- The IPv6 Virtual Private Network (VPN) Context Information Option, [draft-bonica-6man-vpn-dest-opt](#), Ron Bonica, 9 min.
- Destination Originates Internet Control Message Protocol (ICMP) Packet Too Big (PTB) Messages, [draft-leddy-6man-truncate](#), Ron Bonica, 9 min.
- The IPv6 Unrecognized Option, [draft-bonica-6man-unrecognized-opt](#), Ron Bonica, 9 min.
- Zero valid lifetimes on point-to-point links, [draft-zerorafols-6man-ra-zero-lifetime](#), Lorenzo Colitti, 9 min.
- IPv6 Neighbor Discovery Extensions for Prefix Delegation, [draft-templin-6man-dhcpv6-ndopt](#), Fred Templin, 9 min.
- OAM in Segment Routing Networks with IPv6 Data plane, [draft-ali-spring-srv6-oam](#), Zafer Ali, 9 min.
- Router Advertisement Extensions for On-Demand Mobility, [draft-feng-dmm-ra-prefixtype](#), Wu-chi Feng, 1 min.

2.(新提案)IPv6-only flag  
in RA

# IPv6 Segment Routing (SRv6)

---

## ■ Segment Routing(SR)

- SID (Segment Identifier) と呼ばれる識別子を、ノードやリンクに付与
- 指定したSIDのリスト(Segment List)を経由するようにパケットを転送

## ■ 主なSRデータプレーン

- SR-MPLS: SIDをMPLSラベルに変換
- SRv6: SIDをIPv6アドレスとし、IPv6拡張ヘッダに、Segment Listを挿入
  - ✓ SRH (Segment Routing Header)と呼ばれる



# IPv6 Segment Routing Header (SRH)

---

- 実装が先行している

## Running Code

- Linux (Feb 2017 – kernel 4.10)
- Cisco (April 2017)
  - 2 OSes (IOS XR, IOS XE)
  - 3 ASICs
- FD.io VPP (April 2017 – 17.04)
- Bell Canada, Barefoot, P4 (May 2017)
- Huawei
  - 3 Platforms with SRH implemented
- Juniper (Prototypes)
- See [draft-filsfils-spring-srv6-interop](#) for interop details

# IPv6 Segment Routing Header (SRH)

- SRのアーキテクチャに関するRFC8402(7月にRFC化)を参照
  - このIPv6 Segment Routing Header (SRH)のRFC化を先に進めて、SRv6 Network Programmingはそれを参照する

RFC8402 Segment Routing Architecture

~~draft-ietf-spring-segment-routing~~

draft-ietf-6man-segment-routing-header

draft-filsfils-spring-srv6-network-programming

## IPv6 Segment Routing Header (SRH)

---

- ドキュメントのステータス
  - ヘッダのフォーマットはほぼ決定
  - HMACとTLV関連の課題整理が残りタスク
- 「実装も進み商用での利用も見えてきたので、早く標準化プロセスを進めたい」という意見が占める
  - 2回目のWGGLCになる予定



SRv6のRFC化間近？

# IPv6 Router Advertisement IPv6-Only Flag

## ■ draft-ietf-6man-ipv6only-flag

- IPv6 onlyのネットワークであることを示すフラグをRAに追加

## Main Draft Content



- New flag for Router Advertisement (RA) that allows administrator to notify dual stack hosts on link that this is an IPv6-Only link

```
0 1 2 3 4 5 6 7
+--+--+--+--+--+--+
|M|O|H|Prf|P|6|R|
+--+--+--+--+--+--+
```

Bit 6, named 6, is  
for IPv6-Only 😊

Values:

```
0 This is not an IPv6-Only link
1 This is an IPv6-Only link
```

- Draft updates the IANA RA Flags Registry to add this flag

# IPv6 Router Advertisement IPv6-Only Flag

---

## ■ 目的

- ネットワークに接続したホストがIPv4を使おうとするのを抑えること

## ■ ドラフトの状況

- 前回のIETFから今回までの間にWGアイテムとして採用
  - ✓ IPv6 Router Advertisement IPv4 Unavailable Flagから名前の変更
- 賛否両論
  - ✓ しかし、チェアのドラフトのためWGアイテムに

## ■ 主な反論

- このRAを受け取ったホストがIPv4の利用をやめる→悪意のある第三者に不意にIPv4を使えなくされてしまう

# 6man Agenda

## ■ ハイライト(個人ドラフト)

### Agenda

- Introduction, Agenda Bashing, Document Status, Chairs, 10 min.

### Working Group Drafts

- IPv6 Segment Routing Header (SRH), [draft-ietf-6man-segment-routing-header](#), Darren Dukes, 40 min.
- IPv6 Router Advertisement IPv6-Only Flag, [draft-ietf-6man-ipv6only-flag](#), Brian Carpenter, 15 min.
- Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6, [draft-ietf-6man-rfc4941bis](#), Fernando Gont, 30 min.

### Active Individual Drafts

### New Individual Drafts

- The IPv6 Virtual Private Network (VPN) Co
- Destination Originates Internet Control Message Protocol (ICMP) Packet Too Big (PTB) Messages, [draft-ietf-6man-truncate](#), Ron Bonica, 9 min.
- The IPv6 Unrecognized Option, [draft-bonica-6man-unrecognized-opt](#), Ron Bonica, 9 min.
- Zero valid lifetimes on point-to-point links, [draft-zerorafols-6man-ra-zero-lifetime](#), Lorenzo Colitti, 9 min.
- IPv6 Neighbor Discovery Extensions for Prefix Delegation, [draft-templin-6man-dhcpv6-ndopt](#), Fred Templin, 9 min.
- OAM in Segment Routing Networks with IPv6 Data plane, [draft-ali-spring-srv6-oam](#), Zafer Ali, 9 min.
- Router Advertisement Extensions for On-Demand Mobility, [draft-feng-dmm-ra-prefixtype](#), Wu-chi Feng, 1 min.

1. zero lifetimeによる  
上流NWの切り替え

2. RA vs DHCPv6問題の  
解決策なるか？

## Zero valid lifetimes on point-to-point links

---

- draft-zerorafolks-6man-ra-zero-lifetime
- P2Pリンクに限ってvalid lifetimeをゼロにすることを許容し、別のリンクにすぐに寄せられるようにする提案
  - IPv6の仕様では、不正なRAによる攻撃を避けるためvalid lifetimeを2時間以下にすることはできない[RFC4862]5.5.3

## Proposal

- Accept zero valid lifetimes if:
  - The link-layer guarantees that there is only one node on the link from which the host can receive Router Advertisements, and
  - The link has another prefix of the same scope with sufficient Valid Lifetime
- The host needs to know that it's on such a link
  - A link with RA guard enabled does not qualify since the host does not know if it's enabled
  - Note: when IPv4 goes away, RA guard becomes an absolute must, and this document (and the DoS scenario in §5.5.3) will become obsolete

## Zero valid lifetimes on point-to-point links

---

- モバイルネットワークからのハンドオーバーや、マルチホーム環境を想定
  - Android機器など主にモバイル端末での利用のため
  - Google社エンジニアの提案
- デメリットはないのか？
  - P2Pリンクであれば、不正なRAを出す第三者がいないため、脅威モデルは成り立たない
  - しかし、端末の立場から、どのようにしてそのリンクがP2Pだと知ることができるのか？
- 今後
  - WGアイテムとしての採用には至らず、継続議論

## IPv6 Neighbor Discovery Extensions for Prefix Delegation

---

- draft-templin-6man-dhcpv6-ndopt
- IPv6の自動アドレス設定を統一
  - RAとDHCPv6を両立

### Unified Service Mechanisms

- Define a new IPv6 ND option code known as the “DHCPv6 Option”
- Option encapsulates DHCPv6 client/server messages
- When a node comes onto a link, it can send a Router Solicitation (RS) with an embedded DHCPv6 option
- Routers on the link receive the option and forward it to the DHCPv6 server
- DHCPv6 server processes the option as a DHCPv6 client request, and forwards a DHCPv6 reply to the client via the router(s)
- Routers include the DHCPv6 reply in a DHCPv6 option in their unicast Router Advertisement (RA)
- **Four or more messages condensed into just two**
- **No need for examining RA “M” & “O” bits**
- **Legacy routers that do not recognize the option simply ignore it**
- **A single unified service for all autoconfiguration**

## IPv6 Neighbor Discovery Extensions for Prefix Delegation

---

### ■ 提案

- IPv6近隣探索においてDHCPv6 Optionのコードを定義する

### ■ メカニズム(抜粋)

1. クライアントはRS(ルータ要請)にDHCPv6メッセージをいれる
2. それを受けたルータは、DHCPv6サーバに転送する
3. DHCPv6サーバは、DHCPv6メッセージを見て、回答をルータ経由でクライアントに返す
4. その際、ルータは回答(DHCPv6 reply)をRA(ルータ広告)に載せてクライアントに返す

### ■ 会場の反応

- シンプルで、実際に動くかどうか非常に興味深い、慎重な意見が多い
- チェアは乗り気ではない→議論不足として先送り

## 2. v6ops

---

## v6ops WG

---

- **IPv6 Operations WG**
- **設立：2002年**
- **チェア：Fred Baker, Ron Bonica, Lee Howard**
  
- v6ops WGは、IPv6を全世界に展開するにあたっての緊急の課題、特に運用上の課題に対処することに焦点を当てたWG
  
- 新しいネットワーク/既存のIPv4ネットワークにIPv6を導入するためのガイドラインや、IPv4/IPv6 共存ネットワークの運用ガイドラインを作成することも目的としている。

# 突然の停電でも…

- ホテル近隣一帯が数十分間停電
- 暗い中でも議論は継続
  - 残念ながら、議事録 (Minutes) には、停電中の議論は残っていません。

poweroutages.hydroquebec.com/poweroutages/service-interruption-report/montreal.html

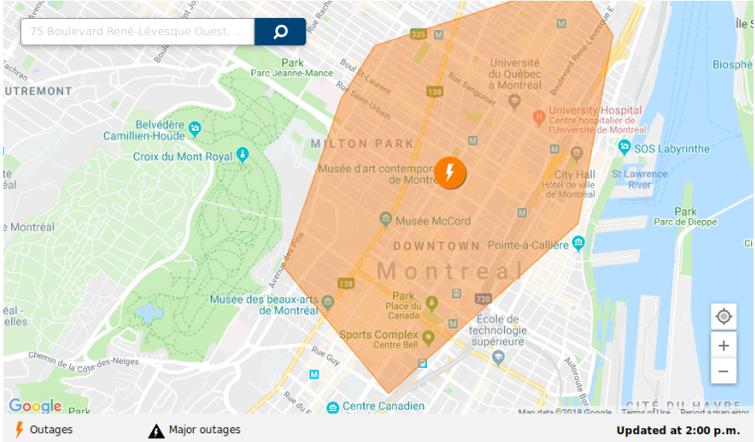
Identifying my situation   Be ready   Understanding and preventing   Service interruptions

Power outages > Service interruptions >

## Montréal

Ongoing outages (map)   Planned service interruptions (map)

Service status by region

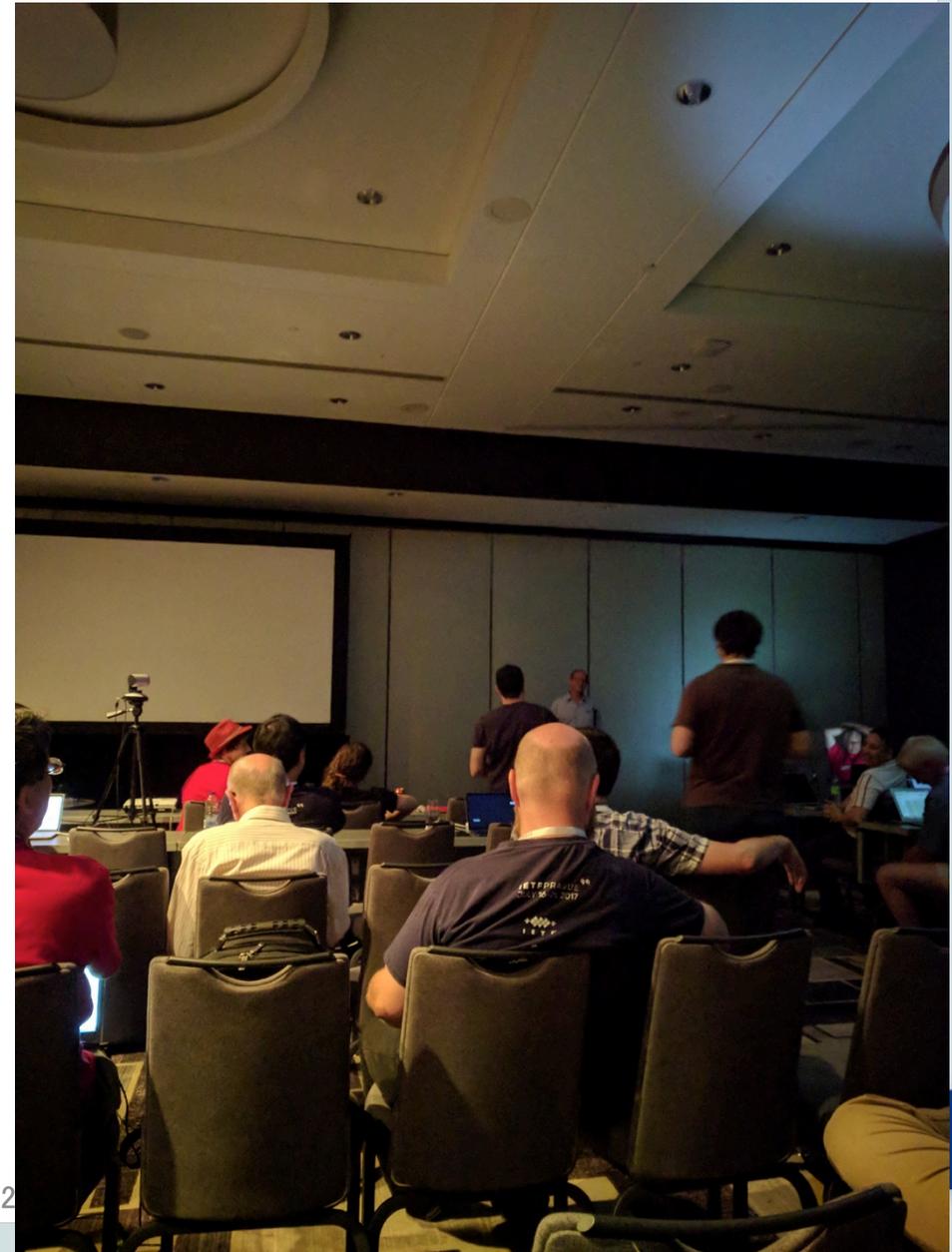


75 Boulevard René-Lévesque Ouest

Google Maps

Outages   Major outages

Updated at 2:00 p.m.



# v6ops Agenda

## ■ ハイライト

Thursday 13:30

「全世界IPv6利用状況」  
APNIC ゲストスピーカ

### World IPv6 Trends

George Michaelson, APNIC

### Requirements for IPv6 Routers

2018-05-26 , <draft-ietf-v6ops-ipv6rtr-reqs>

2. 4over6 に対応するCPEへの  
要求事項

### Requirements for IPv6 Customer Edge Routers to Support IPv4 Connectivity as-a-Service

2018-06-25, <draft-ietf-v6ops-transition-ipv4aas>

### NAT64/464XLAT Deployment Guidelines in Operator and Enterprise Networks

2018-07-02 , <draft-ietf-v6ops-nat64-deployment>

### Multi-Addressing Considerations for IPv6 Prefix Delegation

2018-06-14 , <draft-templin-v6ops-pdhost>

### Discovering PREF64 in Router Advertisements

2018-07-19, <draft-pref64folks-6man-ra-pref64>

3. NAT64用prefixのディスカバ  
リ方法の提案

Friday 9:30

### IP over Ethernet (IPoE) Session Health Checking

2018-07-02 , <draft-patterson-intarea-ipoe-health>

### Discovering Provisioning Domain Names and Data

2018-06-04, <draft-ietf-intarea-provisioning-domains>

# World IPv6 Trends

## ■ ゲストプレゼンテーション

- APNIC George Michaelson氏
- ウェブ広告を利用してIPv6で通信可能なユーザ割合を算出
- 世界のIPv6普及状況に関して: 18%

## The world is on around 18% IPv6 Capability

- Capability as in 'can use IPv6' not necessarily preferring it.
  - Measured as % of sampled users who can fetch an IPv6 addressed web asset embedded in a web advertisement.
- 15million or more samples per day, worldwide
  - Figures adjusted for relative internet population
  - We over-sample the US, under-sample India
- Other measures place it slightly higher at 20% or better
  - Consider APNIC a 'low side' count and them as 'high side count'
  - Its pretty well bracketed. It's a high confidence figure.
- Lets rank the economies by IPv6 capability above and below 18%

# World IPv6 Trends

## ■ 国の経済規模(GDP)と、IPv6利用可能率の相関

- 強い相関は無い

### G20

CC															
IN	59.65%	BE	59.09%	US	44.87%	DE	37.15%	GR	36.71%	UY	32.26%	CH	28.03%	BR	27.95%
IE	27.84%	MY	27.47%	LU	26.64%	JP	26.33%	FI	25.82%	GB	25.21%	TT	24.22%	EE	23.75%
CA	22.57%	FR	19.74%	NZ	19.53%										

Missing: ID, TR

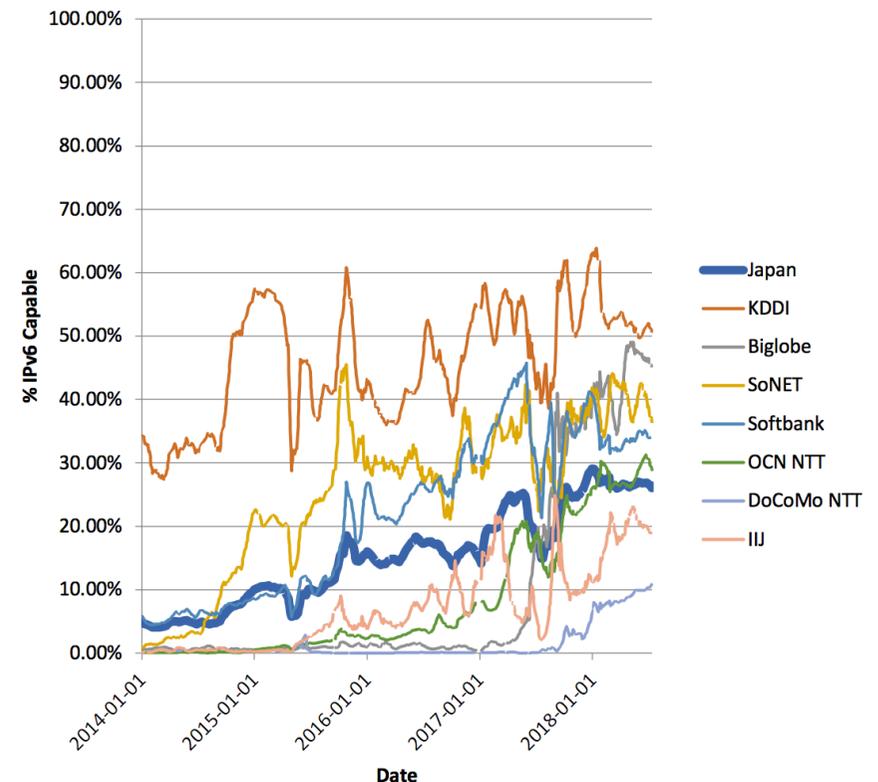
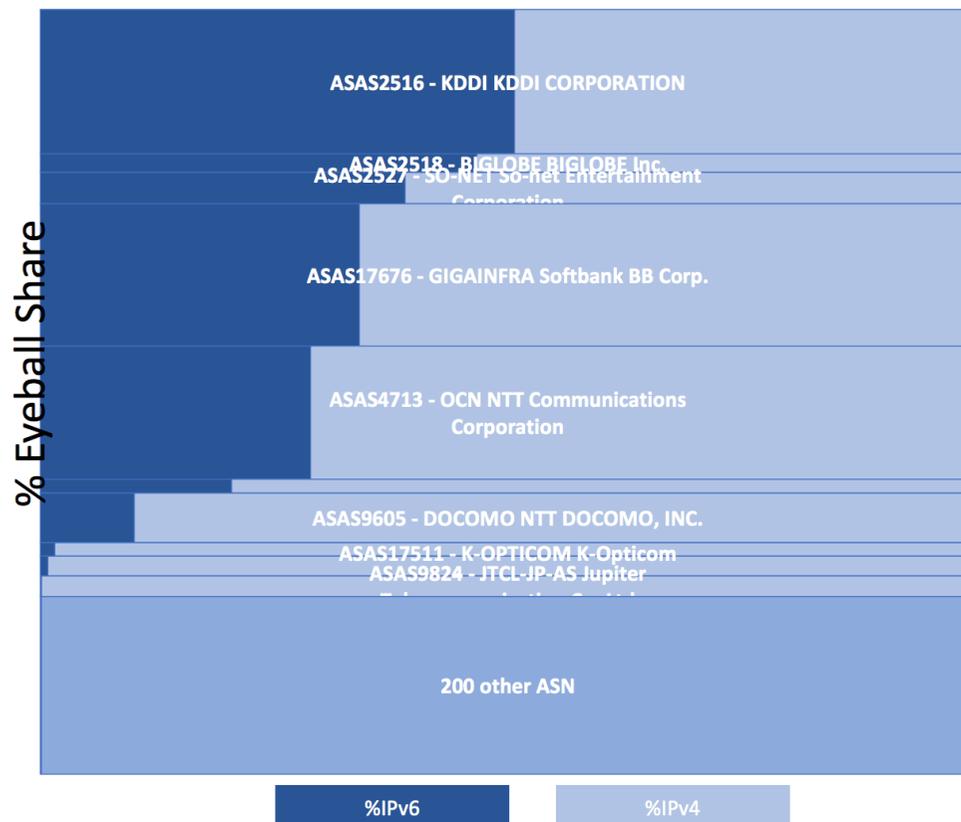
PT	17.83%	TH	17.01%	AU	16.74%	EC	16.67%	VN	15.17%	NO	14.07%	HU	13.36%	TW	13.12%
MO	12.52%	PE	12.35%	RO	11.41%	SI	11.15%	KR	11.04%	NL	11.00%	SE	10.92%	CZ	10.71%
MX	10.70%	SA	9.83%	GT	9.25%	ZW	8.90%	PR	8.89%	SG	7.85%	PL	7.83%	LK	7.81%
AT	7.24%	AR	7.00%	BT	5.67%	BO	5.26%	DK	5.05%	SK	4.37%	EG	3.18%	CN	3.16%
ES	3.00%	BA	3.00%	LV	2.98%	GA	2.49%	IL	2.34%	IR	2.25%	AE	2.23%	IT	2.04%
BG	1.66%	KE	1.62%	RU	1.56%	DO	0.94%	CO	0.66%	TG	0.47%	ZA	0.41%	IQ	0.36%

# World IPv6 Trends

## ■ 日本など、各国の対応状況を説明

- 各国のエンジニアから「本当に実態を表しているのか？」という疑義あり(特にWeb広告がリーチしていないであろう国)

## Japan



# Requirements for IPv6 Customer Edge Routers to Support IPv4 Connectivity as-a-Service

- draft-ietf-v6ops-transition-ipv4aas
- IPv4 as a Service(IPv4aaS)として、IPv4 over IPv6機能を提供するCPEについての要求事項をまとめたドラフト
  - 共通する機能(デプロイメントなど)についての要求事項
  - 以下の技術についての個別の要求事項
    - ✓ 464XLAT, DS-Lite, MAP-E, MAP-T, Lw4o6

# Requirements for IPv6 Customer Edge Routers to Support IPv4 Connectivity as-a-Service

- DHCPv6でCPEにIPv4 over IPv6機能をデプロイする際に、464XLATだけがコードポイントが割り当てられていない
  - ドラフトでIANAに要求

## Option Codes Permitted in the S46 Priority Option

### Registration Procedure(s)

IETF Review

### Reference

[\[RFC8026\]](#)

### Available Formats



CSV

現状



Option Code	S46 Mechanism	Reference
64	DS-Lite	<a href="#">[RFC6334]</a>
88	DHCPv4 over DHCPv6	<a href="#">[RFC7341]</a>
94	MAP-E	<a href="#">[RFC7598]</a>
95	MAP-T	<a href="#">[RFC7598]</a>
96	Lightweight 4over6	<a href="#">[RFC7598]</a>

# Requirements for IPv6 Customer Edge Routers to Support IPv4 Connectivity as-a-Service

- どれだけ IPv4 over IPv6技術のバリエーションが増えるのか？
  - IPv4 over IPv6技術が増えてしまうと、CPEメーカーに対応コストが上乗せされてしまう
    - ✓ 「どれも似たようなコードだ」という意見と、
    - ✓ 「それぞれデプロイ方法が異なるので大変だ」という意見
- WGLCには時期尚早と判断されたが、ガイドラインとして本ドラフトは有用
  - ちなみに日本のIPv4 over IPv6技術はVNE事業者ごとの異なる
    - ✓ プロビジョニング方法もそれぞれ
    - ✓ CPEベンダ泣かせ？

# Discovering PREF64 in Router Advertisements

- draft-pref64folks-6man-ra-pref64
- NAT64のアドレス(PREF64)のディスカバリとしてRAを使う方法の提案
  - DNS64/NAT64では、NAT64用のアドレス(PREF64)が、DNS64で返される
  - 例: Google Public DNS64
    - ✓ DNS64 is a DNS service that returns AAAA records with these synthetic IPv6 addresses for IPv4-only destinations (with A but not AAAA records in the DNS). This lets IPv6-only clients use NAT64 gateways without any other configuration. Google Public DNS64 provides DNS64 as a global service using the reserved NAT64 prefix 64:ff9b::/96.
- 464XLATや、NAT64配下でのIPv4アドレスリテラルでのアクセスでは、DNS64を用いないためDNSに依存しない形でPREF64を得る必要がある
  - →RAで配布しよう

# Discovering PREF64 in Router Advertisements

## ■ PREF64

- “Well-Known Prefix” [RFC6052] 64:ff9b::/96
- “Local-Use IPv4/IPv6 Translation Prefix” [RFC8215] 64:ff9b:1::/48

→PREF64は環境によって異なる可能性がある

## ■ PREF64はローカルな環境(NAT64配下)でしか使われないので、LAN内の設定は信頼できるとしてRAによって与えること意味があるというのが提案の趣旨

- DNS64に依存しないことで、DNS64とDNSSECの相性問題も解決できる

## ■ 会場の反応

- 好意的
- DNS64をディスカバリする方法を決めているRFC7050に、問題があるのでは、という指摘に発展

## まとめ

---

### ■ 6man WG

- SRv6への期待の高まり
- IPv6-Only Flagの提案(チェアが推してる…)

### ■ v6ops WG

- ゲストスピーカー枠の定着？
  - ✓ IPv6のデプロイ状況の共有
- 4over6技術の受け皿WG
  - ✓ IPv4 over IPv6技術も普及期に