



# これから始めるIPv6 ～ Windows編 ～

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(6月にWS08の本出しました)
- 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

MURA の Home Page - Windows Internet Explorer

http://www.vwnet.jp/

MURA's Home Page

Sorry, this page is Japanese only.

267,494 (Since Nov.15,1997)  
Last update 2009.09.26

こんにちは 2009/11/01 14:58:00 です

Your IP address is  
2001:278:101d:0:6cb3:3362:cd73:a794

IPv6 READY  
IPv6 Ready Web Site!

Windows Server 2008 実践ガイド

ベテランが丁寧に教えてくれる  
ネットワークの知識と実務  
増刷 第2刷発行 (^v)

Windows Server 2008 実践ガイド

# Agenda

## IPv6って何?

- IPv6の概要と現状

## Windowsで使うIPv6

- ビデオ作ってきました

## IPv6を使うための基礎知識

- 実践のためのIPv6基礎知識

## IPv6って何?

- IPv6の概要と現状

## Windowsで使うIPv6

- ビデオ作ってきました

## IPv6を使うための基礎知識

- 実践のためのIPv6基礎知識

# 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	下位層
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)	
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	

# IPv6はL3プロトコル

- L2以下の機器は影響を受けない
  - 一般的なHUBはL2なのでそのまま使える
  - 無線APも一部の機器を除いてOK
- L3より上位層を使う機器はIPv6対応が必要
  - ルータ
  - PC/サーバ
    - Windows Vista/Windows Server 2008 以降の OS は IPv6 対応済み(IPv6 Ready Logo Phase-2 認定)
  - ファイアウォール
  - L3-SW
  - プリンタ
  - NAS

# 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**
  - 世界人口が仮に100億人になったとすると
    - IPv4は一人あたり0.23個
    - IPv6は一人あたり $3.4 \times 10^{28}$ 個
      - /64で1,844,674,407(18億)ブロック
      - /48で28,147ブロック
- **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

# 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11月段階で26ブロック残
- 単純計算で2011年中あたりで在庫切れ



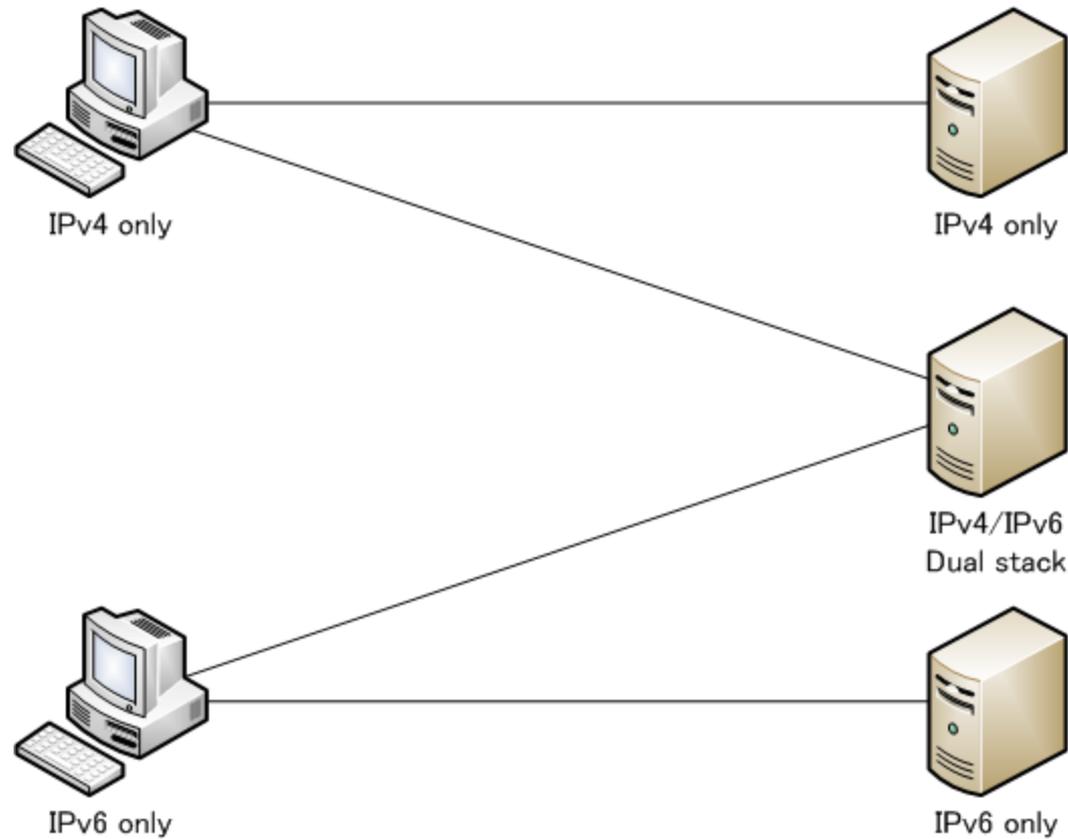
# IPv4枯渇が起きるとどうなる?

- インターネット上で展開しているサービス(楽天とかmixiとか)の増強や新規提供ができない
- クライアントPCもインターネットに接続困難に
- 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

# IPv4アドレス枯渇対策

- 未使用アドレスの回収
  - ほとんど進んでいないし、回収できても焼け石に水(全て回収しても2年分程度)
- プライベートアドレス割当
  - ISPレベルのNAT(LSN)が導入されるが、移行措置に過ぎない
- IPv6へ移行
  - 根本的な解決だがコストがかかる

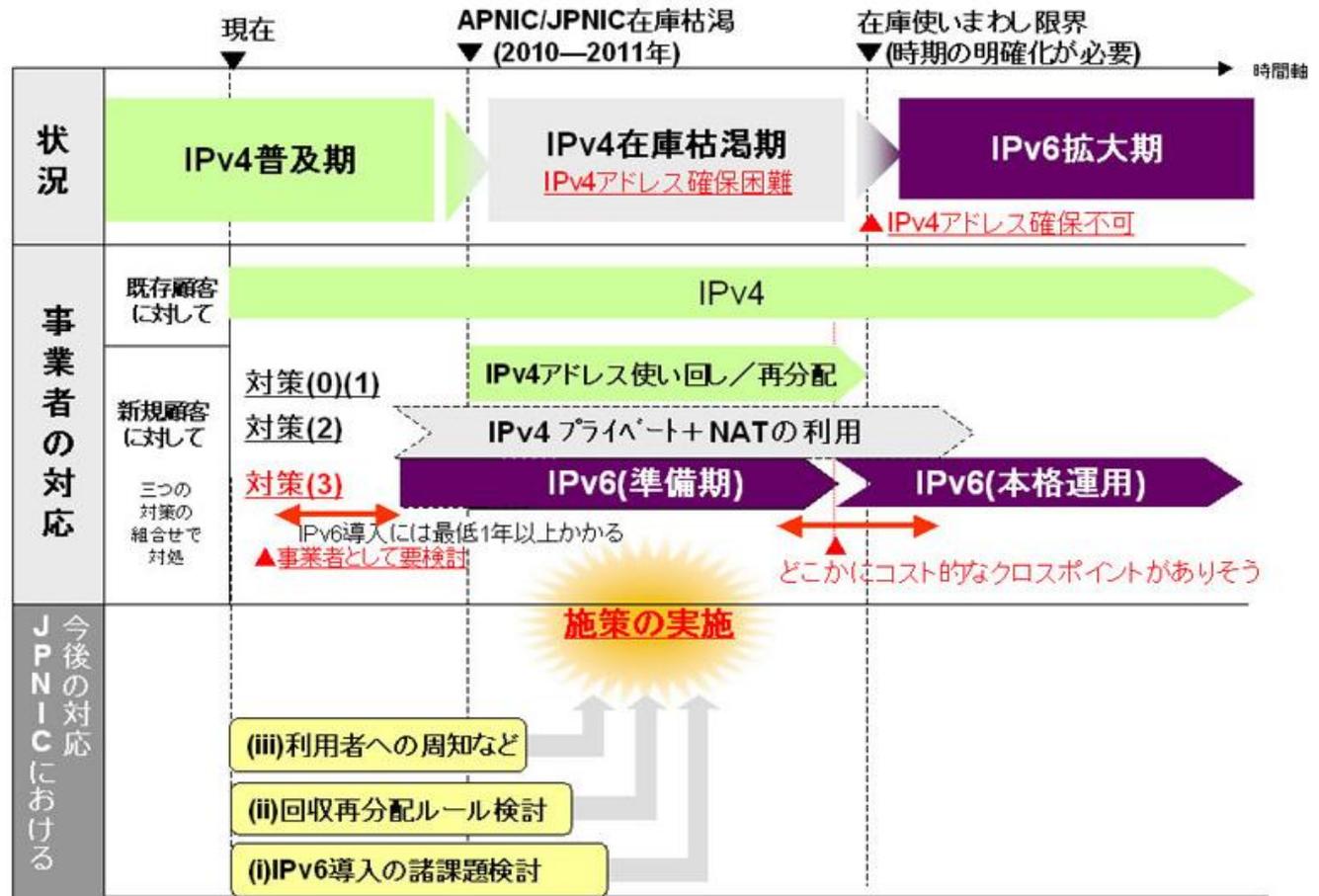
# IPv4とIPv6は互換性が無い



## インターネット上で相互通信が出来なくなる

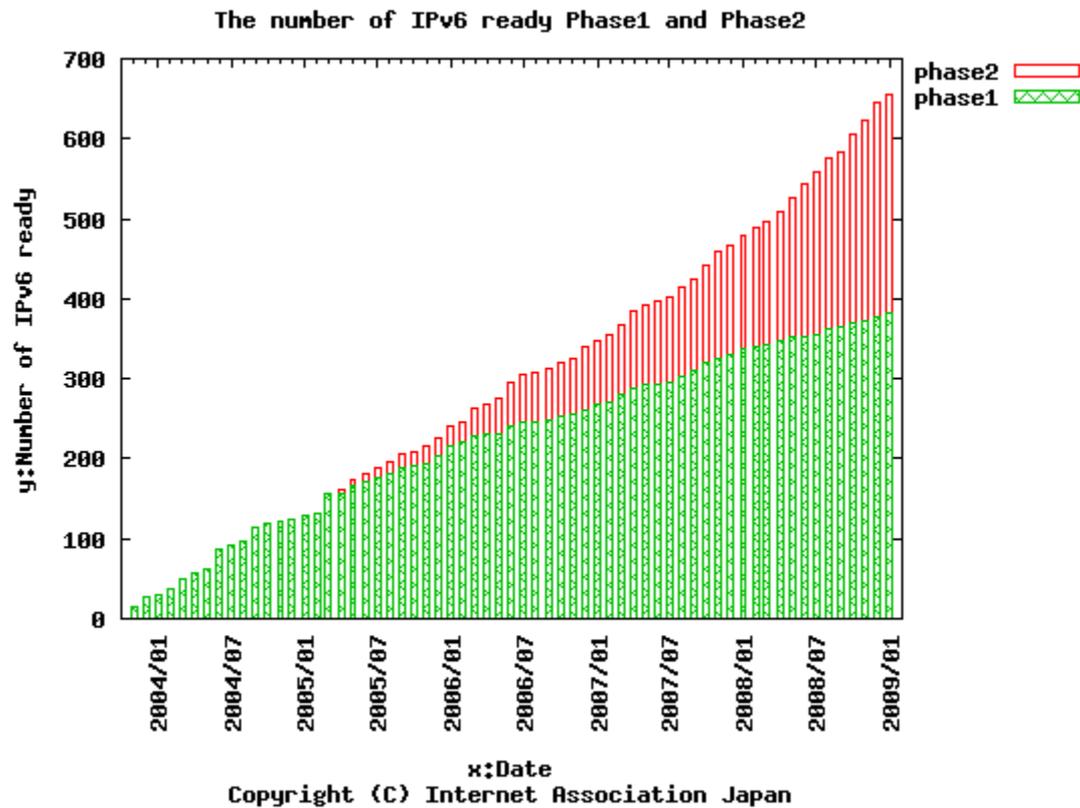
- 動的IPv6のみが割り当てられた一般ユーザからのIPv4 only Webアクセス不能
- IPv6 only の MTA とメール交換不能
- IPv6を割り当てられた拠点とのVPN構築不能

# 枯渇対応ロードマップ(JPNIC発表)



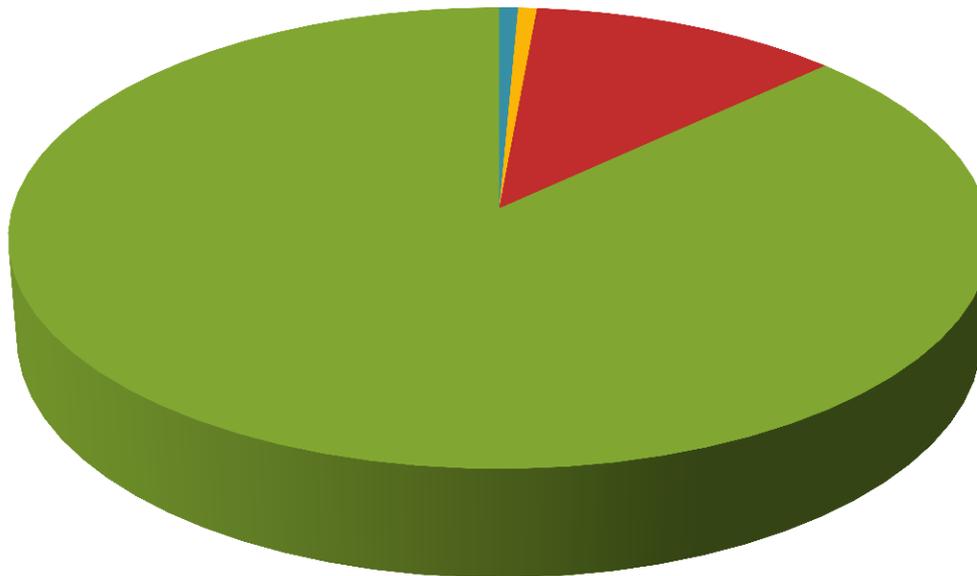
# IPv6 Ready Logo Program Phase I / Phase2 取得総登録機器数

- <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

## IPv6って何?

- IPv6の概要と現状

## Windowsで使うIPv6

- ビデオ作ってきました

## IPv6を使うための基礎知識

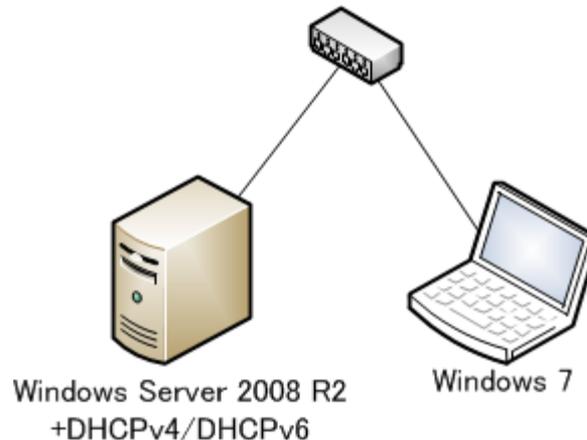
- 実践のためのIPv6基礎知識

# PnPでほら簡単

- IPv6の自動構成
  - IPv6対応機器を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の名前解決
- IPv6の ping
- IPv6の traceroute
- IPv6インターネットアクセス

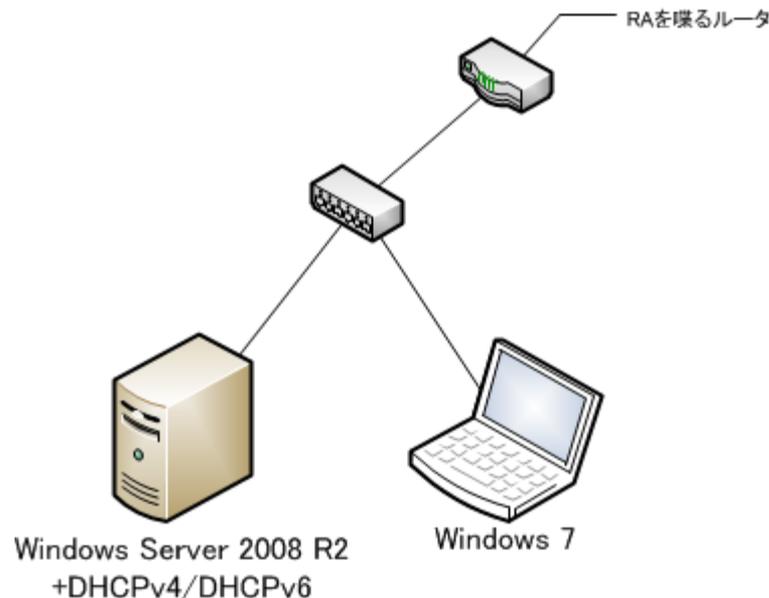
# IPv6初心者がよくやるミス

- Windows Server 2008 R2 の DHCPで IPv4とIPv6を設定したぞ
- Windows 7を接続したぞ
- これで IPv6 が... あれ?使えない?!



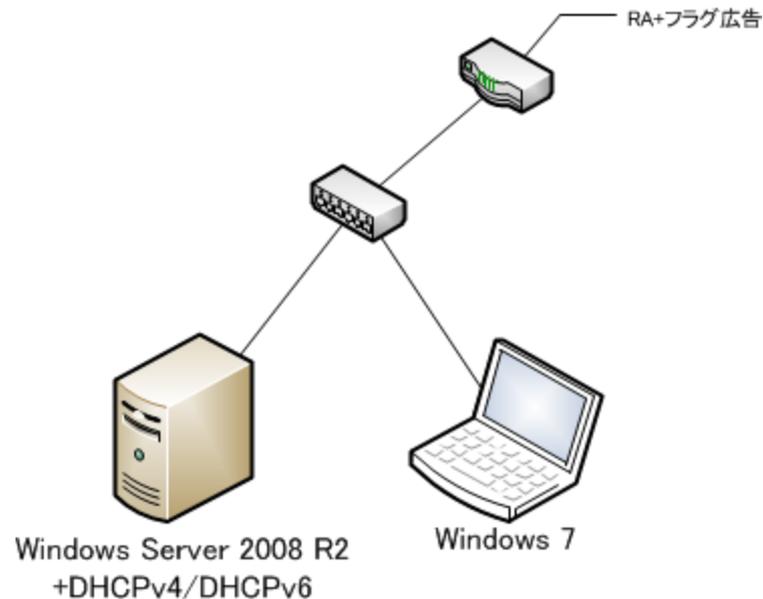
# IPv6自動構成にはRAが必要

- IPv6アドレスを自動構成させるにはRA(Router Advertisement)が必要
- RAは、通常ルータやL3-SW等のL3中継装置に喋らせる
- 矛盾が無ければ、複数のL3機器がRAをしゃべっても問題なし



# フラグコントロール

- DNSディスカバリーをDHCPv6にさせる場合はRA装置でM/Oフラグを広告させる



# 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

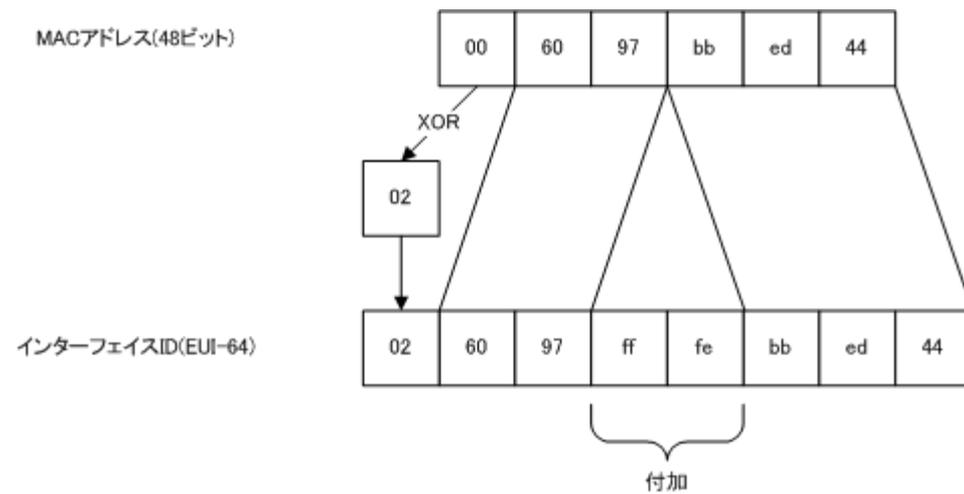
# DNSディスカバリー

- DNSディスカバリーはDHCPv6を使うのが現状の常套手段
- DHCPv6とリンク(セグメント)が違う場合はDHCPv6リレーをする
- RAでDHCPv6ディスカバリーさせる案もある

# IPv6アドレスの割当

手動設定		任意のアドレスを設定
自動構成	匿名アドレス	ランダムなアドレス割り当てられ 一定時間(24h)でアドレス更新される 動的アドレス ※サーバOSは静的アドレス
	EUI-64	MACアドレスから生成 (静的アドレス)

# EUI-64



# IPv6アドレスをEUI-64にする

- Windowsで、自動構成IPv6アドレスをEUI-64にするには netsh コマンドを使う
- netsh interface ipv6 set global randomizeidentifiers=disabled
- randomizeidentifiers は random と短縮可能

# サーバの動的IPv6アドレス設定

- サーバであっても自動構成IPv6アドレスで運用可能
- Windows Server 2008 / R2 は匿名アドレス構成でも静的アドレスになる
- RFCが気になるのならEUI-64

# サーバの静的IPv6アドレス設定

- 設定はIPv4と同様
- 自動構成アドレスが残っても良いのならデフォルトゲートウェイ/参照DNS設定はRAに任すことができる

インターネット プロトコル バージョン 6 (TCP/IPv6)のプロパティ

全般

ネットワークでこの機能がサポートされている場合は、IPv6 設定を自動的に取得することができます。サポートされていない場合は、ネットワーク管理者に適切な IPv6 設定を問い合わせてください。

IPv6 アドレスを自動的に取得する(O)

次の IPv6 アドレスを使う(S):

IPv6 アドレス(I):

サブネット プレフィックスの長さ(U):

デフォルト ゲートウェイ(D):

DNS サーバーのアドレスを自動的に取得する(B)

次の DNS サーバーのアドレスを使う(E):

優先 DNS サーバー(P):

代替 DNS サーバー(A):

終了時に設定を検証する(L)

詳細設定(V)...

OK キャンセル

# IPv6アドレスの自動構成停止

- 手動でIPv6アドレスを設定しても、RA環境だとIPv6アドレスも自動構成される
- 自動構成を停止するには
  - `netsh interface ipv6 set interface [インターフェイスID] routerdiscovery=disable`

## IPv6って何?

- IPv6の概要と現状

## Windowsで使うIPv6

- ビデオ作ってきました

## IPv6を使うための基礎知識

- 実践のためのIPv6基礎知識

# IPv6アドレス表現

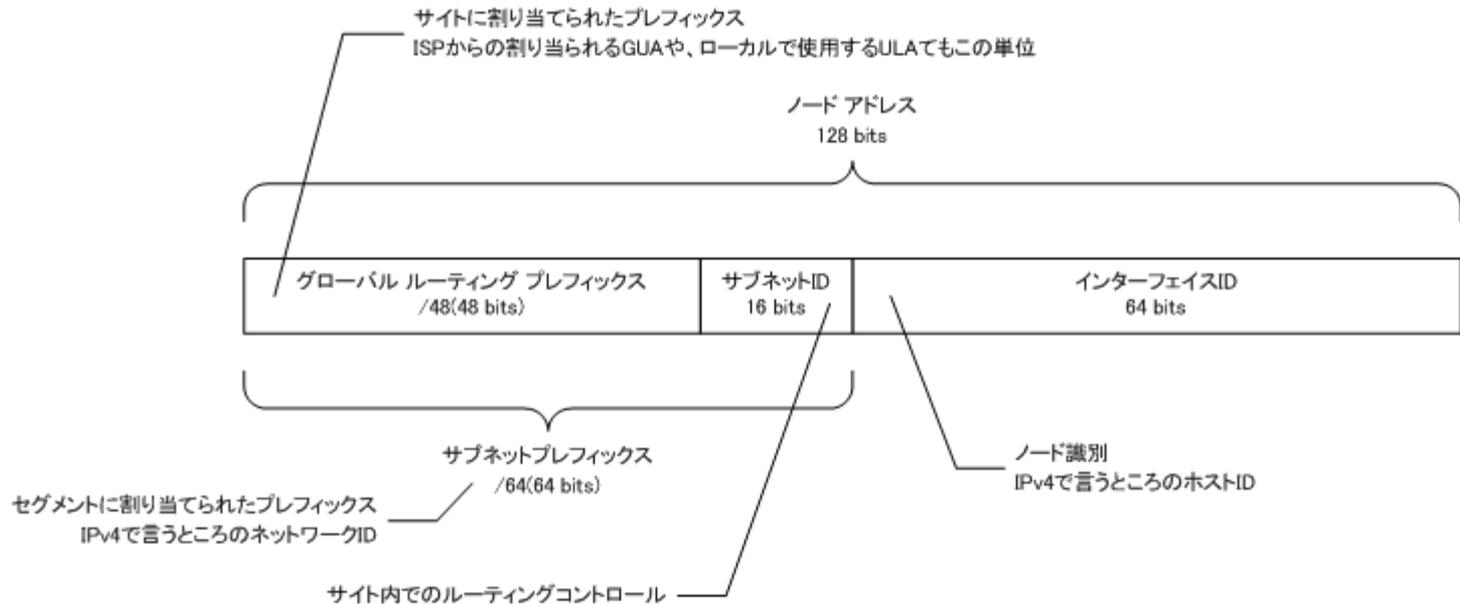
- IPv6のIPアドレス表現は2オクテットずつ8つに分解した16進数を「:」で区切って表現
  - fd00:0000:0000:0000:0000:0003:0002:0001
- 連続した0000を1ヶ所だけ「::」と省略可
  - fd00::0003:0002:0001
- 先頭の0は省略可
  - fd00::3:2:1
- IPv4のCIDRと同様なプレフィックス表現
  - fd00::/48

# アドレススペース

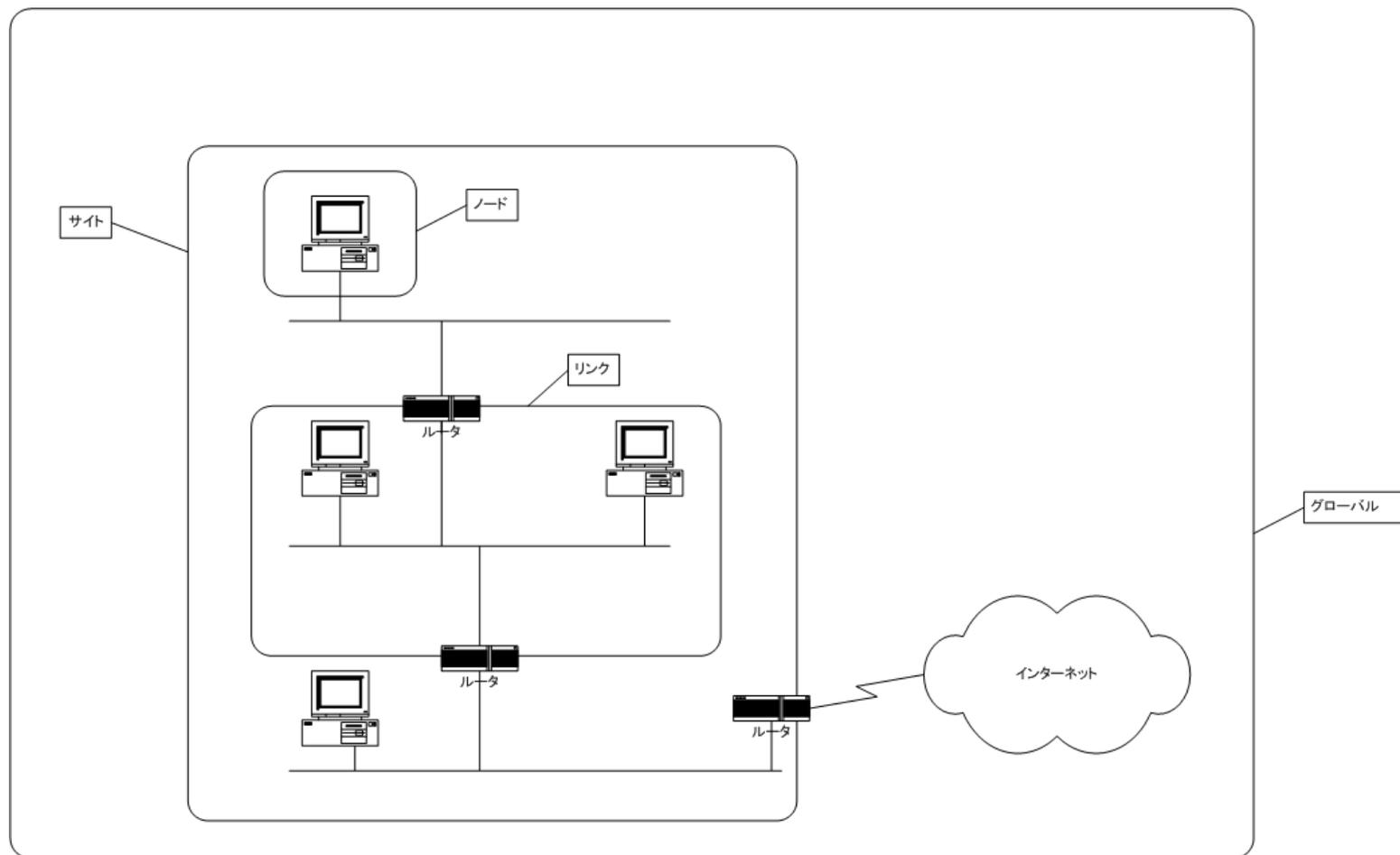
アドレス	用途
::	不定アドレス
::1	ループバック
2000::/3	GUA
2002:IPv4アドレス::/48	6to4
2001:db8::/32	ドキュメント用
fd00::/8	ULA(定義はfc00::/7)
fe80::/10	リンクローカル
ff00::/8	マルチキャスト
fec0::/10	サイトローカル(廃止)

# IPv6アドレスフォーマット

- RFC3587 IPv6 Global Unicast Address Format



# 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!!

# 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
- ISP変更に備えてLAN側はGUAとULAの両方を割り当てるのがオススメ
- 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
- ULA は 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

# 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

# IPv6アクセス回線

- 固定IPv6アドレス(/48)
  - ネイティブ
  - デュアルスタック
  - 6over4
- NGN
  - ネイティブ
  - トンネル

# 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(AD DS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(65,536セグメント)
- 設計手法はIPv4と同じ
  - 必要アドレス数をツリー構造で割当

# 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
  - RIPng(RIP new generation)
  - OSPFv3(OSPF version3)
  - Integrated IS-IS
  - EIGRP for IPv6
  - MP-BGP4(Multiprotocol-BGP4)
- デフォルトゲートウェイに fe80::1 を割り当てておくと手動設定時が楽

# 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)
- マルチキャスト(ff05::/16)とULA(fc00::/7)を外に出さない

# 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)
  - MLD(マルチキャスト)
  - /64が割り当てられる
- **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**

# まとめ(その1)

- 使用する IPv6 アドレス
  - IPv4/IPv6デュアルスタック
  - サイトは/48、セグメントは/64
  - NAT は使わない
  - ULA は `fd00::/8` を計算で求める

# まとめ(その2)

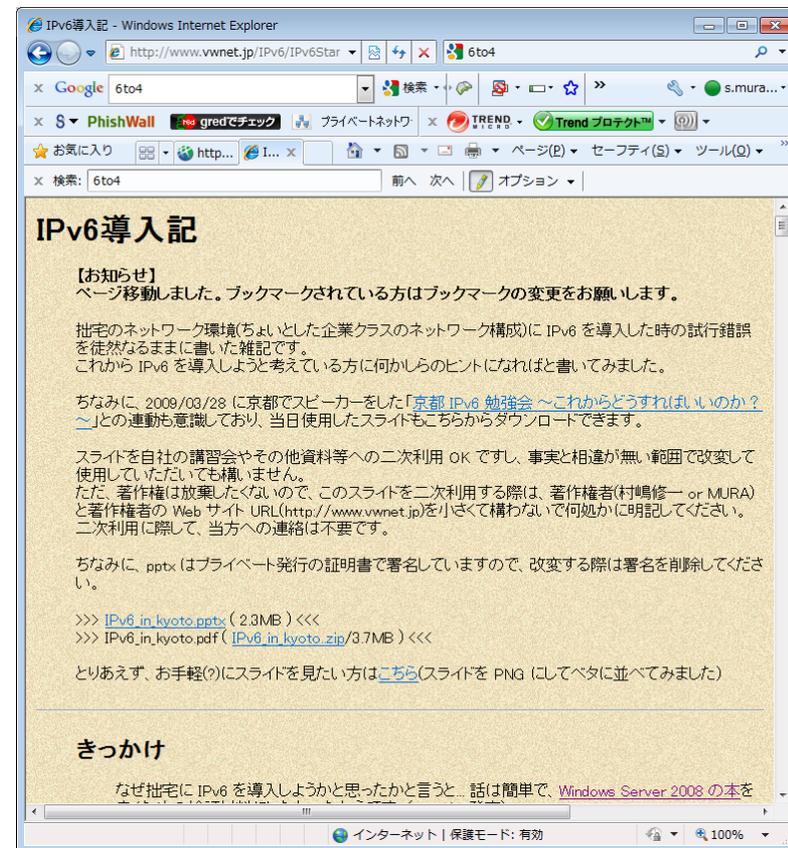
- IPv6アドレスの自動構成
  - IPv6 アドレスは RA で自動構成
  - Vista/7 の匿名アドレスは24時間更新
  - WS08/R2 は静的割り当て
  - DHCPv6 はステートレス
  - DNSディスカバリーはフラグコントロールが必要

# まとめ(その3)

- DNSディスカバリー
  - 現状の仕様では DHCPv6 リレーが必要
  - DHCPv6 リレーが難しい場合は、IPv4 DNS ディスカバリーで暫定回避
- 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お勧め
  - デフォルトゲートウェイに fe80::1/10 を割り当てておくと手動設定時が楽
- DMZ
  - 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で実装)

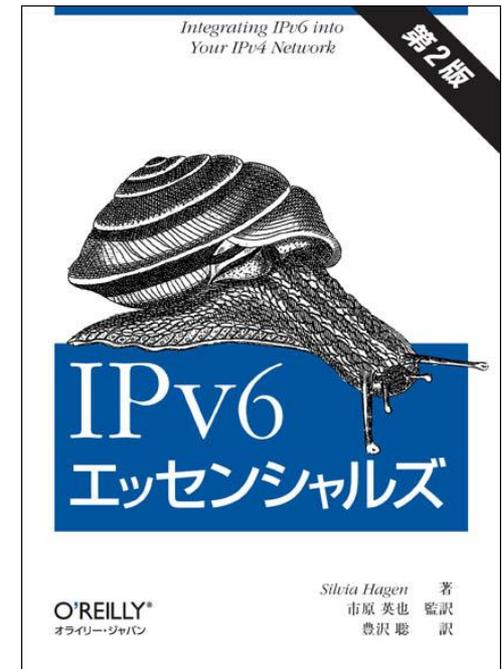
# おまけ(その1)

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



# 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)

- **WS08R2で名前解決ができないホストがある場合の対処**
  - Windows Server 2008 R2 で、  
www.microsoft.com や mixi.jp 等の一部のホストが名前解決できない事があります。
  - 厄介な事に、microsoft.com ドメインの全てが名前解決できないので、アクティベーションが出来なかったり、Windows Update ができなかったりと、かなり深刻な事態に陥ります。(2009/10/3現在)
- <http://www.vwnet.jp/Windows/WS08R2/EDNS0/EDNS0.htm>



# Q&A