IETF103報告会
IPv6関連WG

v6man, v6ops

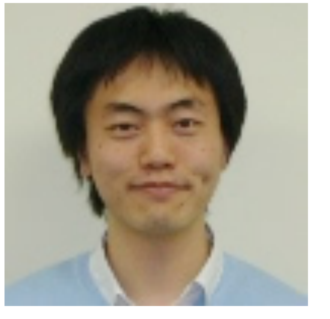
2018.12.14

Kaname Nishizuka@NTT Communications
@__kaname__

NTT Communications Global ICT Partner
Innovative. Reliable. Seamless.

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」



IETF103@Bangkok 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
3. 「SRv6とヘッダ挿入とPathMTUと」
   - side meeting: 6MAN/TSVWG Path MTU Discovery Discussion

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

Global ICT Partner
Innovative. Reliable. Seamless.

1. 6man

5

NTT Communications Global ICT Partner Innovative. Reliable. Seamless.

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。

NTT Communications Global ICT Partner Innovative. Reliable. Seamless.

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, 15 min.
- IPv6 Router Advertisement IPv6-Only Flag, draft-ietf-6man-ipv6only-flag , Brian Carpenter, 15 min.

Active Individual Drafts

- Discovering PREF64 in Router Advertisements, draft-pref64folks-6man-ra-pref64 , Jen Linkov
- Making IPv6 options an option, draft-herbert-ipv6-update-opts , draft-herbert-6man-icmp-limit
- Path MTU Solution Space, draft-troan-6man-pmtu-solution-space , Ole Trøan, 10 min.
  - Path MTU Hop-by-Hop Option, draft-hinden-6man-mtu-option , Bob Hinden / Gorry Fairhurst, 15 min.
  - Destination Originates Internet Control Message Protocol (ICMP) Packet Too Big (PTB) Me... draft-leddy-6man-truncate , Ron Bonica, 15 min.

New Individual Drafts

- In-situ OAM IPv6 Options, draft-ioametal-ippm-6man-ioam-ipv6-options-01 , Frank Brockner
- OAM in Segment Routing Networks with IPv6 Data plane, draft-ali-spring-srv6-oam , Zafar A...

1.SRv6のヘッダ定義

2.IPv6-only flag in RA

3. Path MTU問題

チェアスライドより

- 新しい6manのマイルストーン
  - More documents to Internet Standard
  - Internet layer PMTU discovery improvements
  - Segment routing
  - IPv6 only flag
  - Universal deployment of IPv6

- ウォッチすべき関連WG
  - MAPRG
    - ✓ IPv6関連の計測の報告がある
  - TSVWG
    - ✓ MTU問題との関連
  - SPRING
    - ✓ Segment Routing(SRv6)関連

1. SRv6標準化最新状況

- draft-ietf-6man-segment-routing-header
  - SRHの仕様を策定するWGドラフト
  - issueを順調に片付け中(残り8 issue)
    - ✓ HMACやsecurity considerationについては記載が進んだ
    - ✓ RFC5095で指摘されたType 0 Routing Header (RH0) を用いた増幅攻撃を抑えるために、メッセージ認証が必要(HMACを用いる)
    - ✓ TLVについて、まだいくつかissueが残っているので、それに集中して今後解決していく
  - 発表者は12月末までに解決したいと発言
- カプセルモード(encapsulation)と、ヘッダ挿入モード(insertion)があり、本ドラフトはカプセルモードについて記述
  - しかし、世の中にはヘッダ挿入モードの実装もある
  - 「なぜ全てカプセルモードに統一しないのか」という質問も

2. IPv6 only flag in RA

- 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

I E T F

- 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

2. IPv6 only flag in RA

- ドラフトの状況
  - チェアが推しているためにWGLCに(9月)
    - ✓ しかし、その後もML上で議論噴出
    - ✓ 主な反論: セキュリティ面での副作用 「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」
- 実装
  - FreeBSDの実装でのテストでは問題なかった
- IETF103での議論
  - チェアでもあり提案者のBob Hinden氏が、反対意見に対して、逐一「問題ない」理由を説明
  - しかし、会場でも議論噴出
    - ✓ 新しいバージョンのIPが出たらどうするのか？→”その時はその時”
  - ML上はコンセンサスがない→OS実装者がどうするか
  - Google(Android)は、反対しない
  - MUSTではなくSHOULDであればコンセンサスか！？

3. Path MTU 問題

- Path MTU問題の解決方法の模索
  - いまのPath MTU Discoveryの仕組みには問題がある
  - Path MTU Solution Space
  - draft-troan-6man-pmtu-solution-space
- 解決策の提案の一部
  - Path MTU Hop-by-Hop Option, draft-hinden-6man-mtu-option
  - Destination Originates Internet Control Message Protocol (ICMP) Packet Too Big (PTB) Messages, draft-leddy-6man-truncate
- 金曜日のサイドミーティングで集中議論(後述)

2. v6ops

13
NTT Communications Global ICT Partner Innovative. Reliable. Seamless.

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。

v6ops Agenda

■ ハイライト

ゲストスピーカ
中国の学術ネットにおけるIPv6 only バックボーンとIPv4aaS

Monday November 5, 9:00-11:00

Chair discussion

Collecting opinions on the weekly "what d think about draft-*-nn.txt" threads?
Are they useful? Do you want us to contin them?

CERNET2 IPv6-only Practice: Backbone, Servers, Clients and 4aaS

Xing Li, Congxiao Bao

NAT64/464XLAT Deployment Guidelines in O

2018-10-10 , <draft-ietf-v6ops-nat64-deploy

その他は大した議論なし

IPv6-Ready DNS/DNSSEC Infrastructure

2018-10-10 , <draft-bp-v6ops-ipv6-ready-dns-dnsse

IPv6 Address Assignment to End-Sites

2018-10-09 , <draft-palet-v6ops-rfc6177-bis>

Pros and Cons of IPv6 Transition Technologies for IPv4aaS

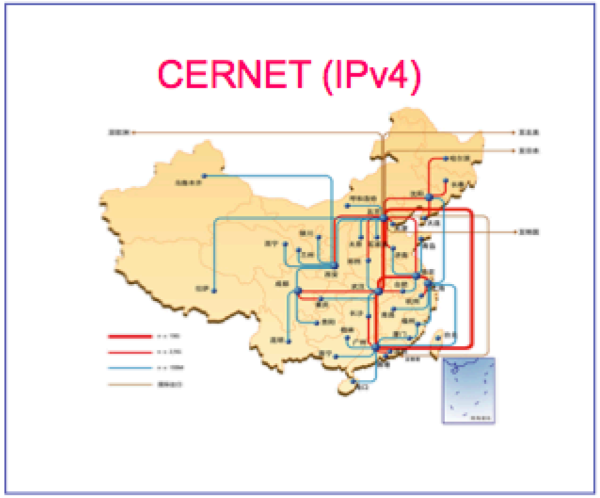
2018-10-06, <draft-lmhp-v6ops-transition-comparison>

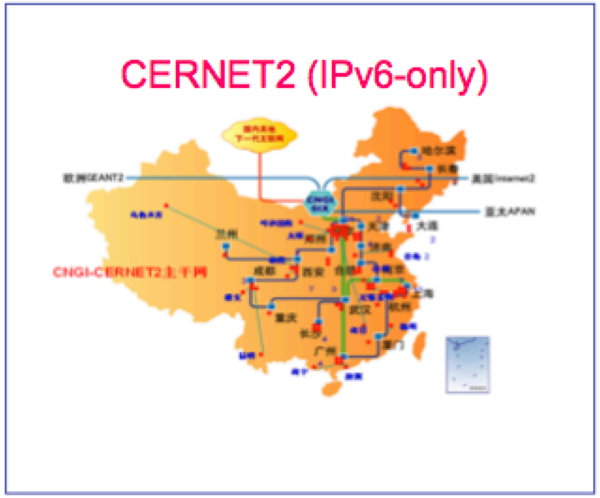
Any other Business

if there is time, we will take volunteers from the floor

中国の学術ネットにおけるIPv6バックボーンとIPv4aaS

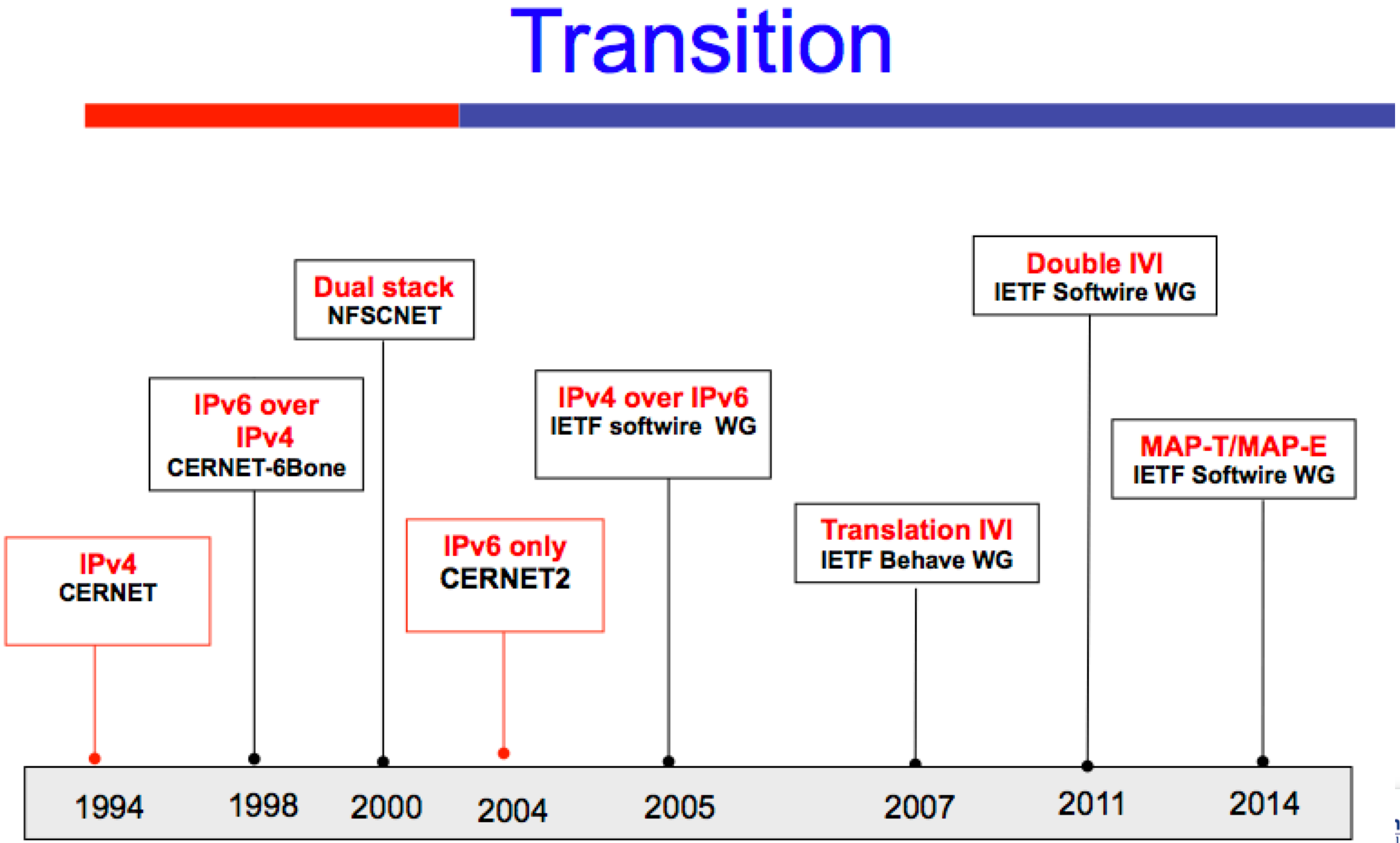
- ゲストプレゼンテーション
  - CERNET2 IPv6-only Practice: Backbone, Servers, Clients and 4aaS
  - CERNET2 Congxiao Bao氏
  - 中国の学術ネットであるCERNET2における経験
    - CERNET
      - 1994, IPv4, 38 Pops, 2,000+ universities
    - CERNET2
      - 2004, IPv6-only, 25 Pops, 1,000+ universities





中国の学術ネットにおけるIPv6バックボーンとIPv4aaS

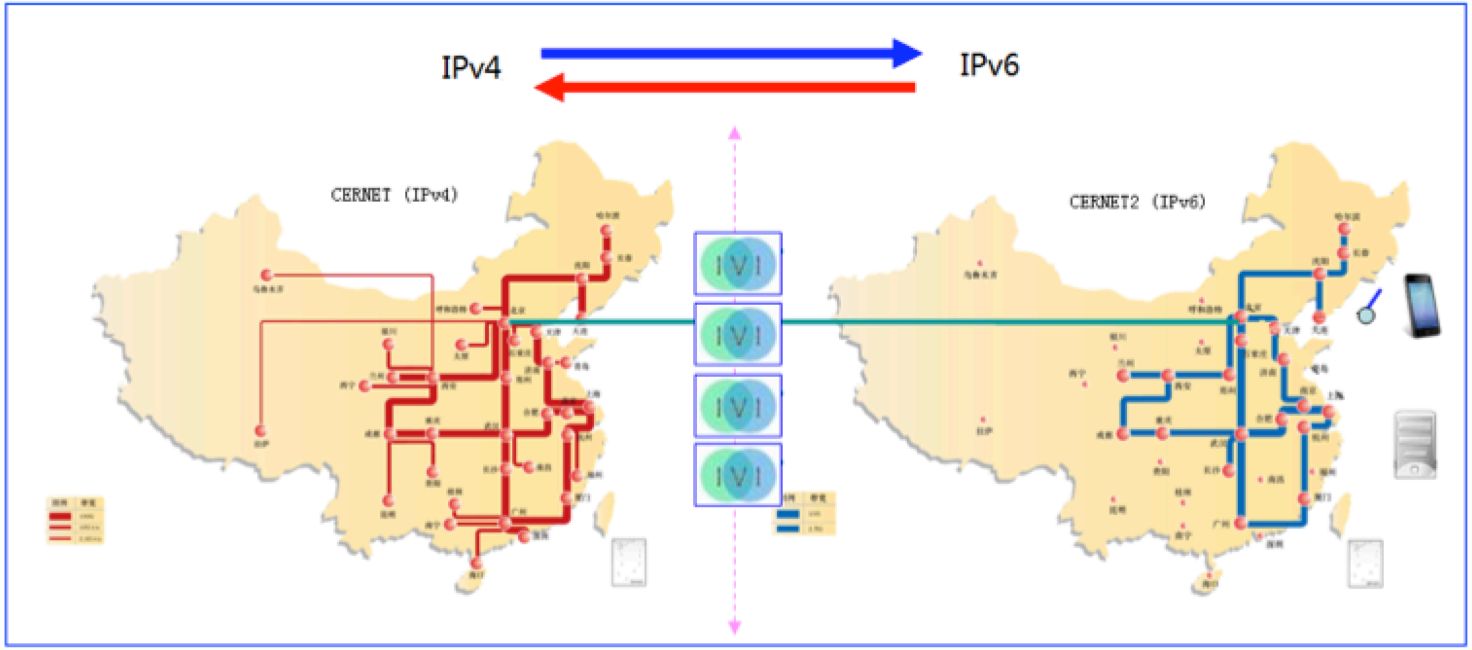
■ IETFプロトコルの利用



中国の学術ネットにおけるIPv6バックボーンとIPv4aaS

■ IVIをNAT64ライクに利用

Current practice



- Multiple **stateless translators** are deployed between CERNET (IPv4) and CERNET2 (IPv6), same for the IPv6-only servers, IPv6-only clients and 4aaS
- **IPv6-only servers** are distributed in different universities
- **IPv6-only clients** or **4aaS clients** are distributed in different universities via **2nd** 9 **translators**

Partner
able. Seamless.

中国の学術ネットにおけるIPv6バックボーンとIPv4aaS

- 質疑
  - IPv6 only flagは有用だと思うか？
    - ✓ かもしれない
  - NAT64 prefixのdiscoveryはどうしているのか？Androidのはうまく動いているのか？PREF64が/96にしか対応しないのはいいのか？
    - ✓ /96以外も使えると嬉しい。 MAP-T を導入する場合には、さらに別の方法が必要になるだろう
- RAが複雑になるので、6manではPREF64を/96に限定する提案がでているので、それにそぐわないユースケースが説明されたということ
  - もしかしたら6manの議論に影響があるかもしれない

その他ドラフトについて

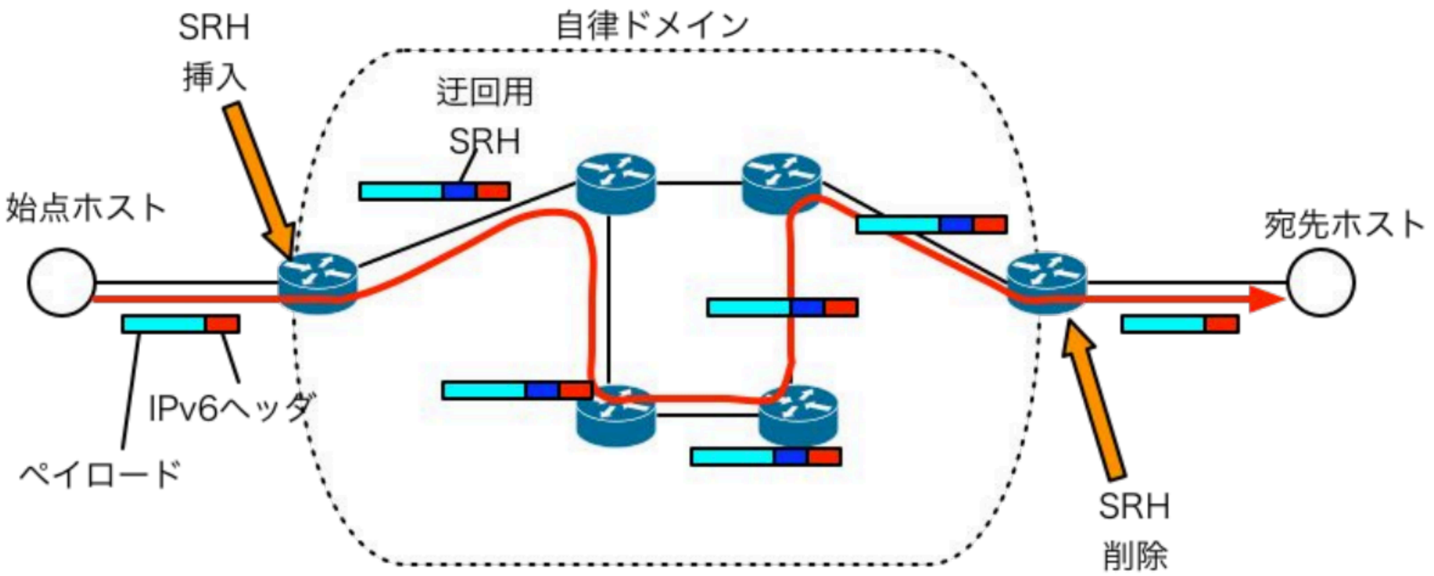
- NAT64/464XLAT Deployment Guidelines in Operator and Enterprise Networks
  - 分量が多くレビューが少ない(ガイドライン系のドラフトにありがち)→継続議論
- IPv6-Ready DNS/DNSSSEC Infrastructure
  - TLDのv6 DNSSEC対応、誰がドライブすべきか
  - BCPとすべきか-> No Hum
- IPv6 Address Assignment to End-Sites
  - エンドユーザには、/48がいいのでは話
  - そもそもアドレスの使い方を強制しない、というのがIPv6のいいことなので、反対多数
  - IETFはrecommendするだけ。RIRが決めること
- Pros and Cons of IPv6 Transition Technologies for IPv4aaS
  - ただ4over6技術を列挙して分析しただけ

3. SRv6とヘッダ挿入とPathMTU

side meeting: 6MAN/TSVWG Path MTU Discovery Discussion

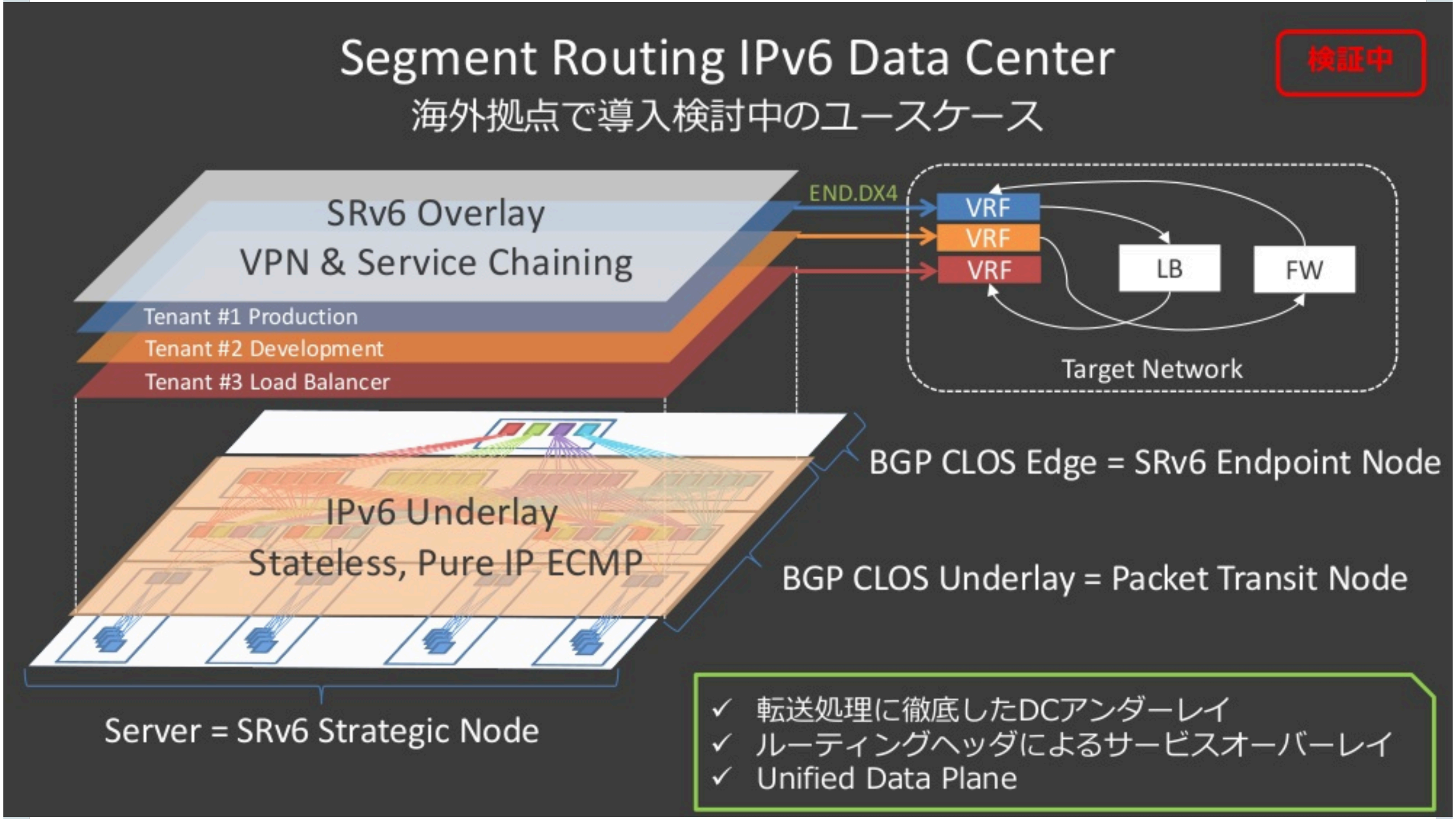
IPv6 Segment Routing

- 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



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

TOYOTA InfoTech

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)

5G

3GPP
A GLOBAL INITIATIVE

次世代モバイル（5G）
ユーザープレーン 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えて、
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

SRv6とヘッダ挿入とPathMTU

- SRv6で先行している実装はヘッダ挿入を利用(例: Juniper)
- 中間ノードにおけるヘッダ挿入は、RFC8200で禁止
  - IPv6仕様の再整理の結果、RFC8200がIPv6基本プロトコルとして、2017年にSTD86として発行
  - "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"
  - 再整理の議論で中間ノードにおけるヘッダ挿入は集中的に議論されたが、ヘッダ挿入については別のドラフトで議論をすることに
    - ✓ draft-voyer-6man-extension-header-insertion
    - ✓ SRv6提案者が中心
- ヘッダ挿入をすると、PathMTU Discoveryに問題が…
  - <u>PathMTU Discoveryの問題を解決しないと</u>

NTT Communications Global ICT Partner Innovative. Reliable. Seamless.

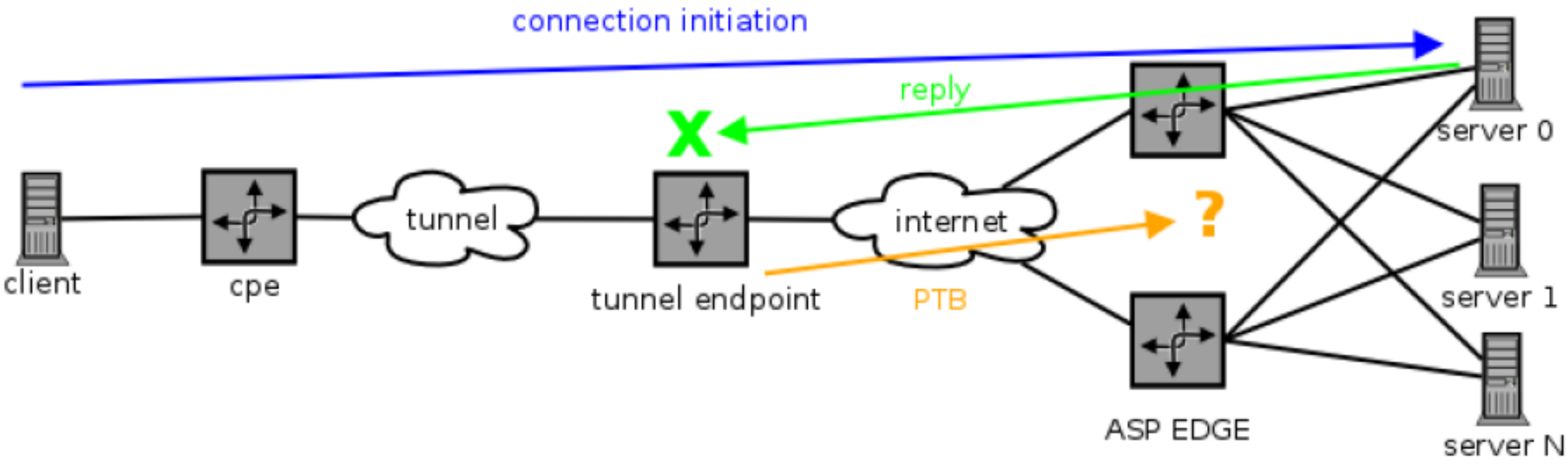
Path MTU Discovery 再考

- 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

- 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

- 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(Recording)
  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

NTT Communications Global ICT Partner Innovative. Reliable. Seamless.

(参考) Truncation提案

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.

Solution #6
Recording

- Sender sends < 1280 packet with new HBH option. Sets MTU value in HBH option to outgoing interface MTU.
- Intermediate routers compare the HBH MTU value, and rewrites if router's outgoing interface MTU is smaller.
- Receiver signals learnt MTU back to sender.
- Packet can be a separate probe or the HBH option is attached to a normal data packet (e.g. TCP SYN)

まとめ

- 6man WG
  - 新しいマイルストーン
  - IPv6-Only Flagの提案
  - SRv6への期待の高まり
  - さて、ヘッダ挿入問題どうする？
- v6ops WG
  - ゲストスピーカー枠の定着
  - APAC地域の回はあまり有益な議論なし
- Path MTU Discovery 再考
  - 仕組みに大幅な変更が加わる可能性あり
    - ✓ コンテンツ、ルータ、クライアントOSのビッグプレイヤーの動向はいかに？