

# IETF93報告会 IPv6関連WG

---

v6man, v6ops+sunset4

2015.08.27

Kaname Nishizuka@NTT Communications

## 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、DDoS対策ソリューションの開発および、CGN関連技術のIETF提案活動に従事
- ISOC-JP プログラムチェア



### 【社外活動】

- JANOG28 実行委員長
- JANOG30 会場運営委員長
- JANOG32 「HTTP 2.0のインパクト」登壇
- HTML5 Conference 2013 NWチーム
- Interop2014 「IPv6ホットトピックス」登壇

## IPv6関連 各WGと主な領域

### ■ IETF IPv6関連 WGについて

- v6ops WG
- 6man WG
- 6lo/6lowpan WG
- 6tisch WG
- homenet WG
- softwire WG
- sunset4 WG
- behave WG(終了)

IPv6全般の運用上の課題と、  
プロトコルの改良

センサーネットワーク  
におけるIPv6

家庭内におけるIPv6

IPv4アドレスの枯渇と  
移行技術

今回は v6ops と sunset4 で  
合同ミーティング

# IETF93@Prague における IPv6関連WG ホットトピック

---

# 6man

---

## 6man WG

- IPv6 Maintenance WG
- 設立：2007年
- Chairs: Bob Hinden(Check Point)



Ole Troan (Cisco)



- v6man 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。

# Agenda

## Agenda

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

## Working Group Drafts WGドラフトは今回はなし

ドラフトなしの議論2件

## Active Individual Drafts

- Republishing the IPV6-MIBs as obsolete [draft-fenner-ipv6-mibs-obsolete](#), Bill Fenner, 10 min.
- Source Address Dependent Routing for IPv6 hosts analysis, Brian Carpenter, 20 min.
- IPv6 Hop-by-Hop Header Handling [draft-baker-6man-hbh-header-handling](#), Fred Baker, 15 min.
- IPv6 Segment Routing Header (SRH) [draft-previdi-6man-segment-routing-header](#), Stefano Previdi, 10 min.
- Implications of Randomized Link Layers Addresses for IPv6 Address Assignment [draft-huitema-6man-random-addresses](#), Christian Huitema, 10 min.
- IPv6 specifications to Internet Standard, Chairs, 20 min.

## New Individual Drafts

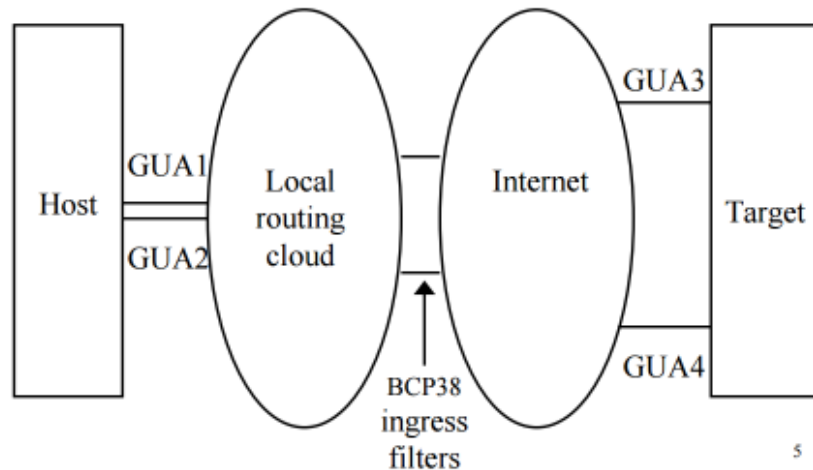
- RA power measurements, Lorenzo Collitti, 5 min.
- Guidelines for New Router Advertisement Options [draft-sarikaya-6man-ra-guidelines](#), Dan Ludtke / Behcet Sarikaya, 5 min.
- CGA SEC Option for Secure Neighbor Discovery Protocol [draft-jiang-6man-cga-sec-option](#), Sheng Jiang, 5 min.
- Transmission and Processing of IPv6 Options [draft-gont-6man-ipv6-opt-transmit](#), Fernando Gont, 5 min.
- DNS Name Autoconfiguration for Internet of Things Devices [draft-jeong-homenet-device-name-autoconf](#), Jaehoon Paul Jeong, 5 min.

新規の個人ドラフト  
(時間切れで発表なし)

## IPv6ホストのソースアドレス依存ルーティングの分析(1/2)

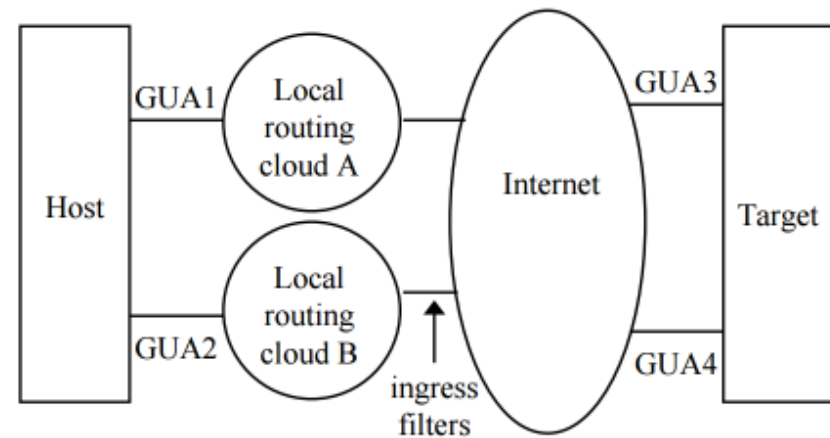
- Source Address Dependent Routing for IPv6 hosts analysis
- BCP38(uRPF)のフィルタによって、
  - 適切なルーティング (Scenario 1)
  - 適切なアドレス選択 (Scenario 2)がされないと、通信が不能になる問題

### General scenario 1: Single routing cloud



5

### General scenario 2: Disjoint local routing



6



## IPv6ホストのソースアドレス依存ルーティングの分析(2/2)

### ■ なぜ、問題にするのか？

- multi6, mif, homenet, v6ops などのWGで既に議論されている話題
- 特にRFC7157: IPv6 Multihoming without Network Address Translation

### ■ 筆者が主張する解決策

- RFC6724: Default Address Selection for IPv6 の Rule5.5 の適用
- Prefix Information Option(PIO)を必須とする
- エッジネットワークにおけるルータにおいて、ソースアドレスベースのルーティングを推奨する

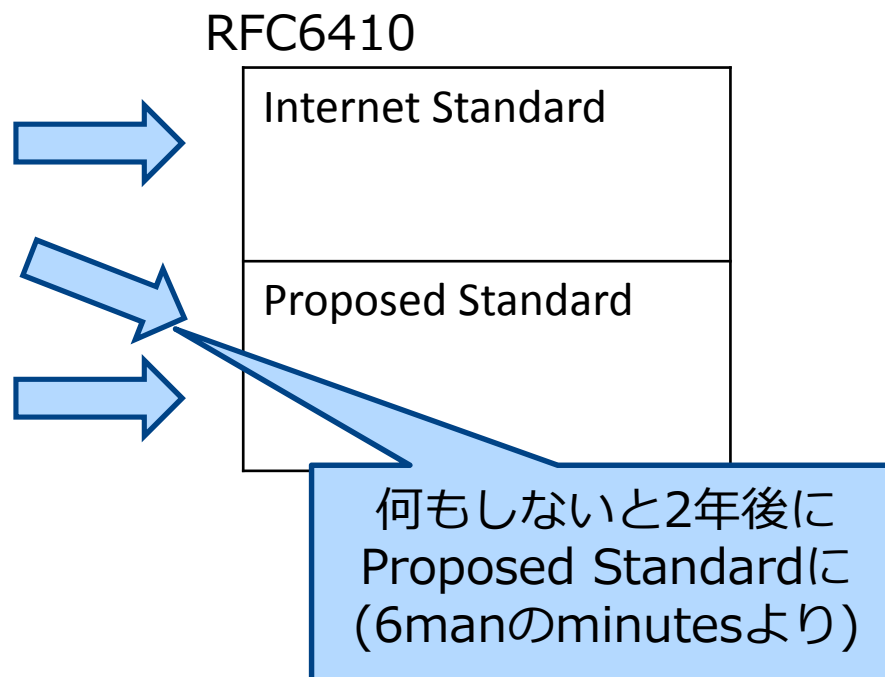
### ■ 会場の反応

- WGドラフトとすることには強い同意
- 解決策については同意は得られず、今後模索

## IPv6関連RFCのカテゴリーについて(1/3)

- IPv6 specifications to Internet Standard
- IPv6関連のRFCのカテゴリーをInternet Standardに！

Internet Standard 国際標準とすべき仕様の最上位
Draft Standard さらに広範囲で利用されているもの
Proposed Standard 複数組織での独立した実装と相互接続



# IPv6関連RFCのカテゴリーについて(2/3)

## ■ Draft StandardとなっているIPv6関連RFC

### Draft Standard documents



- RFC2460 – Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification
- RFC4291 – IP Version 6 Addressing Architecture
- RFC4443 – Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification
- RFC3596 – DNS Extensions to Support IP Version 6
- RFC1981 – Path MTU Discovery for IP version 6
- RFC4861 – Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)
- RFC4862 – IPv6 Stateless Address Autoconfiguration
- RFC4941 – Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6
- RFC5072 – IP Version 6 over PPP

## IPv6関連RFCのカテゴリーについて(3/3)

- しかし、Internet Standardとなる基準は高い
  - Errataが存在しないこと
  - 使われていない複雑な仕様がないこと、など
- RFC2460
  - 9つのUpdate RFC
  - 2つのErrata
- RFC2460bis に改訂して、Internet Standardにする。
  - Update RFCも一緒に？

現状を反映した改訂にし、  
市場から見ても仕様を明確に。

※RFC2460の後に、RFC4291(addressing architecture)に手をつける。

### RFC2460 updated-by:



RFC	Summary	Action
5595	RH0 deprecation	Remove RH0 text
5722	Overlapping fragments	Add ban overlapping fragments text
5871	IANA considerations for RH	Add IANA considerations
6437	IPv6 flow label	Unclear. Remove appendix A. Remove or replace section 6. Add reference to 6437
6564	Uniform EH format	Add section 4 to 2460
6935	UDP zero	Add checksum exception text and reference
6946	Atomic fragments	Add section 4 text to 2460
7045	Transmission of EHs	Unclear
7112	Oversized header chain	Add requirement that chain is contained within first fragment
atomfrg	draft-ietf-6man-deprecate-atomfrg-generation	Remove MTU < 1280 = FH paragraph
hbh	draft-baker-6man-hbh-header-handling	Only nodes specifically configured to process HBH options must process them

6MAN IETF93

7

# v6ops+sunset4

---

## v6ops WG

- IPv6 Operations WG
- 設立：2002年
- Chairs: Fred Baker(Cisco)



Lee Howard(Time Warner Cable)



- 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。

## sunset4 WG

---

- **Sunsetting IPv4 WG**
- **設立 : 2012年**
- **Chairs: Marc Blanchet (Viagenie)**



**Wesley George (Time Warner Cable)**



- IPv6への完全な移行に向けて、アプリケーション・ホスト・ネットワークがIPv4への依存無しに機能することを目指す。
- 他のWGに対しても、プロトコルの策定に際してIPv4を使わないよう働きかけを行う。

# sunset4 WG Agenda

- 今までRFC化されたドラフトは無し
- MLの流量は少ない
- 今回発表枠のあったドラフト

sunset4 drafts:

[Gap Analysis for IPv4 Sunset](#)

2015-04-22, <draft-ietf-sunset4-gapanalysis>

[Analysis of NAT64 Port Allocation Methods for Shared IPv4 Addresses](#)

2015-05-18, <draft-ietf-sunset4-nat64-port-allocation>

- IPv4を止める際のGap Analysis
- NAT64におけるポート割当手法について
- その他のActiveなdraft
  - IPv4を持たないルータにおける32bit IDについて
  - DHCPv6オプションまたはRAを用いたIPv4利用の抑制について
- 活動が活発でないことと、取り扱う領域が一部重複しているため、対象領域の整理のために、v6opsと合同ミーティングに。



# v6ops WG Agenda

**Charter and work flow discussion**  
Presentation and Discussion

】 (1) v6ops WGの Charter更新について

**Presentations on IPv6 deployments and issues**

**Apple Deployment Plans and Experience**

Stuart Cheshire, Apple

**IPv6 Deployment at OTE**

Yannis Nikolopoulos, [OTE](#)

】 (2) AppleとIPv6について

】 (3) ギリシャのISPのIPv6対応状況について  
(IPv4 as a service Projectの一環)

**New discussions**

**Host address availability recommendations**

Lorenzo Colitti, Vint Cerf, Stuart Cheshire, 2015-07-06, <draft-colitti-v6ops-host-addr-availability>

**IP/ICMP Translation Algorithm (rfc6145bis)**

2015-07-04, <draft-bao-v6ops-rfc6145bis>

】 (4)ホストアドレスに複数アドレスを  
利用することの推奨について

**v6ops drafts: (※)**

**Some Design Choices for IPv6 Networks**

2015-04-01, <draft-ietf-v6ops-design-choices>

】 WGLCを受けて、最終校正中

**SIIT-DC: Stateless IP/ICMP Translation for IPv6 Data Centre Environments**

2015-06-28, <draft-ietf-v6ops-siit-dc>

**SIIT-DC: Dual Translation Mode**

2015-06-28, <draft-ietf-v6ops-siit-dc-2xlat>

】 WGLC予定

**Sending Solicited RAs Unicast**

2015-07-06, <draft-yc-v6ops-solicited-ra-unicast>

】 次回からWGドラフトに

**IPv6-Only for Wired Thin-Clients**

2015-06-26, <draft-wyncke-v6ops-ipv6-only-thin-clients>

※締め切り駆け込みドラフトが多い、とチェアから小言…

# (1) v6ops WGの Charter更新について

- v6opsの Charter が改訂されます。

<Old>

## v6ops-charter.txt

The global deployment of IPv6 is underway, creating an IPv4/IPv6 Internet consisting of IPv4-only, IPv6-only and IPv4/IPv6 networks and nodes. This deployment must be properly handled to avoid the division of the Internet into separate IPv4 and IPv6 networks while ensuring addressing and connectivity for all IPv4 and IPv6 nodes.

The IPv6 Operations Working Group (v6ops) develops guidelines for the operation of a shared IPv4/IPv6 Internet and provides operational guidance on how to deploy IPv6 into existing IPv4-only networks, as well as into new network installations.

The main focus of the v6ops WG is to look at the immediate deployment issues; more advanced stages of deployment and transition are a lower priority.

<New>(Proposed)

## v6ops-proposed-charter-v4.txt

### Charter for Working Group

The global deployment of IPv6 is underway, creating an Internet consisting of IPv4-only, IPv6-only and IPv4/IPv6 networks and nodes. This deployment must be properly handled to avoid the division of the Internet into separate IPv4 and IPv6 networks, ensuring addressing and connectivity for all IPv4 and IPv6 nodes.

The IPv6 Operations Working Group (v6ops) develops guidelines for the operation of IPv6 networks, and provides operational guidance on how to deploy and operate IPv6 in new and existing networks.

The main focus of the IPv6 Operations Working Group is to look at the deployment and operational issues in IPv6 networks.

1. IPv4/IPv6という表現が曖昧なので、どちらが対象なのかを明確に書く
2. IPv6オンリーあるいは、IPv6/IPv4デュアルスタックの課題解決策を考えることはスコープ内だが、IPv4だけのトピックはスコープ外
3. IPv6オンリーへの移行のガイドラインは、sunset4の領域と重複する。「sunset4を休眠状態にする/v6opsで吸収する」ではなく、sunset4を残して今後も合同ミーティングを続ける見込み

## (2) AppleとIPv6について(1/5)

---

- すべてのiOSのアプリケーションは、IPv6ネイティブサポートとNAT64ネットワークで動作しなければならない

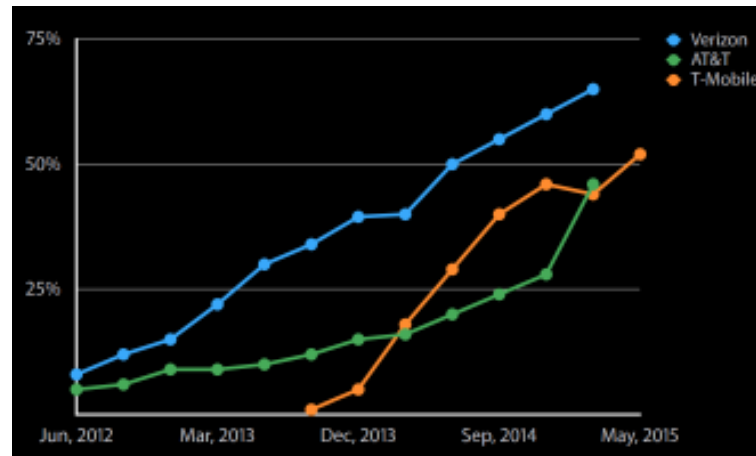
All iOS apps MUST  
support IPv6 natively  
and work on NAT64 networks

App submission requirement later this year

## (2) AppleとIPv6について(2/5)

### ■ 理由

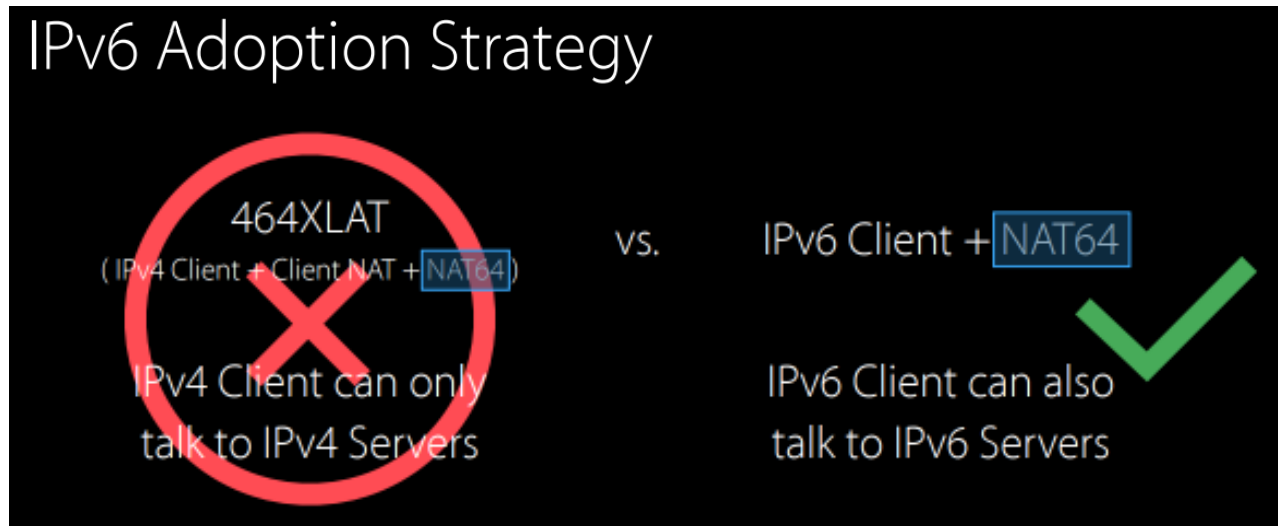
- Verizon社、AT&T社、T-Mobile社などのキャリアでIPv6対応が進んだ



- CGN越しにIPv4通信をするよりもIPv6で通信をするインセンティブがある
- iOS 9とOS X 10.11 (El Capitan)から、99%がIPv6通信になる新しいHappyEyeballを実装(β版)

## (2) AppleとIPv6について(3/5)

### ■ なぜNAT64を選択したのか



- 464XLAT : IPv4のみのクライアントはIPv4サーバとしか通信ができない
- NAT64/DNS64 : IPv6のみのクライアントはIPv6/IPv4サーバ両方と通信できる

### ■ 会場の意見

- 「DNSSECのvalidationの点でDNS64を用いない464XLATの方が良い」  
「IPv4リテラルへの対応はどうするのか」「464XLATでもクライアントはIPv6を持っていることが仮定されているので変わらないのでは」
- しかし、Apple社の方向性が、開発者にIPv6でのアプリ開発を促すものになるので、支持する意見が多数

## (2) AppleとIPv6について(4/5)

- NAT64環境のテスト方法
  - OS X 10.11 (El Capitan)
  - インターネット接続の共有
    - ✓ Create NAT64 Networkを  
チェックするだけでOK



- App開発者がIPv6対応するには
  - Use the networking frameworks (for example, "NSURLSession")
  - Avoid use of IPv4-specific APIs
  - Avoid hard-coded IP addresses

<http://www.internetsociety.org/deploy360/blog/2015/06/apple-will-require-ipv6-support-for-all-ios-9-apps/>

## (2) AppleとIPv6について(5/5)

### ■ HappyEyeballsの挙動について

- V6ops WGのMLに7/10に投稿
- iOS 9とOS X 10.11 (El Capitan)

#### 1. DNSリゾルバにAクエリとAAAAクエリを出します

- もしDNSレコードがキャッシュに無い場合、リクエストはワイヤ上で連続して送信されます(AAAAが先)

2-1. もし最初の応答がAAAAだった場合、IPv6のSYNを直ちに送ります

2-2. もし最初の応答がAだった場合、AAAAを期待して、25msのタイマーを開始します

- もしタイマーが切れたら、IPv4のSYNを送ります

- もし25ms以内にAAAAを受け取ったら、アドレス選択に進みます

3. IPアドレスのリストがある場合(DNSキャッシュからの場合か、IPv4とIPv6を近接して受け取った場合)、それらのソートのために、アドレス選択アルゴリズムを実施します。このアルゴリズムは、過去のRTT値のデータを用いて遅延の少ないアドレスを優先しますが、25msのゆとりを持ちます。もし、過去のRTT値の差が25ms以内だった場合、RFC3484を使って最適なアドレスを選択します

4. リストがソートされたら、リストの1番目のアドレスにSYNを送ります。また同時に、過去のTCPのRTT値の平均と分散をベースとしたタイマーを開始します。大雑把に言えば、1番目のSYNの再送信と同じくらいの時間に2番目のアドレスのSYNを送ります

5. 1番目のアドレスのSYN-ACK応答が競争に勝ったら、他のTCP接続の試みをキャンセルします

- β版なので詳細は変更される可能性はあるが、将来のApple製品のIPv6トラフィックを飛躍的に増加させる見込み

### (3) ギリシャのISPのIPv6対応状況について(1/3)

- IPv4 as a Serviceプロジェクトの一環として、ギリシャのISP(OTE)のIPv6対応状況が発表された

## IPv4 Exhaustion & IPv6-only





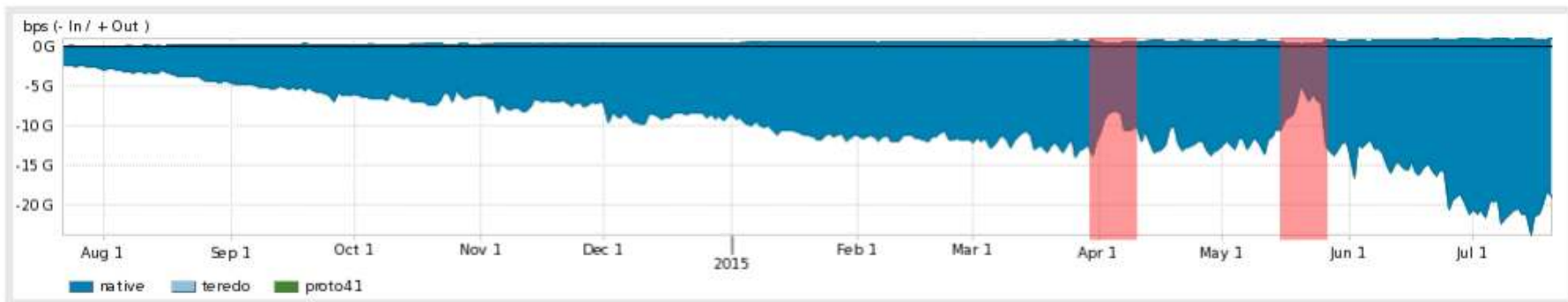
### (3) ギリシャのISPのIPv6対応状況について(2/3)

#### ■ IPv6対応状況

- 90%のCPEがデュアルスタック対応済

#### Commercial IPv6 (BRAS-BNG)

- No real issues w/ BRAS
- BNGs deployment was delayed (bug fixes, testing)
- BNG deployment is still ongoing
- 90% of CPEs are IPv6 (DS) capable
- IPv6 enabled via TR069 in batches
- Many CPE bugs encountered
- Every new CPE or BNG bug was a step backwards



- ~10% of total traffic is Ipv6
- Mostly Google-related (youtube)
- Traffic from Akamai's local clusters also significant
- Apr and May traffic decreases due to software bugs in border routers

### (3) ギリシャのISPのIPv6対応状況について(3/3)

---

- IPv4アドレスはほとんど枯渇
- IPv4 over IPv6の選択
  - 当初はMAPを選択
    - ✓ 必要な新しい設備が少ない
    - ✓ Statelessな変換である
    - ✓ 事前テストで問題がほとんどなかった
      - ✓ BR: (virtual) Cisco ASR1k and ASR9k
      - ✓ CPE: latest OpenWRT image
  - 最終的にLightweight 4 over 6を選択
    - ✓ 上記に加え、プロヴィジョンングがシンプルのため
    - ✓ ドイツテレコムが関与していることがkey factor

## (4)ホストアドレスに複数アドレスを利用することの推奨について(1/4)

### ■ draft-colitti-v6ops-host-addr-availability

- Google : Lorenzo Colitti, Vint Cerf
- Apple : Stuart Cheshire

### ■ 趣旨

- IPv6とIPv4の大きな違いはホストで複数のアドレスを持つことだが、そのメリットが理解されていない
- 複数のアドレスを持つことのメリット

### Benefits of multiple addresses

- Privacy addresses
- Virtual machines / Multiple processors inside the host
  - e.g., CPU vs. baseband
- Tethering
- IPv4-over-IPv6 transition mechanisms (e.g., 464XLAT)
- Future applications
  - Identifier-locator addressing
  - Per-application IP addresses, ...
- New technologies made possible by multiple addresses:
  - 464XLAT
  - 64-share

## (4)ホストアドレスに複数アドレスを利用することの推奨について(2/4)

---

### ■ アンチNAT66

- NAT越えの問題、NAT keepaliveの問題

### Possible host reaction: NAT66

- Hosts can work around limits using NAT66, just like they do in IPv4
- NAT has well-known drawbacks:
  - Application complexity due to NAT traversal
  - Brittleness and support costs due to state maintenance, SPOF, and NAT traversal
  - Battery life impact due to NAT keepalives
    - QUIC uses 15 seconds!
- In IPv4 we have no choice due to address scarcity, but no such pressure in IPv6
- IAB advice: deployment of NAT66 is not desirable

## (4)ホストアドレスに複数アドレスを利用することの推奨について(3/4)

---

### ■ どのくらいアドレスが必要になるのか？

## How many addresses?

- Today:
  - Privacy addresses: **7**
  - IPv4-over-IPv6 transition mechanisms: **1**
  - Virtual machines: **5**
  - Multiple processors inside the host: **1 or 2**
  - Tethering: **8 devices, >= 1 per device**
- A host using some but not all of these functions might need ~20 addresses
- How many will future applications need?

## (4)ホストアドレスに複数アドレスを利用することの推奨について(4/4)

---

- 提出以来、議論を巻き起こしている
  - 内容をサポートする意見が多い
  - しかし、ドラフトはまだ問題を明確に記述することができていない
    - ✓ ネットワーク・プレフィックスの話なのか、ホスト部の話なのか
  
- WGドラフトとなる公算が高い
  - 今後も注目すべきドラフト

# まとめ

---

---

■ IPv6に関連するWGでの最新動向を順に紹介しました。

■ 注目

- AppleのIPv6対応のインパクト
- 複数ホストアドレス推奨の動向
- IPv4 as a Service プロジェクト