

第2回 IPv6セミナー
「IPv6の技術解説 –応用編-」

2002年11月18日

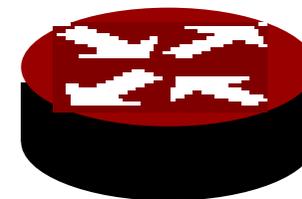
株式会社インターネット総合研究所
水嶋 友昭
sasami@iri.co.jp

- IPv4ネットワークとIPv6ネットワーク
- IP Address利用計画
- ネットワーク構成
- サーバ構成
- IPv6ネットワーク運用
- 移行のための問題点
- まとめ

IPv4ネットワークとIPv6ネットワーク

- 移行を行うために必要なことは何か？
- IP のプロトコル変更により必要となるサービスのな変更は何か？
- どのタイミングでどのように移行すればよいのか？
- IPv4 は使えなくなってしまうのか？
- 現在のサービス

移行による影響



アプリケーション層	メール SMTP	WWW HTTP	アプリケーション	ルータ制御 アプリケーション
トランスポート層	TCP	UDP	オペレーティング システム	ルータ制御 OS
インターネット層	IP			経路制御部
ネットワーク インタフェース層	イーサ ネット	ATM	ネットワーク インタフェース	ネットワーク インタフェース

IPを用いるすべての部分に変更が必要！

- アプリケーション
 - IPv6 のアドレス表記の入出力
 - TCP/IP とのアプリケーションインタフェース部分
- オペレーティングシステム
 - IPv6 のアドレス表記の理解
 - IPv6 固有の機能の実装
 - インタフェースドライバの IPv6 対応
- ルータ
 - IPv6 の経路情報の管理

- インターネットの基幹サービスはDNS
 - DNS はドメイン名と IP アドレスの変換を行う
 - DNS の正引き(ドメイン名→IP アドレス)に対して IPv6 の情報を登録(AAAA レコード)
 - DNS の逆引き(IP アドレス→ドメイン名)のためのドメイン空間(ip6.arpa)を作成
- DNS の実装である BIND はIPv6対応済み

- あるタイミングでインターネット上のすべてのネットワークを IPv4 から IPv6 へ一斉に置き換えることはできない
- ネットワーク単位で移行を進める
- ネットワークの中でも IPv4 と IPv6 を少しずつ置き換えていく
- いずれ全てが IPv6 の世界に移行する

IP Address利用計画

- IPv4の場合
 - DHCPによる動的割り当て
 - 静的割り当て
- IPv6の場合
 - RA(Router Advertise)による割り当て

Network Address(Prefix /64)+ Mac Address(64bit)

- DHCPv6による割り当て
- 静的割り当て

- Prefixの自動割り当て機能
 - RAはSite Localでしか使用することができない
 - RAの機能を使用するためにはPrefixが必要
 - 静的割り当て
 - 動的割り当て → PD
- ネットワークの自動登録
- RAとPDを使用して、IPv6 Addressの動的割り当てを実現

- IGP系
 - Static
 - RIPng
 - OSPFv3
 - IS-IS
- EGP系
 - BGP4+

- ホストの経路制御
 - 静的経路制御 (Default route)
- IPv4の場合
 - 静的設定
 - DHCPによる自動設定
- IPv6の場合
 - 静的設定
 - RAによる自動設定
 - DHCPv6による自動設定

ネットワーク構成

- シングルスタック
 - IPv6もしくは、IPv4のみでNetworkを構築
- デュアルスタック
 - IPv6とIPv4を共存させてNetworkを構築

- デュアルスタック
 - IPv4 と IPv6 の両方のプロトコルスタックを同時に扱う
- トンネリング
 - IPv6プロトコルをIPv4データグラムとして送出することで、IPv4ネットワークの中を転送
- トランスレータ
 - IPv4パケットとIPv6パケットを相互に変換

- IPv4 と IPv6 の両方を扱えるホスト、ルータが可能
- ネットワーク内で IPv4 と IPv6 を共存
- 徐々に全体を IPv6 へと移行させていく



- IPv4 の世界で IPv6 ネットワークが通信をするためには？

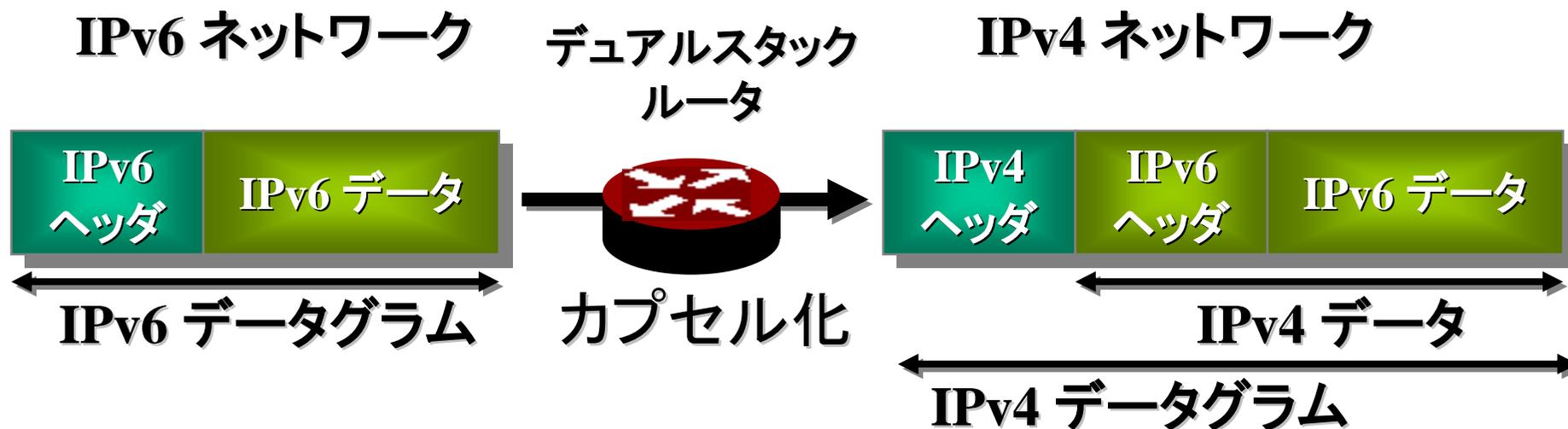
IPv6 over IPv4 トンネリング



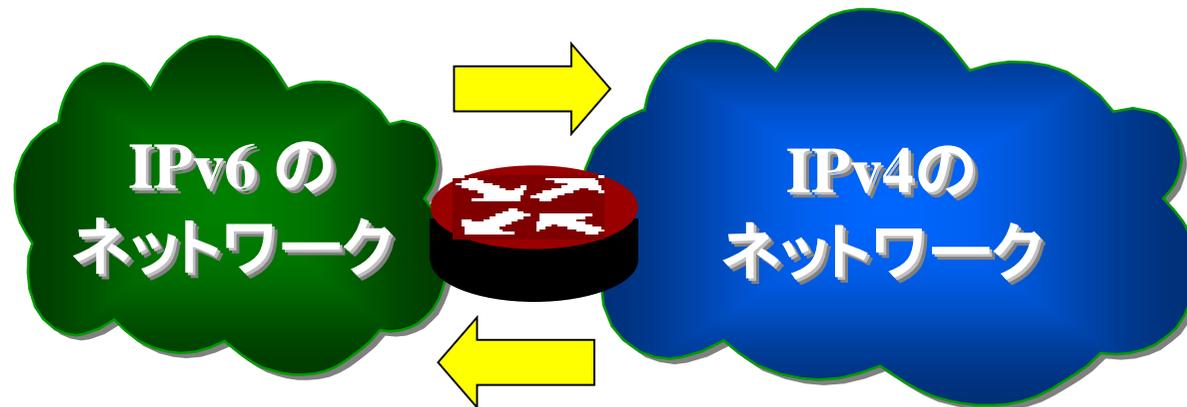
トンネリング(2)



- 異なるプロトコルパケットを、通信経路のプロトコルでカプセル化して相手ネットワークまで転送する技術



- IPv4パケットとIPv6パケットをトランスレータ機能により相互に変換
 - IP層で変換 (NAT-PT)
 - トランスポート層で変換 (FAITH)
 - アプリケーション層で変換 (SOCKS64)



サーバ構成

サーバ構築のために必要なこと



- OSがIPv6に対応している
- Server ApplicationがIPv6に対応している

- Server系OSではほとんどのOSで対応済み

- BSD系OS
 - FreeBSD
 - NetBSD 等
- Linux系OS
- System V系OS
 - Solaris
 - HPUX 等

- Client系OSのほとんどで対応済み

- Windows
 - XP
- Macintosh
 - MacOS X 10.2

- 基本的なServiceのためのプロトコルで対応済み
- 実際の環境の中で使用するには問題はない

– DNS	bind9
– MTA	Sendmail
	Postfix
– POP	Qpopper(Patchで対応)
– HTTP	Apache2

サーバ(サンプル)



```
> netstat -a
```

```
Active Internet connections (including servers)
```

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	(state)
tcp4	0	0	hogehoge.pop3	knoc43.2553	TIME_WAIT
tcp6	0	0	hogehoge.pop3	knoc72.2554	TIME
tcp4	0	20	hogehoge.ssh	snoc169.1073	ESTABLISHED
tcp6	0	0	hogehoge.1507	ujauja.ssh	ESTABLISHED
tcp4	0	0	hogehoge.ssh	snoc169.1035	ESTABLISHED
tcp6	0	0	localhost.smtp	localhost.3181	TIME_WAIT
tcp4	0	0	*.submission	*.*	LISTEN
tcp46	0	0	*.smtp	*.*	LISTEN
tcp4	0	0	*.smtp	*.*	LISTEN
tcp4	0	0	*.ssh	*.*	LISTEN
tcp46	0	0	*.ssh	*.*	LISTEN
tcp4	0	0	*.canna	*.*	LISTEN
tcp6	0	0	*.pop3	*.*	LISTEN
tcp4	0	0	*.pop3	*.*	LISTEN
udp4	0	0	localhost.ntp	*.*	
udp4	0	0	hogehoge.ntp	*.*	
udp4	0	0	*.ntp	*.*	
udp4	0	0	*.syslog	*.*	
udp6	0	0	*.syslog	*.*	

IPv6ネットワーク運用

- IPv4とIPv6の違いはIP Addressの表記だけ
- 基本的には大きく異なることはない
 - 単にIP Addressの表記形式が変わっただけ
- デュアルスタック環境下では、障害時にはIPv6で障害が発生しているのか、IPv4で障害が発生しているかを切り分ける必要がある

- デュアルスタックの場合、ApplicationがIPv4、IPv6のどちらを使用するのか？
 - 基本的に、
IPv6→IPv4
である。
 - IPv6での接続が可能であれば(IPv6が設定されていれば)、IPv6での接続を試みる。

- ping6
pingのIPv6版。到達監視に使用。
- traceroute6
tracerouteのIPv6版。経路監視に使用
- telnet6
telnetのIPv6版。サービス稼動監視に使用
- syslog
SyslogのIPv6対応版。
- SNMPv3
ネットワーク機器のIPv6の状態をモニタするための機能を追加したSNMP

移行のための問題点

IPv4 は使えなくなるのか？



- IPv4 は徐々に IPv6 で置き換えられていくと考えられるが、IPv4 が使えなくなるわけではない
- インターネットの基幹が IPv6 に置き換えられてもトンネリングなどを用いて通信することは可能
- IPv6 への移行はいずれ必ず行われる。IPv4 に特化しないサービス・ネットワーク運用を視野に入れておく必要はある

- ネットワーク機器の問題

使用するネットワーク機器がIPv6に対応している必要がある。

- OSの問題

OSでIPv6に対応している必要がある。

UNIX系

BSD系OS (FreeBSD、NetBSD等)

Linux系OS

System V系OS (Solaris等)

Windows

XPのみ

Macintosh

MacOS X10.2

- Applicationの問題

Applicationで対応している必要がある。

- Client系Applicationの対応が遅れている

例1 Windows系の場合

ブラウザ Internet Explorer

Mail Reader Winbiff(Orange Soft)

Streme Media Player(2002年12月予定)

例2 MacOS Xの場合

対応Applicationはなし。

- 問題点

TCP層までのIPv6環境が整っても、使うアプリケーションがない。

→ 結局、IPv4でしか使われない。

- IPv6の環境では名前解決は必須

IP Addressが128bit(表記上では最大32文字)であるため、IPv6 Addressを記憶することは不可能。必ずDNSを使用して、名前解決を行う必要がある。

- 問題点

リゾルバがIPv6に対応していない。

- IPv4経由でIPv6の名前解決を行う。
- IPv6 シングルスタック環境では構築できない。

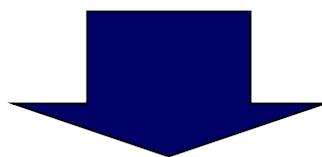
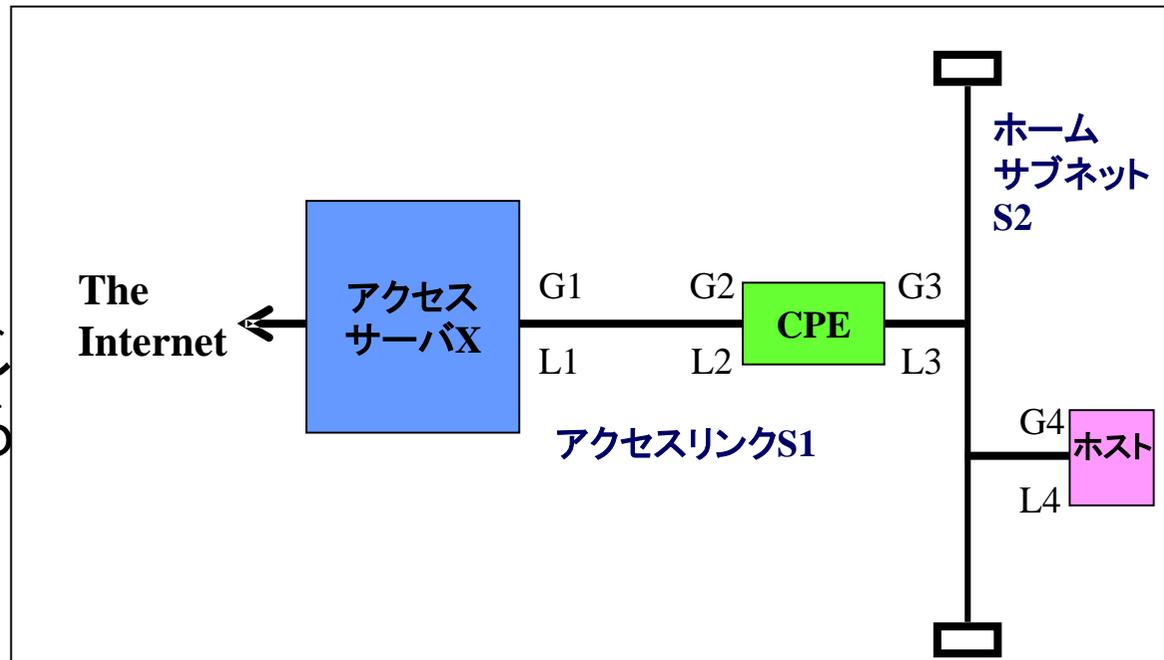
- 現在のIPv6へ移行は実験ベースである。
 - IPv6 Only Serviceがない。
 - 技術習得が主要な目的
- いつIPv6の世界が来るのかはわからない。来年かもしれないし、来ないかもしれない。
 - IPv6 Only Serviceが立ち上がれば移行する可能性あり
 - 例えば、Net Game(FFXI等)をIPv6 Onlyにする
- IPv6の準備は必要か？
 - IPv6の時代がきてからの対応では遅すぎる。

IPv6現在の課題(参考)

- ユーザ側にアドレス1つしか考えなくて良い場合と、サブネットがユーザ宅側にある場合では、ISPの運用コストが違う
 - 「ユーザ側が、1台のときと複数台のときをISP側から区別しないようにする」ことが求められている
 - アドレスだけでなく、DNSやSMTPやPOPサーバの位置などもクライアントサイドに通知できるようにしないと、「真の」プラグ・アンド・プレイが完結しない
- 現在、DNSディスカバリの方式などと組み合わせて様々な方式が提案されている。

CPEをMSRにする

- S1とS2は同じサブネット
- G1,G2,G3,G4が全て同じサブネット(/64)に所属することになる。



S1をただのリンクとして扱いさえすればよく、ルータはただRA(Router Advertisement)を流してやればよい。あとは、勝手に普通のIPv6サブネットとして動く。

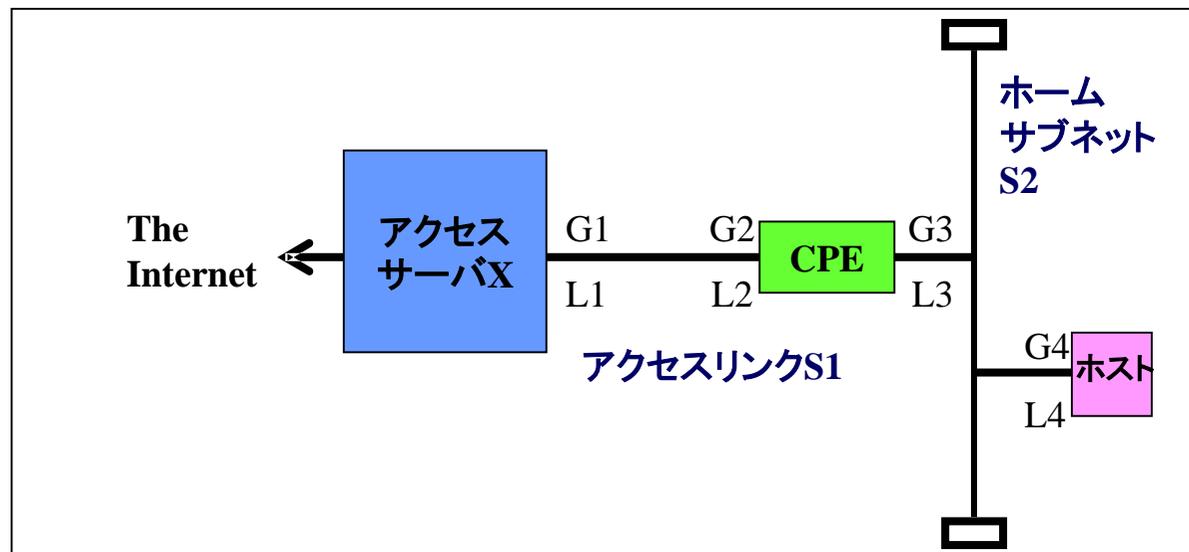
- 実装が全然ない。
- 動作が複雑。
- RAを使うので、プレフィックスとして/64しか配れない。

アップリンクをリンクローカルオンリーにする方法



S1にはG1やG2というアドレスを振らない。

—すなわちIPv4で言うところのun-numbered-link。



○CPEは普通のルータでよい。

○どのプレフィックスを使ってよいか、ということがCPEに伝わらなければならない

—通知方法についての議論あり。

○ホットスポットサービスに対する対応必要

- プラグアンドプレイでネットワークに新たに参加するためには・・・

DNSサーバを自動的に見つけられるようにしなければならない。

⇒DNSサーバ探索機能は不可欠

◎IPv6では、特定のサーバに依存しない仕組みを開発しつつある。

參考資料

- RFC2373: IPv6 Addressing Architecture
- RFC2374: An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format
- RFC2401: Security Architecture for the Internet Protocol
- RFC2460: IPv6 Specification
- RFC2461: Neighbor Discovery for IPv6
- RFC2462: IPv6 Stateless Address Autoconfiguration
- RFC2463: ICMPv6 for IPv6

参考URL



IPv6普及・高度化推進協議会

<http://www.v6pc.jp>

WIDE project (IPv6)

<http://www.wide.ad.jp/wg/ipv6/index.html>

日本ネットワークインフォメーションセンター

<http://www.nic.ad.jp>

IETF (Internet Engineering Task Force)

<http://www.ietf.org/>

IETF IPng working group

<http://playground.sun.com/pub/ipng/html/ipng-main.html>

6bone

<http://www.6bone.net/>

6bone-jp

<http://www.v6.sfc.wide.ad.jp/>

IANA

<http://www.iana.org/>

ICANN

<http://www.icann.org/>

APNIC

<http://www.apnic.net/>

JPNIC

<http://www.nic.ad.jp/>