

# IPv6関連 ホットトピック

---

## 注目トピック

---

- IPv4 as a Service
- AppleとIPv6
- ホストアドレスに複数アドレスをつけることについて

# IETF IPv6関連 WGについて

---

## 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

ほとんどインターネットエリアのWG  
例外)v6opsはオペレーションエリア  
behaveはトランスポートエリア

## 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。

# v6ops WG

## ■ 最新RFC

- 464XLAT: Combination of Stateful and Stateless Translation(2013/4 RFC6877 Info.)
- IPv6 Guidance for Internet Content Providers and Application Service Providers(2013/3 RFC6883 Info.)
- Basic Requirements for IPv6 Customer Edge Routers(2013/11 RFC7084 Info)
- Implementation Advice for IPv6 Router Advertisement Guard (RA-Guard) (2014/02 RFC7113 Info.)
- IPv6 Multihoming without Network Address Translation(2014/03 RFC7157 Info.)
- NAT64 Deployment Options and Experience(2014/06 RFC7269 Info.)
- IPv4 Service Continuity Prefix(2014/08 RFC7335 Proposed Standard)
- Enterprise IPv6 Deployment Guidelines(2014/10 RFC7381)

## ■ 最新の主な議題(draft)

- 6to4 の終了について
- SLAAC/DHCPv6問題
- ULAの利用ケース
- IPv6デザイン選択

## 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。

# 6man WG

## ■ 最新RFC

- Applicability Statement for the Use of IPv6 UDP Datagrams with Zero Checksums(2013/4 RFC6936 Proposed Standard)
- Duplicate Address Detection Proxy(2013/6 RFC6957 Proposed Standard)
- Security Implications of IPv6 Fragmentation with IPv6 Neighbor Discovery(2013/8 RFC6980 Proposed Standard)
- Transmission and Processing of IPv6 Extension Headers (2013/12 RFC7045 Proposed Standard)
- Neighbor Unreachability Detection Is Too Impatient(2014/01 RFC7048 Proposed Standard)
- Distributing Address Selection Policy Using DHCPv6(2014/01 RFC7078 Proposed Standard)
- A Method for Generating Semantically Opaque Interface Identifiers with IPv6 Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC) (2014/04 RFC7217 Proposed Standard)
- IPv6 Multicast Address Scopes(2014/08 RFC7346 Proposed Standard)

## ■ 最新の主な議題(draft)

- IPv6インターフェース識別子の生成方法とプライバシー問題について
- IPv6フラグメントパケットのセキュリティ問題について
- IPv6アドレスの64bit境界について



## 6lo WG (6lowpan WG)

- **6lo:IPv6 over Networks of Resource-constrained Nodes WG**
- **6lowpan:IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks WG**
- **設立 : 6lowpan:2007年~2012年/ 6lo:2013年**
  - 6lowpan WG が6lo WGに引き継がれた。

- **Chairs: Samita Chakrabarti(Ericsson)**



**Ralph Droms (Cisco)**



- 6lo WGは、以下の特徴をもつノード間で如何にIPv6接続性を確保するかの問題に焦点を当てる。
  - 電源/メモリ/CPUリソース/帯域が制限されたノード
  - ブロードキャスト/マルチキャストが制限されたLayer2 linkで接続されたノード
- 6man WGと協調して議論を行う。



Global ICT Partner  
Innovative. Reliable. Seamless.

# 6lo WG (6lowpan WG)

## ■ RFC

- IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals (2007/08 RFC4919 Info.)
- Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks (2007/09 RFC4944 Proposed Standard)
- Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks (2011/09 RFC6282 Proposed Standard)
- Design and Application Spaces for 6LoWPANs (2012/04 RFC6568 Info.)
- Problem Statement and Requirements for 6LoWPANs Routing (2012/05 RFC6606 Info.)
- Neighbor Discovery Optimization for 6LoWPANs (2012/11 RFC6775 Proposed Standard)
- Definition of Managed Objects for 6LoWPANs (2014/10 RFC7388 Proposed Standard)

## ■ 最新の主な議題(draft)

- 以下のNW上でのIPv6通信
  - ✓ Master-Slave/Token-Passing (MS/TP) Network
  - ✓ BLUETOOTH® Network
  - ✓ DECT Ultra Low Energy
  - ✓ ITU-T G.9959 Networks
- ヘッダ圧縮の最適化手法

# homenet WG

- Home Networking WG
- 設立 : 2011年
- Chairs: Mark Townsley(Cisco)



**Ray Bellis(Nominet)**



- IPv6によって、CPEにおけるNATが廃され、家庭内が複数のセグメントに分かれ、複数の上流ISPを持つ(来るべき)状況を想定し、
  - 宅内ルーティング(IGP)
  - ソースアドレス選択
  - DNSキャッシュサーバ選択
  - セキュリティなどの自動設定に関する問題の解決を目的としたWG

参考URL: [Geekなページ]Mark Townsley氏へのインタビュー  
<http://www.geekpage.jp/blog/?id=2013/5/13/1>

# homenet WG

---

## ■ 最近のRFC

- IPv6 Home Networking Architecture Principles (2014/10 RFC7368 Info.)

## ■ 最新の主な議題(draft)

- Home Networking Control Protocol (HNCP)
- 宅内のルーティングに何を選択すべきか(あるいは選択しないべきか)
  - ✓ OSPF/IS-ISなど
- CPEを適切に設定するためのDHCPオプションについて
- 家庭内機器の名前解決について

## softwire WG

- **Softwires WG**
- **設立 : 2005年**
- **Chairs: Yong Cui (Tsinghua University)**



**Suresh Krishnan (Ericsson)**



- softwire WGは、IPv4ネットワークをIPv6ネットワーク上で、または、IPv6ネットワークをIPv4ネットワーク上で接続するための、制御やカプセル化方式を標準化することを目的とする。
- 過去、6rd(IPv6 over IPv4)やDS-lite(IPv4 over IPv6)などのRFC化を果たした。
- 今後、4rd/MAP/lightweight 4over 6 などのIPv4 over IPv6技術のRFC化が成されると目されている。

# software WG

---

## ■ 最近のRFC

- Deployment Considerations for Dual-Stack Lite (2013/03 RFC6908 Info.)
- RADIUS Attribute for IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd) (2013/04 RFC6930 Proposed Standard)
- Public IPv4-over-IPv6 Access Network (2013/11 RFC7040 Info.)

## ■ 最新の主な議題(draft)

- 以下のIPv4 over IPv6 プロトコルのRFC化
  - ✓ MAP-E/MAP-T
  - ✓ Lightweight 4over6
  - ✓ 4rd

## 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

---

## ■ 最近のRFC

- (RFC化されたドラフトは無し)

## ■ 最新の主な議題(draft)

- 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
- 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



## behave WG(終了)

---

- **Behavior Engineering for Hindrance Avoidance WG**
- **設立：2004年 終了：2013年**
- IPv4/IPv4のNAT(NAT44) または IPv6/IPv4のNAT(NAT64)に関するRFC化を推進
- NAT越えの手法を定義
- IPv4/IPv6共存ネットワークを想定し、v6ops WGと協調しながら要求事項や考慮事項を整理した

## behave WG(終了)

---

### ■ 主なRFC

- NAT Behavioral Requirements(TCP/UDP/ICMP) (2007 RFC4787/RFC5382/RFC5508 BCP)
- Session Traversal Utilities for NAT (STUN) (2008/10 RFC5389 Proposed Standard)
- Traversal Using Relays around NAT (TURN): Relay Extensions to Session Traversal Utilities for NAT (STUN) (2010/04 RFC5766 Proposed Standard)
- Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers(2011/04 RFC6146 Proposed Standard)
- DNS64: DNS Extensions for Network Address Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers(2011/04 RFC6147 Proposed Standard)
- Common Requirements for Carrier-Grade NATs (CGNs) (2013/04 RFC6888 BCP)

# IPv4 as a Service

- v6ops WGで扱う新しいプロジェクトとしてチェアが提案
- IPv6のネットワーク上において、IPv4を必要なサービスとして提供する(ただし、徐々に減らしていく)というシナリオを前提として、IPv4 over IPv6 技術の展開における運用ガイダンスを書くプロジェクト

## New project: IPv4 as a service



- Premise:
  - IPv6-only networks
  - IPv4 is a necessary but fading requirement
- Write operational guidance regarding deployment and use of
  - 464xlat
  - SIIT-DC
  - MAP with encapsulation
  - MAP with translation
  - DS-Lite
  - LW4 over 6

## 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

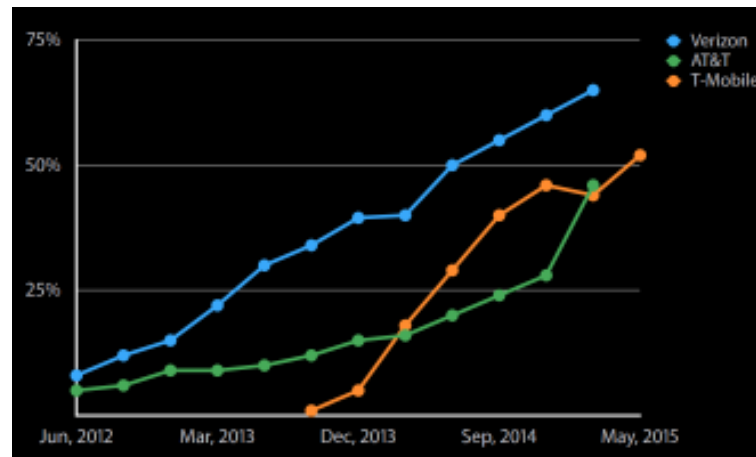
All iOS apps MUST  
support IPv6 natively  
and work on NAT64 networks

App submission requirement later this year

## AppleとIPv6について(2/5)

### ■ 理由

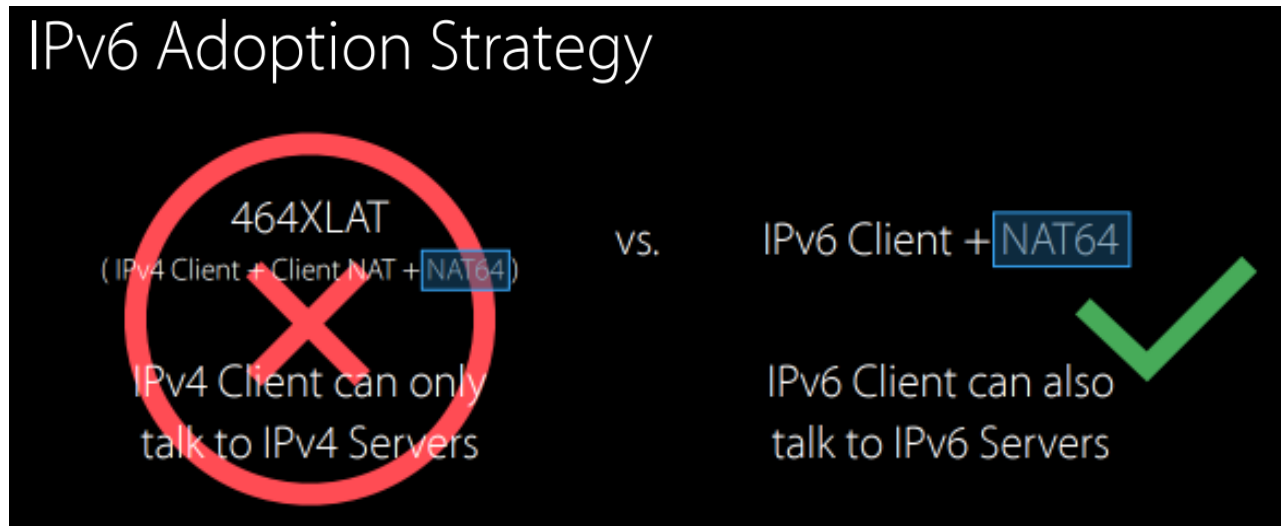
- Verizon社、AT&T社、T-Mobile社などのキャリアでIPv6対応が進んだ



- 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)

## 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

## 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/>

# 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



## 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

### ■ 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