



NTT

NTT Information Sharing Platform Laboratories
NTT 情報流通プラットフォーム研究所

T2:

事例から学ぶ IPv6 トラブルシューティング

ホームネットワーク / SOHO編

2011年11月30日

NTT情報流通プラットフォーム研究所

藤崎 智宏

fujisaki@nttv6.com

- **IPv4のアドレス在庫が枯渇したこともあり、IPv6の実利用が進み始めています。日本でも、コンシューマ向けIPv6サービスが開始されました。**
 - **話者自宅はPPPoEによるIPv6接続導入済です。**
- **IPv6ネットワークの利用上、IPv4との共存、IPv6ならではの機能等により、実利用上、問題が発生することがあります。**
 - **IPv4/IPv6フォールバック問題、MTU問題等、対処が必要な問題が想定されます。**
- **本セッションでは、IPv6網を運用する上で遭遇しやすいトラブルに関し、その原因やトラブルシューティングの方法について事例をベースに解説します。**

1) 家庭ネットワーク編

- 藤崎 智宏(日本電信電話株式会社)

2) サーバ編

- 白畑 真(株式会社クララオンライン)

3) ISP編

- 川村 聖一(NECビッググローブ株式会社)

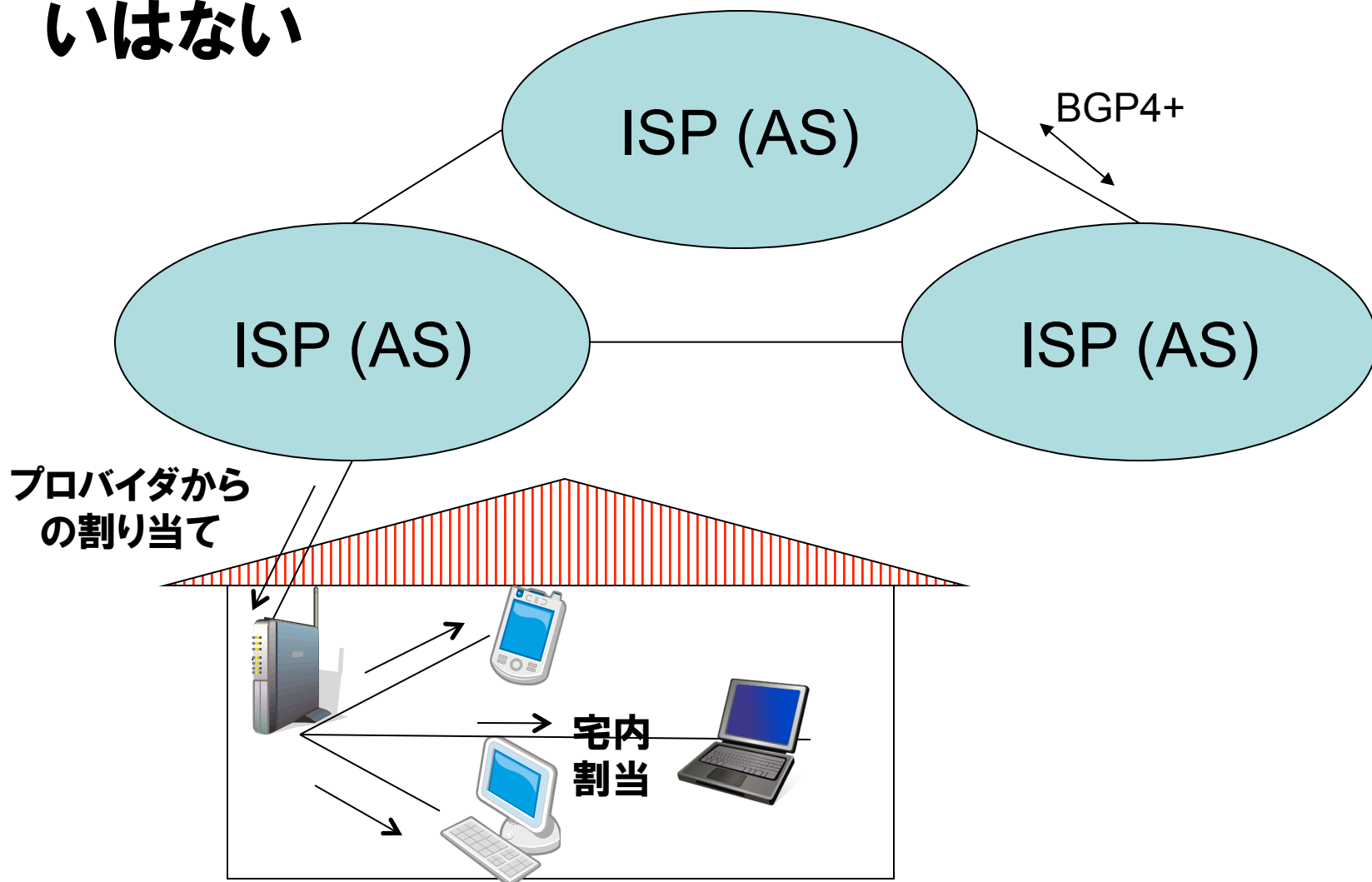
4) World IPv6 Day編

- 松崎 吉伸(株式会社インターネットイニシアティブ)

IPv6トラブルシューティング

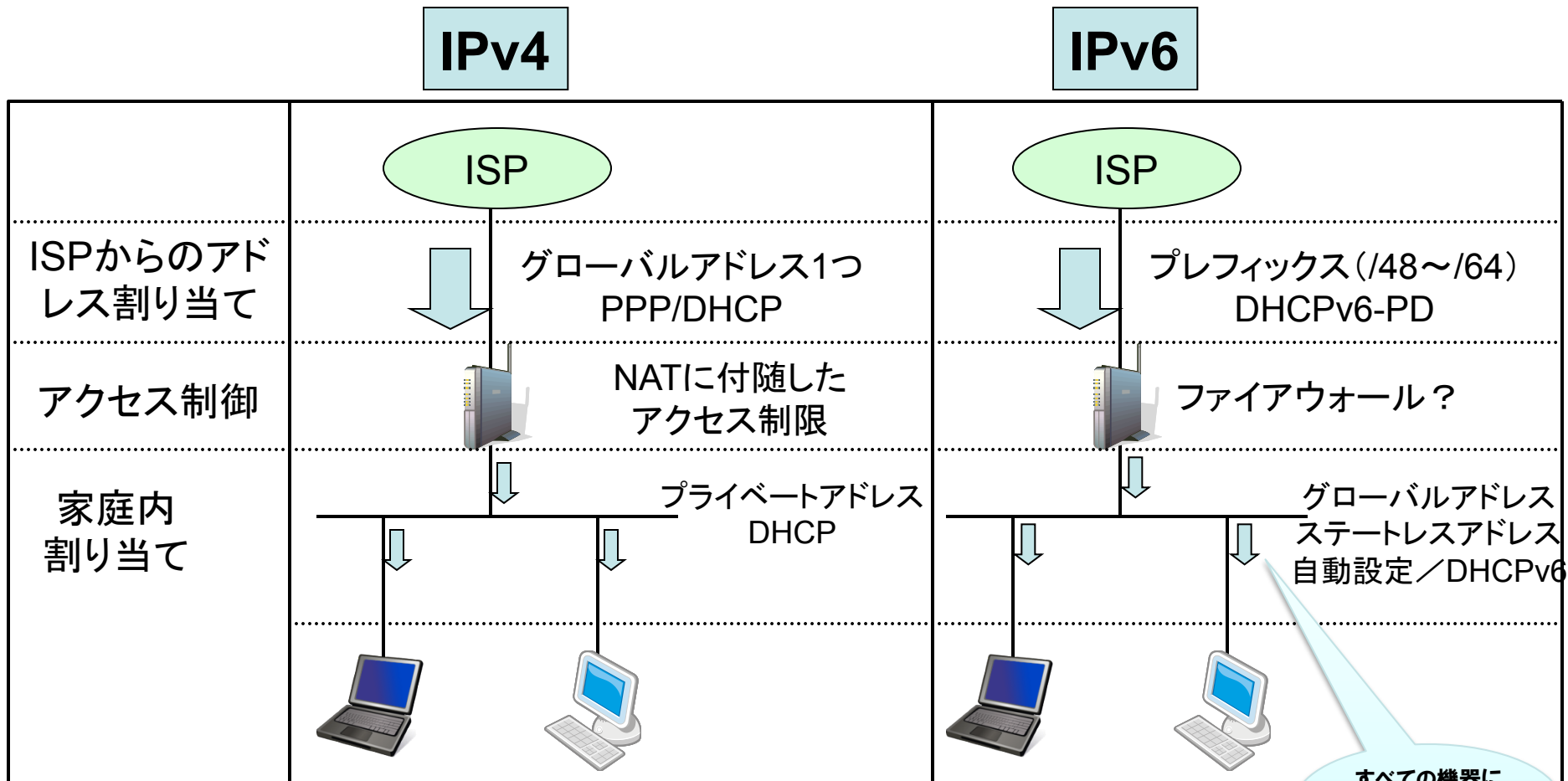
家庭ネットワーク編

- 機器や、構成に関しては、(今のところ)大きな違いはない



IPv4 と IPv6 の違い

• IPv4とIPv6のネットワーク構成の違いの概略

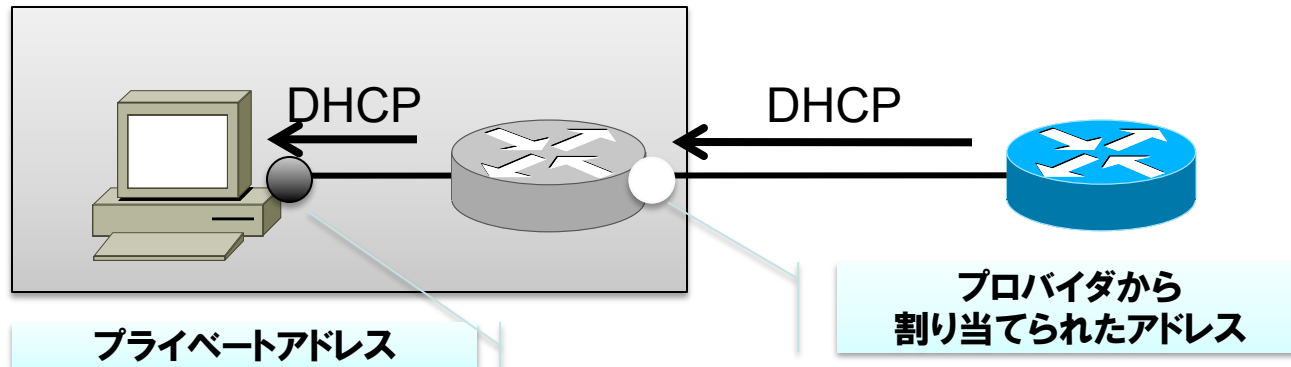


すべての機器に
グローバルアドレス
が付与される。

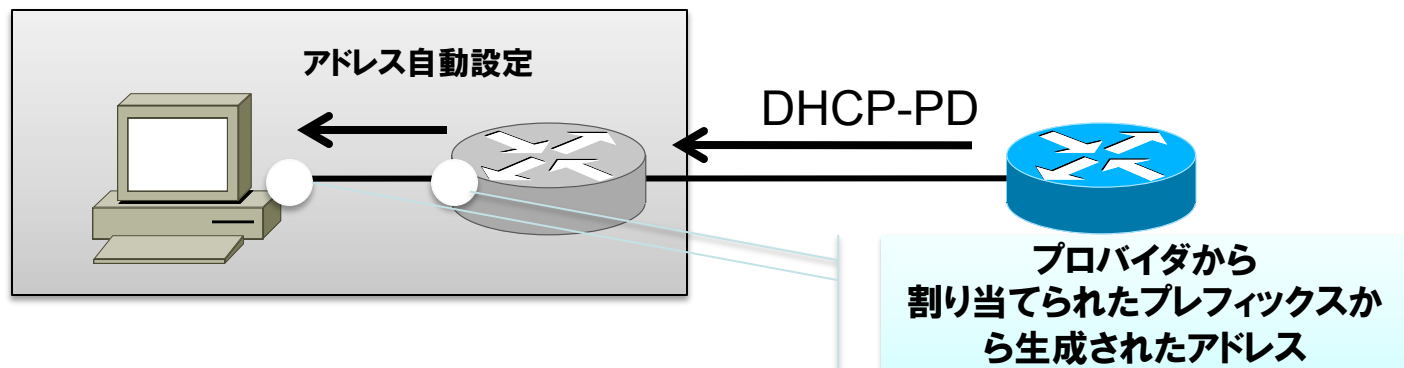
今後のネットワークは、IPv4/IPv6ネットワークが
同時に利用される**デュアルスタックネットワーク**となる。

・アドレス付与位置の違い

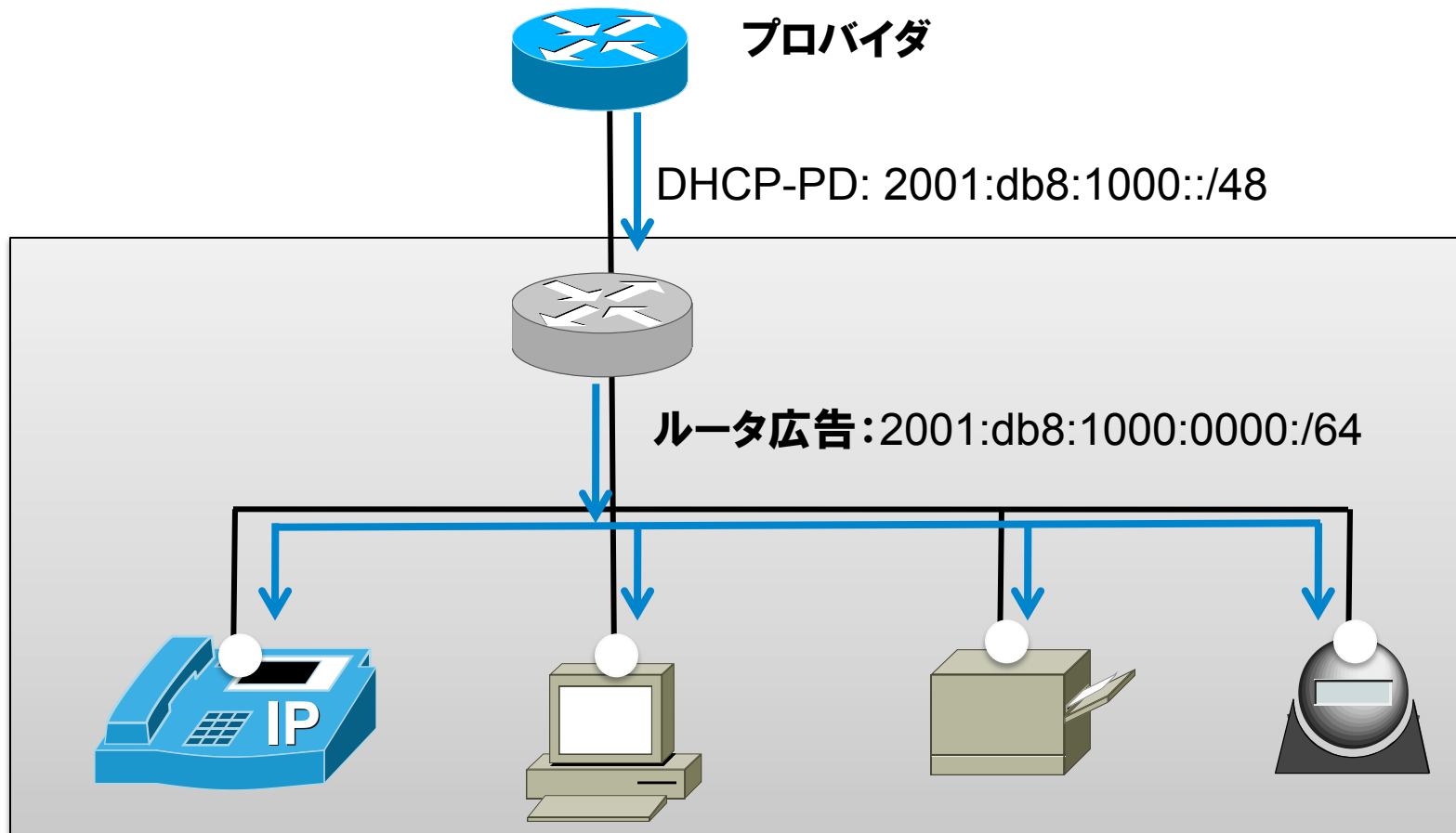
–IPv4では、プロバイダとの境界のインタフェースにアドレスが付与される。



–IPv6では、宅内機器すべてにグローバルアドレスが付与される。



- 宅内でステートレスアドレス自動設定を利用する場合(DHCPv6も利用可)



国内コンシューマ向けIPv6サービスの状況 (2011.11.11現在)



- 日本国内において、インターネット接続提供手法は、以下に大別される

–トンネル接続

- ユーザ宅とISP間で、認証やアクセス振り替え等の目的で、トンネルプロトコルが利用されている場合。
 - L2トンネル(PPPoE等), L3トンネル(IP in IP)
- 一般的に、ユーザ宅とISP間のパケットMTUは、1,500 octets 未満

–ネイティブ接続

- ユーザ宅とISP間のパケットMTUが 1,500 octets



- 専用線等を利用する，企業向けのサービスが多かったが2011年4月以降，個人向けのIPv6サービスが出始めている。
 - 大手のISPは，既に対応しているところが多い。
 - 価格は，ISPによりまちまち（無料～少額）
- 以下，2011.11.11時点での「商用」サービスを中心に紹介
 - 藤崎が個人的に調べたものです。
 - リストから落ちておりましたら，
fujisaki@nttv6.com までご連絡下さい。

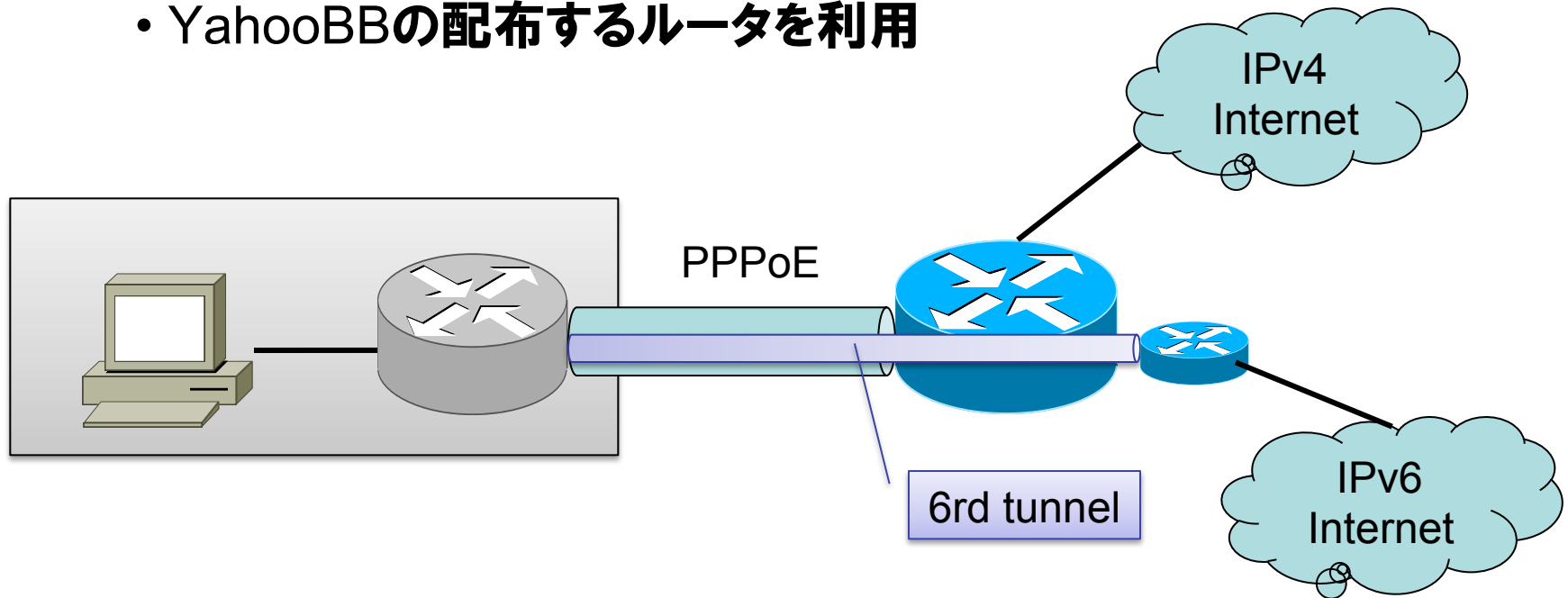
- 6rd (IPv4上でIPv6を提供) by YahooBB

- トンネル接続

- IPv4上でIPv6接続性を提供する6rd (RFC5969)を利用

- フレッツ光(not フレッツネクスト)のYahooBBユーザ向け

- YahooBBの配布するルータを利用



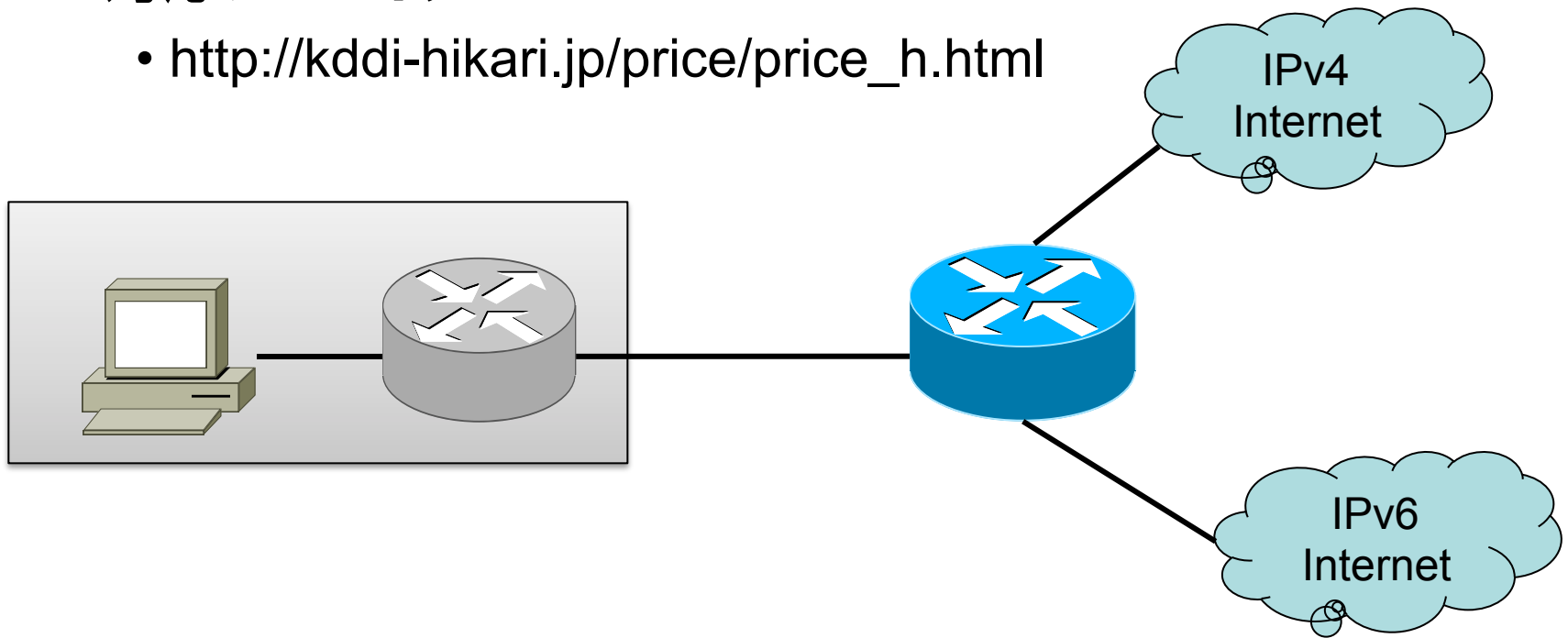
• IPoE by auひかり

–ネイティブ接続

- KDDI の配布するルータを利用

–対応プロバイダ

- http://kddi-hikari.jp/price/price_h.html



• フレッツ・ネクスト IPv6 PPPoE (所謂, 案2) by NTT東西

–トンネル接続

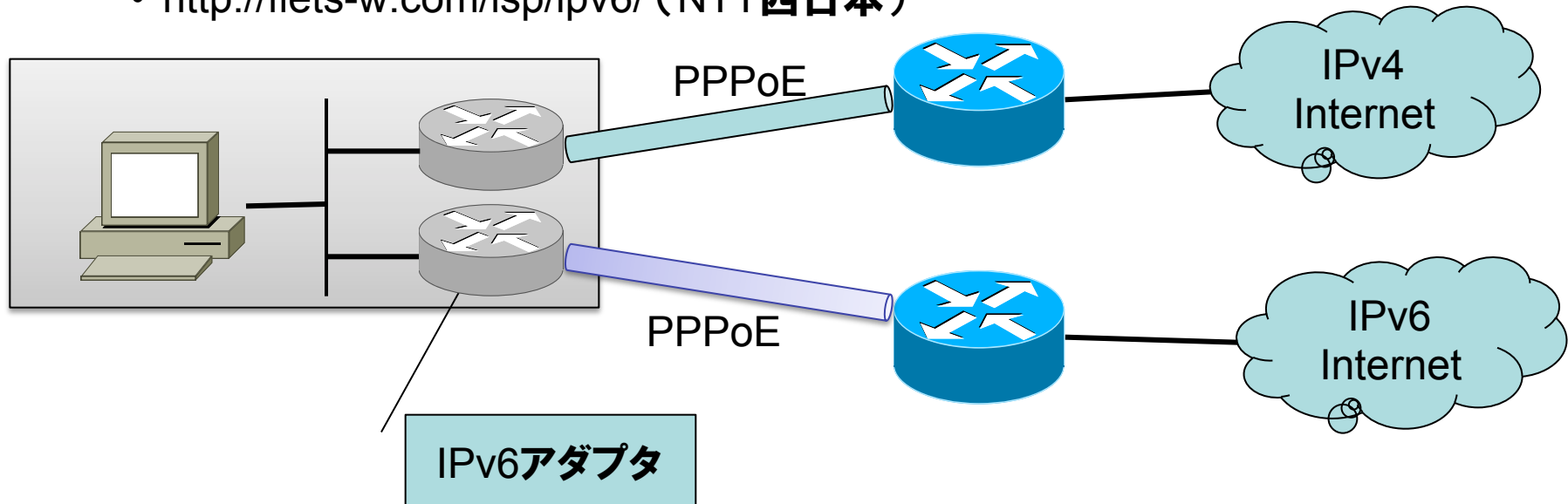
- PPPoE でIPv6/IPv4を提供.

–IPv6接続機能を持った装置が必要

- IPv4/IPv6対応のブロードバンドルータ, もしくは, IPv6アダプタ

–対応プロバイダ(以下からたどれます)

- <http://flets.com/next/ipv6/> (NTT東日本)
- <http://flets-w.com/isp/ipv6/> (NTT西日本)



• フレッツ・ネクスト IPv6 IPoE (所謂, 案4) by NTT東西

– IPv6は, ネイティブ接続

- NTTの配布するルータを利用

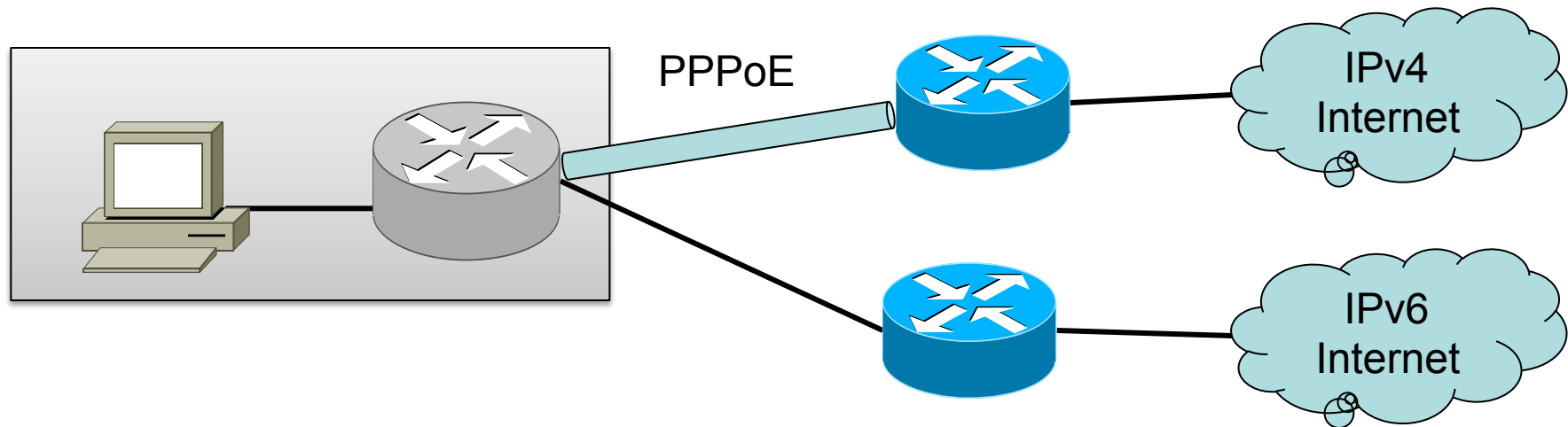
- IPv4 は PPPoE等で, 既存フレッツ接続を利用(別手段もVNEさんが検討中?)

– IPv6インターネット接続はVNE3社(BBIX, IMF, JPNE)が提供

- 対応プロバイダ(以下からたどれます)

- <http://flets.com/next/ipv6/> (NTT東日本)

- <http://flets-w.com/isp/ipv6/> (NTT西日本)



- **DSL関連**

- 6rd **サービス** by YahooBB

- **予定**

- その昔, イーアクセスが提供(2010年9月末に廃止)**

- http://www.eaccess.net/acca/service/menu/ipv6_ipv4/index.html

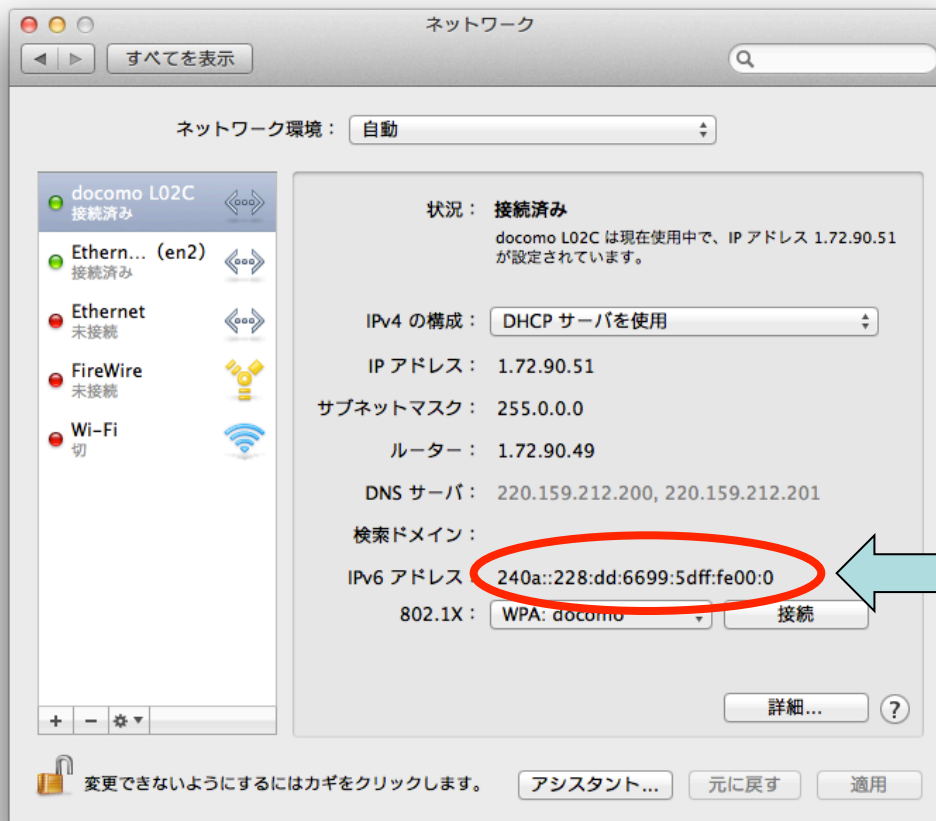
- **CATV関連**

- 商用サービスは未**

• Xi by NTTドコモ (LTE)

–L-02Cでの接続例

MacOS での接続の様子



割り当てられた
IPv6アドレス

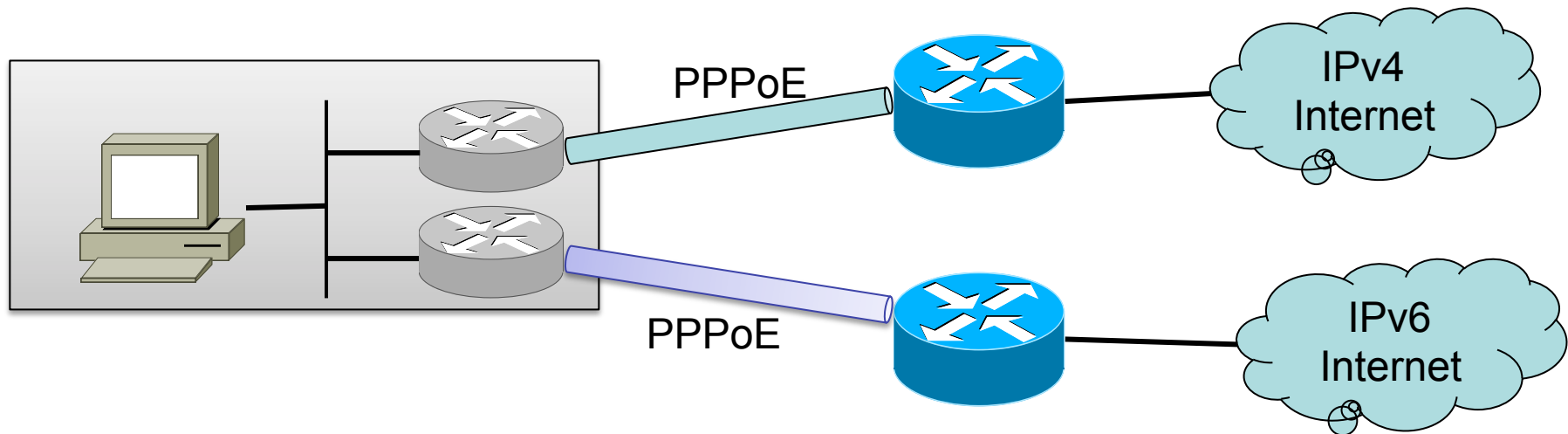
IPv6トラブルシューティング

- **ホームネットワークへのIPv6導入時のトラブルを、**
 - ネットワーク構成によるもの
 - IPv6とIPv4混在によるもの
 - IPv6特有の機能(や特徴)によるもの
 - IPv6移行技術の導入によるもの
- に大別し、解説します。**

ネットワーク構成によるトラブル

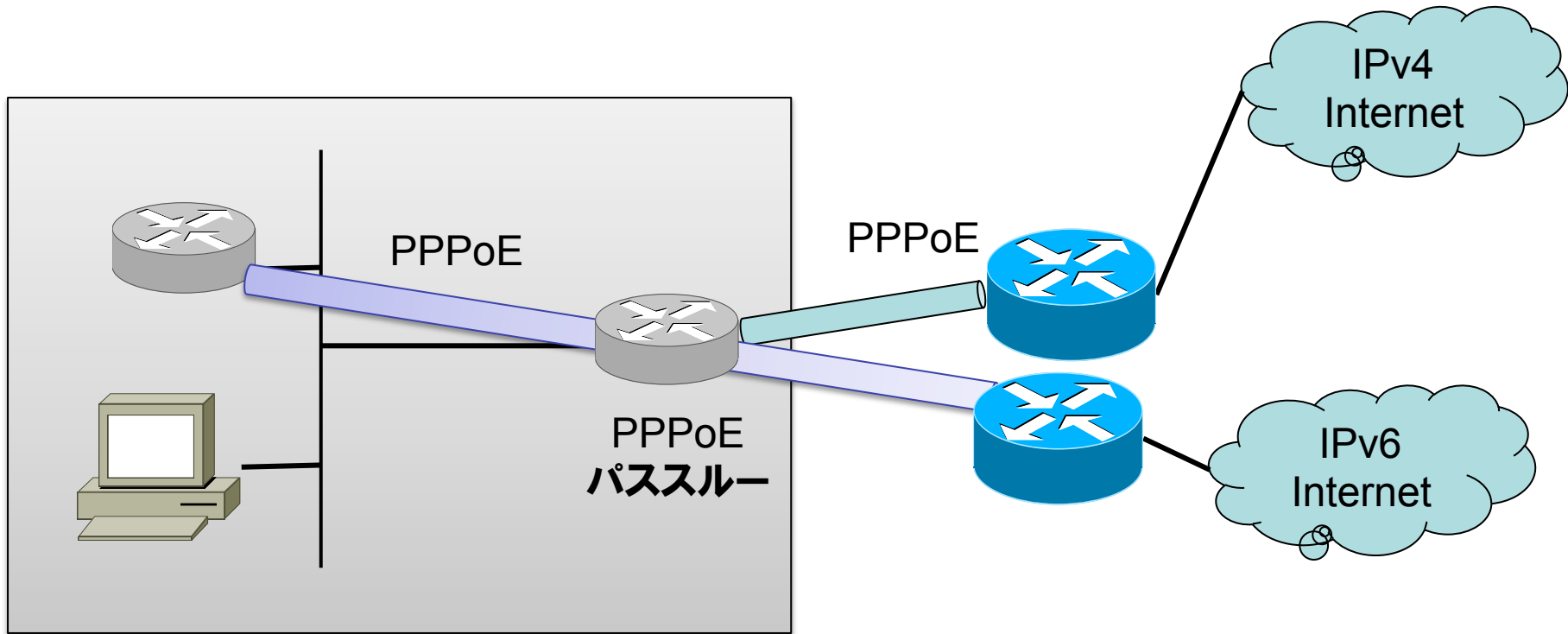
- IPv4とIPv6で、接続装置が別な場合

- IPv4, IPv6の出口が二つあり、それぞれでセキュリティを考慮する必要有り



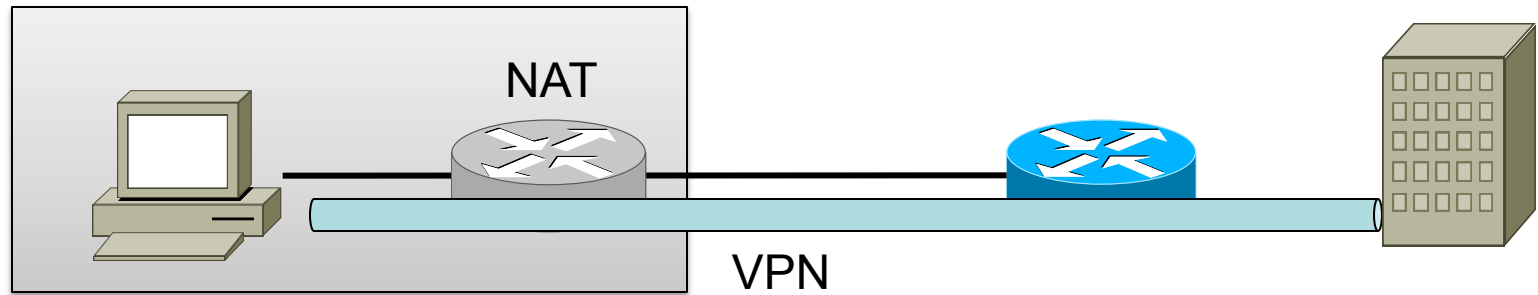


- 「PPPoEパススルー」を利用する場合には、トポロジが複雑になり、トラブルになることがあるので注意.

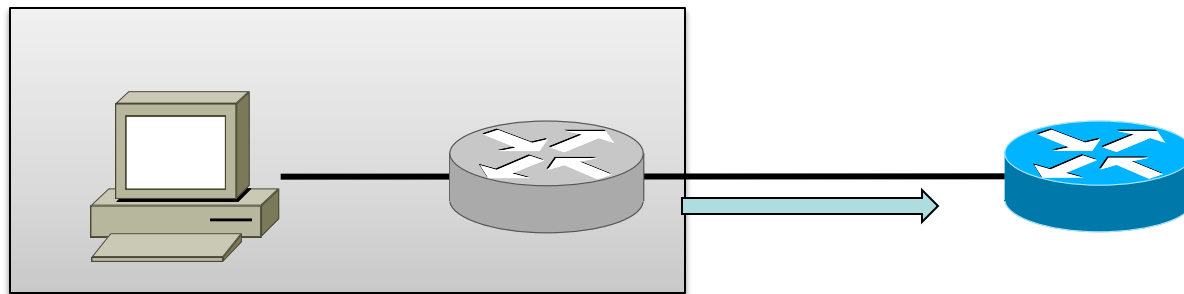


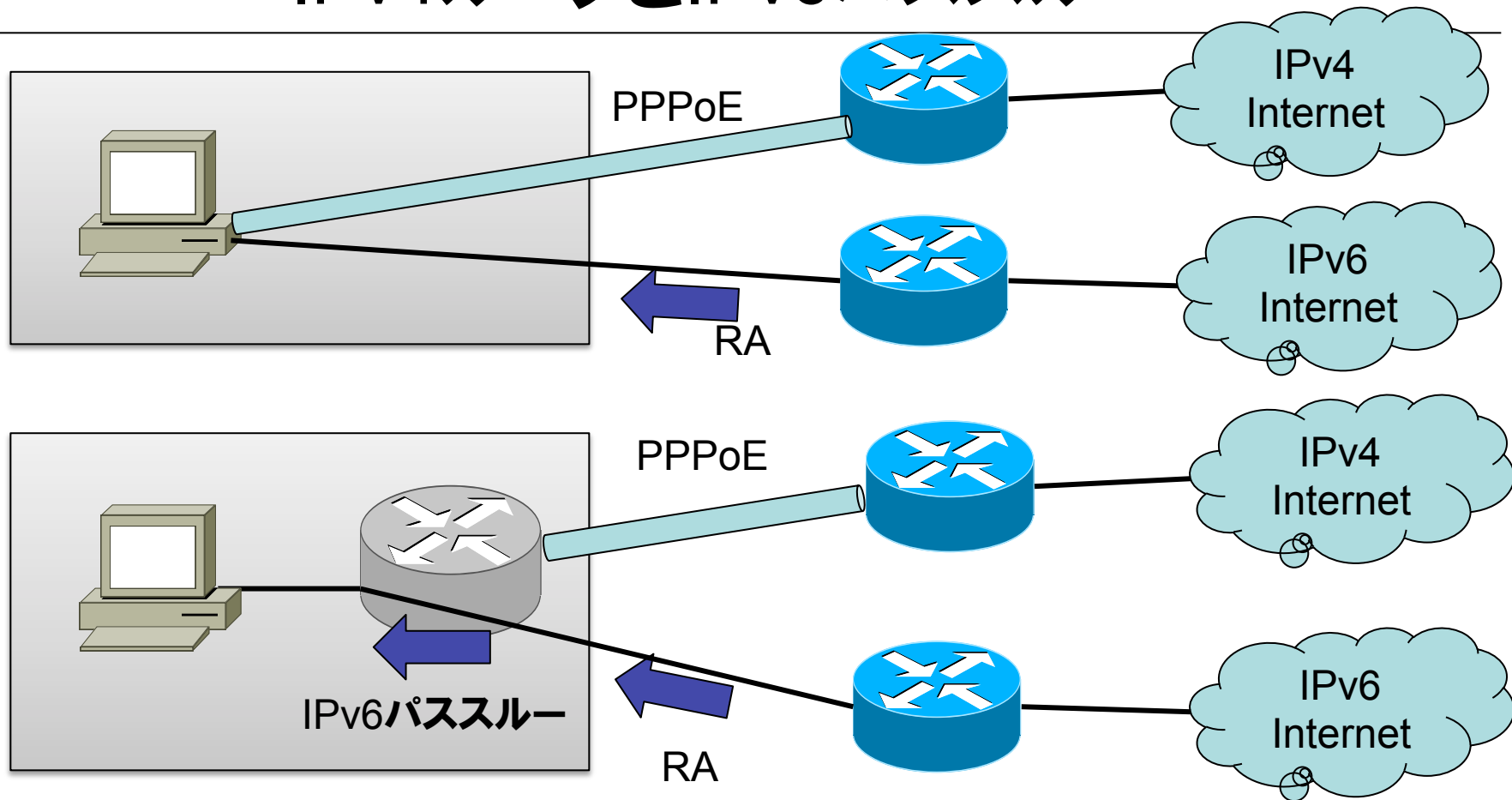
- インターネットへの出口が“2つ”あることに注意

- IPv4でVPN接続



- IPv6では、そのままインターネットへ。



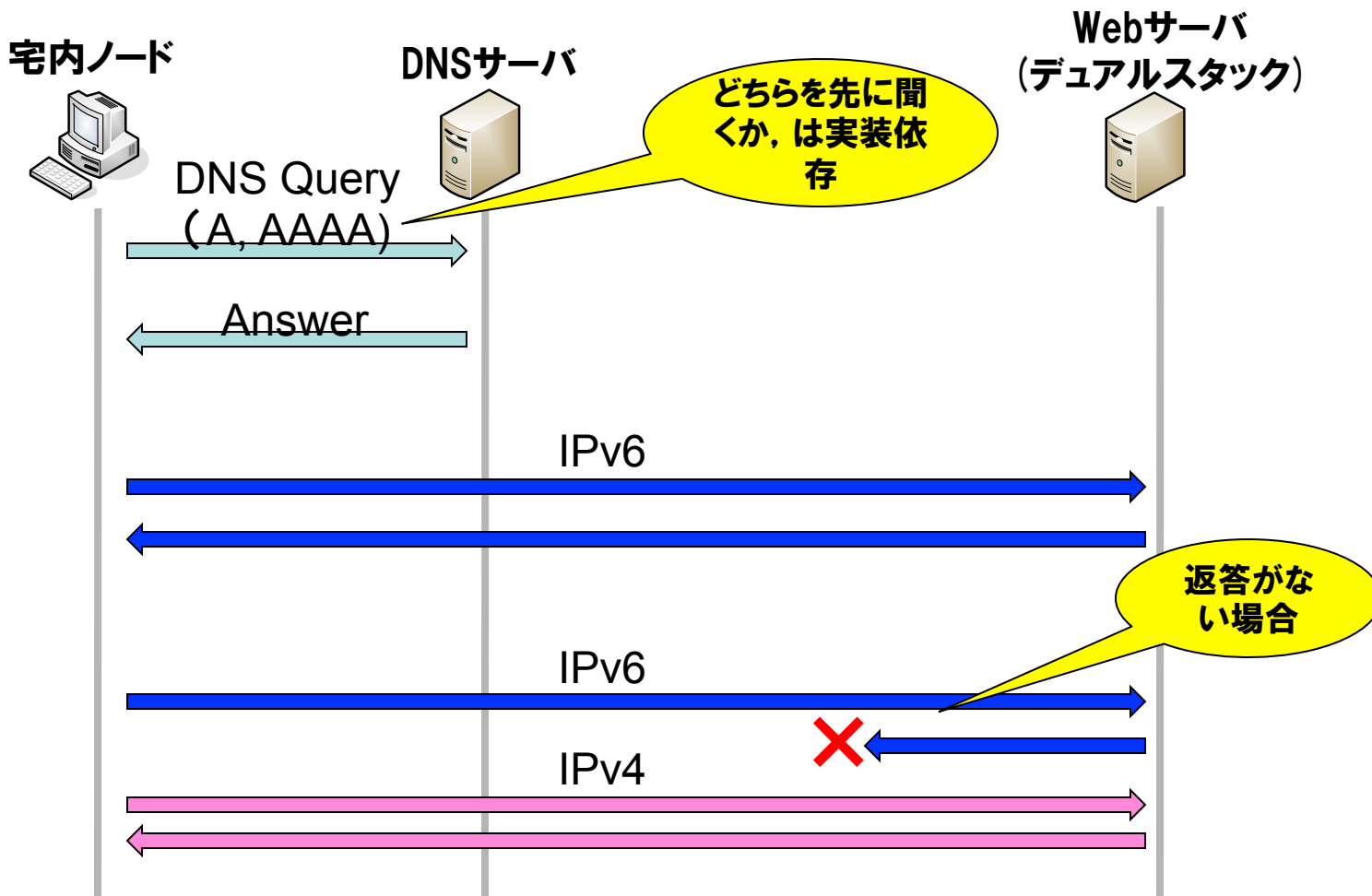


- IPv6ルーターを設置できない場合有り。
 - L3でのフィルタが不可
- 端末での対処が必要

IPv6とIPv4の混在によるトラブル



- 多くのデュアルスタックノードは、A,AAAA双方を持つ相手と通信する場合、IPv6を先に試す



- IPv4/IPv6のどちらで通信しているかを見分けるのは、**困難**
 - アプリケーションは一般的に、**プロトコル種別を気にしない**
- IPv6で通信できているかどうかの**確認**
 - IPv6 と IPv4 で動作の違う Web サイトにアクセス
 - www.kame.net, www.apnic.net など
- アプリケーションによっては**確認手段があることも**
 - Firefox**プラグイン**:4or6
 - Chrome**拡張機能**:IPv6

• **通信トラブルが発生した際、どちらのプロトコルが問題になっているかの区別が必要であるが、現状、見分けることは難しい。**

– Wireshark 等でパケットを眺める

– **通信中の場合には、OSの通信状態を確認**

• netstat コマンドで確認可能 (Windows, Mac, UNIX)

Windows での例

```
C:\Users\fujisaki>netstat -an
```

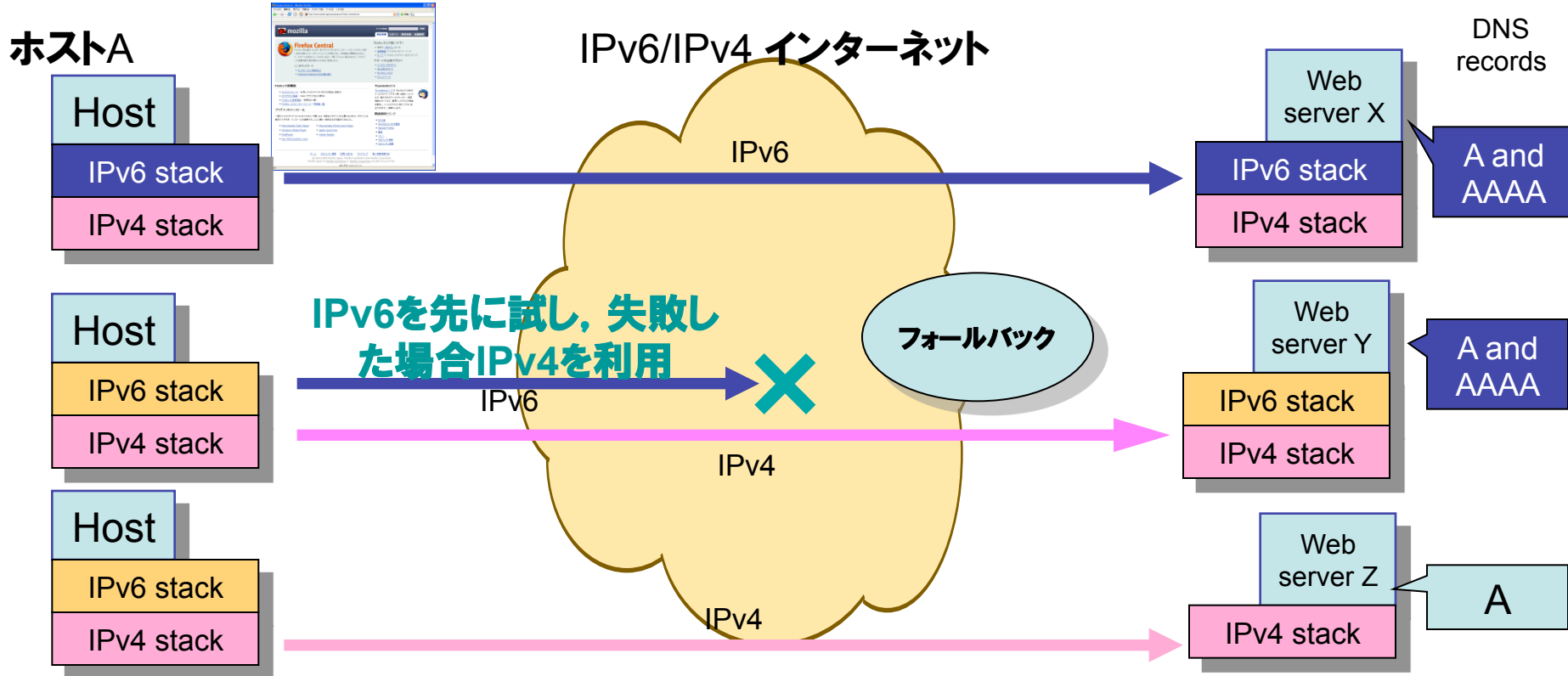
アクティブな接続

プロトコル	ローカル アドレス	外部アドレス	状態
TCP	0.0.0.0:135	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	:::135	:::0	LISTENING
TCP	[2001:fa8:1000:0:6d8b:c02f:f8d5:7f06]:49285	[2001:fa8:ffe:1000::25]:22	ESTABLISHED
TCP	[fe80::fd12:5fb7:7168:1fff%11]:49284	[fe80::fc55:d725:7985:e3df%11]:2869	ESTABLISHED



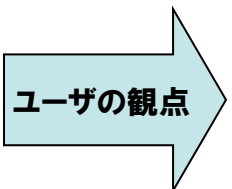
“IPv6/IPv4フォールバック問題”

- 現在、多くのIPv6/IPv4 デュアルスタック実装は、IPv6通信を優先する
 - 終点ノードがIPv6/IPv4の両方のアドレスを持っている場合(DNSで両方のアドレスが引ける場合), IPv6通信を先に試す.
 - IPv6通信が失敗(タイムアウトなど)すると, IPv4通信を試す.

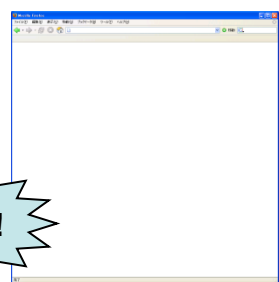


問題: フォールバックに非常に時間がかかることがある。

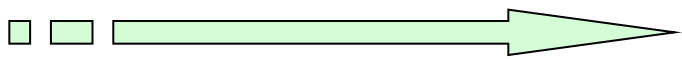
- TCPを利用したアプリケーションで問題が顕在化。
 - 通信前に、チャネルの確立処理が必要。
 - 標準的な実装手法では、通信相手のノードが複数のIPアドレスを持つ場合、アプリケーションは通信チャネルが確立するまですべてのアドレスに対し、順番に確立処理を実施

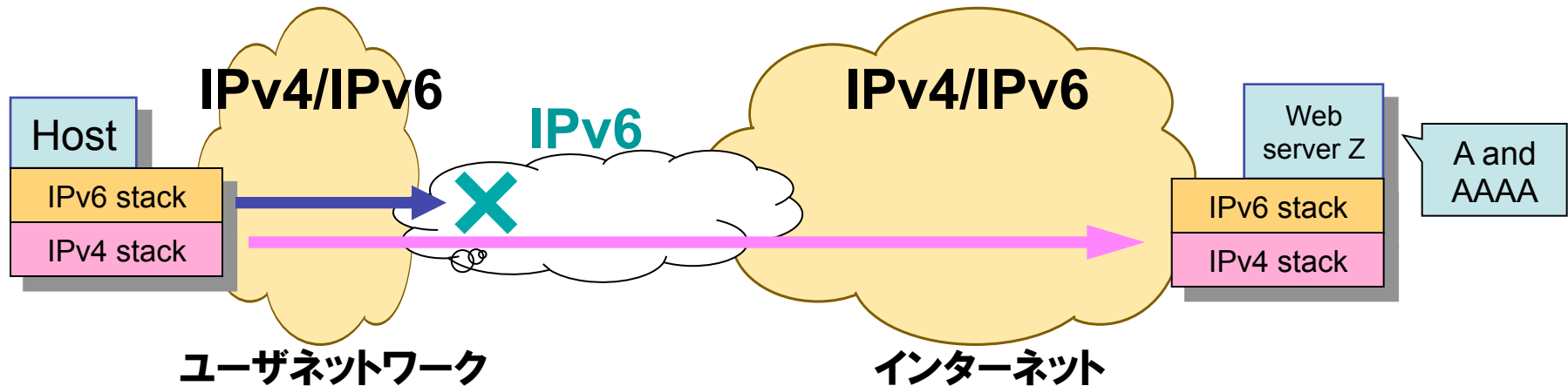


Webページが完全に表示されるまで、長い時間待たされる！



20秒以上...





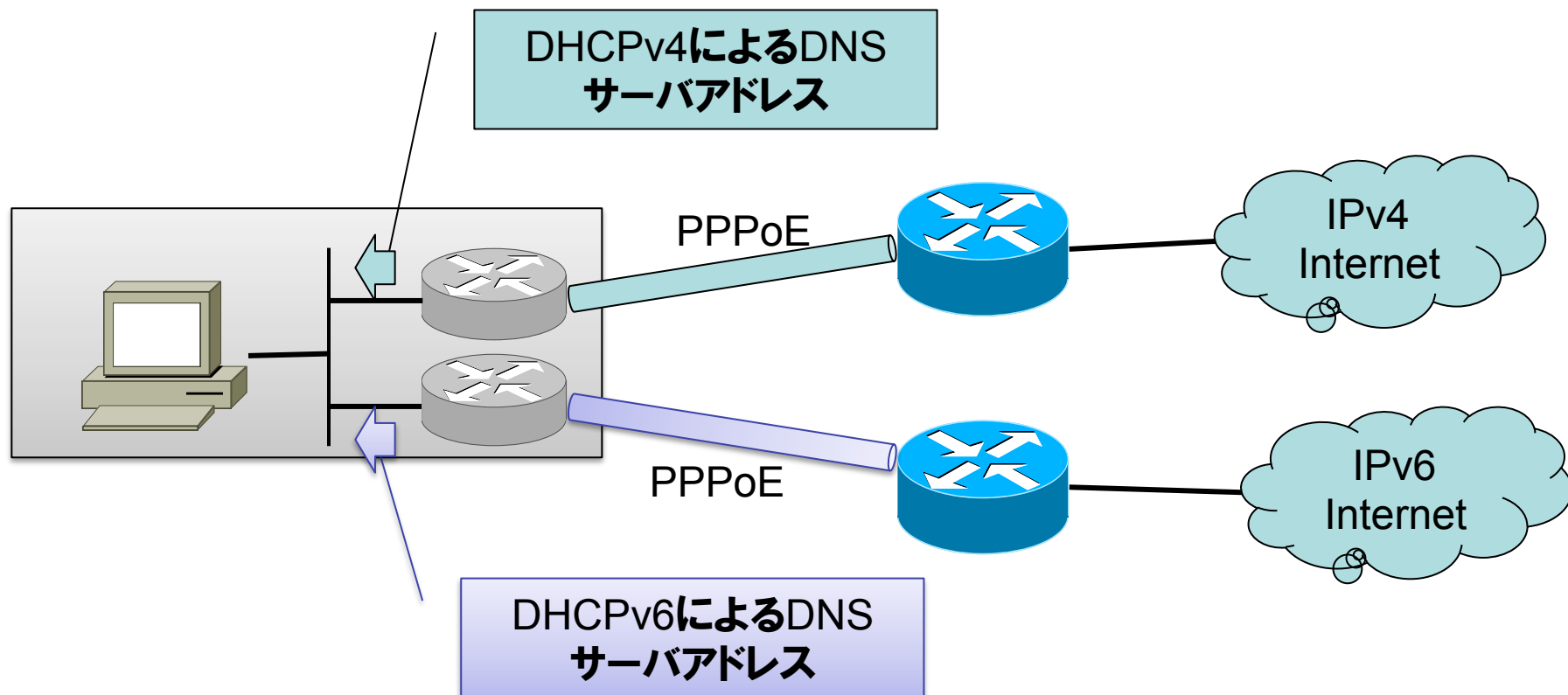
- IPv6の接続性に問題がある場合.
 - 管理されていない移行技術の利用
 - 通信先のAAAAレコード登録があるが、IPv6接続性ない場合
 - IPv6 インターネット接続性がない場合 (例: VPN, ULAアドレス等)

- **通信完了に時間がかかる(Webページの表示に時間がかかる)と思ったら, フォールバック問題も疑って下さい.**
- **確認方法:**
 - **通信相手のDNS登録状況(AAAAレコードの有無, 数)**
 - host, nslookup コマンド等の利用
 - **通信相手までの到達性の確認**
 - ping6, traceroute/tracert コマンド等の利用
 - **パケットダンプ**
 - シーケンスを追う必要があり, 結構大変
 - **DNSの原因が考えられる場合**
 - ホームルータの持っているDNSサーバの正常性確認

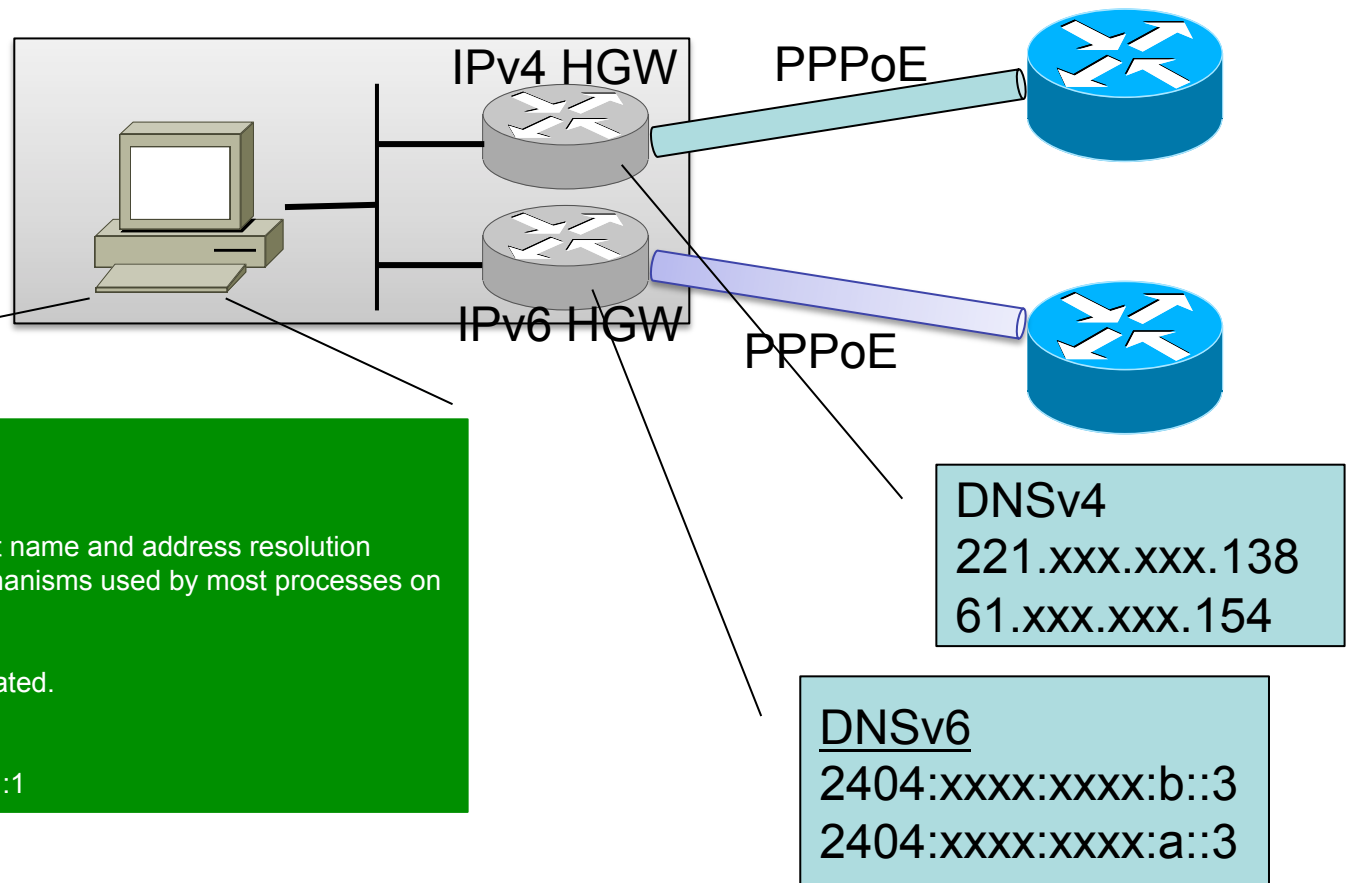


- IPv6の接続性チェック
 - 不安定な接続性(6to4等)の場合には, それを改善
- 特定の宛先のみIPv4を優先するように設定する
 - Windows 等で, ポリシーテーブル(参考資料参照)を
いじる

- IPv6環境では、PC等のノードはIPv6 DNSサーバアドレスも取得
 - サーバとしては、ホームルータに向くことが多い。



- 通信対象となる可能性のあるDNSサーバ数が増えており、通信不全の際には、気にする必要有り。

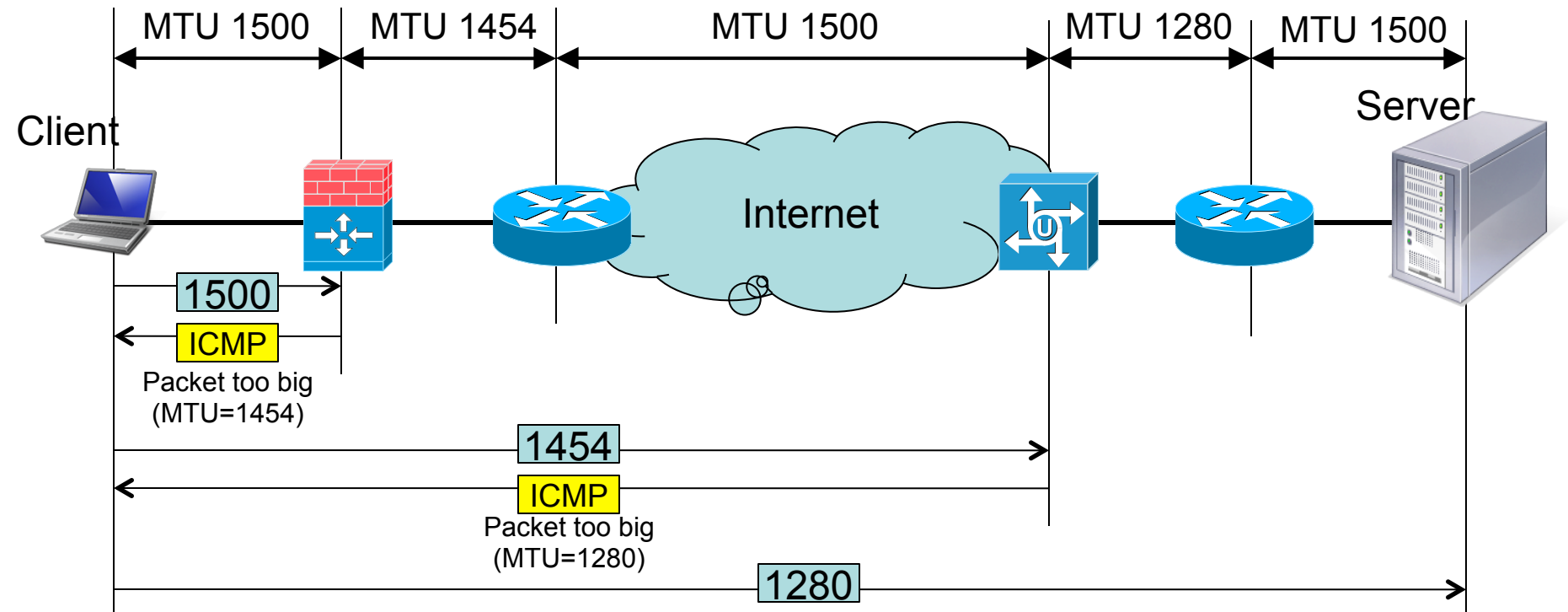


```

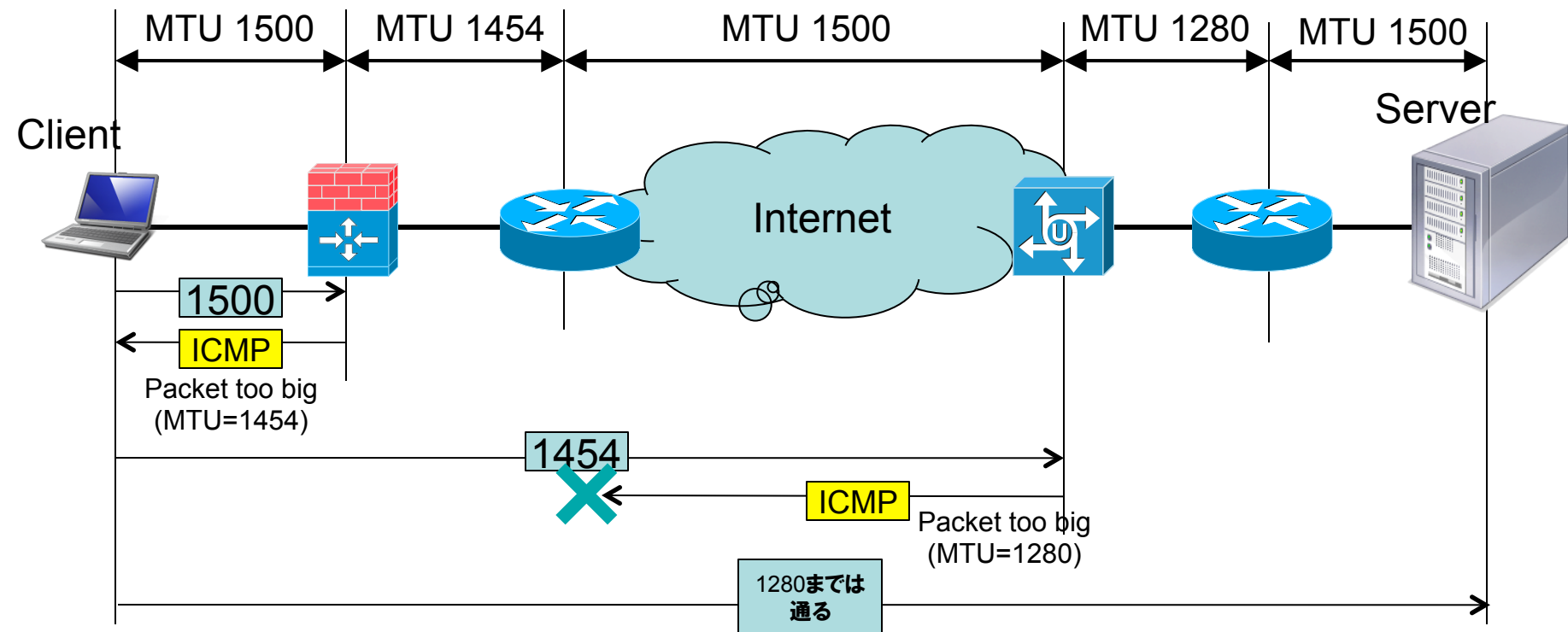
#
# Mac OS X Notice
#
# This file is not used by the host name and address resolution
# or the DNS query routing mechanisms used by most processes on
# this Mac OS X system.
#
# This file is automatically generated.
#
nameserver 192.168.0.1
nameserver fdc0:xxxx:xxxx:xxxx::1
    
```

IPv6特有の機能に起因するトラブル

- IPv6 は、経路途中でパケットを断片化しない
 - 通信の両端で、経路MTUの調整を実施(パスMTU検索)



- “ICMPv6 packet too big” がフィルタ等で届かない場合、パスMTU探索が動作しない。



・現象

- 簡単なWebページは見えるが、複雑なページが表示できない。
- 短いメールは届くが、長いメールが届かない

・確認方法

- ping6 による確認 (-s オプション等でサイズ指定)
- Linux: tracepath6 等の利用

Tracepath6 の出力

```
[shin@localhost ~]$ tracepath6 2001:a18:1:20::42
1?: [LOCALHOST] pmtu 1500
 1: 2001:fa8:1000::1 3.803ms
 1: 2001:fa8:1000::1 3.288ms
 2: 2001:fa8:fff:fff::7:179 2.922ms
 3: 2001:fa8:fff:1::770:3 1.924ms asymm 4
 4: 2001:218:2000:5000::35 3.113ms
 5: 2001:218:0:6000::131 1.753ms asymm 6
 6: 2001:218:0:2000::21 110.656ms asymm 7
 7: 2001:418:0:2000::b6 101.572ms
 8: 2001:418:0:5000::b6 120.589ms
 9: 2001:1900:1b:1::4 234.129ms
10: 2001:1900:4:1::109 258.200ms asymm 13
11: 2001:1900:4:1::36 219.077ms
12: 2001:1900:4:1::1d 189.418ms asymm 13
13: 2001:1900:4:1::22 201.236ms asymm 12
14: 2001:1900:4:1::fd 183.251ms asymm 11
15: 2001:1900:4:1::ed 216.240ms asymm 11
16: 2001:1900:6:1::11 260.191ms asymm 10
17: 2001:1900:5:1::102 311.967ms asymm 10
18: 2001:1900:5:1::206 265.499ms asymm 9
19: 2001:1900:5:1::229 269.213ms asymm 7
20: 2001:1900:5:1::229 266.116ms pmtu 1450
20: 2001:1900:5:2::ea 287.139ms asymm 10
20: 2001:1900:5:2::ea 286.539ms asymm 10
21: 2001:a18:0:102::2 287.068ms asymm 11
22: 2001:a18:0:ff01::1 286.986ms asymm 12
23: 2001:a18:0:408::4 287.235ms reached
Resume: pmtu 1450 hops 23 back 52
```

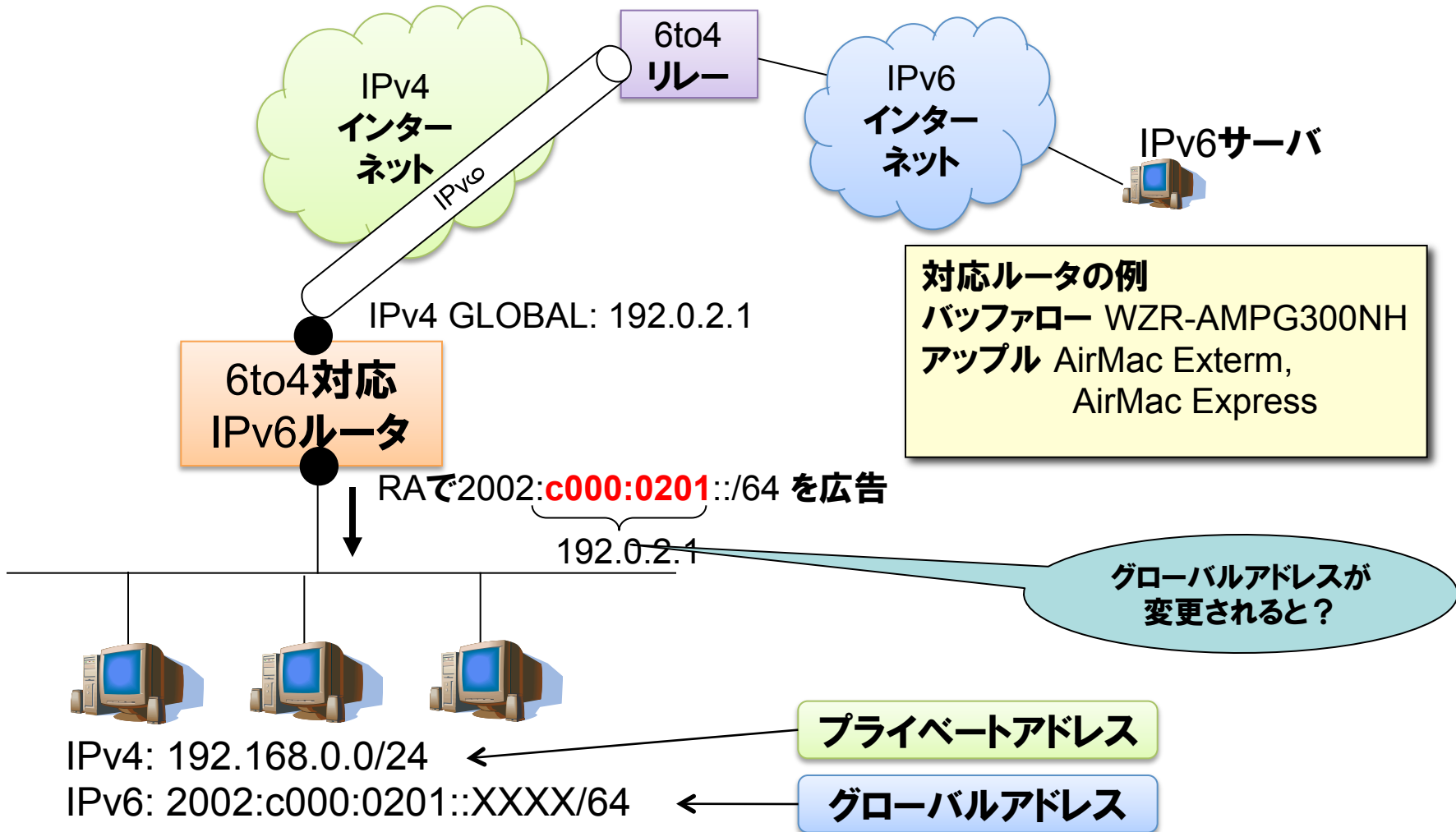
- ICMPv6 の返答がない
 - ファイアウォール等によるフィルタ
 - 経路途中のルータの過負荷
- ICMPv6のフィルタについて
 - IPv6では、ICMPv6に依存している部分多し
 - 以下のはフィルタ不可 ICMPv6 メッセージ:
 - Destination Unreachable (Type 1)
 - » All codes
 - Packet Too Big (Type 2)
 - Time Exceeded (Type 3)
 - » Code 0 only
 - Parameter Problem (Type 4)
 - » Codes 1 and 2 only
- RFC 4890 “Recommendations for Filtering ICMPv6 Messages in Firewalls” を参照.

- **自環境のMTUの調整**
 - OSによっては、経路毎にMTUを設定可能
 - デフォルトのMTUを変更することも可能
 - ルータ広告のパラメータで指定可能
 - 小さくすると、通信効率は落ちる。
- **問題を発見した場合には、先方に対処を依頼する**
- **TCP通信に限っては、途中ルータや自ノードでのMSSの調整という解もある。**

IPv6移行技術の導入によるトラブル

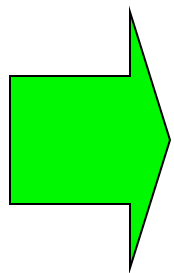
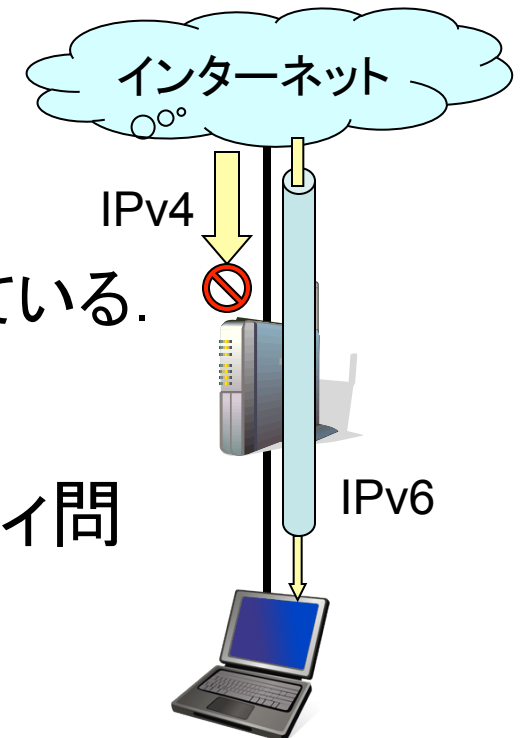
6to4とIPv6アドレス

6to4 により, 簡易にIPv6インターネットに接続できるが...



- **6to4 をまじめに使う場合には、固定IPv4アドレスの方がうれしい。**
 - **が、本末転倒？**
- **今後、LSNが入ってくると、6to4 は動かなくなる。**
 - **グローバルアドレスが必要。**
- **6to4は、利用を縮小する方向**
 - **IETF(インターネットの標準化団体)でも、標準自体の見直しを検討中。**

- 宅内機器（特に，PC）が，自動的にIPv4トンネルを利用したIPv6接続をする場合あり。
 - 6to4（グローバルアドレスを持つ機器での利用を想定）
 - Windows OS, Airmac Extreme 等で実装されている
 - Teredo（NAT配下での利用を想定）
 - Windows OS 等に実装されている
- これらのトンネルが動作すると，ユーザは気がつかないうちにIPv6 reachable になっている。



フォールバック問題，セキュリティ問題等にはまる可能性あり。

- IPv6が導入され、遭遇しやすそうな課題について紹介しました。
- IPv6導入時の課題については、
– http://www.v6pc.jp/jp/entry/wg/2011/09/ipv6_2.phtml
にもまとめられています。
- IPv6導入に起因する問題に遭遇した場合には、是非ご共有をお願いします。上記 Web ページでも、ご意見募集中です。

参考資料

RFC3484 (アドレス選択ポリシー)は複数あるソースアドレスと宛先アドレスからどれを選択するかアルゴリズム。IPv6では実装はMUSTであり、WindowsではXP以降が実装。

RFC3484を使った対応策1の実現例

宛先アドレスとソースアドレスがそれぞれ2つずつある場合

宛先アドレス : A.[非優先IPv6アドレス], B.100.200.0.1

ソースアドレス: ①[自IPv6アドレス], ②192.168.1.1

IPv6スタックに以下のテーブルを構成する
追加前の場合

IPv4優先のために
この行を追加する

Step1
宛先のラベルを求める

Step2
ソースアドレスを調べる

Step3
Step1とStep2で求めたラベルを比較して一致するアドレスを選択する→Aと①、Bと②

Step4
Step3の中から優先度の高いものを選択する→Aと①
宛先アドレス [自IPv6アドレス]
ソースアドレス [非優先IPv6アドレス]を選択

Prefix	優先順位	Label
[非優先IPv6アドレス]	60	6
::1/128	50	0
::/0	40	1
2002::/16	30	2
::/96	20	3
::ffff:0:0:/96 (IPv4アドレスの互換表記)	10	4

追加後の場合

Step1
宛先のラベルを求める

Step2
ソースアドレスを調べる

Step3
Step1とStep2で求めたラベルを比較して一致するアドレスを選択する→Bと②のみ
↓
宛先アドレス 100.200.0.1
ソースアドレス 192.168.1.1
を選択

← FallbackでIPv4通信