

# IPv6 Summit in Tokyo 2018

## IPv6標準化最新状況

---

2018.11.26

西塚 要 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  
現在は研究開発組織にて主にデータ分析を担当
- 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」



# 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

- SRv6(IPv6 Segment Routing)

# 1. IPv6仕様の再整理

---

## 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のプライベート拡張  
RFC4291 IPv6アドレス体系  
→整理の対象外に

## 2. 仕様整理の残課題

---

# 仕様整理の残課題

## ■ 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



# IPv4からの移行に関する提案

## ■ 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|
+--+--+--+--+--+
```

Values:

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

Bit 6, named 6, is  
for IPv6-Only 😊

補足:提案中のBit  
の名前は、'6'  
ではなく'S'に

- 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

- 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

## 拡張ヘッダ挿入問題

---

### ■ RFC8200

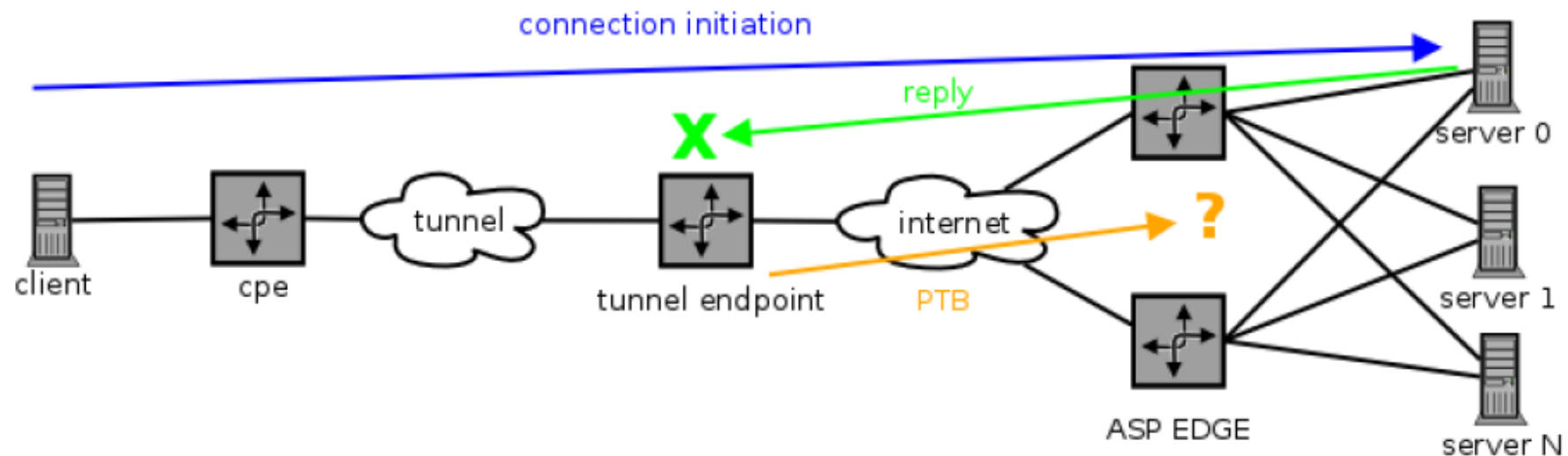
- “Extension headers (except for the Hop-by-Hop Options header) are not processed, inserted, or deleted by any node along a packet's delivery path”
- 中間ノードでは拡張ヘッダの挿入はされない

### ■ 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(後述)

## 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



# Path MTU Discovery 再考

- サイドミーティング@IETF103(2018/11)
  - 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

# Path MTU Discovery 再考

## ■ 解決策

1. トランスポートレイヤに任せる
  - ✓ RFC4821: Packetization Layer Path MTU Discovery
2. 現状維持
3. 途中のルータでのフラグメント
4. MTU=1280に固定
5. 途中のルータで、切り捨てる(Truncation)
6. 途中のMTUを記録する新しいパケット(Hop-by-hop option)を定義
7. ….

- ## ■ 今後、Path MTU Discoveryの仕様に関して、大幅な見直しが入る見込み

# Solution #5

## Truncation

- Sender sends a packet sized to the outgoing interface MTU. And sets a Truncation Eligible flag (TE),
- Intermediate routers for where the outgoing packet is larger than the outgoing interface MTU truncates the packet and forwards it.
  - It also records the fact that the packet is truncated by setting a Truncated Flag (TC)
- Could be done with normal data packets, if padding was applied, and the original packet length was recorded.

# 3. 新技術への期待

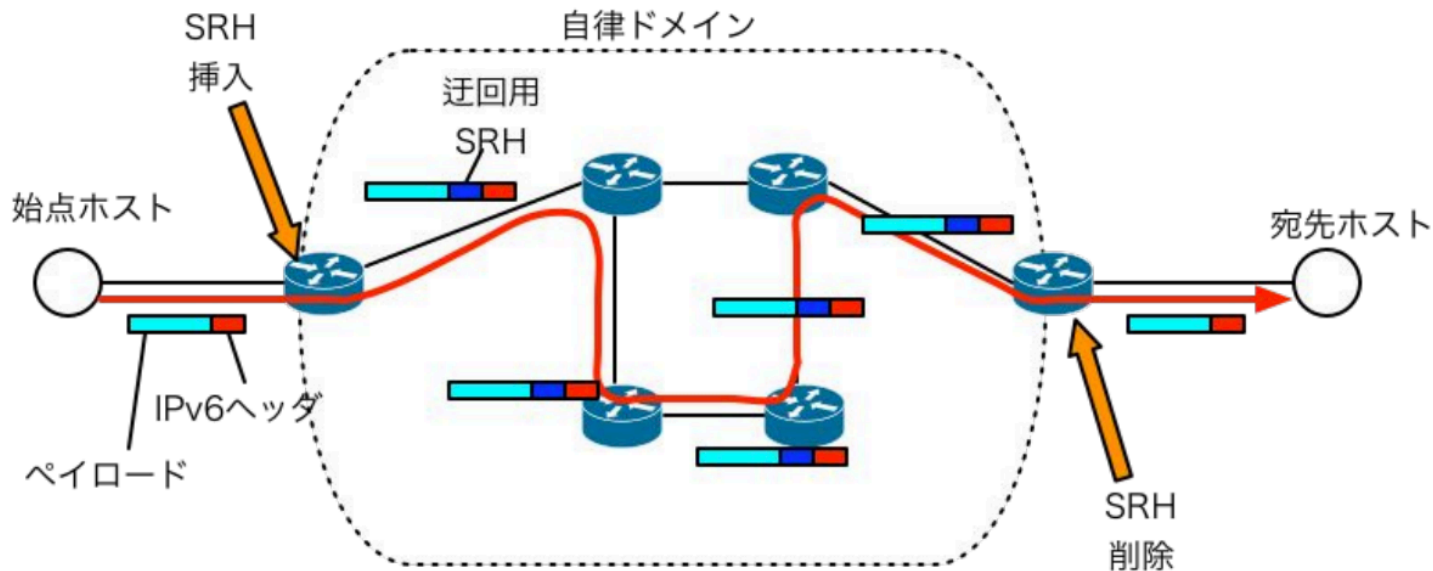
---



# IPv6 Segment Routing

- 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

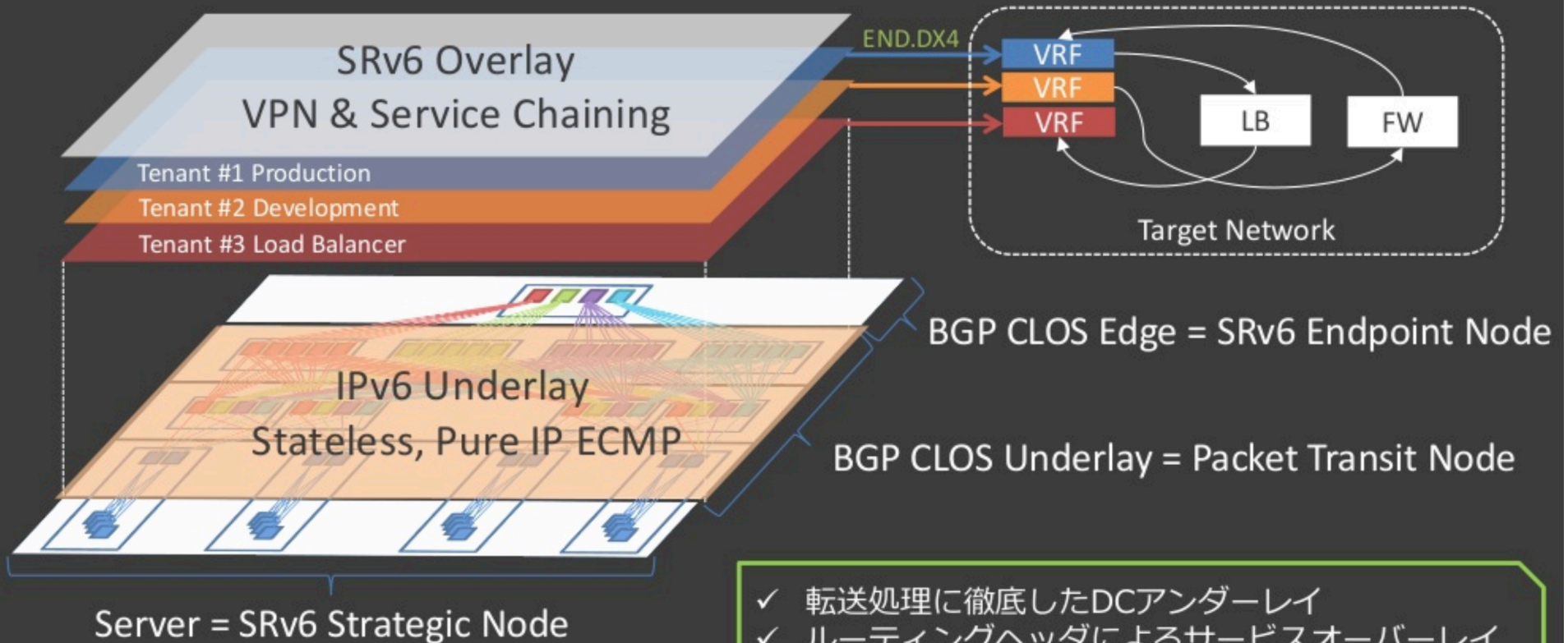
<http://www.jp.ipv6forum.com/2017/timetable/program/2017112702.pdf>

# IPv6 Segment Routing

## Segment Routing IPv6 Data Center

海外拠点で導入検討中のユースケース

検証中



- ✓ 転送処理に徹底したDCアンダーレイ
- ✓ ルーティングヘッダによるサービスオーバーレイ
- ✓ Unified Data Plane

大規模サービスを支えるネットワークインフラの全貌

LINE Developer meetup #45 in Kyoto

<https://www.slideshare.net/linecorp/ss-116867631>

# IPv6 Segment Routing



5G User Plane + SRv6 @ 3GPP



<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3403>

**3GPP TR 29.892 V0.2.0 (2018-08)**  
Technical Report

3rd Generation Partnership Project;  
Technical Specification Group Core Network and Terminals;  
**Study on User Plane Protocol in 5GC.**  
(Release 16)



A GLOBAL INITIATIVE

次世代モバイル(5G)  
ユーザプレーンプロトコル候補  
(Candidate)

## 6 Candidate User Plane Protocols

*This clause will describe each candidate protocol.*

### 6.2 Segment Routing IPv6 (SRv6)

#### 6.2.1 Description

##### 6.2.1.1 General

SRv6 is the IPv6 dataplane instantiation of Segment Routing, defined in IETF RFC 8402 [5]. Segment Routing is a network architecture based on source-routing. Thus confining flow states to the ingress nodes in the SR domain.

The SRv6 dataplane consists on leveraging the IPv6 extension headers, defined in IETF RFC 8200 [4], to include in the IPv6 header a new routing extension header called "Segment Routing Header" (SRH), defined in IETF draft-ietf-6man-segment-routing-header-14 [6].

SRv6 has support for IPv4, IPv6, IPv4v6, Ethernet and Unstructured PDUs.

IETFでは、dmm WGにて3GPP CT4からのリエゾンリクエストに応じて、  
プロトコル&アーキテクチャ分析などを実施

"SRv6の現状と展望" ENOG53@上越

<https://www.slideshare.net/kentaroebisawa/srv6-enog53>



# 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



SRv6のRFC化間近？

## まとめ

---

### ■ IPv6仕様の再整理

- 紛糾した議論点は据え置きにしてpublish
- 現在は積み残しを重点的に議論
  - ✓ Path MTU Discovery再考がありそう

### ■ まだ決着の見えない RA v.s. DHCPv6論争

- 今回の資料では触れません

### ■ SRv6への期待

- 実装先行
- 注目点: 拡張ヘッダ挿入の実装がIPv6仕様とどう折り合いをつけるか