

JANOG9イベント IPv6インストール大会

2002年1月24日

藤崎智宏 (NTT)、友近剛史 (NTT Com)

概要

- 会場の **Windows XP** をお持ちのみなさまと一緒に、XP に IPv6 をインストールし、アプリケーションを動かしてみるという企画
- JANOG9 会場は **IPv6 ready**
- XP をお持ちでないみなさまにはスクリーン上での解説で

<http://www.janog.gr.jp/meeting/janog9/abstract/event.html> より

進め方

- まず、少しだけプレゼン
 - IPv6技術の超概要
 - 知らないとこの先のデモの内容がわからない、という技術概要
 - WindowsXPのIPv6について概要
- 実践
 - インストールしてみよう
 - 基本コマンドをためしてみよう
 - ipv6コマンド、ping6、tracert6
 - Dancing KAMEを見よう
 - IPv6じゃないと倉木麻衣見れません
 - <http://contents.pr.v6pc.jp/>
 - アプリケーションを試してみよう

1. IPv6技術超概要

IPv6アドレス空間の広さ

- アドレス数は、IPv4の43億の三乗倍(約**340澗**(かん))。
(一・十・百・千・万・億・兆・京・垓・十・穰・溝・澗・正・載・極・恒河沙・阿僧祇・那由他・不可思議・無量大数)。
- **長さで1mm(v4)⇒銀河系の直径の84000倍(v6)。**
- 砂粒一個を一辺が0.1mmの立方体とすると、v4のアドレス空間は子供用バケツ1個(一辺16.25cmの立方体)中の砂の数 ⇒ v6のアドレス空間は**地球と月の距離の2倍弱**を辺とした立方体の中の砂粒の数※
- IPv6の全アドレスを、地球の表面積全体に一律にばら撒いたとすると、**1cm²あたり約6,700京(けい)個のアドレス**が存在するようになる

※「インターネットルーティング入門」(翔泳社)参照

IPv6アドレスの表記法

- 各値は16進数(0~F)で表記
 - $16=2^4$: 1個の数字あたり4ビットの情報
 - IPv6アドレスは128ビットなので、 $128/4=32$ 個の数字で表せられる
- 32個の(16進数の)数字を、4個ずつ8分割し“:”で区切る
 - “:”で区切られた1まとまりは16ビットずつとなる

(例) 2001:0218:0001:0002:0000:0000:0000:ABCD

- 頭の0は不要 (ただし少なくとも一つの数字は必要)

→ 2001:218:1:2:0:0:0:ABCD

- 0が連続する複数の16ビットのまとまりを2つの“:”で省略可

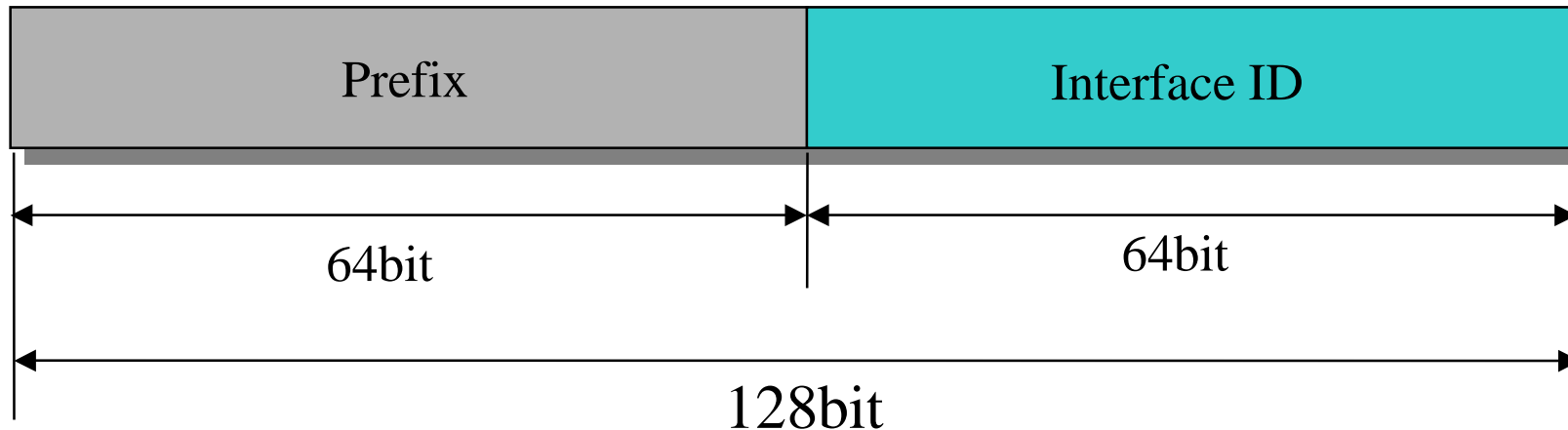
→ 2001:218:1:2::ABCD

- ただし“::”による省略は1アドレス中に一度だけ

IPv6アドレス

- 通常※のIPv6アドレスは、ネットワークを識別する**プレフィックス**と、ネットワーク上のホストを識別する**インタフェース ID**で構成される

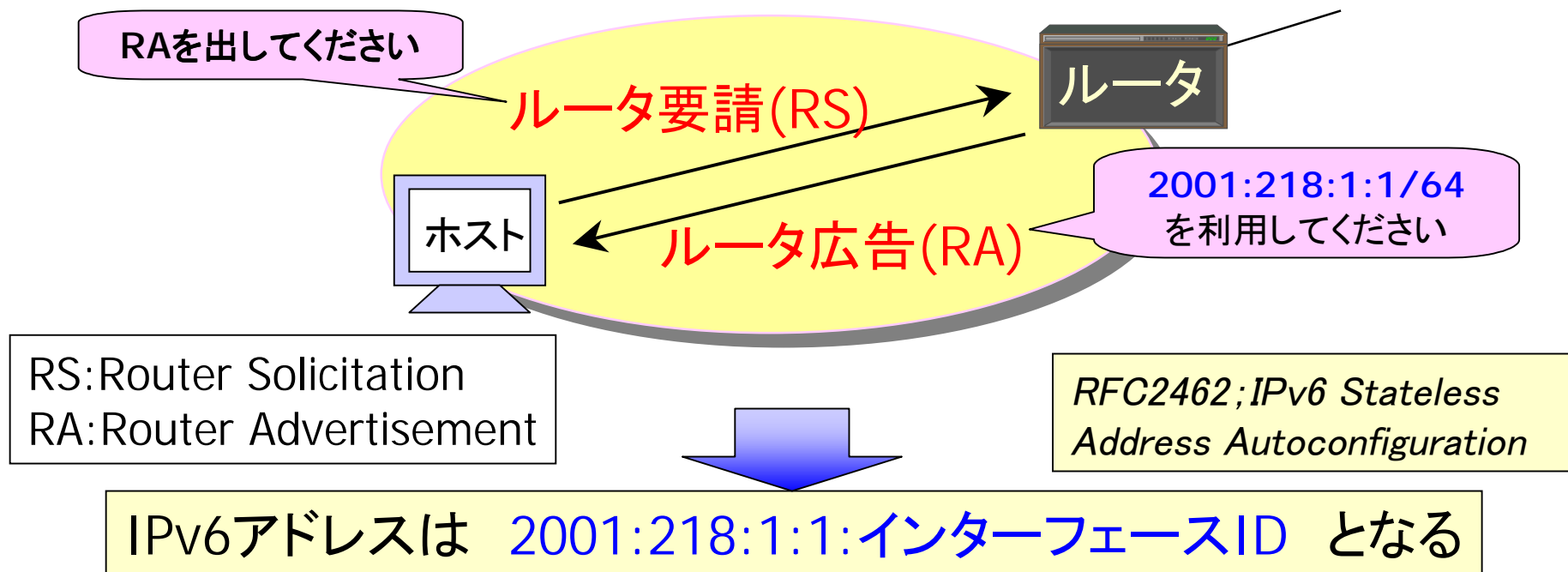
※例外はマルチキャストアドレス等



- プレフィックス (Prefix):
ネットワークを識別する (v4のネットワークアドレス部にあたる)
- インタフェース ID (インターフェース識別子):
ネットワーク上のホストを識別する (v4のホストアドレス部にあたる)

ステートレスアドレス自動設定

- プレフィックスはルータから通知される
- インタフェースIDはホストが自分自身で決定する
 - 自分のMACアドレスから自動的に生成する
- この2つを組み合わせて IPv6 アドレスを生成する



インターフェースID

- 64bit EUI-64 アドレスを利用
- 48bit MACアドレスより EUI-64 を生成
- 全ての NIC に世界中で一意的なアドレスを生成することが可能

Ethernet の場合の EUI-64 アドレス生成例

MACアドレス(48bit)

00	00	F8	06	52	01
----	----	----	----	----	----

U/L bit(7ビット目) 反転

FFFE 挿入

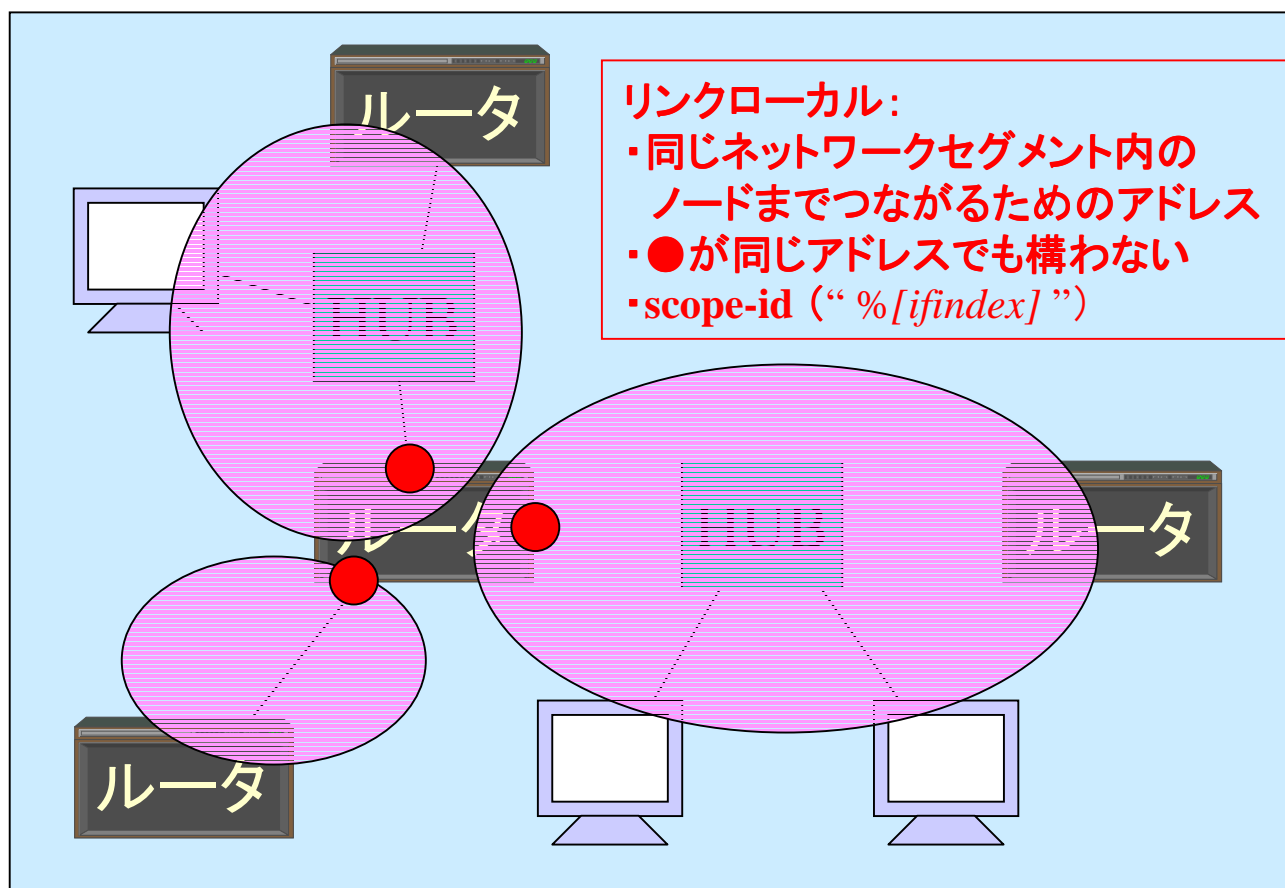
EUI-64アドレス(64bit)
(を、7bit目反転したアドレス)

02	00	F8	FF	FE	06	52	01
----	----	----	----	----	----	----	----

前ページと合わせてIPv6アドレスは
2001:218:1:1:200:f8ff:fe06:5201
となる (グローバルアドレス)

IPv6 リンクローカルアドレス

- 単一リンク専用のアドレスで、自動アドレス設定や近隣探索において使用
- 始点または終点のアドレスがリンクローカルアドレスである場合、ルータはそのパケットを転送することはない
- fe80::/10



2. *WindowsXP*のIPv6について概要

IPv6インストールの仕方

- ローカル管理者特権を持つユーザアカウントでログインし
- 「コマンド プロンプト」にて
- `ipv6 install`
 - IPv6のインストール
 - これだけ:-)
 - ※ IPv6を入れると商用サポートは得られなくなるので注意
 - ※ `ipv6 uninstall` すれば再度商用サポートが受けられる
- `ipv6 uninstall`
 - IPv6のアンインストール
- `ipv6 [-v] if [インタフェース番号]`
 - インタフェースについての状態の表示
 - ※ コントロールパネルの「ネットワークとインターネット接続」→「ネットワーク接続」のプロトコル一覧（「ローカルエリア接続」→「サポート」）には表示されないの
で注意

ipv6 ifの結果について

- **Interface 4以降: 物理インタフェース**
 - 作成される順に番号を割り当てられる(通常4になる)
 - **今日の主役**
- **Interface 3: 6to4トンネリング擬似インタフェース**
 - **6to4**:IPv4を介してIPv6間の通信を可能にするもの
 - 6to4リレールータ: 6to4.ipv6.microsoft.com をマイクロソフトが用意している
 - WindowsXPではこれをリレーホストとして使用し、何の設定もせずにdefaultでIPv6との通信ができる(はず)
 - IPv4アドレスをW.X.Y.Zとし、それぞれ10進数のW,X,Y,Zを16進数にするとWW,XX,YY,ZZとなるとすると、このインタフェースには **2002:WWXX:YYZZ::/48**を利用してアドレスをつける
- **Interface 2: 自動トンネリング擬似インタフェース**
 - **ISATAP** (IntraSite Automatic Tunnel Addressing Protocol)用
 - 次ページ
- **Interface 1:ループバック擬似インタフェース**
 - ::1 および FF80::1 をリンクローカルアドレスにもつ

ipv6 ifの結果について cont.

- Interface 2: 自動トンネリング擬似インタフェース

- ISATAP (IntraSite Automatic Tunnel Addressing Protocol)用
 - IPv4コネクティビティを利用するトンネリング技術
- IPv4アドレスをW.X.Y.Zとすると、このインタフェースIDとして `::0:5efe:W.X.Y.Z`を利用してアドレスをもつ
- RAがない状態でも `fe80::5efe:W.X.Y.Z` が付く(リンクローカル)
 - グローバルに通信するためには `ipv6 rlu` コマンドでRSを出す
 - `ipv6 rlu 2 [ISATAPルータのv4アドレス]`

```
C:¥Documents and Settings¥tomochi>ipv6 rlu 2 [ ISATAPルータv4アドレス]
```

```
C:¥Documents and Settings¥tomochi>ipv6 if 2
```

```
Interface 2: Automatic Tunneling Pseudo-Interface
```

```
does not use Neighbor Discovery
```

```
uses Router Discovery
```

```
router link-layer address: [ ISATAPルータv4アドレス]
```

```
EUI-64 embedded IPv4 address: [ W.X.Y.Z(自分のv4アドレス)]
```

```
preferred global 2001:218:1:1:0:5efe:W.X.Y.Z, life 29d23h58m13s/6d23h58m13s (public)
```

```
preferred link-local fe80::5efe:W.X.Y.Z, life infinite
```

```
preferred global ::W.X.Y.Z, life infinite
```

```
link MTU 1280 (true link MTU 65515)
```

```
current hop limit 64
```

```
reachable time 18000ms (base 30000ms)
```

```
retransmission interval 1000ms
```

```
DAD transmits 0
```

ipv6 ifの結果について cont.

- 物理インタフェースについて注目

C:\Documents and Settings\tomochi>ipv6 if 4

Interface 4: Ethernet: ローカル エリア接続

uses Neighbor Discovery

uses Router Discovery

link-layer address: 08-00-46-07-6b-20

preferred global 2001:218:1:1:5447:5ccc:3400:d23e, life infinite (anonymous)

preferred global 2001:218:1:1:a00:46ff:fe07:6b20, life infinite (public)

preferred link-local fe80::a00:46ff:fe07:6b20, life infinite

multicast interface-local ff01::1, 1 refs, not reportable

multicast link-local ff02::1, 1 refs, not reportable

multicast link-local ff02::1:ff07:6b20, 2 refs, last reporter

multicast link-local ff02::1:ff00:d23e, 1 refs, last reporter

link MTU 1500 (true link MTU 1500)

current hop limit 64

reachable time 32000ms (base 30000ms)

retransmission interval 1000ms

DAD transmits 1

anonymousアドレス

RFC3041 Privacy Extensions for Stateless Address
Autoconfiguration in IPv6 より

デフォルト、UseAnonymousAddresses yes
(ipv6 gp コマンドで見れる) 変更するなら、
ipv6 gpu UseAnonymousAddresses no

EUI-64アドレスベース

link-layer address: 08-00-46-07-6b-20

EUI-64アドレス 08-00-46-ff-fe-07-6b-20

7bit目反転 0a-00-46-ff-fe-07-6b-20

ipv6 aduコマンド

- `ipv6 adu ifindex/address`
`[life validlifetime[/preflifetime]] [anycast] [unicast]`
 - インタフェースへの手動でのアドレスの追加、または削除
 - ユニキャストあるいはエニーキャスト
 - 指定しない場合、デフォルトでユニキャストが選択
 - lifetime(有効期間)は秒数
 - 指定されない場合は無期限
 - 0とした場合はアドレス削除。
 - エニーキャスト アドレスでは、有効な有効期間値はゼロと無期限だけ
- `ipv6 adu 4/fec0::1`
 - インターフェイス 4 にあるサイト固有のローカル ユニキャスト アドレス `fec0::260:8ff:fe52:f9d8` に無期限の有効期間を設定する
 - 「`ipv6 if 4`」にて「`preferred site-local fec0::1, life infinite (manual)`」と表示される
- `ipv6 adu 4/fec0::1 life 0`
 - でアドレス削除

注意:設定変更には恒久性はなく、コンピュータまたは IPv6 プロトコルを再始動すると失われる。

設定変更を保存するには、コンピュータおよび IPv6 プロトコルの再始動後に実行できるコマンド スクリプト ファイル (.cmd) にコマンドラインとして記述する。コンピュータの再起動後に設定変更を自動実行するには、起動時にその .cmd ファイルを実行

ipv6 ifc/ifd/ifcr コマンド

- `ipv6 ifc IfIndex { [forwards] | [-forwards] } { [advertises] | [-advertises] } [mtu #Bytes] [site SiteIdentifier]`
 - インタフェース属性を制御する
- `ipv6 ifc 4 forwards advertises`
 - インターフェイス 4でフォワーディングとRAをする
- `ipv6 ifd IfIndex`
 - インタフェースを削除する
- `ipv6 ifd 4`
 - インタフェース4を削除
- `ipv6 ifcr v6v4 V4src V4Dst [nd] [pmlid]`
 - Create IPv6 over IPv4 tunnel interface
 - XPをv6 over v4トンネル装置にするためには
 - `ipv6 ifcr`
 - `ipv6 adu` (LANインタフェースに)
 - `ipv6 ifc [LANインタフェース] forwards advertises`
 - `ipv6 rtu` (デフォルトを上に向ける)

ipv6 rt/rtu コマンド

- **ipv6 [-v] rt**
 - ルーティングテーブルの表示
- **ipv6 rtu Prefix IfIndex[/Address] [life Valid[/Preferred]] [preference P] [publish] [age] [spl SitePrefixLength]**
 - ルーティングテーブルへの追加、削除
 - Lifetime0で削除
- **ipv6 rtu fec0:0:0:1::/64 4**
 - インタフェース4にfec0:0:0:1::/64用のルーティングテーブルを追加
 - 「ipv6 rt」にて、
「fec0:0:0:1::/64 -> 4 pref 0 life infinite (manual)」
と表示される
- **ipv6 rtu fec0:0:0:1::/64 4 life 0**
 - で削除

IPv6ルーティングにする場合は、ipv6 ifc コマンドと、ipv6 rtuコマンドで設定する

その他 ipv6 コマンド

- **ipv6 nc** [*IfIndex* [*Address*]]
 - neighbor cache の表示
- **ipv6 ncf** [*IfIndex* [*Address*]]
 - neighbor cache エントリーの削除
- **ipv6 rc** [*IfIndex* [*Address*]]
 - route cache の表示
- **ipv6 rcf** [*IfIndex* [*Address*]]
 - route cache エントリーの削除
- **ipv6 gp**
 - global parameters の表示
- **ipv6 gpu** [**Global Parameter**] [*Value*(*Time*,*Number*など)]
 - global parameter の設定

その他

- コマンド

- ping6

- リンクローカル(fe80::/10)の場合、scope-idを指定する

- ping6 fe80::1234:5678:cafe:acca%4

- tracert6

- アプリケーション

- Internet Explorer

- URLにIPv6アドレスをリテラル形式([]で囲まれた形式:RFC2732)で指定することはできない

- DNSでAAAAレコードに登録する、または

- C:¥WINDOWS¥system32¥drivers¥etc¥hostsで記述する

- » 2001:218::80 nttcom と書いて、<http://nttcom/> とする

- » 注:ただし、hostsファイルにはscope-id (“ %[ifindex] ”)が指定できないため、複数インタフェースがあるPCからhostsファイルを使ってリンクローカルアドレスを指定する場合は、ipv6 rtu fe80::/10 4 などとスタティックルートを書く必要がある

- FTP クライアント、Telnetクライアント

- 注:WindowsXPはDNSリゾルバはv6に対応していない(v4が必要)

- nameproxyを使えばv6 onlyで大丈夫 <http://www.lin6.net>

その他 cont.

- v6でアクセスしていることがわかるサイト
 - <http://www.kame.net/>
 - <http://www.v6.ntt.net/>
 - <http://www.medias.jp/>
 - <http://contents.pr.v6pc.jp/>
 - 倉木 麻衣、小池 栄子、松田 純
 - 今のところのv6キラーコンテンツ :-)
 - トラフィックもかなり出ている

最後に

- 参考
 - IPv6ジャーナルWinter 2001
 - p44-p48「Windows XPのIPv6機能」
 - <http://www.microsoft.com/japan/windowsxp/pro/techinfo/administration/ipv6/default.asp>
 - 「Windows XP IPv6 プロトコルに関する FAQ」
 - http://www.microsoft.com/technet/treeview/default.asp?url=/technet/prodtechnol/winxppro/proddocs/sag_IP_v6_add_Utils.asp
 - 「IPv6 utilities」
- 今やIPv6は簡単に使えて、しかも十分楽しめる！！