



# IPv6に向けてどうすればいい？

村嶋修一/MURA

# 自己紹介

- 村嶋修一/MURA
- 千葉県松戸市在住
- 都内の独立系Sierでアプリケーション/インフラネットワーク両方のSAっぽい事しています
- 本/雑誌書いています(5月あたりにWS08の本が出る予定)
- MS MVP for Windows Server Networking 改め

Virtual Machine: Networking

- <https://mvp.support.microsoft.com/profile/Murashima>



# こんな本書きました



# http://www.vwnet.jp



# Agenda

- IPv6を知る
  - IPv6の概要と現状
- IPv6を試す
  - デモセッション
- IPv6を使う
  - IPv6の基礎知識と使い方

# I. IPv6を知る

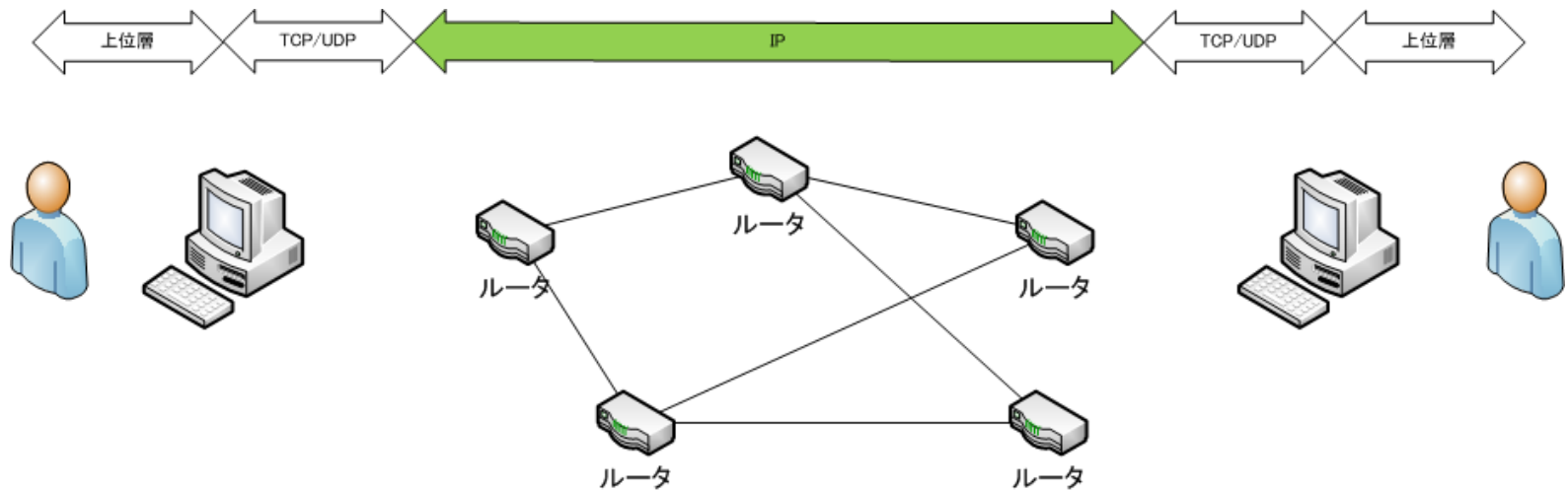
- IPv6って何がいいの?
- なんでIPv6が必要なの?
- 現状はどうなっているの?



# OSI参照モデル

第7層	アプリケーション層	利用者にmailなどのサービスを提供	上位層
第6層	プレゼンテーション層	データを利用者に理解出来る様に変換  データを通信に適した形に変換	
第5層	セッション層	サービスレベルのコンピュータ間コネクション確立/開放	
第4層	トランスポート層	データを相手に確実に届ける (TCP/UDP)	下位層
第3層	ネットワーク層	アドレスの管理と経路の選択 (IP)	
第2層	データリンク層	物理的な通信路の確立 (MAC)	
第1層	物理層	コネクタ形状や電気特性変換	

# IPの位置付け





# IPv6ってそもそも何?

- アドレス数を大幅に増やしたL3プロトコル
  - IPv4をバケツ1杯に入った砂粒とすると、IPv6は地球上すべての砂粒
- IPv4の弱点を強化したプロトコル
  - ヘッダの単純化→ルーティングの高速化
  - 自動構成→PnPを実現
  - IPsec装備→ハイセキュリティ通信が可能

# IPv6にすると何がいいの？

- 下位層の話しなので、利用者から見ると何も変わりませんw
- アドレスが潤沢にあるのでNAT不要
  - VoIPとかNAT/NAPT越えが難しいプロトコルも楽に使える
- 身の回りのものすべてにグローバルアドレスを割り当てることができる
  - 外部から特定機器への接続が簡単
    - センサーネットワーク
    - 情報家電
    - モバイル機器
- マルチキャストが得意
  - ストリーミング

# なんでIPv6が必要なの？

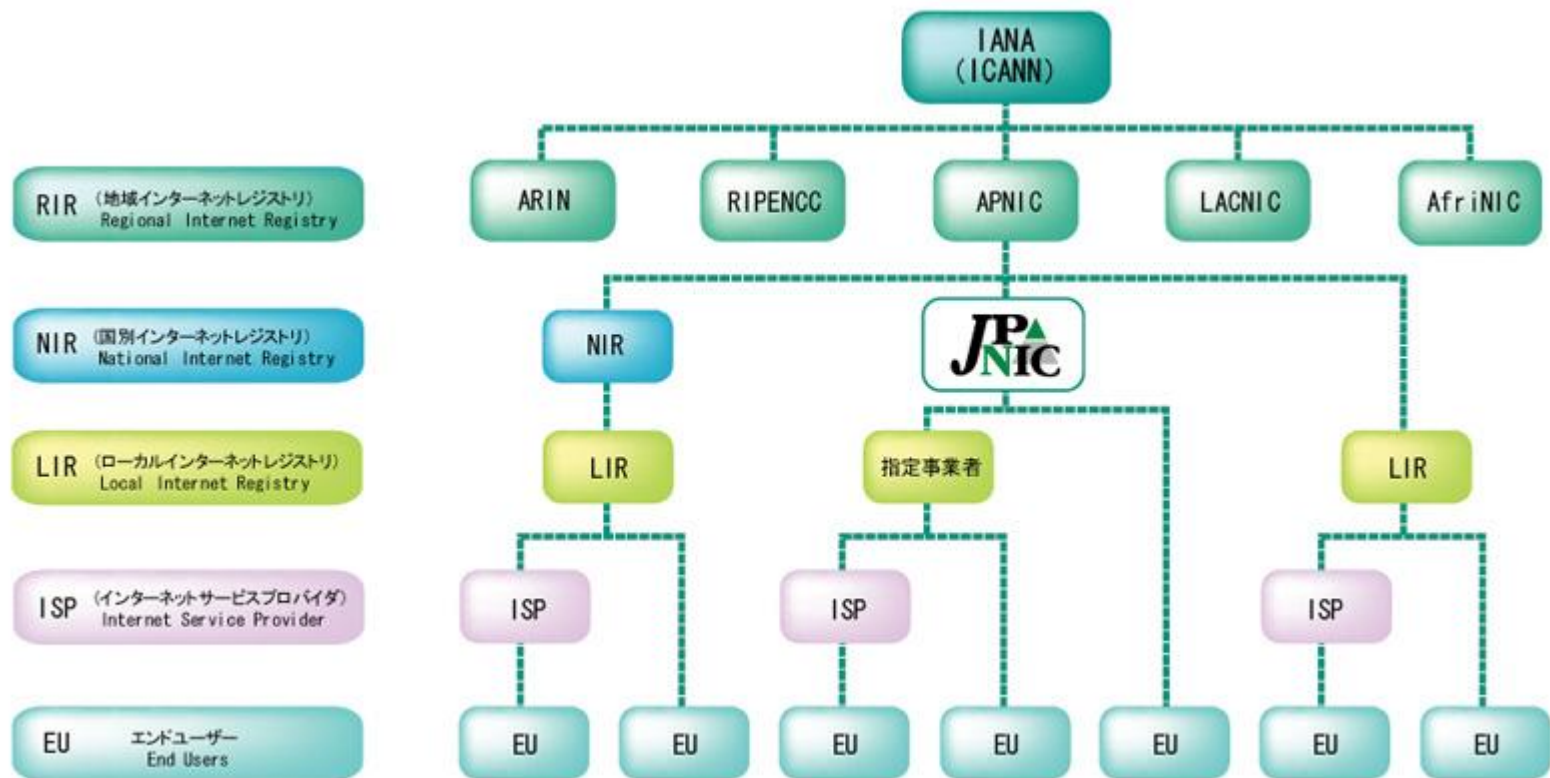
- グローバルIPv4アドレスが2010-2011年あたりに在庫がなくなる
  - IPv4を設計した時に、ここまで普及する事を誰も想像していなかったw
  - 10年前にIPv6は設計され移行が試みられたが、CIDRやNATでIPv4の**延命が出来てしまった**

# IPv4割当状況

- 年間に/8ブロックを9-13消費
- 2009年2月段階で32ブロック残
- 単純計算で2.5年(2011年中)に在庫切れ

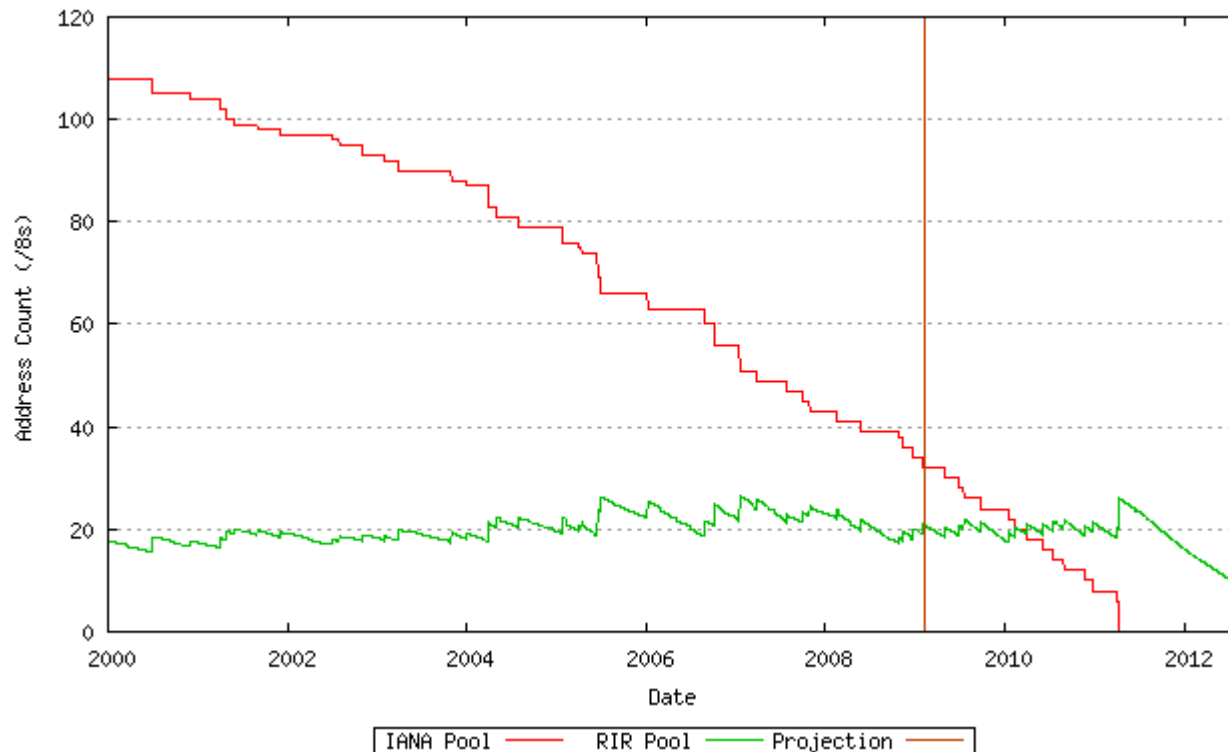
# IPアドレス分配

- <http://www.nic.ad.jp/ja/ip/ipv4pool/>



# グローバルIPv4アドレス在庫

- <http://www.potaroo.net/>



# IPv4枯渇時計

- 2009/02現在

The screenshot shows a Windows Internet Explorer browser window displaying the website 'http://枯渇時計.com/'. The page title is 'IPアドレス枯渇問題を可視化: IPv4枯渇時計'. The website content includes:

- IPv4枯渇時計**  
株式会社インテック・ネットコアでは、IPv4アドレス枯渇問題を可視化するためのブログパーツ「IPv4枯渇時計」をクリエイティブ・コモンズライセンス [表示-非営利-改変禁止 2.1 日本]に基づいて、無償提供いたします。
- 【概要】**  
この「IPv4枯渇時計」は、IANAが提供する「IPv4 Global Unicast Address Assignments」とジェフ・ヒューストン氏が公開している「IPv4 Address Report」を基にIPv4アドレスの枯渇状況についてマッシュアップを行うためのブログパーツです。
- 【設置方法】**  
各種ブログのデザインテンプレートやエントリー、WebページのHTMLファイル等にブログパーツの設置コード（HTMLタグ）をコピーします。  
※個別のブログの設定につきましては、お答えいたしかねますのであらかじめご了承ください。
- 【設置コード】**  
`<script type="text/javascript" language="javascript" src="http://inetcore.com/project/ipv4ec/ja-JP/wolf_c.js"></script>`
- 【その他】**
  - ・ 予告なくデザインや表示内容の変更、もしくは提供の中止を行うことがあります。
  - ・ 当社を含む第三者への権利侵害を及ぼすサイト、公序良俗に反する内容を掲載したサイト等に設置することはできません。
  - ・ アクセス情報を研究・分析のために利用することがあります。ただし、利用者プライバシーを特定する情報は取得いたしません。

On the right side of the page, there is a widget titled 'IPv4枯渇時計' showing the current status:

- Select Language ...
- IPv4枯渇時計
- ▼現在の状況
- IANA未割り振りブロック
- 12%**
- 32/256ブロック
- X-dayまで (予測)
- 786 日
- IPv4アドレス数 (予測)
- 528,999,229
- iNetCore
- IPv4アドレスブロックの推移
- NEW IPv4/IPv6 meter

At the bottom of the page, there is a footer with the iNetCore logo, contact information (会社概要, ビジネスonV6, お問い合わせ先), address (株式会社インテック・ネットコア, 東京都江東区新砂1-3-3, http://www.inetcore.com/), and copyright notice (COPYRIGHT©2007, 2008, 2009 Intec NetCore, Inc. All Rights Reserved.).



# IPv4枯渇が起きるとどうなる？

- インターネット上での新しいサービス(楽天とかmixiとか)が展開できない
- 既存のインターネット上で提供されている各種サービスの規模拡大も困難に
- インターネット接続に制限が出るかも
- ISP事業にも陰りが出て、インターネットそのものが衰退していくかも

# 未使用のIPv4回収

- ClassA/Bを割り当てているユーザから使っていないIPv4アドレスを回収
  - 対象ユーザのIPアドレスリナンバーが必要
  - 対象ユーザはリナンバーコストを負担したくない
- 協力が得られずほとんど進んでいない
- 仮に回収できたとしても焼け石に水

# プライベートアドレス割当

- ISPレベルでアドレス変換(Large Scale NAT/LSN)をしてプライベートアドレスを配給する  
(以前はCGNと呼んでいたが、IETFではLSNがスタンダードになりつつある)
  - 公開サーバやVPN拠点等グローバルアドレスが必要なケースには向かない
  - アドレス変換に耐えられないサービスが使用できない(現状でも発生)
- グローバルIPv4アドレス消費は発生するので延命が出来るだけ

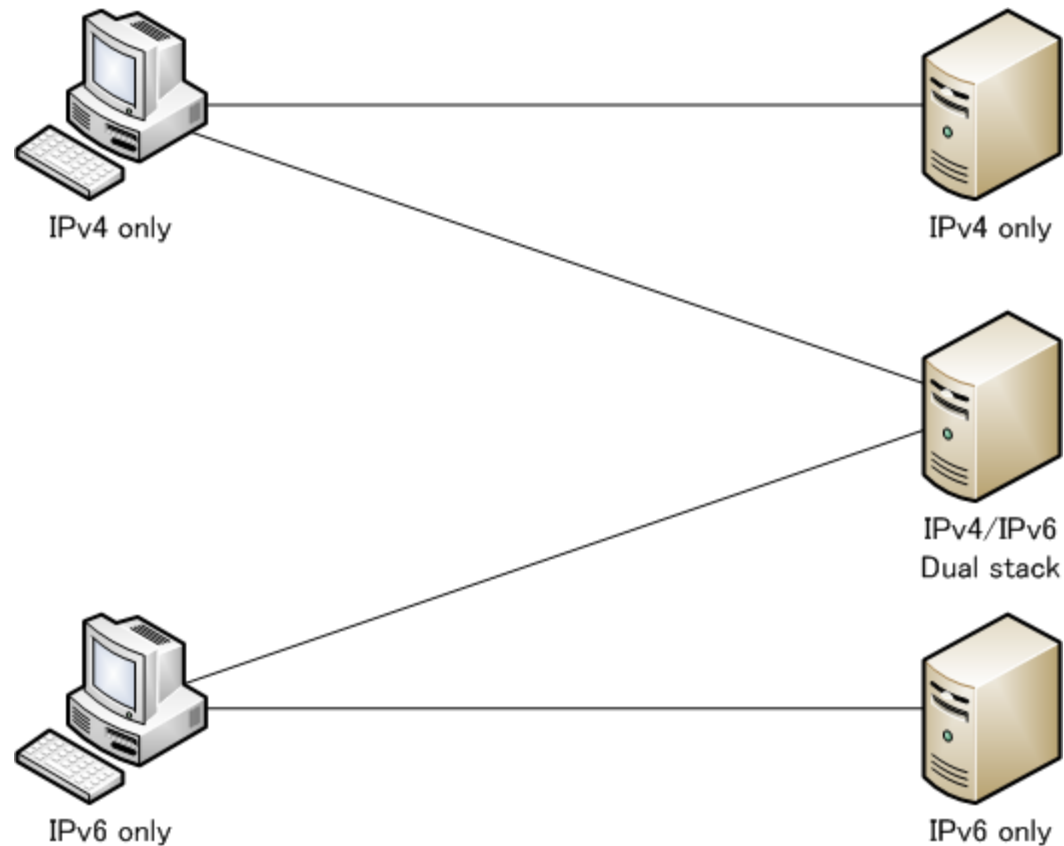
# LSNの問題

- NAPTなのでTCP/UDPしか対応できない
- Webブラウザを1つ開くと10~20のセッションを張るので、1IPに収容できる世帯数はさして多くない
- 公開サーバやVPN機材にはグローバルIPv4アドレスが必要なので、LSNでは解決できない
- そもそもIPの基本は透過通信であって、NATは必要悪じゃなかったの？

# IPv6を使う

- グローバルIP空間にIPv6を導入する
  - 利用者にIPv6対応をしてもらう必要あり
  - 本質的な解決策ではあるが、費用発生は避けられない
- インターネットはIPv6シフトを決定
- 国レベルでも真面目にIPv6対応開始

# IPv4とIPv6は互換性が無い

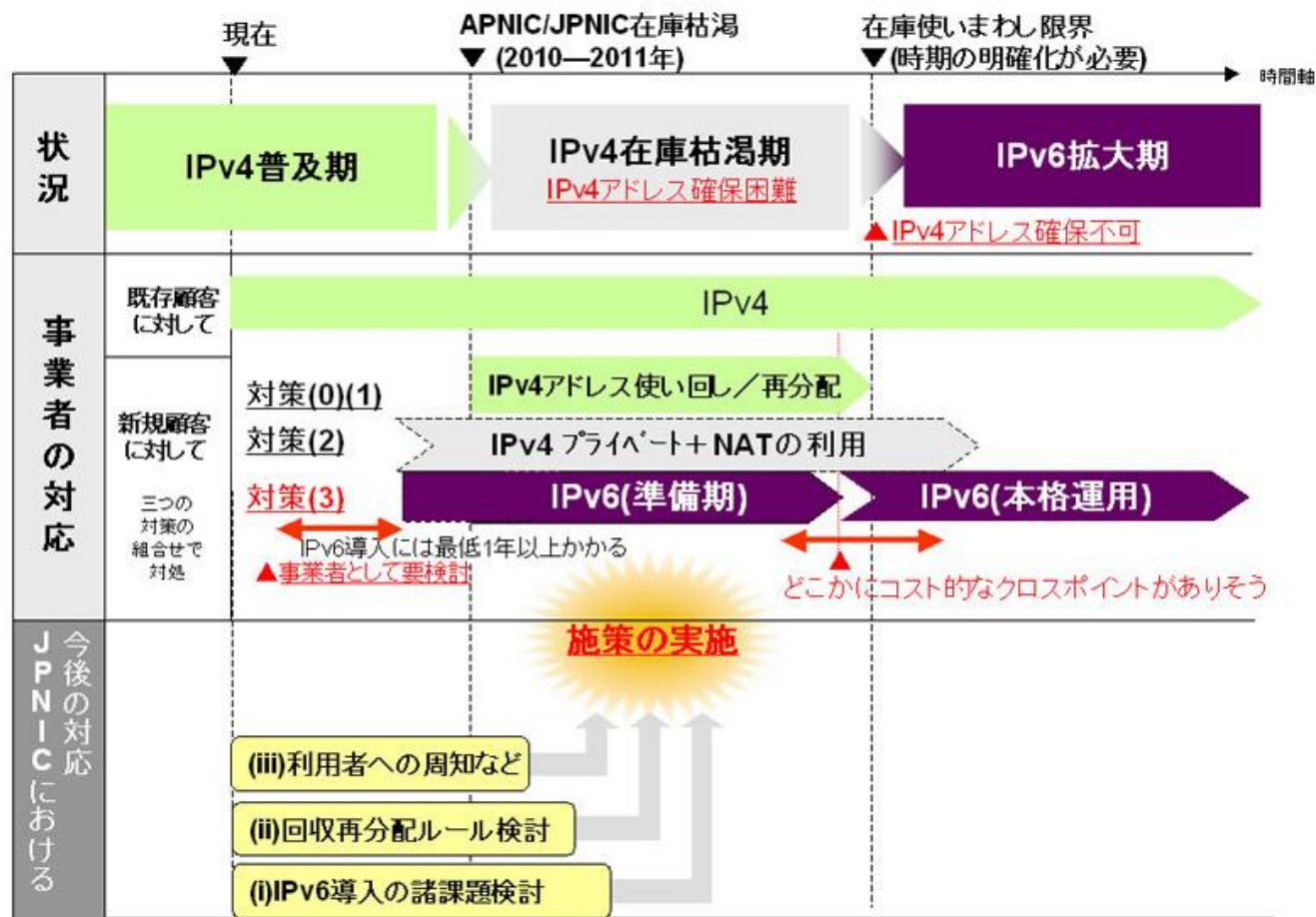


## インターネット上で相互通信が出来なくなる

- 動的IPv6のみが割り当てられた一般ユーザからのIPv4 only Webアクセス不能
- IPv6 only の MTA とメール交換不能
- IPv6を割り当てられた拠点とのVPN構築不能

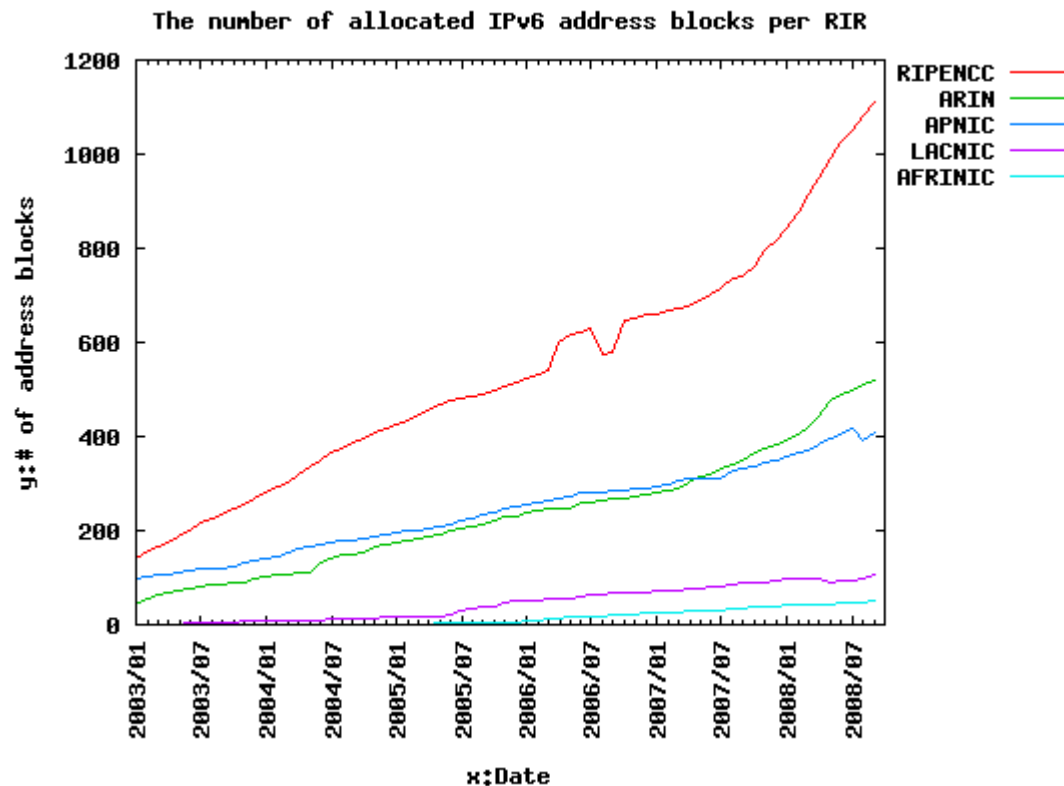


# 枯渇対応ロードマップ(JPNIC発表)



# RIR別IPv6アドレスブロック

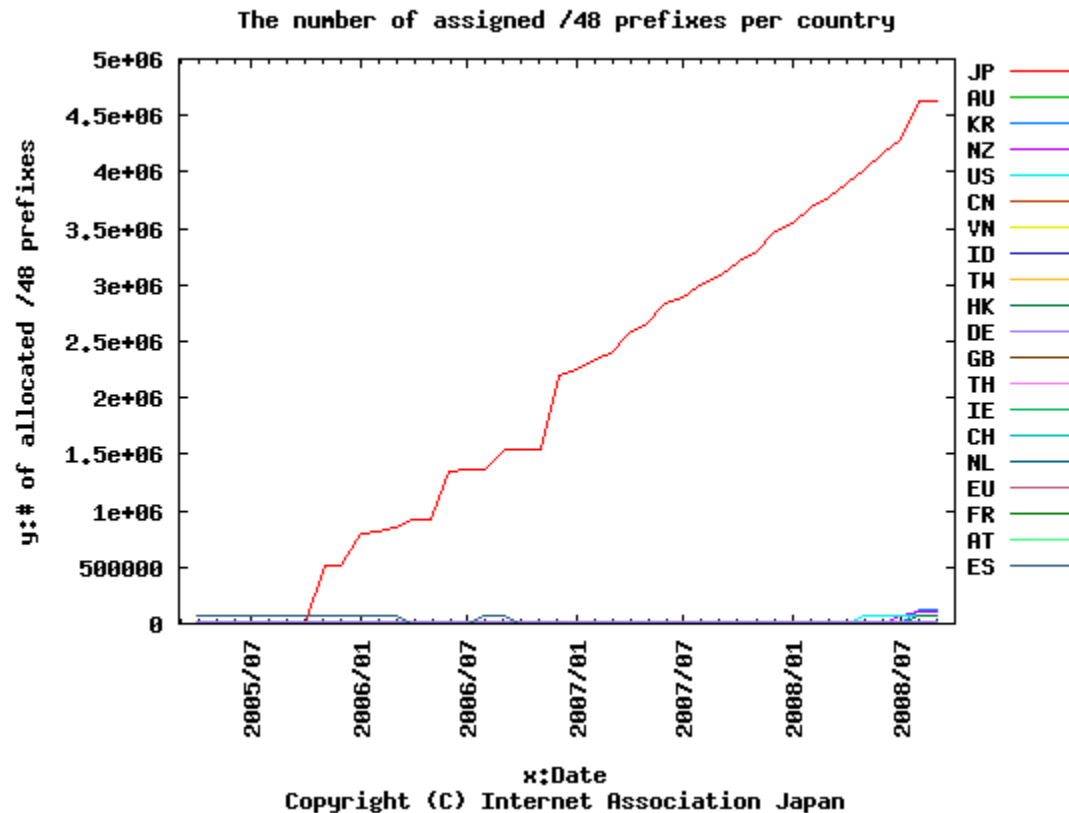
- <http://v6metric.inetcore.com/html/st01/02.html>



Copyright (C) Internet Association Japan

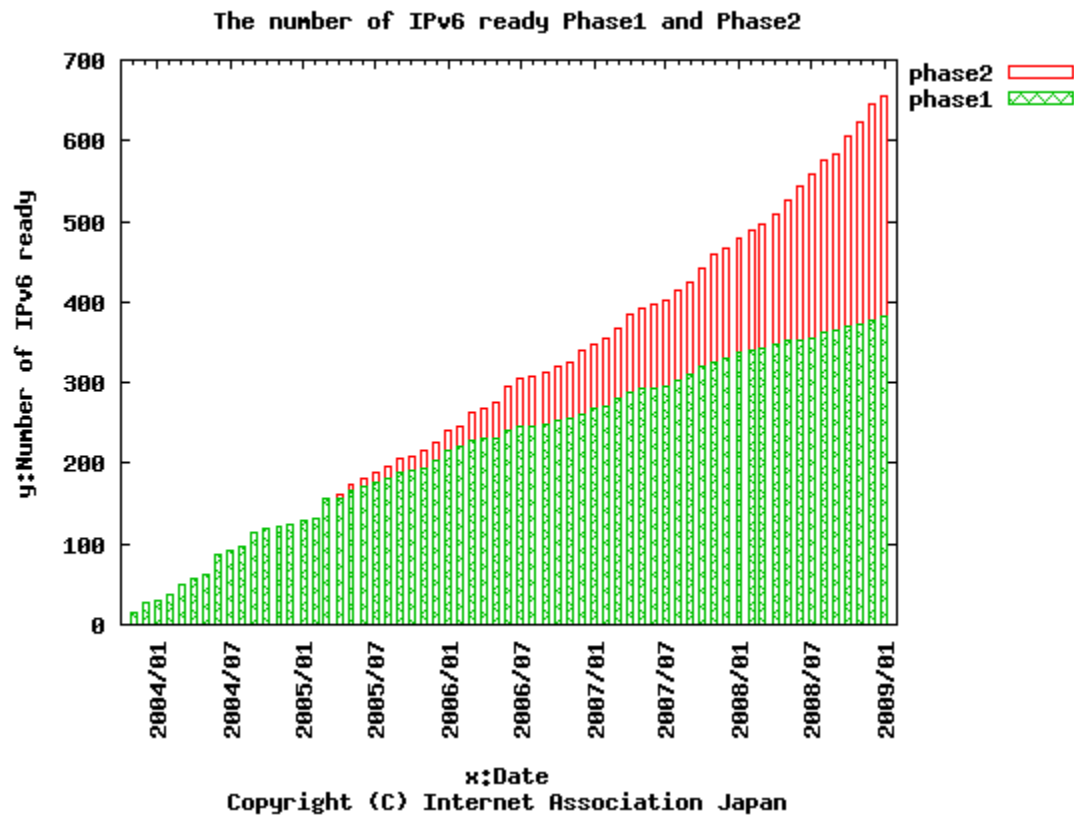
# 国別IPv6/48割り当て数

- <http://v6metric.inetcore.com/html/st01/12.html>



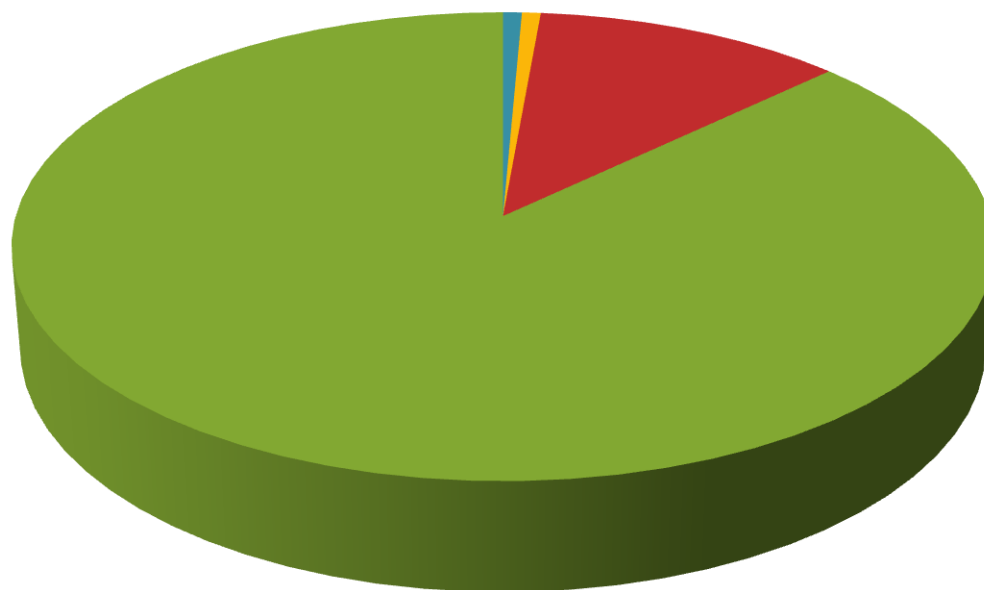
# IPv6 Ready Logo Program Phase I/ Phase2 取得総登録機器数

- <http://v6metric.inetcore.com/html/st06/02.html>



# 企業でのIPv6導入意識

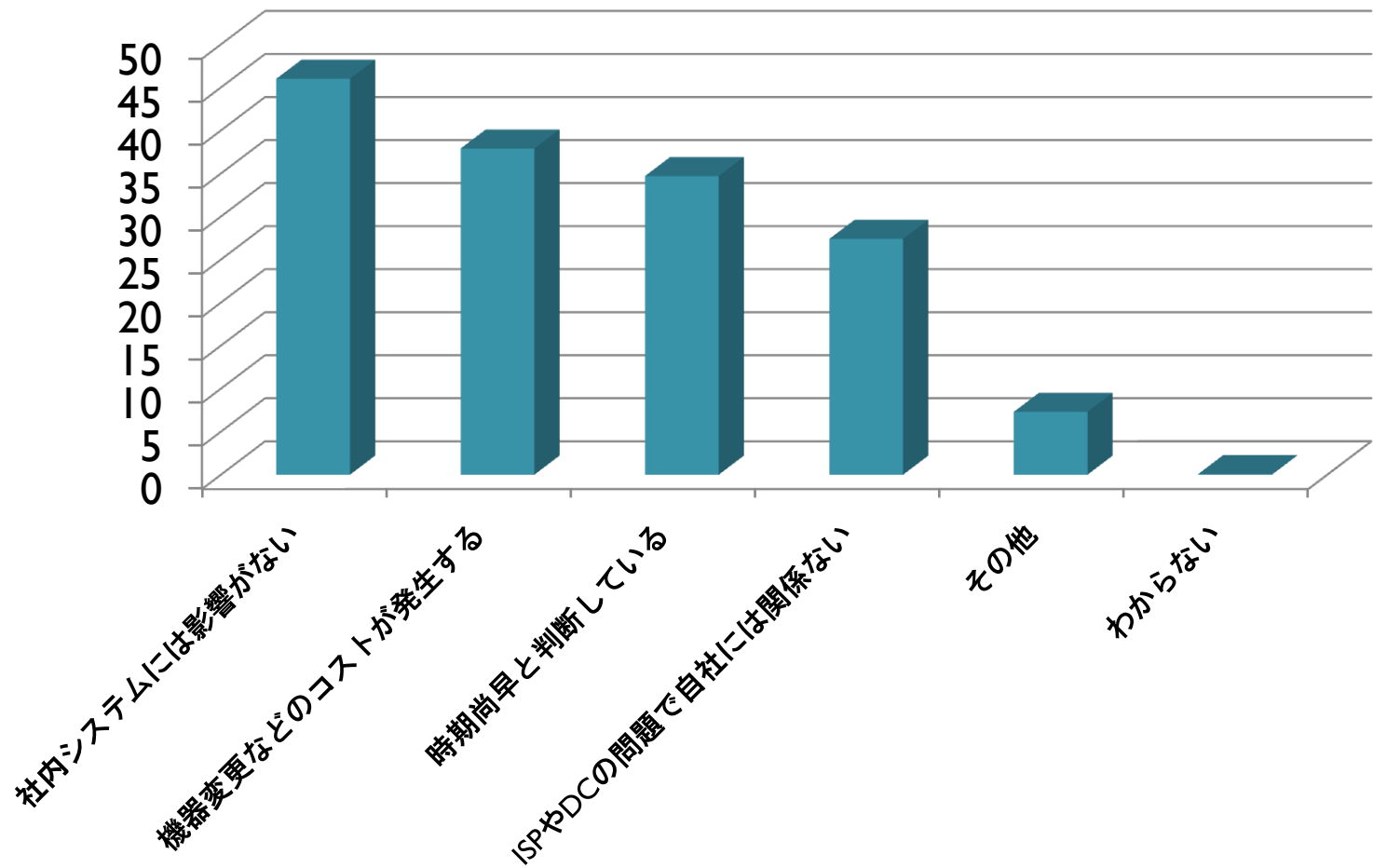
IPv6への移行を検討していますか(N=248)



- 全社で既に移行している(0.7%)
- 一部で既に移行している(0.7%)
- 移行を検討している(11.6%)
- 検討していない(87.0%)

日経コミュニケーション 2009.1.15  
より

# 検討していない理由



# ISPのIPv6対応

- IPv6対応しているISPはまだ一部
  - 2011年頃を想定しているISPが大半
- LSNに転ぶ?  
→でも、時間稼ぎにしかない
- NGNはIPv6の救世主になるか?
- JPIXでのIPv4/IPv6変換サービスが  
2010/07にスタート



# サービスのIPv6対応

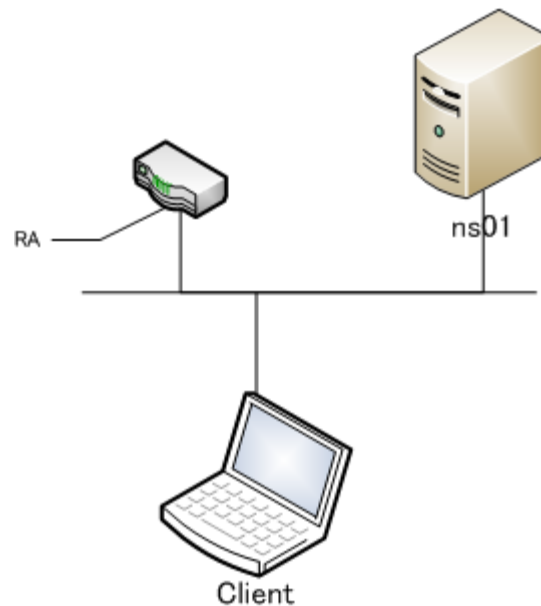
- <http://ipv6.2ch.net/>
- <http://ipv6.google.com>
- デュアルスタックサイトは結構ある
  - <http://jprs.jp>
  - [ntp.nict.jp](http://ntp.nict.jp)
  - 拙宅のサイトもデュアルスタック

## 2. IPv6を試す

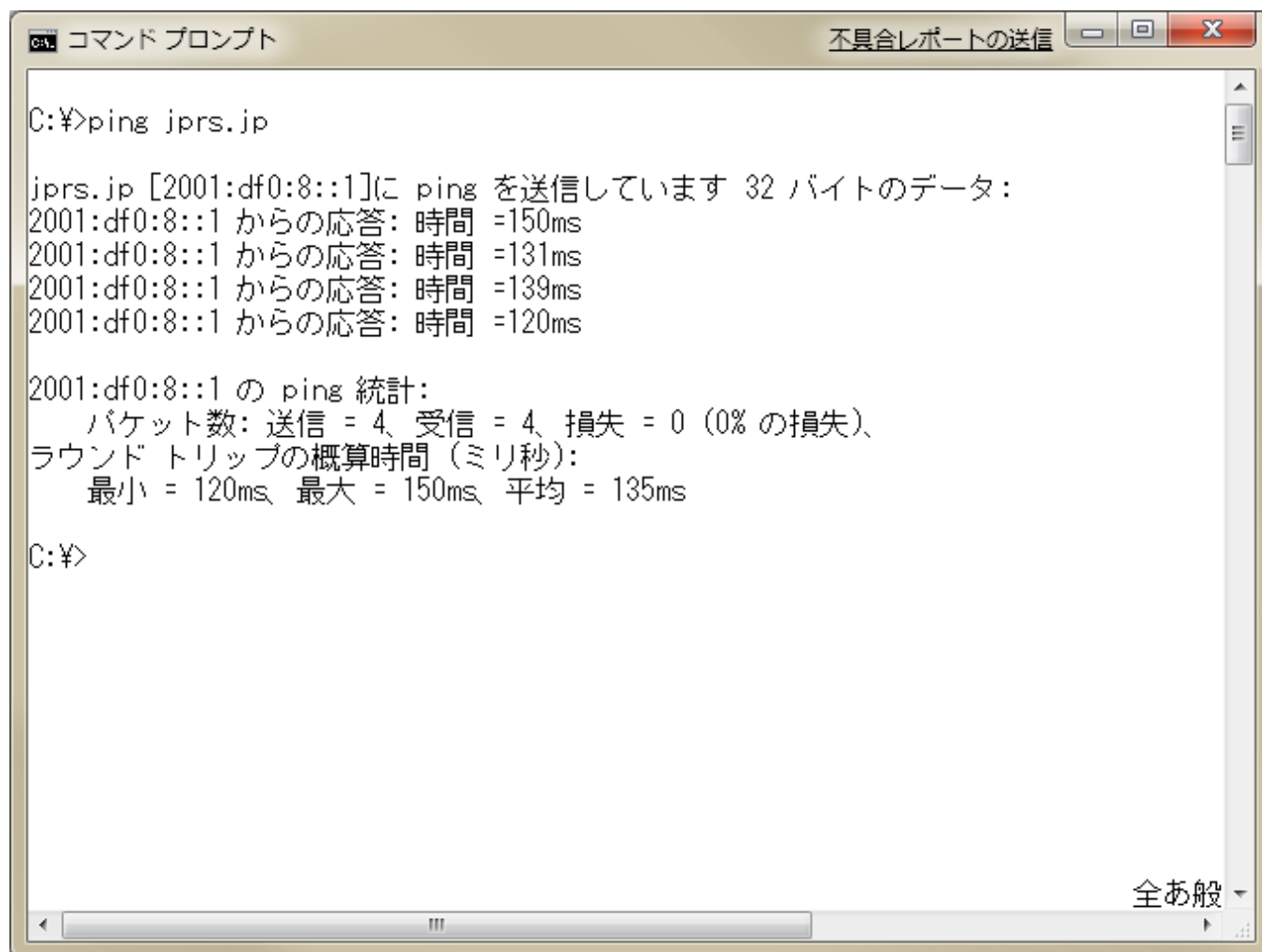
- PnPでほら簡単
- IPv6のping/traceroute
- IPv6の名前解決
- IPv6インターネットアクセス

# PnPでほら簡単

- クライアントをIPv6ネットワークに接続するとIPv6アドレスが自動構成される



# IPv6のping



The screenshot shows a Windows Command Prompt window titled "コマンドプロンプト" (Command Prompt). The user has entered the command "C:\>ping jprs.jp". The output shows four successful ping responses to the IPv6 address 2001:df0:8::1 with response times of 150ms, 131ms, 139ms, and 120ms. Below the individual responses, a summary is provided: "2001:df0:8::1 の ping 統計:" (2001:df0:8::1 ping statistics), followed by "パケット数: 送信 = 4、受信 = 4、損失 = 0 (0% の損失)," (Packets: Sent = 4, Received = 4, Loss = 0 (0% loss)), and "ラウンド トリップの概算時間 (ミリ秒):" (Round trip time estimate in milliseconds), with "最小 = 120ms、最大 = 150ms、平均 = 135ms" (Minimum = 120ms, Maximum = 150ms, Average = 135ms). The prompt "C:\>" is visible at the bottom. The window has standard Windows controls (minimize, maximize, close) in the top right corner and a scroll bar on the right side.

```
C:\>ping jprs.jp

jprs.jp [2001:df0:8::1]に ping を送信しています 32 バイトのデータ:
2001:df0:8::1 からの応答: 時間 =150ms
2001:df0:8::1 からの応答: 時間 =131ms
2001:df0:8::1 からの応答: 時間 =139ms
2001:df0:8::1 からの応答: 時間 =120ms

2001:df0:8::1 の ping 統計:
    パケット数: 送信 = 4、受信 = 4、損失 = 0 (0% の損失)、
ラウンド トリップの概算時間 (ミリ秒):
    最小 = 120ms、最大 = 150ms、平均 = 135ms

C:\>
```

# IPv6のtraceroute

```

C:\>tracert jprs.jp

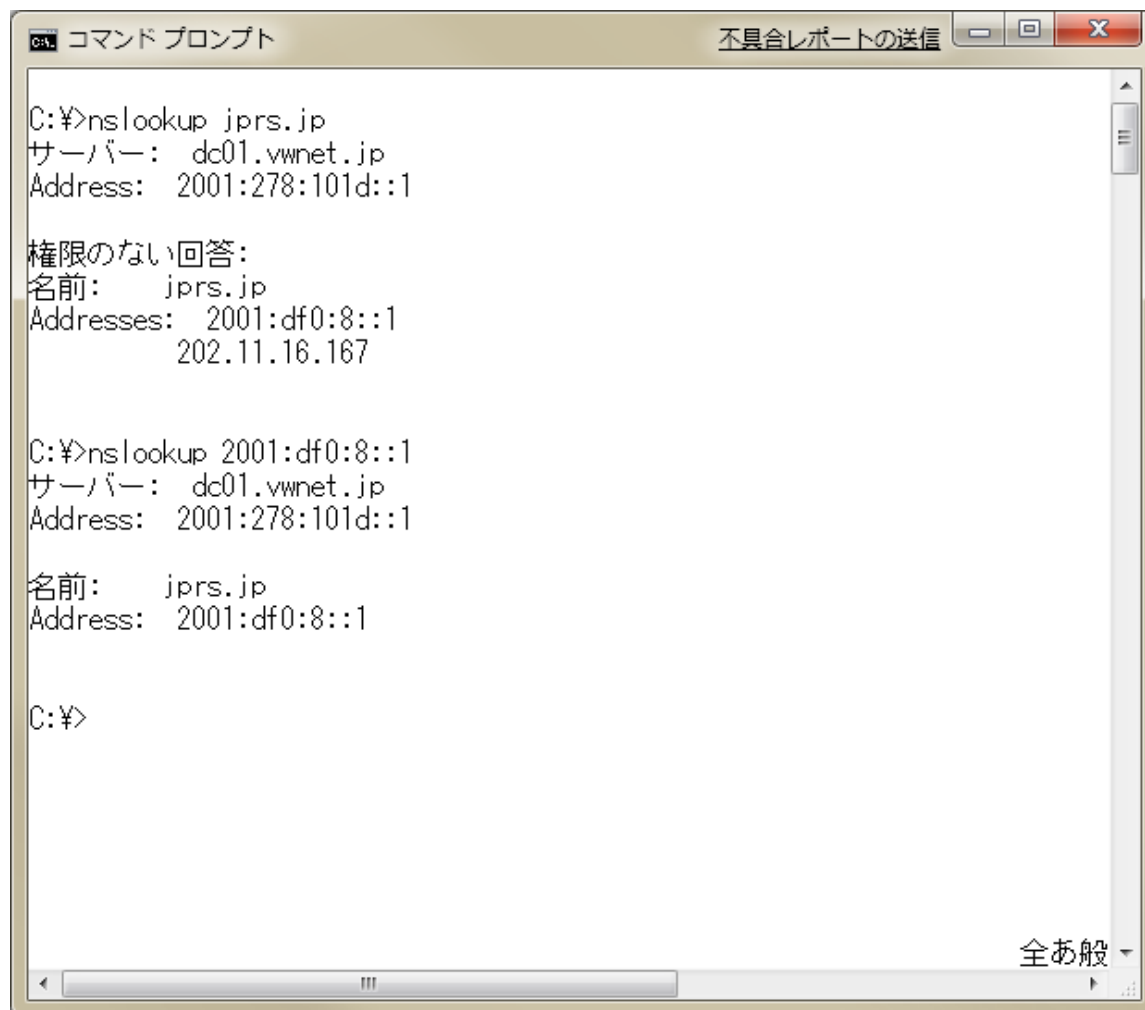
jprs.jp [2001:df0:8::1] へのルートをトレースしています
経路するホップ数は最大 30 です:

 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    2001:278:101d::ff:1
 2   1 ms    <1 ms     1 ms    gw.vwnet.jp [2001:278:101d:ffff::ff:1]
 3  13 ms     *      11 ms    2001:278:0:221d::1
 4   9 ms     *      23 ms    stosrn04v41.nw.v6.odn.ne.jp [2001:278:0:2001::2]
 5 121 ms   116 ms   116 ms    pax-gw3-203.nw.v6.odn.ne.jp [2001:278:0:2183::2]
 6 121 ms   122 ms   120 ms    xe-0.paix.plalca01.us.bb.gin.ntt.net [2001:504:d::6]
 7 120 ms   119 ms   123 ms    ae-1.r20.snjsca04.us.bb.gin.ntt.net [2001:418:0:2000::1a2]
 8 235 ms   249 ms   224 ms    as-2.r20.tokyjp01.jp.bb.gin.ntt.net [2001:218:0:2000::ce]
 9 231 ms   292 ms   253 ms    xe-0-0-0.a20.tokyjp01.jp.ra.gin.ntt.net [2001:218:0:6000::1a]
10 245 ms   238 ms   252 ms    ae-0.a10.tokyjp01.jp.ra.gin.ntt.net [2001:218:2000:2000::9e]
11 254 ms   119 ms   243 ms    ae-0.a10.tokyjp01.jp.ra.gin.ntt.net [2001:218:2000:2000::9e]
12 124 ms   122 ms   135 ms    fa-2-3-1.a10.tokyjp01.jp.ra.gin.ntt.net [2001:218:2000:5000::6]
13 131 ms   119 ms   123 ms    gi-0-1-bew-nc6.inet-gate8.jprs.co.jp [2001:df0:8:bb10::185]
14 133 ms   134 ms   126 ms    e2-0-rs1-nc6.nsv-gw1.jprs.co.jp [2001:df0:8:bb40::139]
15 120 ms   137 ms   132 ms    jprs.jp [2001:df0:8::1]

トレースを完了しました。

C:\>
```

# IPv6の名前解決



A screenshot of a Windows Command Prompt window titled "コマンド プロンプト" (Command Prompt). The window shows the output of two nslookup commands. The first command is "nslookup jprs.jp", which returns "サーバー: dc01.vwnet.jp" and "Address: 2001:278:101d::1". The second command is "nslookup 2001:df0:8::1", which returns "サーバー: dc01.vwnet.jp" and "Address: 2001:278:101d::1". The window also shows a "権限のない回答:" (Unauthorized answer:) section with "名前: jprs.jp" and "Addresses: 2001:df0:8::1" and "202.11.16.167". The window has a standard Windows title bar with minimize, maximize, and close buttons, and a status bar at the bottom right showing "全あ般" (All general).

```
コマンド プロンプト 不具合レポートの送信
C:\>nslookup jprs.jp
サーバー: dc01.vwnet.jp
Address: 2001:278:101d::1

権限のない回答:
名前: jprs.jp
Addresses: 2001:df0:8::1
           202.11.16.167

C:\>nslookup 2001:df0:8::1
サーバー: dc01.vwnet.jp
Address: 2001:278:101d::1

名前: jprs.jp
Address: 2001:df0:8::1

C:\>
```

# IPv6のインターネットアクセス

JPドメイン名のサービス案内 / JPRS - Windows Internet Explorer

http://jprs.jp/

JPドメイン名サービス > ENGLISH

サイト内検索

会社案内 JP WHOIS 用語辞典

ネットワーク社会に貢献し、豊かな社会の実現へ  
Contributing to building of the network society and creation of a more fulfilling and enriching world

JPドメイン名について JPドメイン名の登録と活用 関連ニュース 指定事業者

日本語JPドメイン名 キャンペーン 詳しくは Click! 〇〇〇

日本語.jp

駅街ガイド.jp アドレス http://新宿駅.jp

私の団体もor.jpが使える?

.jpを見る。日本が見える。

JPDirect JPRSへのお申し込み

DNS Info by JPRS DNS関連技術情報

登録したいドメイン名がまだ空いているか調べてみよう

検索 ☒ .jp ☒ .co.jp ☐ その他(ne.jpなど) [使い方 JPドメイン名の種類と登録資格](#)

「安心」と「信頼」の「co.jp」が役立ちます!  
「co.jp」ではじめる  
企業ホームページ・Eメールアドレス

▶ 重要なお知らせ

- ・ [ドメイン名登録時は、他人の権利を侵害しないかもう一度チェックを!](#)
- ・ [JPドメイン名サービスの個人情報保護法への対応について](#)
- ・ [i-Navユーザの皆さまへ:Internet Explorer 7のインストールに関するご注意](#)

▶ 新着情報

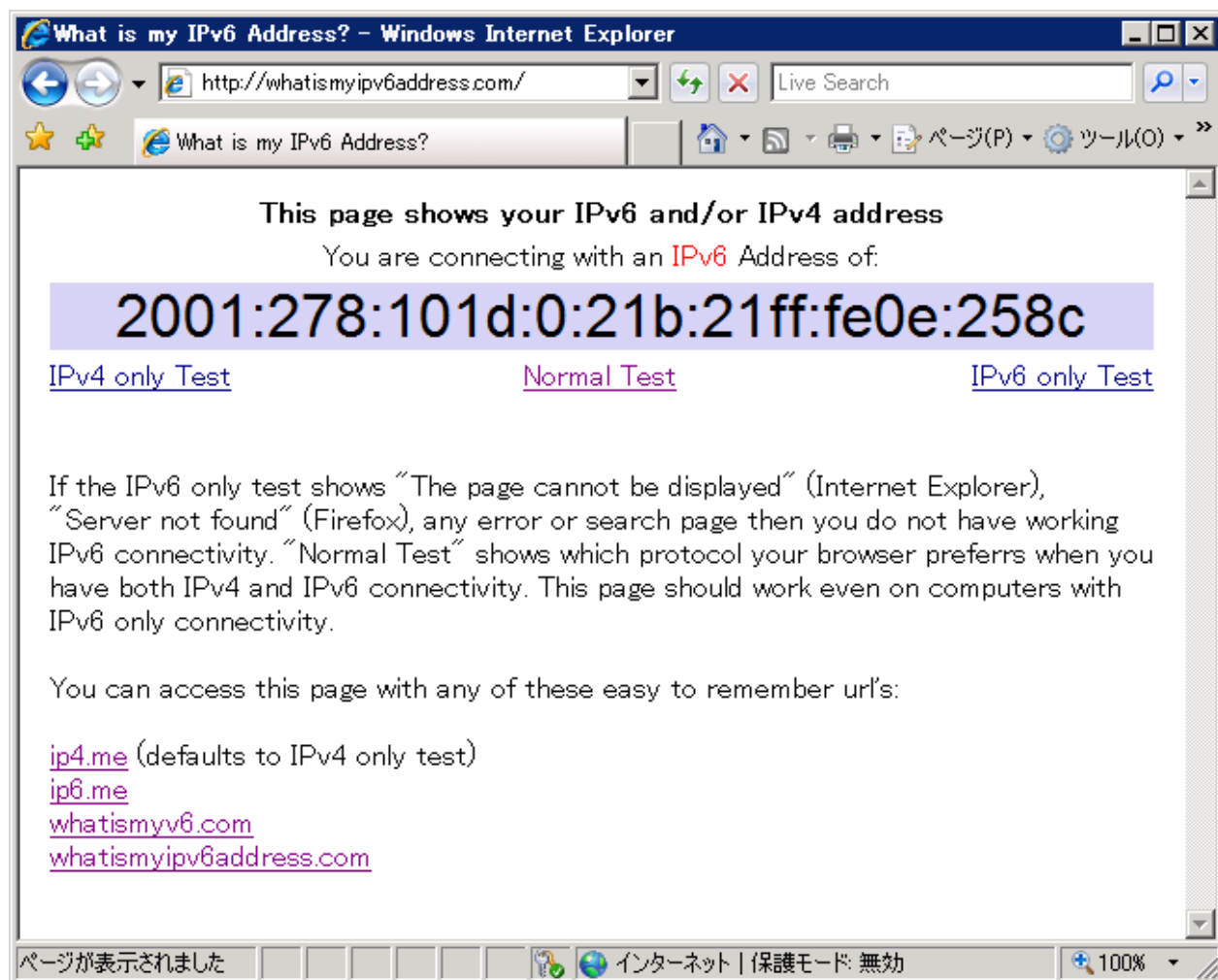
新着情報一覧

2009年01月01日 jprs掲載記事が更新されました。

http://nippon-kieyo.jp/ インターネット | 保護モード: 無効 100%




# IPv6のインターネットアクセス



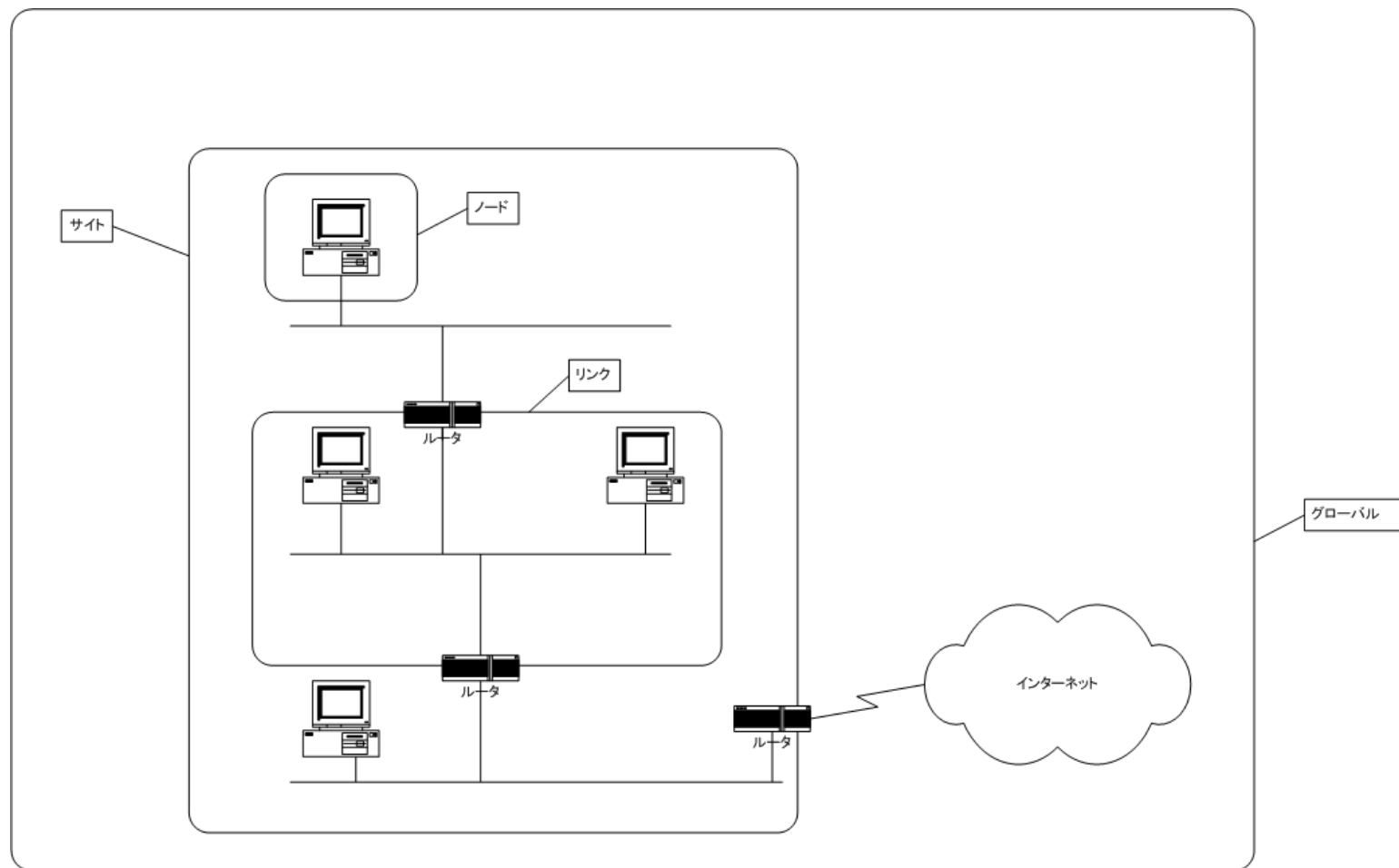
# 3. IPv6を使う

- IPv6のキホン
- 家庭/企業/ISP/開発者のIPv6
- 我々の意識
- おまけ



# IPv6のキホン

# スコープ



# RA(Router Advertisement)

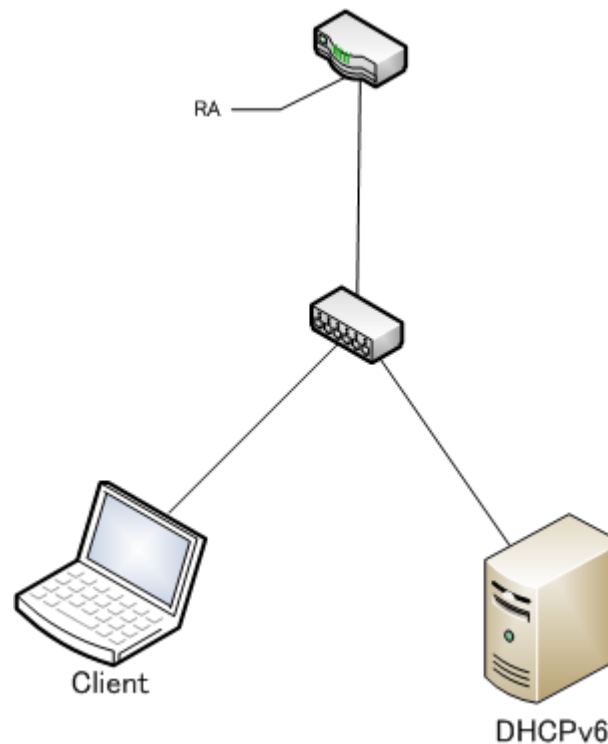
- RAでIPv6アドレスを自動構成するのでDHCPは不要
- RAは、ルータ等のL3中継機器が喋る
  - ゲートウェイ広告としても機能している
- RAは広告するだけでアドレス管理はしない
- RAが広告するのはIPv6アドレス構成に必要な情報のみで、参照DNSは広告されない
  - なんだよ、結局DHCPが必要なのかよ!!

# DHCPv6

- DHCPv4と同様な動作をするステートフルではなく、ステートレスDHCPv6が主流
- RAのフラグコントロールとセットで動作
- ステートレスDHCPv6では参照DNSやドメイン名を広告する
- ステートレスDHCPv6はリンクローカルにしか広告できないので、他のセグメントへのDHCPv6リレーが必要
  - リレーって....使いにくいじゃん
  - DNSディスカバリーはIETFでも揉めていますw
  - 決着するまで名前解決はIPv4に逃げるのが妥当?

# RAとDHCPv6デモ

- RAが機能していないとDHCPv6が機能しない



# RAのフラグコントロール

Mフラグ	Oフラグ	意味
ON	ON	アドレスとそれ以外の情報をDHCPv6で構成する(ステートフル)
ON	OFF	アドレス構成はDHCPv6を使用するが、それ以外の情報は手動等の別の手段で設定する
OFF	ON	アドレス構成にはRAを使用するが、それ以外の情報はDHCPv6を使用する(ステートレス)
OFF	OFF	DHCPv6を使用しない



# IPv6アドレス表現

- IPv6のIPアドレス表現は2オクテットずつ8つに分解した16進数を「:」で区切って表現
  - fd00:0000:0000:0000:0260:97ff:febb:ed44
- 連続した0000を1ヶ所だけ「::」と省略可
  - fd00::0260:97ff:febb:ed44
- 先頭の0は省略可
  - fd00::260:97ff:febb:ed44
- IPv4のCIDRと同様なプレフィックス表現
  - 2001:2c0:407::/48

# アドレススペース

- ループバック ::1
- GUA 2000::/3
- ULA fd00::/8(定義はfc00::/7)
- リンクローカル fe80::/10
- マルチキャスト ff00::/8
- サイトローカル(廃止) fec0::/10

<http://www.iana.org/assignments/ipv6-address-space>

- RFC3587 IPv6 Global Unicast Address Format



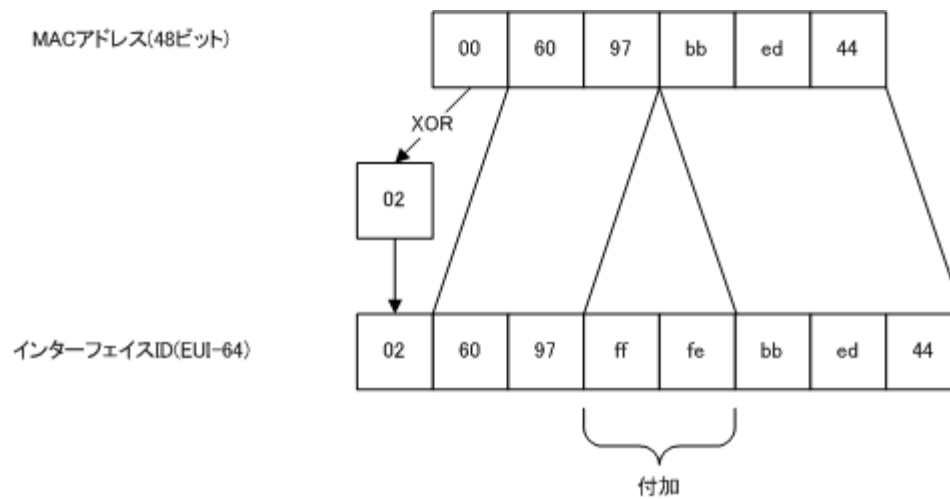
# GUAとULA

- GUA(IPv6 Global Unicast Address)はISPから配給を受ける/48のグローバルルーティングプレフィックスを使ったアドレス
- ULA(Unique Local IPv6 Unicast Address)はIPv4で言うところのプライベートアドレス
- ULAにはfc00::/7が割り当てられているが、IANAがfc00::/8を予約しているので、実質使えるのはfd00::/8
- fd00::/8を適当に使うのではなく、計算した疑似乱数を使う(RFC4193-3.2.2.)
  - 現在時刻とEUI-64をマージ
  - SHA-1でハッシュ
  - 0xfd+下位40ビット(=/48)をULAプレフィックスとして使う
- <http://www.kame.net/~suz/gen-ula.html> 等で求められる

# インターフェイスID

- 各セグメントには/64のサブネットプレフィックスが割り当ててるので、インターフェイスIDには、残りの64ビットを使う
- 構成方法
  - 手動
  - 自動
- 自動構成の種類
  - EUI-64(静的アドレス)
  - 匿名アドレス(動的アドレス)
  - ステートフルDHCPv6 (動的アドレス)

# EUI-64



# 匿名アドレス

- 乱数を割り当てる
- 一定期間(default:24h)経過するとIPアドレスが変わる
  - クライアントPC向け
- Vista/w7は匿名アドレス
- WS08は見た目は匿名アドレスだけど実は静的アドレス
- XP/WS03はEUI-64アドレス

# IPv4とIPv6

- IPv6 Only 環境には当面ならないので、IPv4とIPv6のデュアルスタックがスタンダードな姿として続く
- トンネリングや移行技術がRFCに色々あるけど、ISPが気にする分野なのでユーザは気にしなくて良い(ハズ)
  - ただし、IPv6が6over4トンネルで提供されることがあるので、実装に使う事アリ



# 家庭でのIPv6

- ブロードバンドルータ (HGW)交換のみ
  - デュアルスタック
  - DHCPv4
  - RA+DHCPv6(リレーエージェントになるかも)
  - MLD(マルチキャスト)
- 最新OSはIPv6対応済み
  - 古いOSはIPv4のまま使う
  - クライアントのIPv6対応は時間が解決してくれる(希望的観測)
- 情報家電はLANケーブル接続よりPLCや無線LANとの親和性が高いので、IPv6普及に伴ってこれらが主流になるかも



# 企業でのIPv6

# どう取り組むか

- インターネットのIPv6導入が本格化すると、インターネット接続性に問題が出る
  - DMZは早々に対応が必要に
  - 内部ネットワークも早めに対応するのが望ましい
- IPv4とIPv6の共存
  - IPv6 Only は非現実的なのでデュアルスタックにする
  - IPv6をすぐ導入しない場合でも、リプレイス時にはデュアルスタック製品を選択してIPv6 Readyにしておく
- アドレス割り当て
  - NATを使わずインターネットアクセスするので、DMZだけではなくLANにもGUAを割り当てる
    - 動的IPv6契約しか無い時は?  
→ ISP が LAN 側に GUA をどう割り当てるかの方針が決まらない事には... (汗)
  - GUAだけだと、ISP契約変更時にリナンバしないとIPv6が使えなくなってしまうので、パーマナントなULAも必要

# ネットワークID管理

- 基本はステートレス自動構成
- クライアントは匿名アドレス
- サーバ等静的アドレスが必要な機器はEUI-64
- 自動構成がダメな機器だけ手動(DCとか)
- DDNS必須
- ほぼすべてのノードが自動構成で済むので、アドレス割り当ての手間がない!!

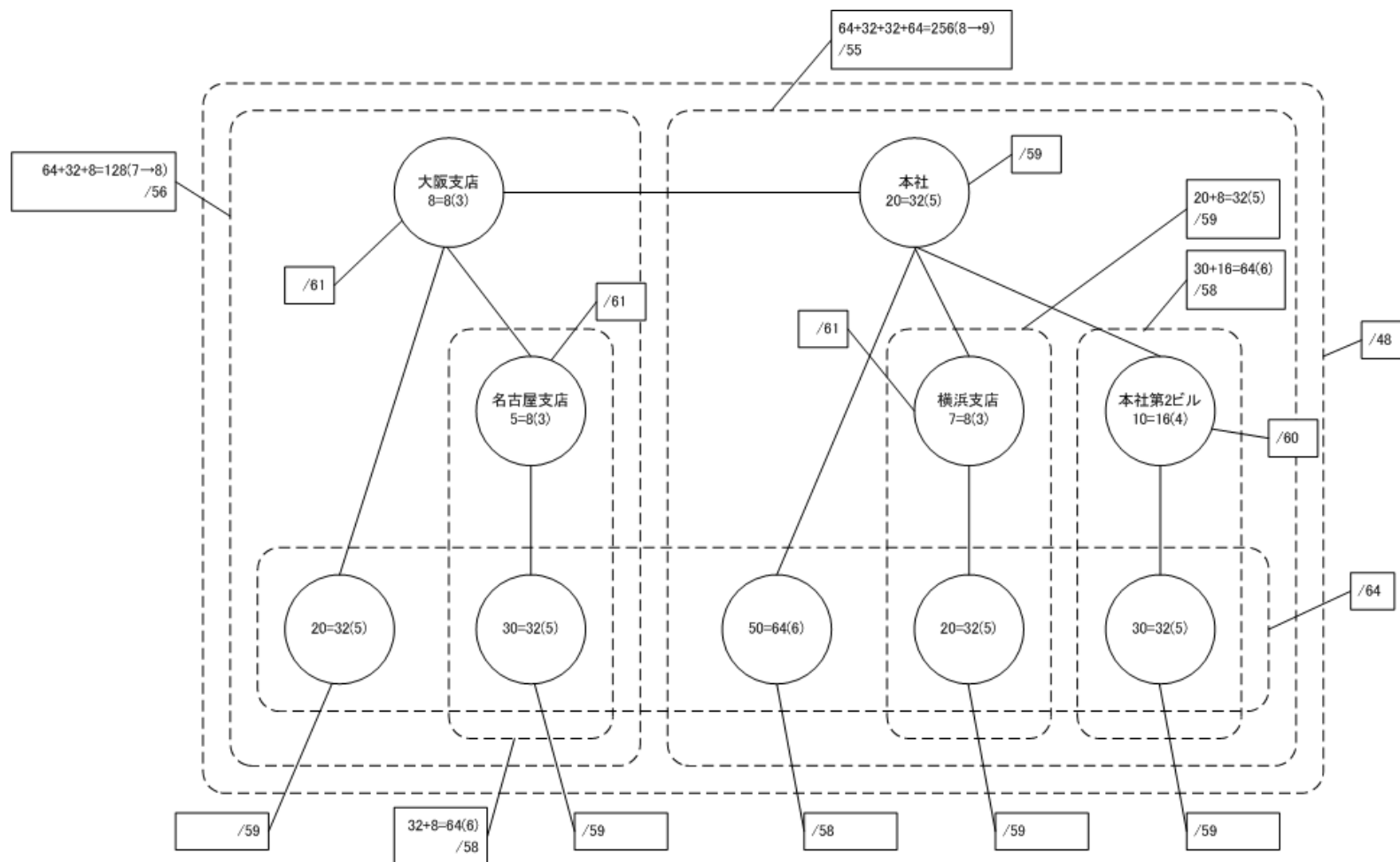
# サブネットID

- 企業内のルーティングは、16ビットのサブネットIDで設計する
  - 少ないようだけど、Class Aと同サイズ
- 規模の大きなネットワークは、ツリー構造にして、プレフィックスビット表現できるサイズに丸めて積み上げる

# プレフィックスビット長とセグメント数

bit長	セグメント数	Prefix
0	1	64
1	2	63
2	4	62
3	8	61
4	16	60
5	32	59
6	64	58
7	128	57
8	256	56
9	512	55
10	1,024	54
11	2,048	53
12	4,096	52
13	8,192	51
14	16,384	50
15	32,768	49
16	65,536	48

# プレフィックスビット割り当て



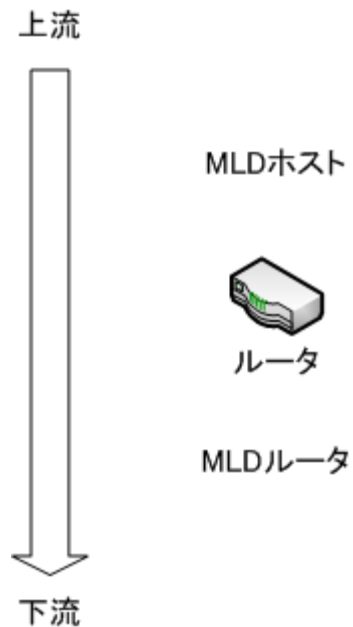
# ルーティング

- IPv4とは別にIPv6ルーティングが必要
- ダイナミックルーティングがお勧め
  - RIPvng(RIP new generation)
  - OSPFv3(OSPF version3)
  - Integrated IS-IS
  - EIGRP for IPv6
  - MP-BGP4(Multiprotocol-BGP4)



# MLD(Multicast Listener Discovery)

- マルチキャスト中継機能



# DMZの考え方

- NATは使わない
- ULAは不要(設定しても構わないけど)
- RA+ステートレスDHCPv6で自動構成
- FWではセグメントに対するポリシーのみ(NIC変えただけでIPv6アドレス変わるので運用が面倒)
  - 個別ポリシーは各ホストで実装
- ICMP/ICMPv6はIn/Outとも通す(Internet/LANも通すのがお勧め)

# 企業取り組みのまとめ(1/2)

- 使用する IPv6 アドレス
  - サイトには/48、セグメントには/64プレフィックスを使う
  - NAT は使わない
  - ULA は fd00::/8 の計算で求めたサイトプレフィックスを使う
  - LAN には GUA + ULA を割り当てる
  - DMZ には GUA のみを割り当てる
- IPv6アドレスの自動構成
  - IPv6 アドレスは RA で自動構成
  - 各 GW に RA を喋らせる
  - Vista の匿名アドレスは1時間で自動更新されるが、WS08 は静的割り当てになっている
  - WS08 を EUI-64 にするには 「netsh interface ipv6 set global randomizeidentifiers=disabled」 コマンドを使う
  - DHCPv6 はステートレスを使う
  - DHCPv6 を使うときは RA のフラグコントロールが必要
  - DMZ も RA + DHCPv6 で楽ちゃん
  - DMZ は EUI-64 にする

# 企業取り組みのまとめ(2/2)

- DNSディスカバリー
  - 現状の仕様では DHCPv6 リレーが必要
  - リレーは面倒なので DNS ディスカバリーは IPv4 で暫定回避
- ルーティング
  - ルーティングはルーティングIDの16ビットで設計
  - ルーティング設計手法は IPv4 と同じ
  - 小規模でもダイナミックルーティングが楽
  - ファイアウォールポリシーはセグメント単位に設定(個別ポリシーは各ホスト実装)
- 機器選定
  - リプレイス時はデュアルスタック機器を選定

# ISPのIPv6

- 機器費用が必要だけど、ユーザからの回収が難しい
- IPv6アドレス振り出しの方向性が見えてこない
- NGNが...
- とりあえず、LSNにして逃げるか

# 開発者のIPv6

- ライブラリがIPv4/IPv6の違いを吸収するので、32ビットとかのIPv4を想定した作りになければ大丈夫
- テスト項目にIPv6上の動作確認を追加

# UIデザイン

新しいホスト

名前 (空欄の場合は親ドメインを使用)(N):  
www

完全修飾ドメイン名 (FQDN):  
www.ripe.co.jp.

IP アドレス(P):  
172 .16 .0 .1

☒ 関連付けられたポインタ (PTR) レコードを作成する(C)  
☐ 同じ所有者名の DNS レコードの更新を認証されたユーザーに許可する(Q)

ホストの追加(H) キャンセル



新しいホスト

名前 (空欄の場合は親ドメインを使用)(N):  
www

完全修飾ドメイン名 (FQDN):  
www.vwnet.jp.

IP アドレス(P):  
10.0.0.1

☐ 関連付けられたポインタ (PTR) レコードを作成する(C)  
☐ 同じ所有者名の DNS レコードの更新を認証されたユーザーに許可する(Q)

ホストの追加(H) キャンセル

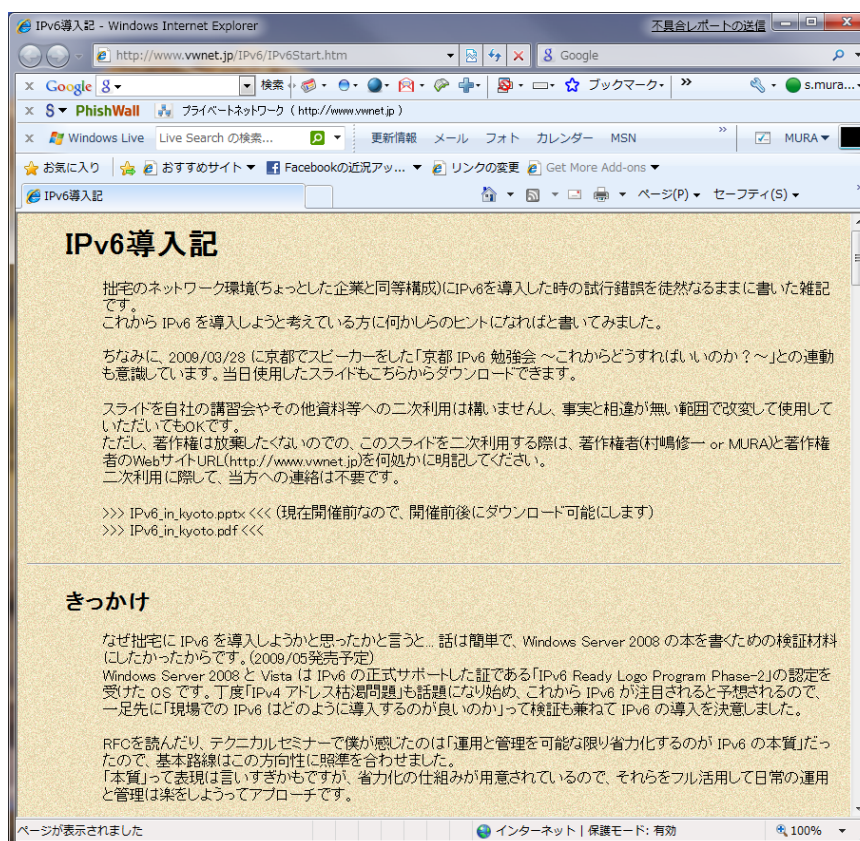
# 我々の意識(まとめ)

- IPv6は「利用者に優しい」プロトコル
- 枯渇問題を乗り切るためにIPv6が必要だ  
という強い認識
- ISPや利用者に対してIPv6導入の働きかけ
- 機器リプレースの際はデュアルスタック  
に
- IPv4とちよいと違うので、今から勉強と  
試験導入を開始
- ここにいる方がIPv6をリードするって意  
識を!!



# おまけ(その1)

- IPv6導入記
- <http://www.vwnet.jp/IPv6/IPv6Start.htm>

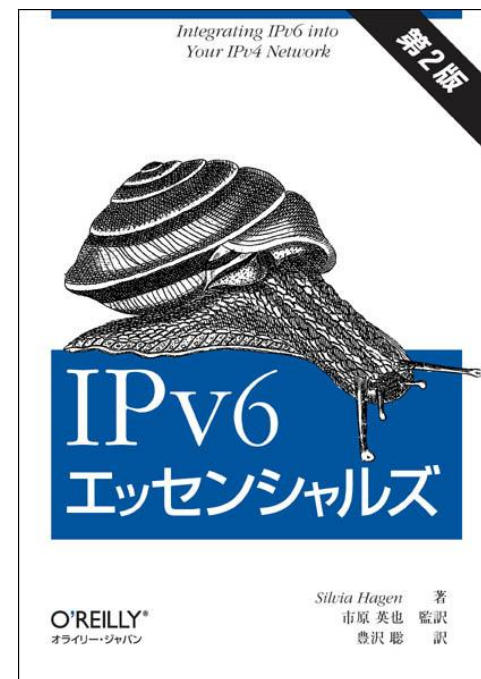


# おまけ(その2)

- IPv6の勉強にお勧めの本

- IPv6 エッセンシャルズ 第2版

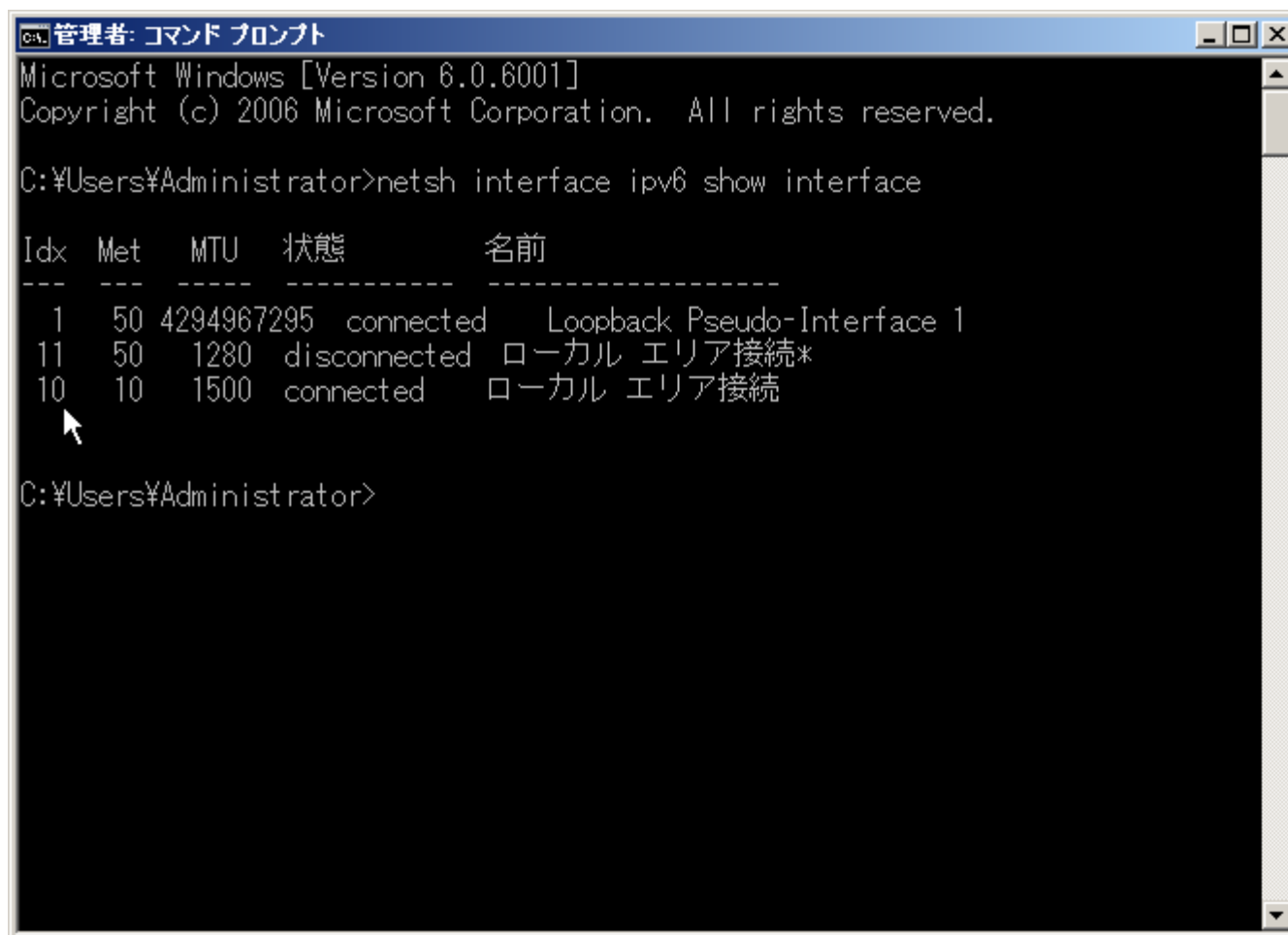
- オライリー・ジャパン
    - 定価3,780円
    - ISBN978-4-87311-328-9



# おまけ(その3)

- Vista/WS08にRAを喋らせる
  - RAを喋らせるNICのインターフェイス番号を調べる
    - netsh interface ipv6 show interface
  - RAを有効にする
    - netsh interface ipv6 set interface [if] advertise=enable
    - インターフェイス番号が10であれば、「netsh interface ipv6 set interface 10 advertise=enable」となる
  - MフラグのON/OFF
    - netsh interface ipv6 set interface [if] managedaddress=enable/disable
  - OフラグのON/OFF
    - netsh interface ipv6 set interface [if] otherstateful=enable/disable
  - 設定確認
    - netsh interface ipv6 show interface [if]

# NICのインターフェイス番号



```
管理者: コマンド プロンプト
Microsoft Windows [Version 6.0.6001]
Copyright (c) 2006 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Administrator>netsh interface ipv6 show interface

Idx  Met   MTU   状態      名前
---  ---  ---  ---
  1   50 4294967295  connected  Loopback Pseudo-Interface 1
 11   50   1280  disconnected ローカル エリア接続*
 10   10   1500  connected  ローカル エリア接続

C:\Users\Administrator>
```

# おまけ(その4)

- Vista/WS08のネットワークIDをEUI-64にするコマンド
  - netsh interface ipv6 set global randomizeidentifiers=disabled

# 匿名アドレス

```
管理者: コマンド プロンプト
Microsoft Windows [Version 6.0.6001]
Copyright (c) 2006 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Administrator>ipconfig

Windows IP 構成

イーサネット アダプタ MURA:

    接続固有の DNS サフィックス . . . : vwnet.jp
    IPv6 アドレス . . . . . : 2001:278:101d:0:c5d0:8a4a:7ccf:b00b
    IPv6 アドレス . . . . . : fd75:f582:7ae3:0:c5d0:8a4a:7ccf:b00b
    リンクローカル IPv6 アドレス . . . : fe80::c5d0:8a4a:7ccf:b00b%13
    IPv4 アドレス . . . . . : 192.168.33.198
    サブネット マスク . . . . . : 255.255.255.0
    デフォルト ゲートウェイ . . . . . : fe80::209:fff:fe16:3a24%13
                                         fe80::2a0:deff:fe11:8a25%13
                                         192.168.33.254

Tunnel adapter ローカル エリア接続*:

    接続固有の DNS サフィックス . . . :
    IPv6 アドレス . . . . . : 2001:0:cf2e:3096:828:3912:3f57:de39
    リンクローカル IPv6 アドレス . . . : fe80::828:3912:3f57:de39%20
    デフォルト ゲートウェイ . . . . . :

Tunnel adapter ローカル エリア接続* 2:

    メディアの状態 . . . . . : メディアは接続されていません
    接続固有の DNS サフィックス . . . : vwnet.jp

C:\Users\Administrator>
```

# EUI-64アドレス

```
管理者: コマンド プロンプト

C:\Users\Administrator>netsh interface ipv6 set global randomizeidentifiers=disabled
OK

C:\Users\Administrator>ipconfig

Windows IP 構成

イーサネット アダプタ MURA:

    接続固有の DNS サフィックス . . . : vwnet.jp
    IPv6 アドレス . . . . . : 2001:278:101d:0:21b:21ff:fe0e:258c
    IPv6 アドレス . . . . . : fd75:f582:7ae3:0:21b:21ff:fe0e:258c
    リンクローカル IPv6 アドレス. . . : fe80::21b:21ff:fe0e:258c%13
    IPv4 アドレス . . . . . : 192.168.33.198
    サブネット マスク . . . . . : 255.255.255.0
    デフォルト ゲートウェイ . . . . : fe80::209:fff:fe16:3a24%13
                                         fe80::2a0:deff:fe11:8a25%13
                                         192.168.33.254

Tunnel adapter ローカル エリア接続*:

    接続固有の DNS サフィックス . . . :
    IPv6 アドレス . . . . . : 2001:0:cf2e:3096:828:3912:3f57:de39
    リンクローカル IPv6 アドレス. . . : fe80::828:3912:3f57:de39%20
    デフォルト ゲートウェイ . . . . :

Tunnel adapter ローカル エリア接続* 2:

    メディアの状態. . . . . : メディアは接続されていません
    接続固有の DNS サフィックス . . . : vwnet.jp

C:\Users\Administrator>
```

# おまけ(その5)

- YAMAHA RTシリーズのIPv6設定

- `ipv6 prefix 1 fd78:5b5b:5569::/64`
- `ipv6 prefix 2 2001:2c0:407::/64`
- `ipv6 lan1 prefix fd78:5b5b:5569::/64`
- `ipv6 lan1 prefix 2001:2c0:407::/64`
- `ipv6 lan1 rtadv send 1 2 o_flag=on` ← RA実装
- `ipv6 lan1 rip send on`
- `ipv6 lan1 rip receive on`



# おまけ(その6)

## ● YAMAHA RTX1100 PPPoE/6over4 設定例

### ○ グローバルIPv4/IPv6デュアルスタック(LAN3)

- ip route default gateway pp 1
- ipv6 route default gateway tunnel 1
- ip lan3 address 211.121.188.193/29
- ipv6 lan3 address 2001:278:101d:ffff::ff:1/64
- ipv6 lan3 mld router syslog=on version=1,2 ← 下流なので MLD ルータ
- pp select 1 ← PPPoE
- pp always-on on
- pppoe use lan2
- pppoe auto connect on
- pppoe auto disconnect on
- pp auth accept pap chap
- pp auth myname ID Password
- ppp lcp mru on 1454
- ppp ccp type none
- ip pp mtu 1454
- pp enable 1
- tunnel select 1 ← 6over4 の IPIP トンネル
- tunnel encapsulation ipip
- tunnel endpoint address 211.121.188.193 218.218.255.213 ← 6over4トンネルの両端(IPv4)
- ipv6 tunnel address 2001:278:0:221d::2/64 ← 6over4トンネルのこちら側 (IPv6)
- ipv6 tunnel mld host syslog=on version=1,2 ← 上流なので MLD ホスト
- ipv6 tunnel tcp mss limit auto
- tunnel enable 1