



## IPv6～ISP的運用

---

2001/12/7

猪俣彰浩

IPv6オペレーション研究会 Chair

富士通株式会社



## 今回の発表

---

- ISPがIPv6対応する際の構成をモデル的に整理
- IPv6オペレーション研究会での検討を元に構成
- IPv6オペレーション研究会
  - IPv6に関する情報共有とIPv6を運用面から検討するために開催
  - ISP運用者、機器ベンダ技術者などの有志を中心に構成



## 発表次第

---

内容	分		
はじめに	10分	猪俣	富士通
バックボーン編	80分	向井	パワードコム
休み	10分		
ユーザ収容編	80分	猪俣	富士通

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>



## ISPのネットワーク

---

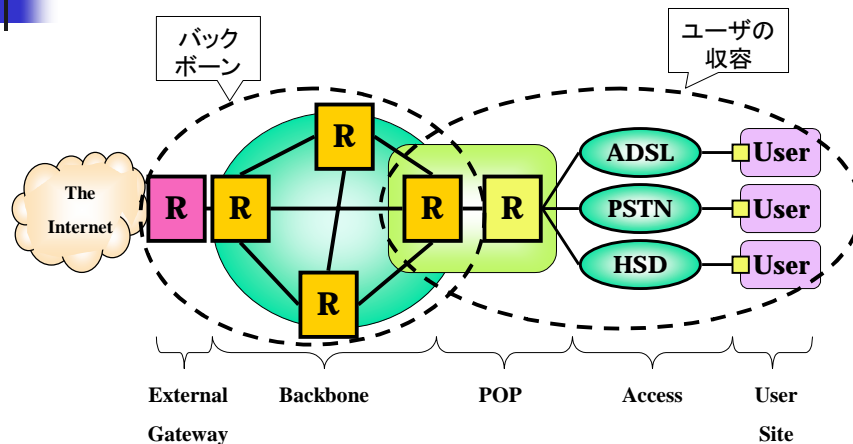
## ISPのIPv6対応

- IPv6バックボーンの構築
  - IPv6インターネット(他ISP)との相互接続、経路交換
  - 自網内通信のIPv6対応
- ユーザサイトのIPv6対応
  - IPv6のインターネットへの接続性の提供
  - ユーザ内ネットワークのIPv6対応へのサポート

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## ISPを構成する要素



2001/12/7

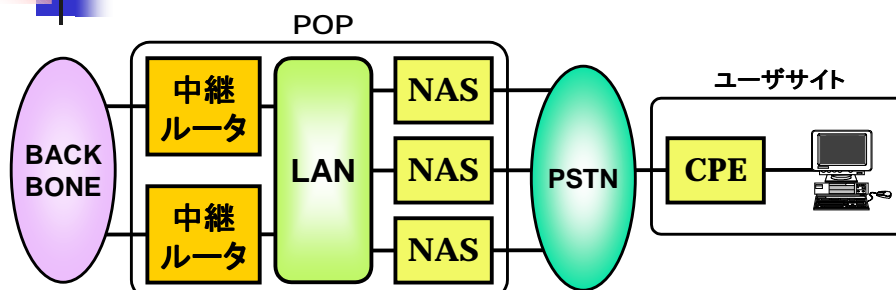
Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## IPv6～ISP的運用 ユーザ收容編

### POP(Point of Presence)の役割

- バックボーンと相互接続
  - 通信をバックボーン(インターネット)に中継
  - POP内の経路情報をバックボーンに伝達
- ユーザサイトを接続收容
  - ユーザ管理
    - 接続許可、接続時間、利用状況
  - ユーザに対する情報の伝達
    - 利用アドレス、DNS
  - 多様な收容インターフェイス
    - ADSL, Dialup, HSD, etc.

## POP-ユーザサイト間の構成



- 中継ルータ: 通信をバックボーンに対して中継
  - ユーザの経路情報をバックボーンのルーティングプロトコルに経路情報を変換(再配)
- NAS(Network Access Server): ユーザの物理/論理収容を行う
  - 認証、アドレスの割当、DNSの伝達、etc.
- CPE(Customer Provider Edge): ユーザサイト側の接続機器
  - 宅内端末にアドレス割当、DNSの伝達等

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## システム構成のポイント

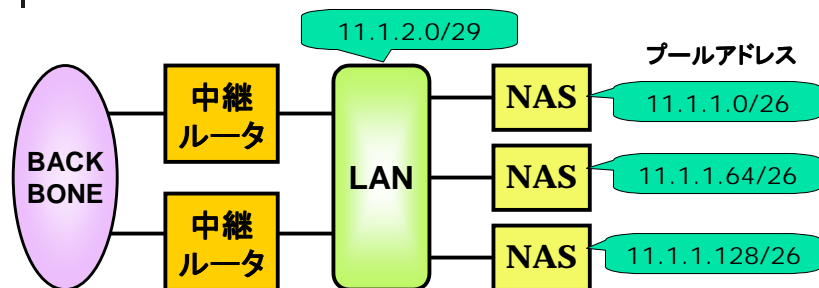
- POP内のネットワーク
  - POP内のアドレス設計
  - 経路制御設計
    - POP内、対バックボーン
- ユーザサイトのシステム
  - 接続管理の方法
    - 接続の許可
  - 情報伝達の方法
    - アドレス、DNS、etc.の設定

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## POPのアドレス

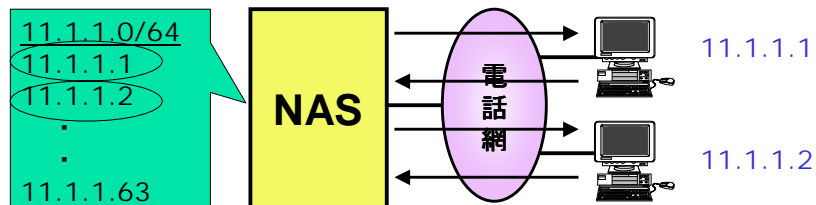
## POP内のアドレス設計例(IPv4)



### ■ 割当アドレス

- LANは収容機器数によって決定
- ユーザアドレスはプールアドレスとして収容回線数により決定

## Dialupのアドレス割当例



- NASにあらかじめアドレスを複数個設定
- PPPの接続時にNASからアドレスを割当
- NASにあらかじめアクセス回線数(電話回線数)分のアドレスを割当てておくことで、回線数分の利用アドレスを確保する
- NASに対して利用アドレスを予約し、アクセス毎に再利用することで、経路情報の集約化を図れる

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## 構成理由

- POP内アドレス
  - ネット接続機器数によってセグメント大きさが決定
    - 接続機器: 10台(/28)、20台(/27)
- ユーザ用アドレス
  - プールアドレスの導入
    - 経路情報の集約
  - 動的IPアドレスの割当
    - 收容するNASを特定しなくて良い(管理が楽)

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## IPv4での問題点

- 機器増設の柔軟性の少なさ
  - アドレス不足で、ネット用アドレスに余裕がない(1セグメント/28, /27程度)
  - 構成変更によりアドレス変更が発生する
- 経路数の増大
  - ユーザ割当用アドレスに余裕がないため、細かい経路情報が多く発生する

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## IPv6利用のメリット

- アドレス空間の拡大
  - 網内、ユーザ割当で利用するアドレスが増える  
→構成の自由度が高くなる
- インターフェイス上で複数アドレス, Prefixを使用可能
  - 目的別にアドレスを利用できる
- Link Local Addressの存在
  - 接続されたリンク(LAN, 回線など)だけで有効なアドレス
  - インターフェイス毎に必ずこのアドレスを持つ
  - 利用する際、事前設定がいらぬ

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

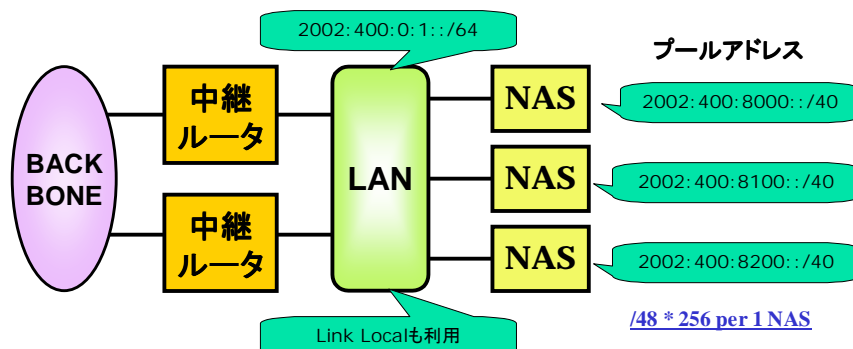
## POPへのIPv6導入による効果

- 内部経路情報の集約化
  - アドレス領域が拡大するため、ユーザ用割当アドレスを収容サイト毎に集約する(Prefixでまとめる) ことが容易となる
- メンテナンス性の向上
  - POPに対してIPv4より余裕のあるアドレス割当を行えるため、POP内の構成変更が柔軟に行える
  - アドレスの自動設定機能等を利用することで、網の設定作業負荷を軽減できる

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## IPv6でのアドレス設計例



2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## 設計時のIPv6的ポイント

---

- POP内のアドレス
  - セグメントを/64に統一
    - マスクを固定にすることで、設定を単純化
    - 構成変更の負荷を低減
  - Link local Addressの利用
    - Routerの初期設置、交換におけるメンテナンス(設定のリストアなど)に利用
  - 複数のアドレスの設定
    - 目的別にアドレスを使い分け
      - 通信用、メンテナンス用
- ユーザ用アドレス
  - NAS単位でのアドレスの集約
    - 経路の集約(IPv4と同じ)

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>



## POPの経路制御

---



## IPv4でのPOP内経路制御

- 中継ルータ-バックボーン間の経路制御
  - ダイナミックルーティング
    - OSPF、BGPなど
  - 通信が集中するため、特に冗長性、通信の負荷分散が必要
- NAS-中継ルータ間の経路制御
  - スタティックルーティング
    - スタティック設定、Proxy ARPなど
  - 接続/切断が頻繁に発生するため、NASの内部経路が安定しない
  - 接続管理などNASにインテリジェントな機能が要求されるため、性能負荷を軽減したい

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



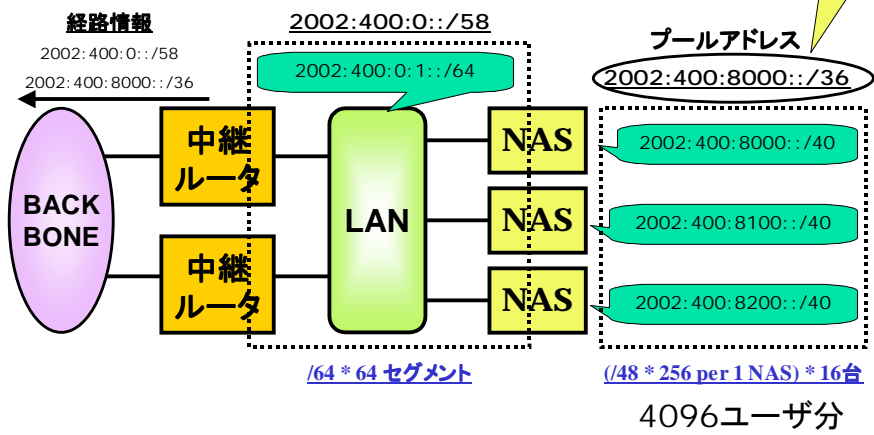
## IPv6化での懸案

- IPv6での変化
  - 固定アドレスが一般的になる
    - 経路の集約がしにくくなる
    - もしくは、NASへの接続収用が固定化される
  - アドレス1個からネットワークアドレスの割当となる
    - ユーザ経路の伝達方法が変わる
    - Proxy ARPは使えない?
- IPv4からの継続課題
  - 中継の冗長性
  - NASでの負荷軽減

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

# たとえば。



2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>

# 小サイトの接続管理



## ユーザサイトの種類

- 企業
  - 物理接続: HSD, ATM等
  - 管理者: 存在
- SOHO
  - 物理接続: エコノミー回線、ADSL
  - 管理者: ケースバイケース
- ホーム
  - 物理接続: Dialup、ADSL、CATV
  - 管理者: 不在

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## ホーム接続の特長

- 管理者が不在
  - ISP側で環境のハンドリングが必要
- 収容回線が多い
  - 利用ユーザの拡大に伴い、拡張が容易にできるスケーラブルなシステムが必要
- 契約者の加入、解約、場所変更が多い
  - 設定の変更が容易に行えるフレキシブルなシステムが必要
  - 中央管理システム

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

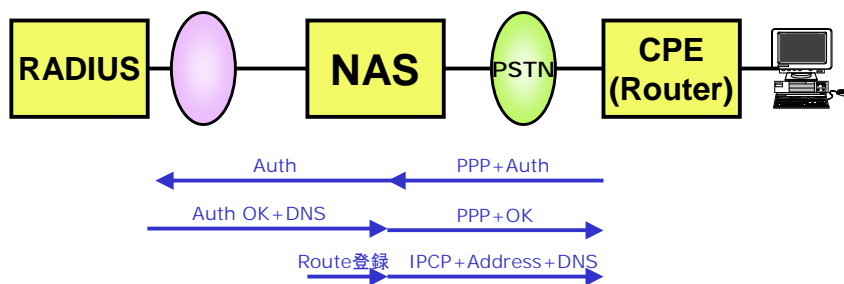
## ユーザ収容に関するポイント

- 接続の管理
  - 接続可否の管理、利用状況の把握
    - AAA(Authentication Authorization Accounting)
  - 複数のISPでの共用(ローミング)
  - ユーザ毎のSLA設定
- ユーザへの自動情報通知
  - 利用IPアドレス、DNSアドレス
  - ユーザ側の利便性の向上
  - ISP側の管理コストの低減
- メンテナンス負荷の軽減
  - ユーザ収容構築負荷の軽減
  - 増設時、障害時の切替の容易さ

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## IPv4のDialupの例

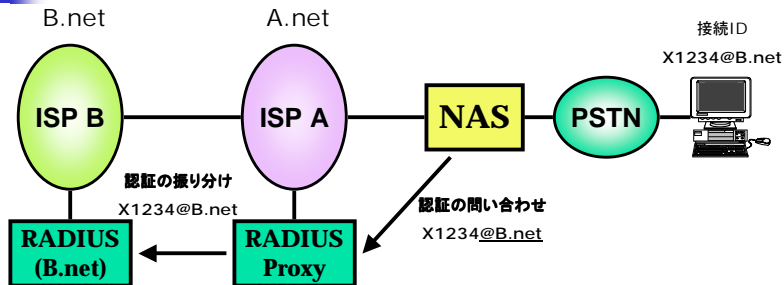


- RADIUSのDBに事前に登録
- 回線接続時にPPPでNASに対して認証、NASは認証をRADIUSにRequest
- RADIUSはNASに対してOK(+DNS)を回答、NASはAddressを自経路情報に登録、PPP+IPCPでAddress,DNSをCPEに伝達

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## ローミング



- ISP BのユーザがISP AのNASを共用するための仕組み
  - 海外での接続、ホールセールアクセスなどで利用
- 接続までの流れ
  - 接続ID: X1234@B.netの端末がアクセス
  - アクセスを受けたNASはその属するISPの認証中継サーバ(RADIUS Proxy)に認証を問い合わせ
  - RADIUS Proxyはpostfix(@B.net)を見てISP Bの認証サーバに振り分け

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## システムの特長

- 接続の管理
  - RADIUSと連携して、中央集中管理
  - ユーザサイトの接続、切断、解除にフレキシブルに対応可能
  - ユーザにアドレス通知しないため、ISP側の自由度が高い
- 自動情報通知
  - PPP上IPCPの機能により、利用アドレス、DNSアドレスを通知
  - RADIUSと連携した通知情報の管理
- メンテナンス性
  - NAS固有の情報が少ない
  - 物理收容の変更が容易

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## IPv6のユーザ環境

- 固定アドレスが導入されやすい
  - 割当アドレスが潤沢にある
    - 割当アドレスは/48が基準
  - NATでできなかったアプリを使える
- アドレスの自動設定が標準に
  - アドレスフォーマットが複雑
  - Non-PCが増える
- デュアルスタック(IPv6, IPv4の同居)
  - ユーザ環境をスムーズに移行できる
    - IPv4のサービスを段階的にIPv6に移行できる
  - アプリケーションがIPv4のみサポートのものがある
    - 例: Windows XPのDNS RequestはIPv4

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6～IPSP的運用>



## 現在のIPv6収容モデル

- Over IPv4 Tunnel
  - IPv4のインターネット上にトンネルを張り、その上にIPv6を流す
  - 現在もっとも一般的なパターン
- Native接続
  - IPv6を回線の上に直接流す
- Dual Stack
  - ユーザ側の環境にIPv6/IPv4の双方の環境を用意する

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6～IPSP的運用>



## 現在のトンネル収容の問題点

- ISP側で運用負荷が高い
  - 接続元のIPv4を固定にするのが一般的
  - 接続設定の管理が面倒
    - 静的設定
- ユーザ側で環境の設定が必要
  - ユーザ側LANアドレスの設定
  - Tunnel Endpointの設定

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## サイトへの自動設定手法

- Router Renumbering[Address]
  - RFC2894
  - 構成変更のときにRouterのアドレスを自動的に変更するような場合を想定
- Router Advertisement[Address]
  - 接続された端末にStatelessな自動アドレス割当を行う
  - 基本的にHostへの直接設定
- Prefix Delegation[Address]
  - draft-haberman-ipngwg-auto-prefix-01.txt
  - 接続されたリンクに自動アドレス割当を行い、その先に対するネットワーク情報を登録する

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

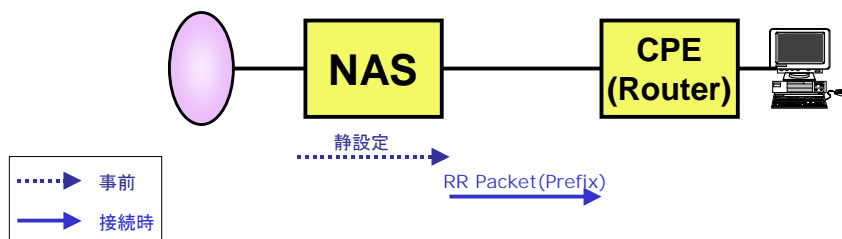
## サイトへの自動設定手法

- DHCPv6[Address+DNS(?)]
  - draft-ietf-dhc-dhcpv6-20.txt
  - 基本的にはIPv4のDHCPと同じ
- PPP+IPv6CP[Address+DNS]
  - RFC2472
  - Address, DNSの割当はきていされていない
  - 実施するとしたら、IPv4の手法を踏襲するか？
- Anycast[DNS]
  - RFC2526
  - このアドレスにRequestすると、パケットを受けた一番近い端末が答える

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## 例: Router Renumbering(RR)

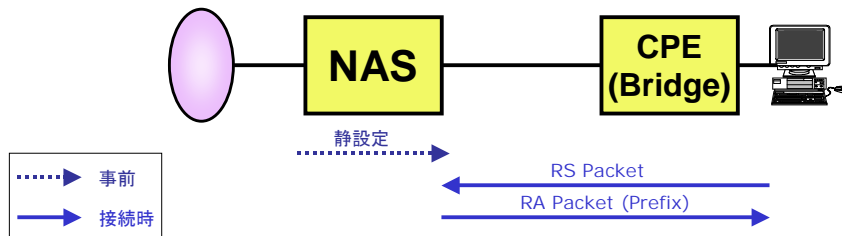


- NASには事前にStaticに設定
- 回線接続時にRRでCPEに対してPrefix設定

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## 例: Router Advertisement(RA)

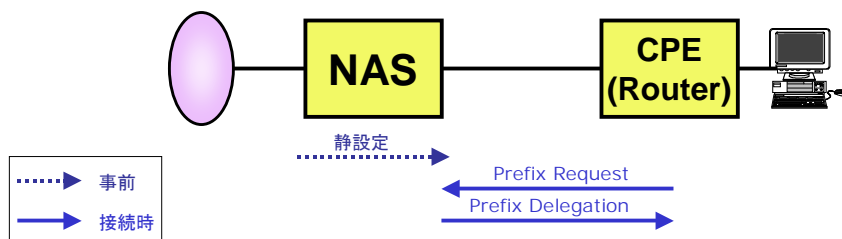


- NASには事前にStaticに設定
- 端末通信時にRS送信
- NASがアドレス通知

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>

## 例: Prefix Delegation(PD)

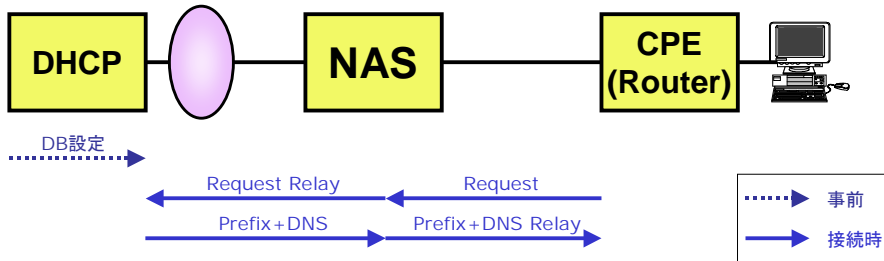


- NASには事前にPrefixをPoolして設定
- CPEはPrefixの取得をRequest
- NASは妥当性を判断し、Prefixを渡す

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>

## 例: DHCPv6

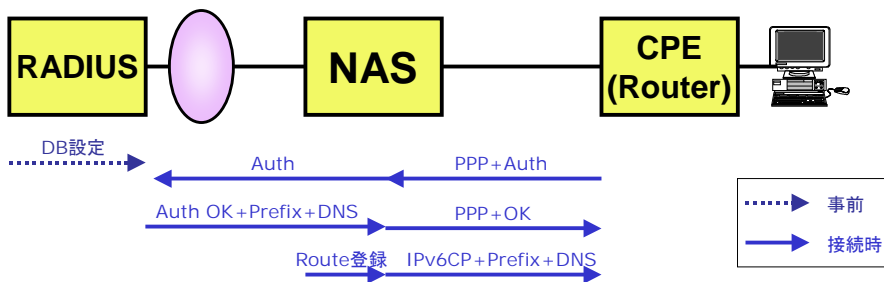


- DHCP ServerのDBに事前に登録
- 回線接続時にDHCPでNASに対してRequest、NASはRequestをDHCP ServerにRelay
- DHCP ServerはNASに対してPrefix+DNSを回答、NASは回答をCPEにRelay

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>

## 例: PPP + IPv6CP

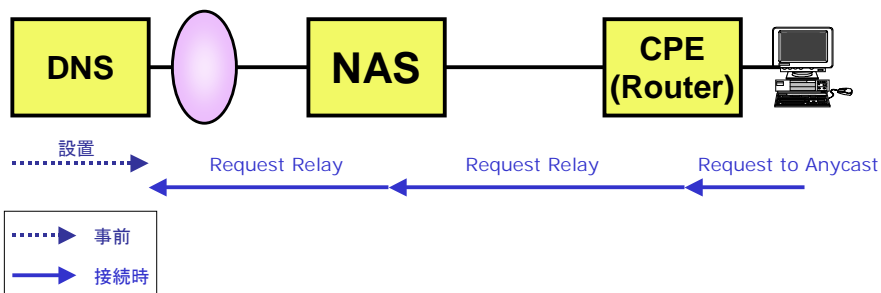


- RADIUSのDBに事前に登録
- 回線接続時にPPPでNASに対して認証、NASは認証をRADIUSにRequest
- RADIUSはNASに対してPrefixを回答、NASはPrefixを自経路情報に登録、PPP+IPv6CPでPrefix+DNSをCPEに伝達

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>

## 例: Anycast



- 端末がAnycastに対してDNS Request
- CPE, NASが元のDNSに対してRequestをRelay
- 基本的に一番Request元から近いアドレスが答える

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>

## 手法の選択のポイント

- 接続モデルによる相違
  - Point-to-Point : 専用線、ADSL、Dialup
  - Multi-Access : CATV、Hot Spot
- ユーザの管理
  - 設定管理
    - 機器への登録の容易性
  - 状態管理
    - 利用アドレス、接続状況
  - 利用状況管理
    - 接続ログ
- IPv4システムとの親和性
- ユーザ内環境との関係
  - 複数セグメントの管理
  - 内部ホストの管理

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~IPSP的運用>



## 各方式への疑問

- Router Renumbering
  - 収容Routerの設定
  - 接続状態の管理
- Router Advertisement
  - 複数セグメントの管理
  - 収容Routerの設定
  - 接続状態の管理
- DHCPv6
  - サイト特定(認証)をどうするか？
- PPP+IPv6CP
  - LAN形態なのにP-P接続が必要か
- Anycast
  - サイト内のコントロール

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6～IPSP的運用>



## オペレーション研究会での検討

- アドレス割当て手法
  - IPv6CPの適用は困難
    - Layer Violationになる。IETFでNG。
  - DHCPv6は仕様のまとめが困難
  - PDが有力
- DNSの発見方法
  - Site内での利用はAnycastが有力だが、Siteへの伝達が未確定
  - IETF の標準化動向を見ながら継続検討

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6～IPSP的運用>



## 現在の状況

---



## 機器の状況

---

- 中継ルータ
  - Cisco, Juniper, 国内各社(NEC, 日立, 富士通)等、徐々に使えるものが出てきた
  - ルーティングプロトコルはまだ不十分
    - RIPng, BGP4+くらい
    - 現在のユーザ数だったら大丈夫?
- NAS
  - 現在の主力各社(Ascend MAX, UniSphere等)はまだ未実装
- CPE
  - IPv4 TunnelではYAMAHA, Allied, 古河, 富士通等、出てきた
  - 自社対向ならNative Dialup形態をサポートできるものがある



## サービス実現に向けて

- 実現に向けての要望
  - コンシューマサービスへの適用には廉価なサービスでのサポートが不可欠
    - Dialup, xDSLなど
  - ISPでのシステム確立、機器ベンダのサポートが必要
  - 機器としてはNAS部分が早く欲しい
  - IPv4 tunnelでもReasonableなシステムが欲しい
    - 可変アドレスでの実現
- ユーザ収容に関するISPとしてのミッション
  - 低価格で導入しやすいIPv6サービスの提供
  - 機器ベンダへの要望の整理(優先度等)

2001/12/7

Internet Week 2001 <IPv6~ISP的運用>



## IPv6~ISP的運用

2001/12/7

猪俣彰浩

IPv6オペレーション研究会 Chair

富士通株式会社