

技術者のためのIPv6セミナー 2009

# IPv6 ネットワーク設計 事前に俯瞰しておくこと

2009. 3. 13

ai-nakagawa at kddi dot com

中川あきら / KDDI

この資料は話者の所属する組織の方針を示すものではありません。

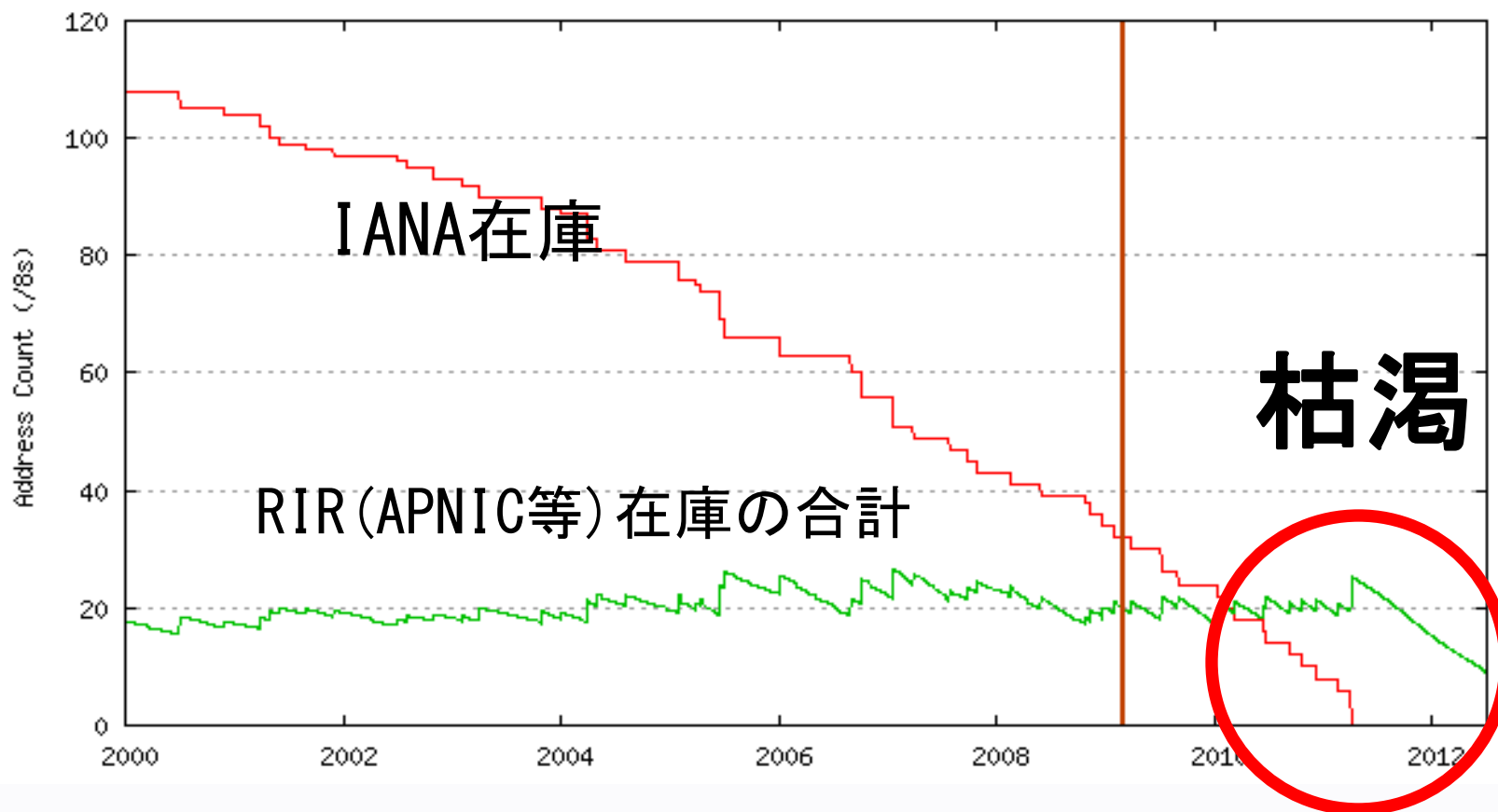
話者がインターネットコミュニティにおける様々な活動で得た情報の中から一部をご紹介しますためのものです。

- ① 枯渇期の IPv4/IPv6 ネットワークモデルの一例
- ② 日本国内IPv6アクセスネットワークモデルの一例
- ③ 日本国内IPv6家庭用ルーター関連の動向

- ① 枯渇期の IPv4/IPv6 ネットワークモデルの一例
- ② 日本国内IPv6アクセスネットワークモデルの一例
- ③ 日本国内IPv6家庭用ルーター関連の動向

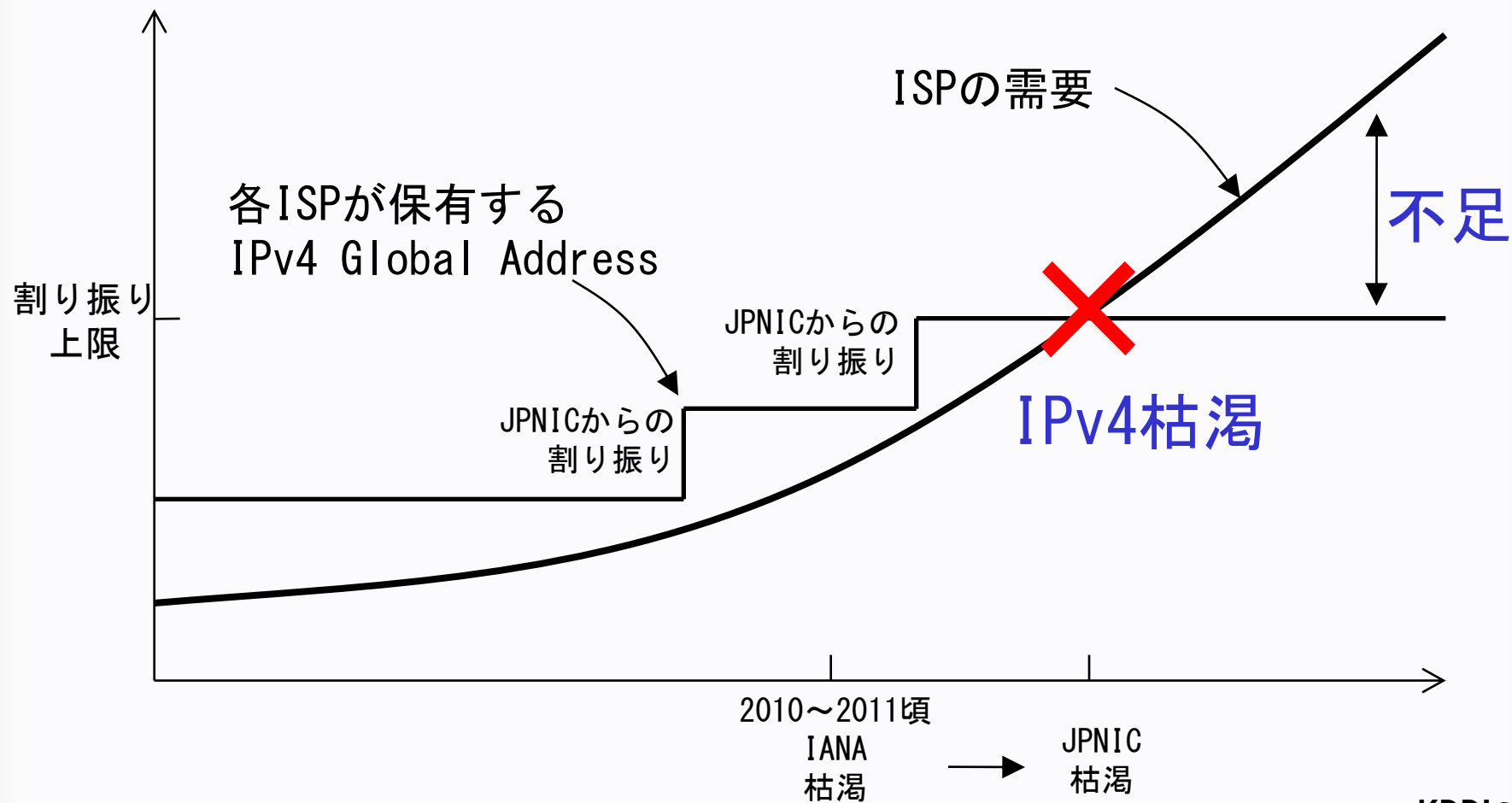
# Geoff Huston の枯渇予測

あと2～3年でIPv4アドレスが枯渇する。  
お客さまには混乱無くサービスをご利用いただきたい。



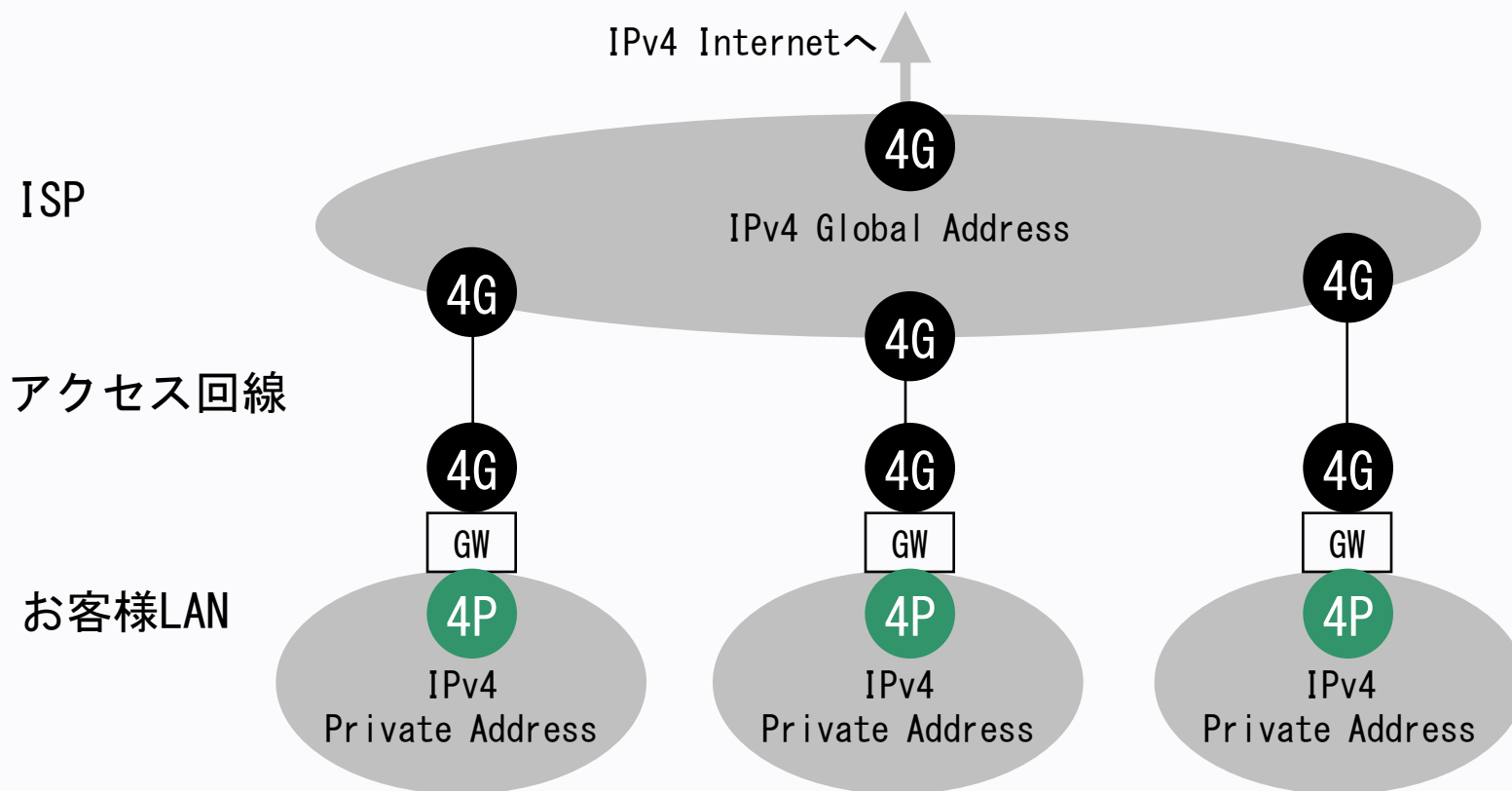
# アドレス枯渇のイメージ

IPアドレス割り振り終了後、  
事業者は事業の拡張ができなくなる。



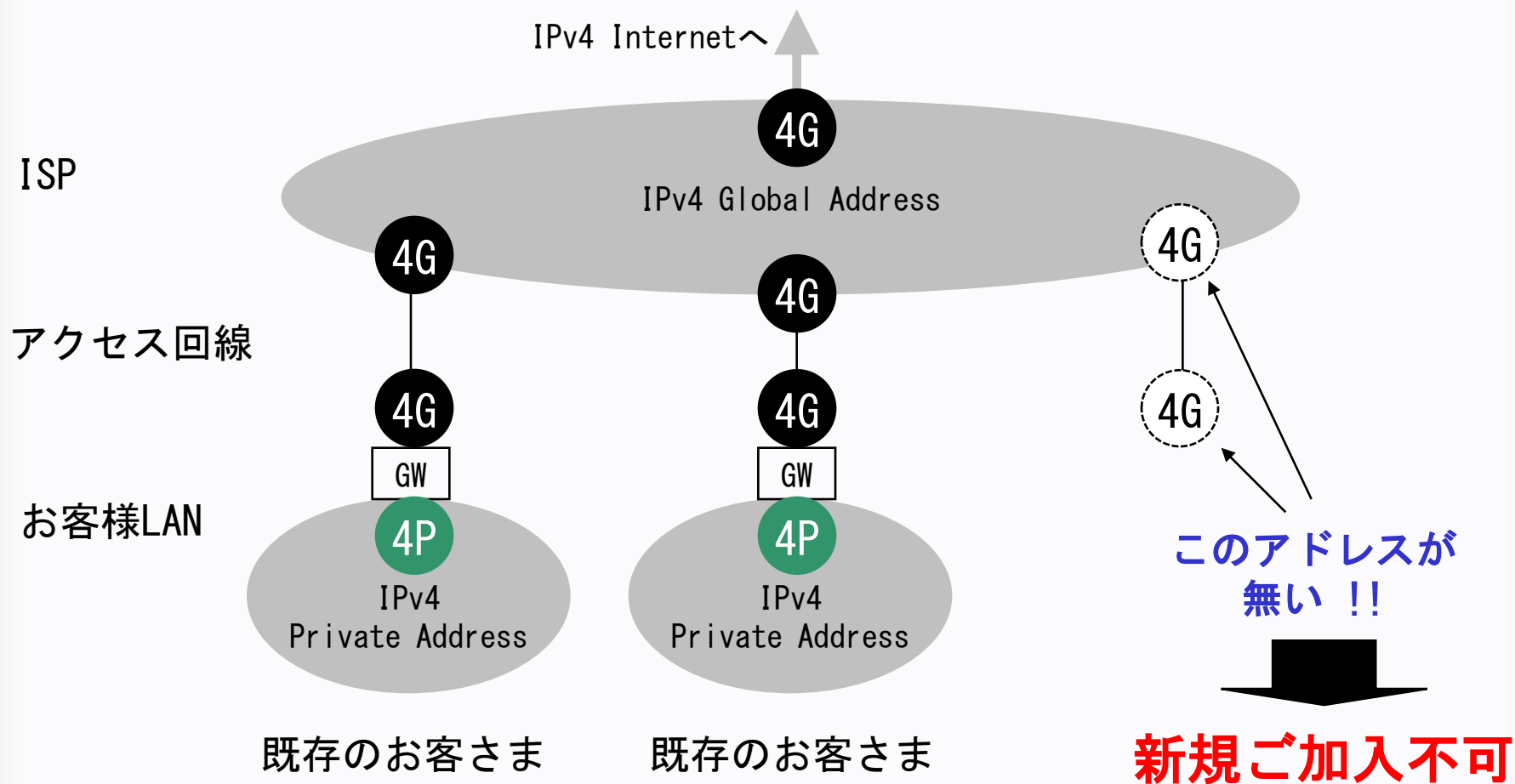
# 現在の典型的なネットワーク

お客様のLANは IPv4 Private Address、  
ISP網内は IPv4 Global Address で構成されている



# アドレス枯渇後の問題点

何も手を打たなければ、ご新規のお客さまは  
ISPのサービスにご加入いただけなくなる。



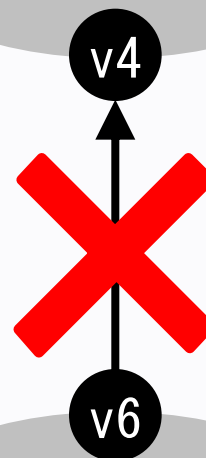
# IPv6への移行 ?

当面 IPv4-only の通信相手が残るため、お客様に IPv6に完全移行していただくことができない

IPv4-only の通信相手

v4サーバー等

IPv4-IPv6の  
互換性無し

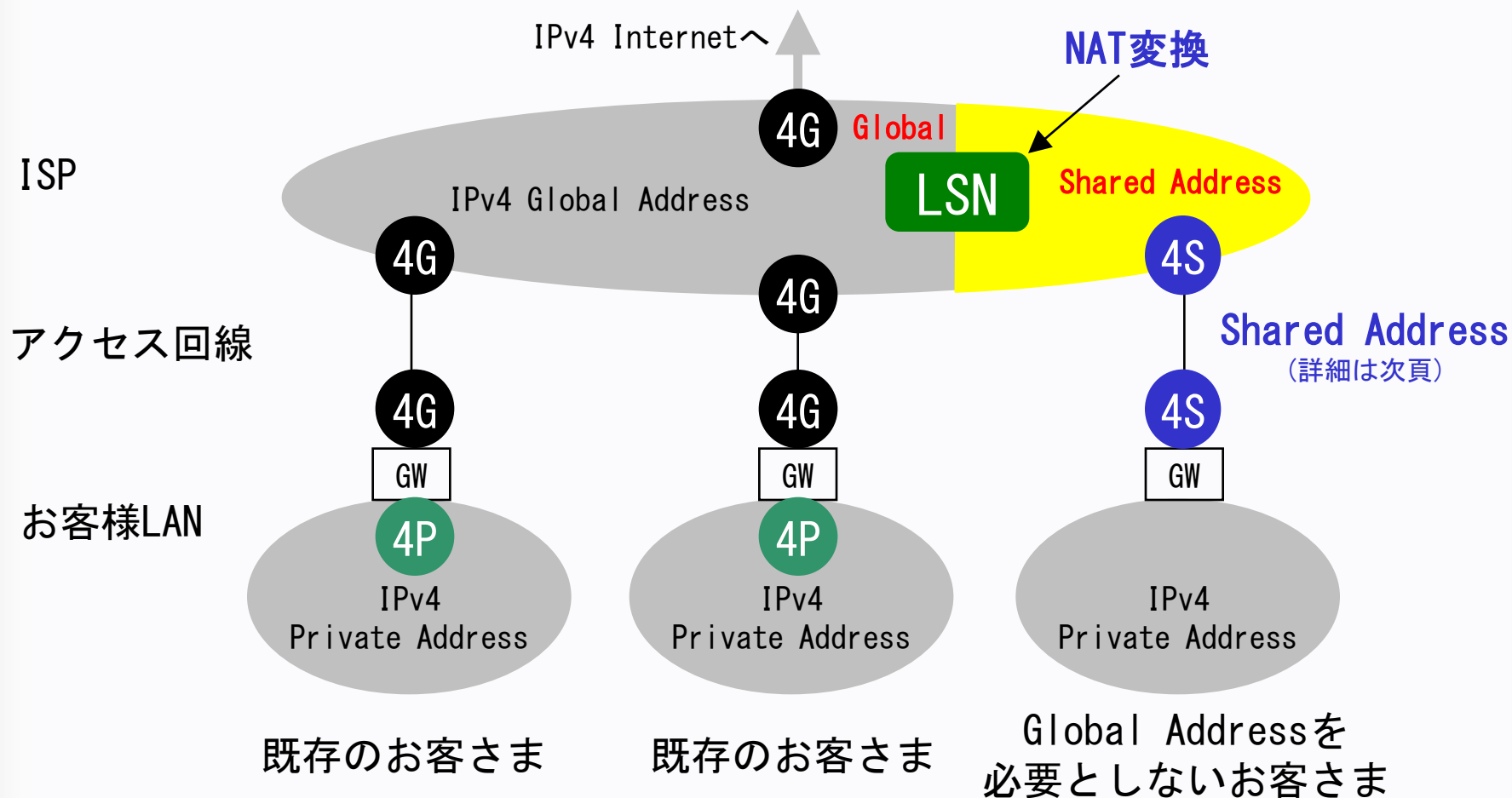


IPv6-only のお客様

v6パソコン等

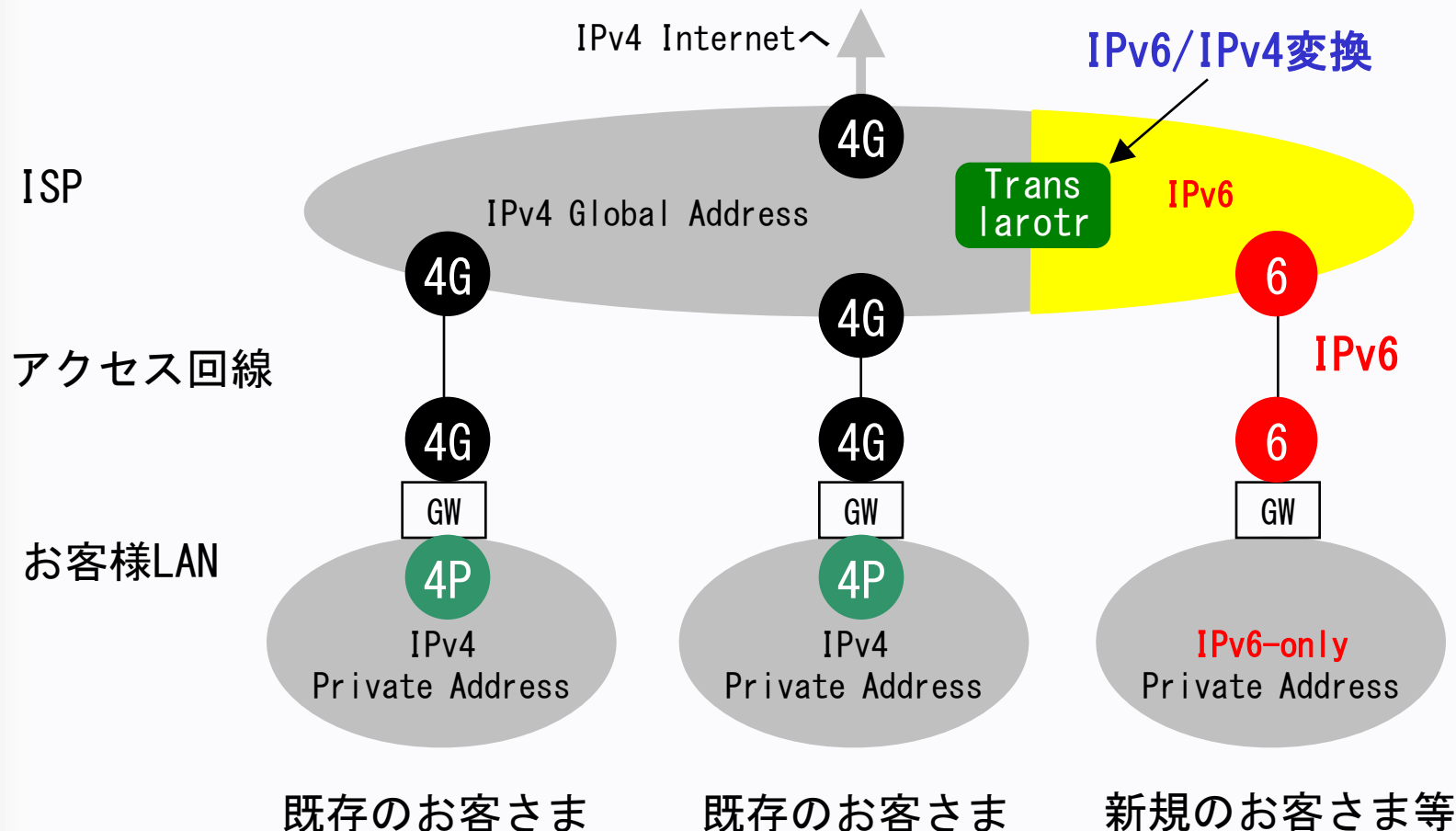
# IPv4接続性維持の対策 (1)

Large Scale NAT (LSN) + Shared Address  
の組み合わせで事業を拡張する

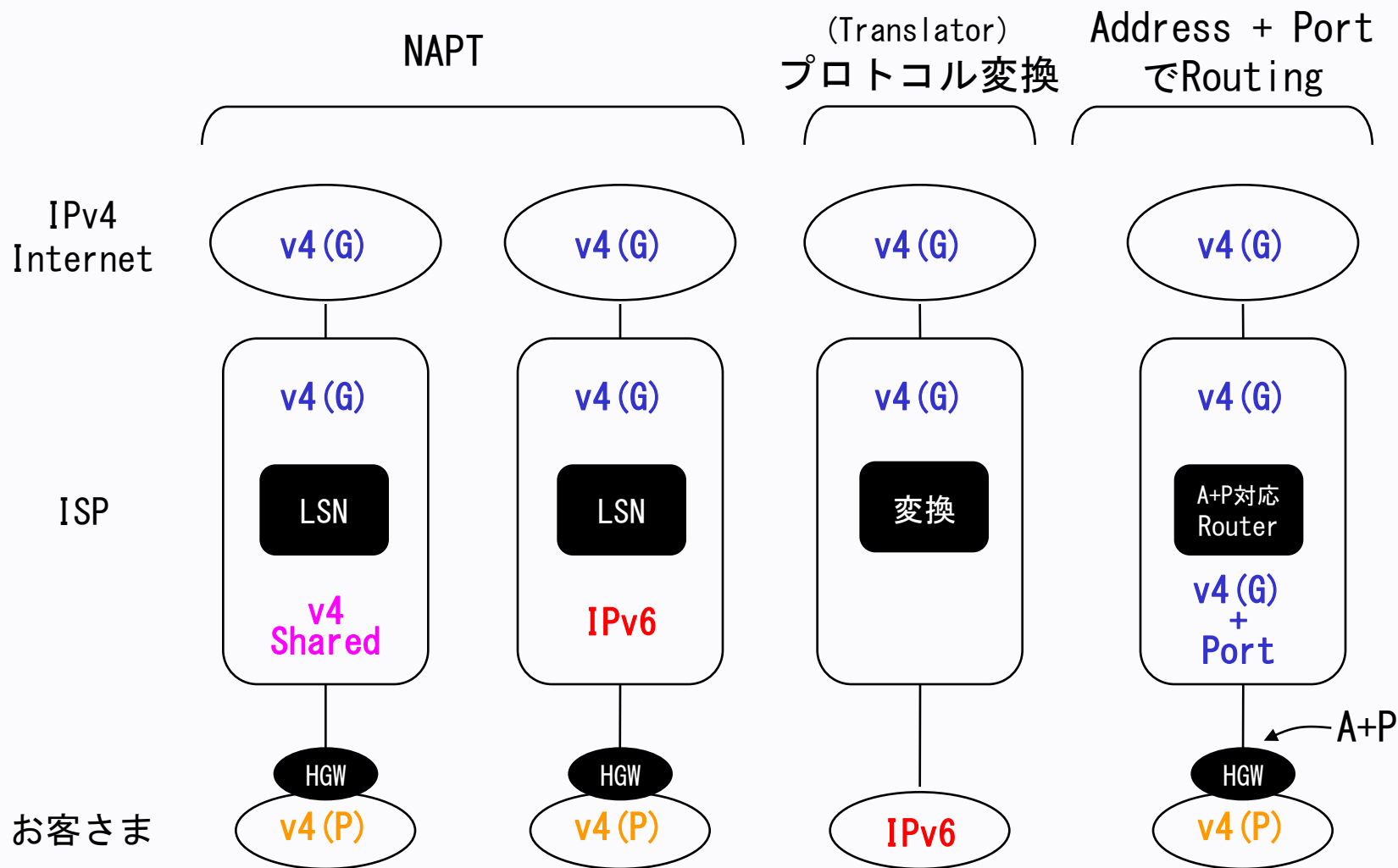


## IPv4接続性維持の対策 (2)

Translatorで事業を拡張する



# IETFで議論されている各種ネットワークモデル(抜粋)



# NAT444 Network Model

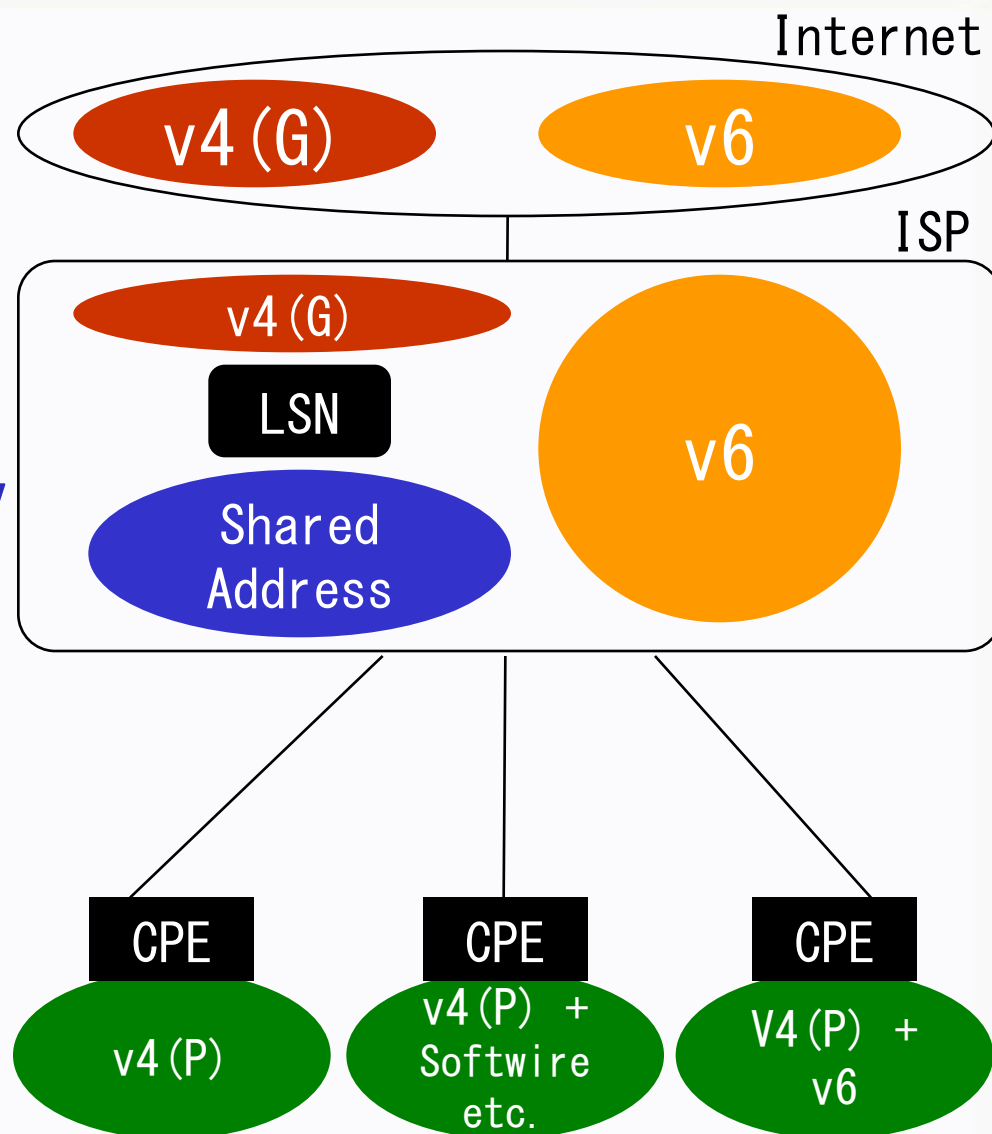
## ◆ Definition

It is a network model that uses ISP NAT44 and CPE NAT44.

## ◆ IPv4 Address between LSN & CPE could be any IPv4 Address.

We propose Shared Address.

## ◆ Supposed to co-exist with IPv6 network.

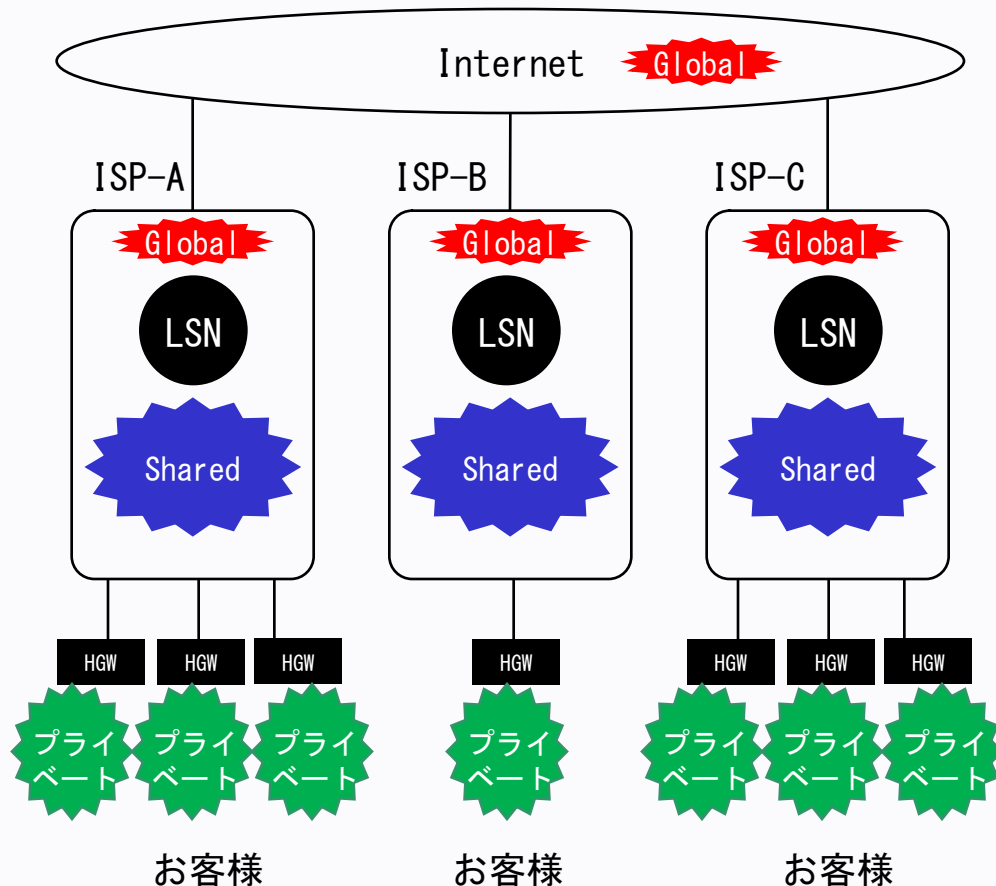


\*1) LSN : Large Scale NAT

# ISP Shared Address とは

枯渇時に LSN\*<sup>1</sup>～お客さま間で利用する  
使うISP専用のアドレス空間。

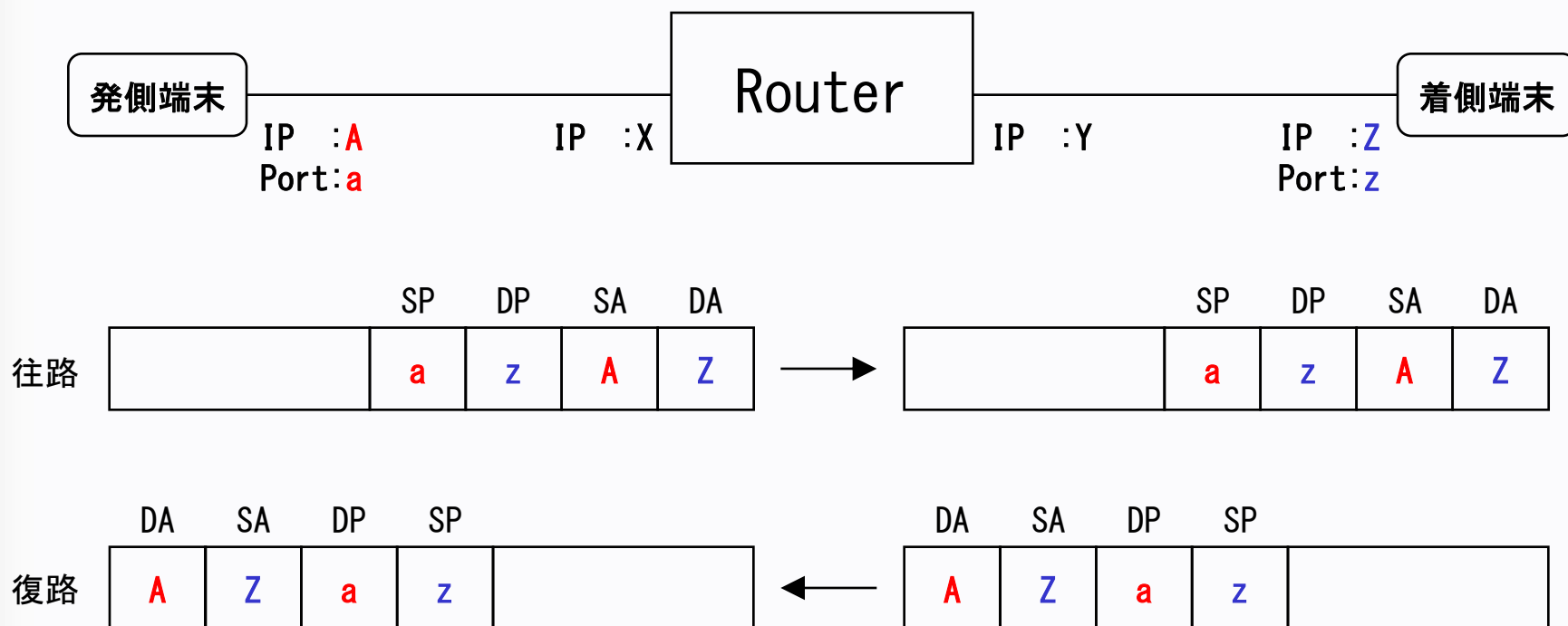
- ◆ 最小サイズ： /10
- ◆ 複数のISPによって使われる（シェアされる）ブロック。
- ◆ 従来のプライベートアドレスの拡張ではない。
- ◆ IETFに共同提案中。



\*1) LSN: Large Scale NAT

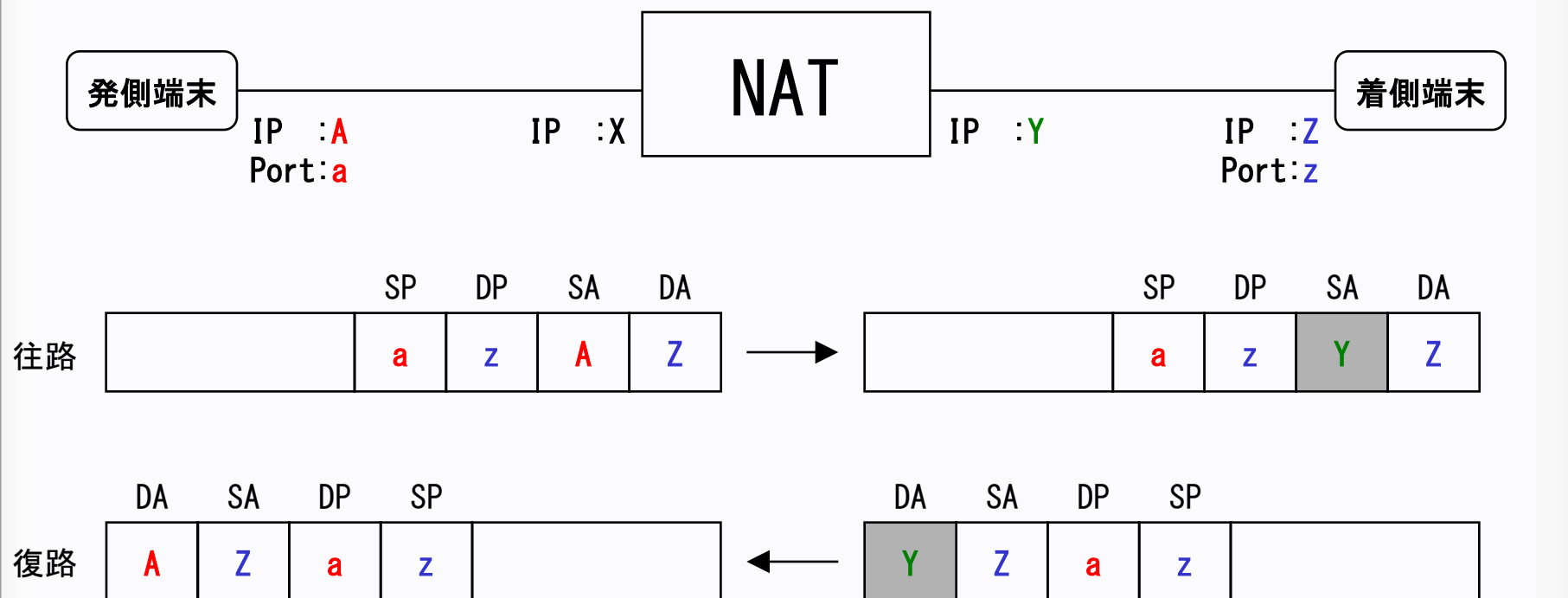
# (解説) Routing の動作

- ◆ IP Address のみを見てパケットを転送する。
- ◆ IP Address / Port番号共に書き換ええない



# (解説) NAT の動作

## ◆ SA (Source Address) が書き換えられる

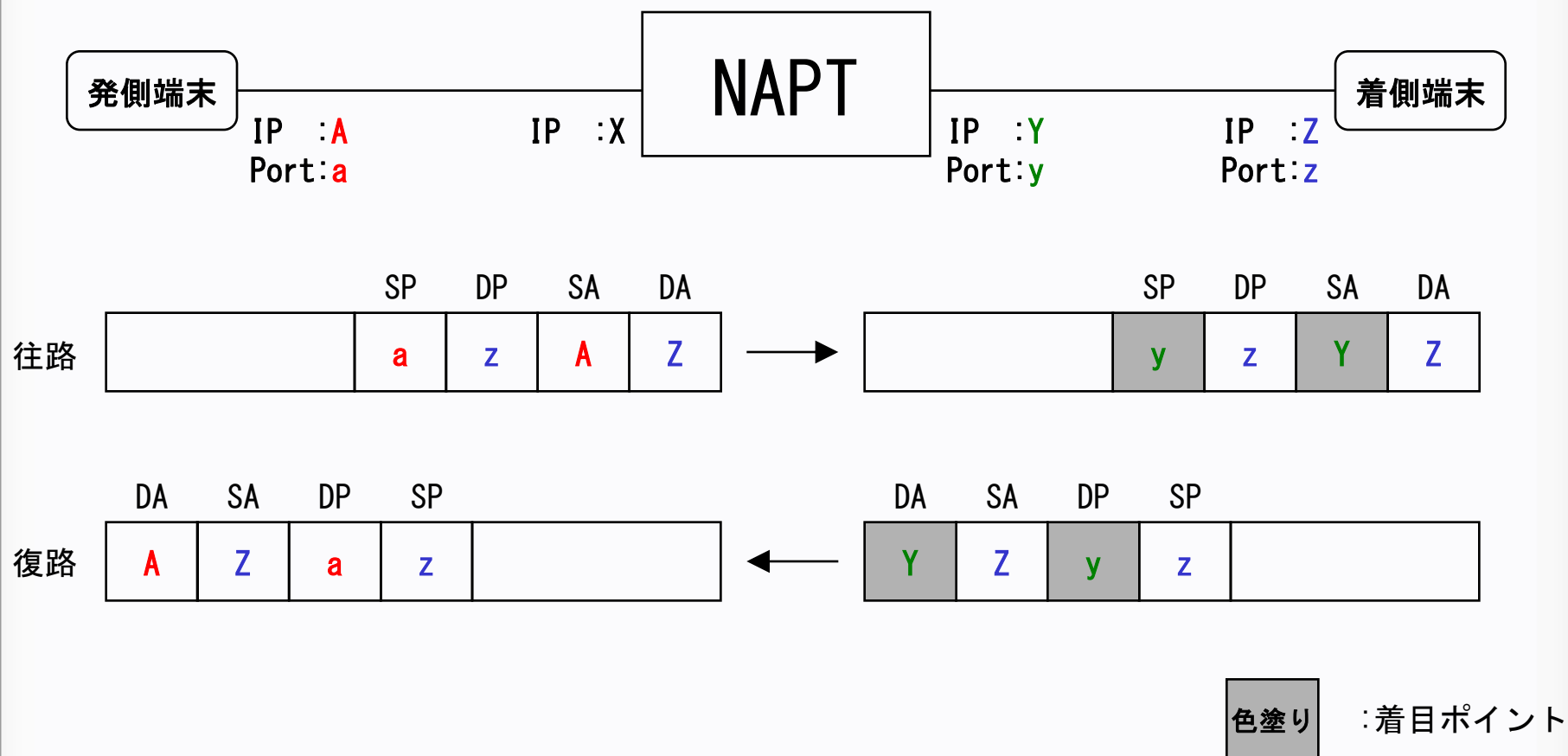


色塗り

: 注目ポイント

# (解説) NATP の動作

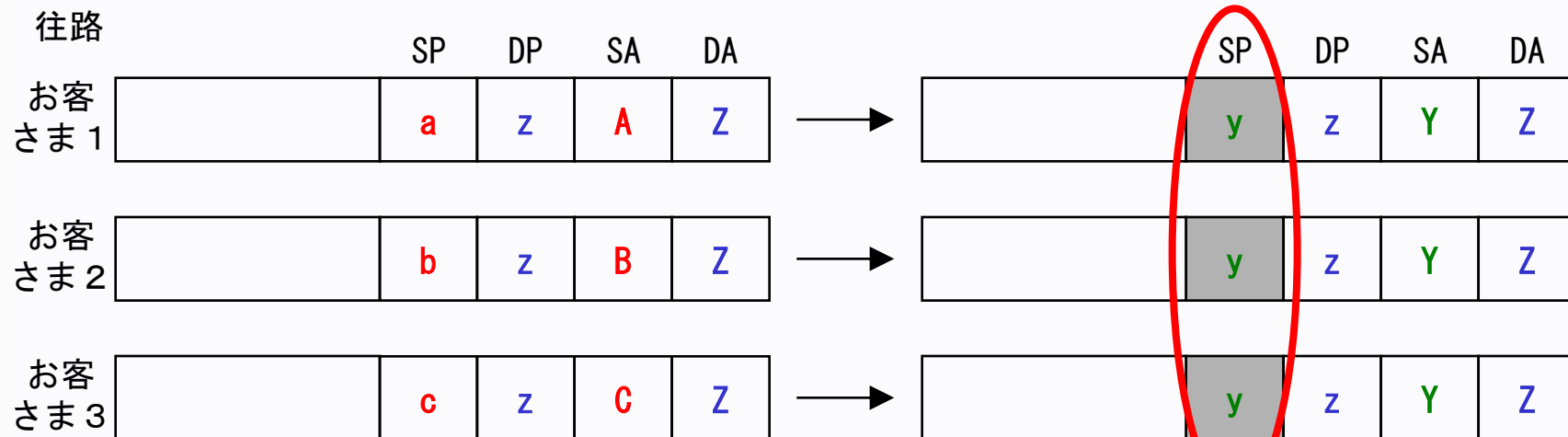
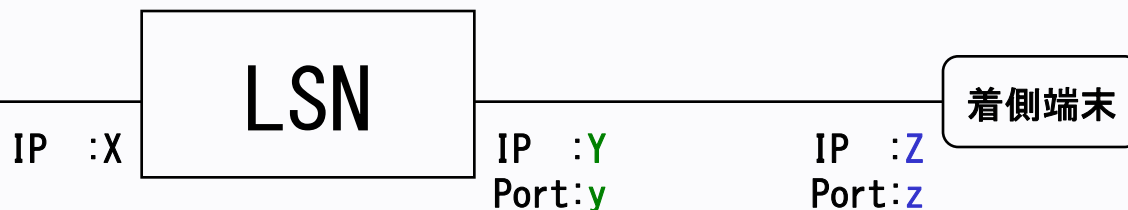
- ◆ SA (Source Address) 及び SP (Source Port) が書き換えられる



# (解説) Large Scale NAT の動作

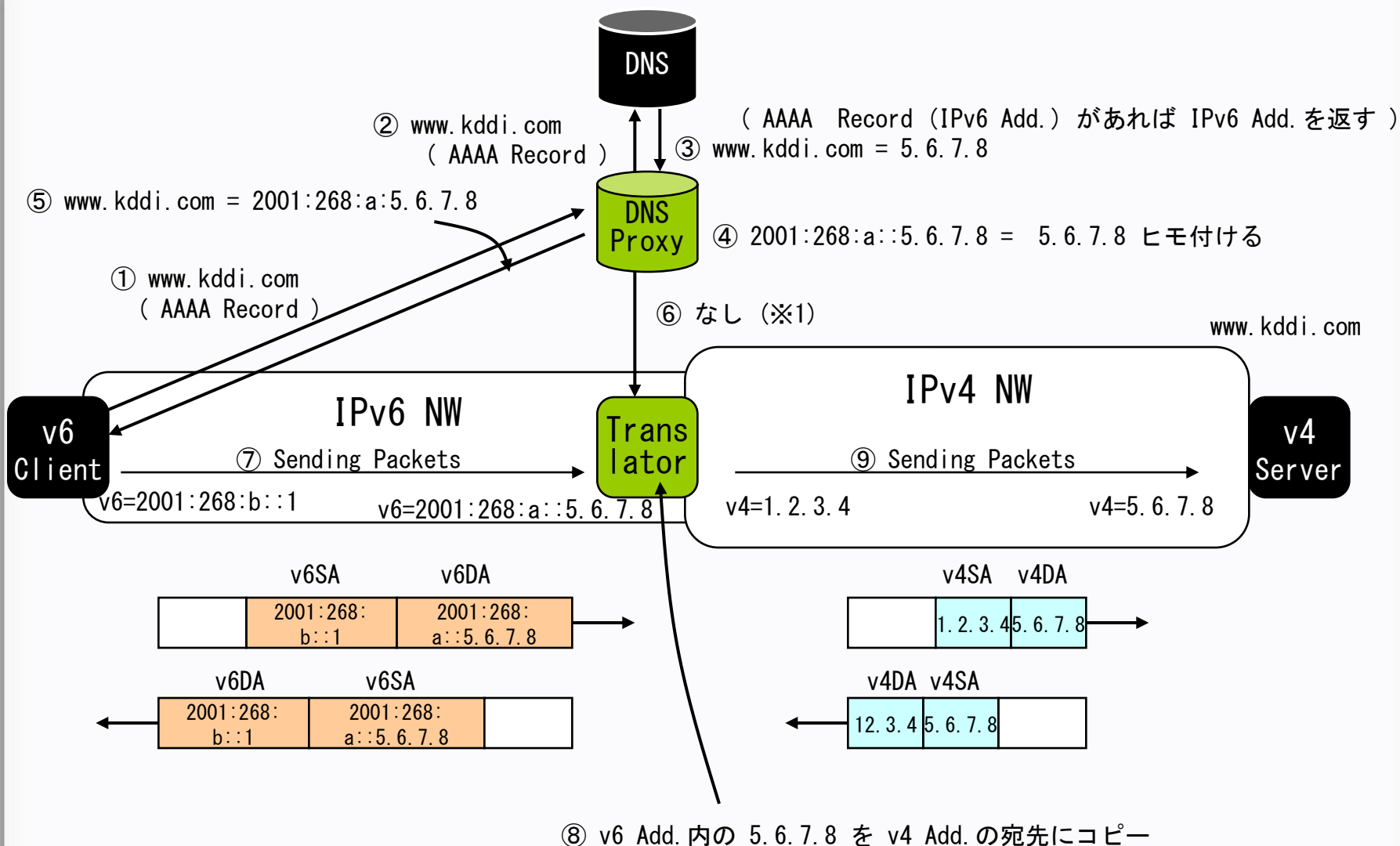
- ◆ 複数のお客様で NAPT出側のPort番号空間yを共有するため、ISPは Port番号の枯渇管理コストがかかる

お客さま 1 IP:A Port:a  
 お客さま 2 IP:B Port:b  
 お客さま 3 IP:C Port:c



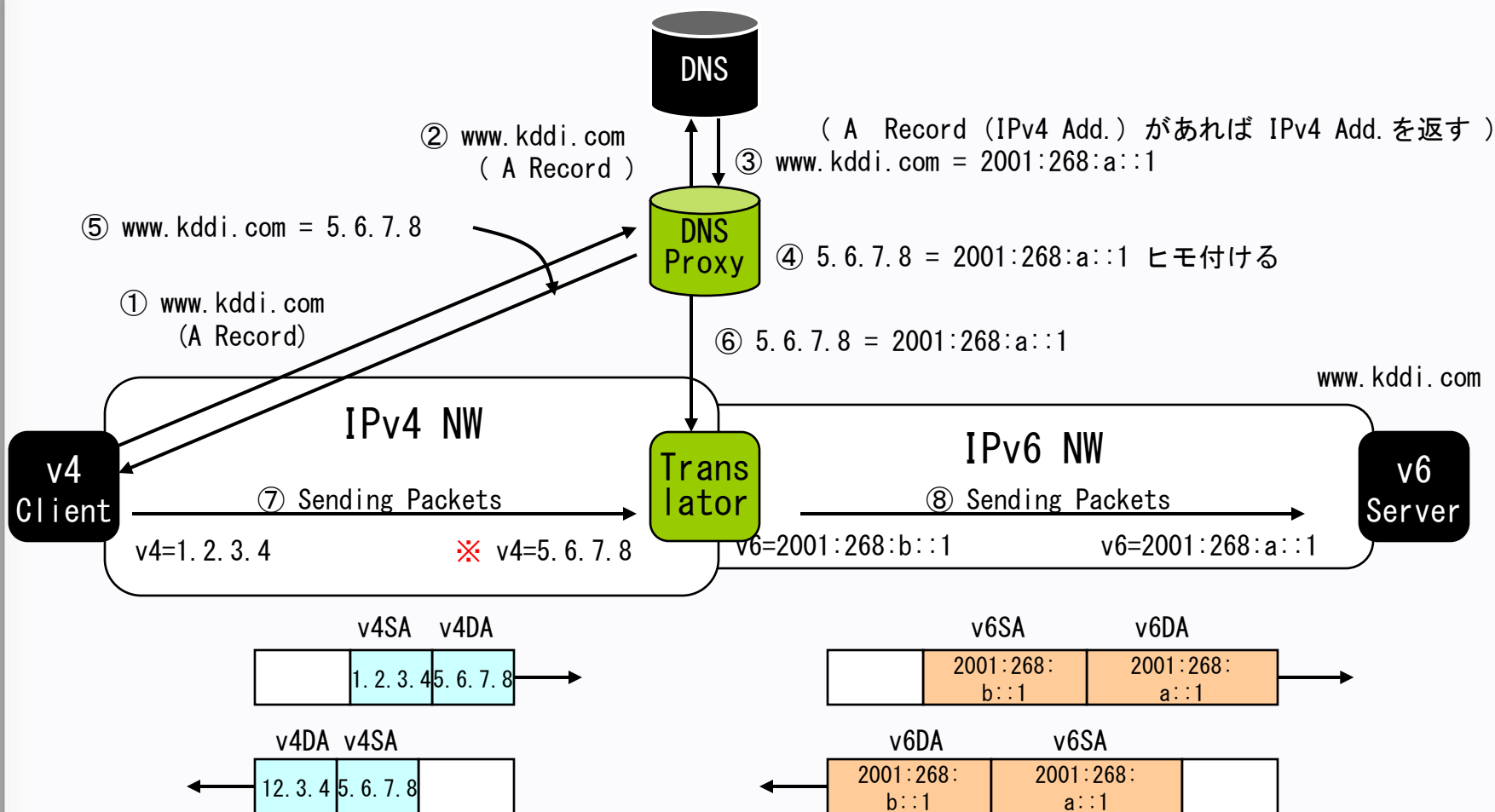
限りあるPort番号を共有

# (解説)Translator動作の一例 (v6→v4方向)



(※1) ⑥ 通知を行う製品もある。

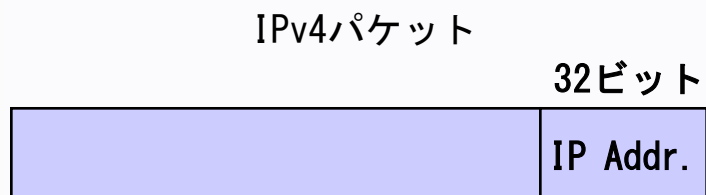
# (解説)Translator動作の一例 (v4→v6方向)



※v4写像アドレス(5.6.7.8の部分)は v6 Server の数だけ必要となる。v6 Serverが1000台あれば1000個必要

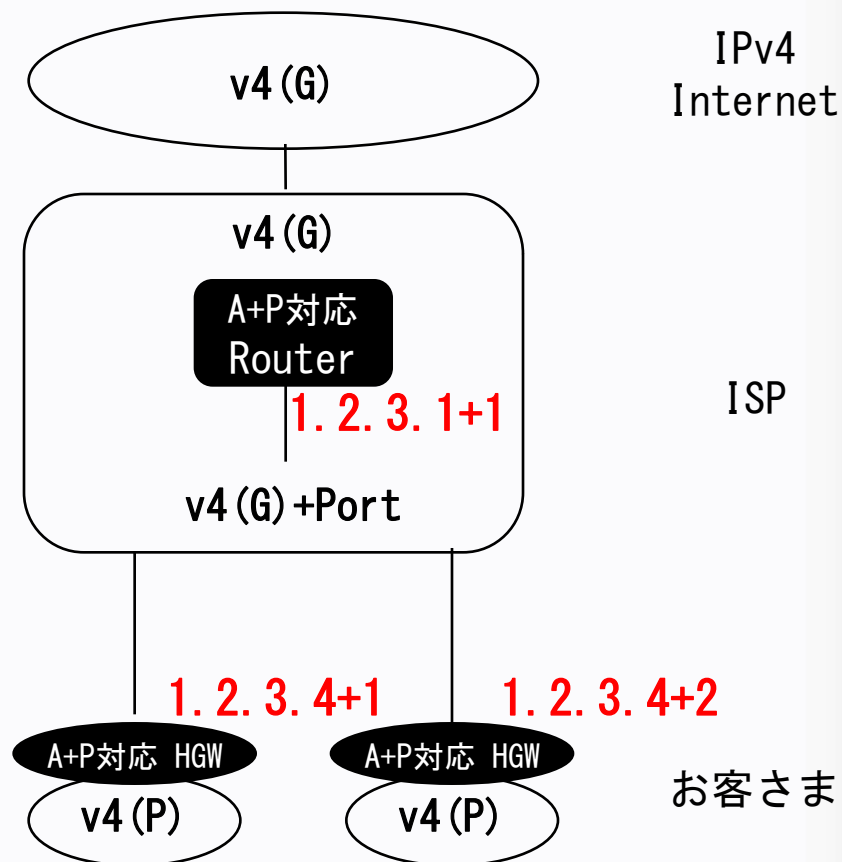
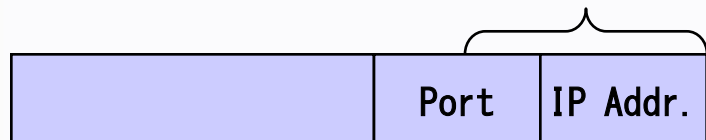
# A+P ( Address + Port ) の概念

## ◆ IP Addressで足りない桁数を Port番号で補完する方式



32ビットでは足りない

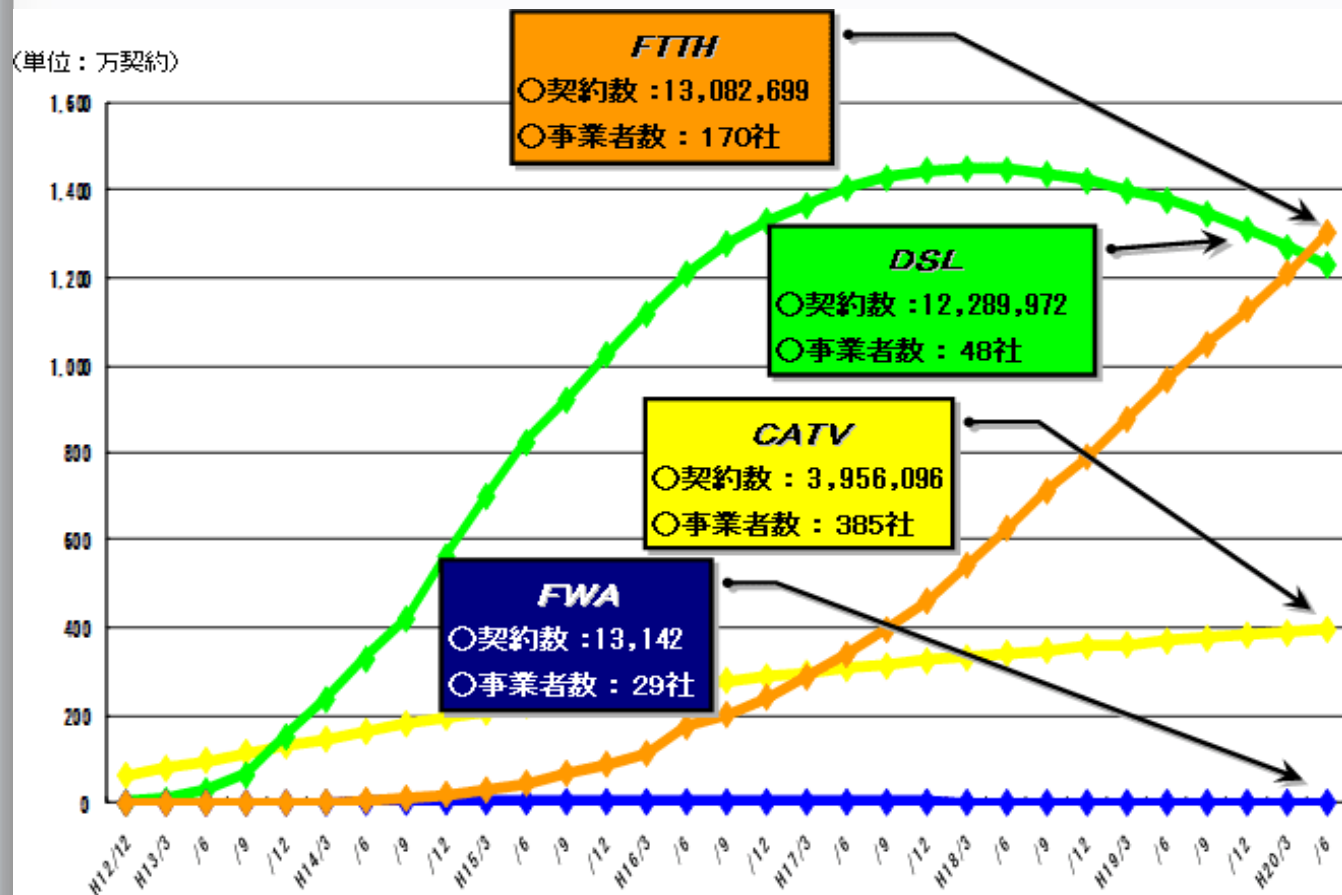
Port番号の一部をあたかも IP  
アドレスのように使い、32bit+α



- ① 枯渇期の IPv4/IPv6 ネットワークモデルの一例
- ② 日本国内IPv6アクセスネットワークモデルの一例
- ③ 日本国内IPv6家庭用ルーター関連の動向

# 各種ブロードバンドサービスの契約数の推移

FTTHが伸び続けている



KDDIのサービス



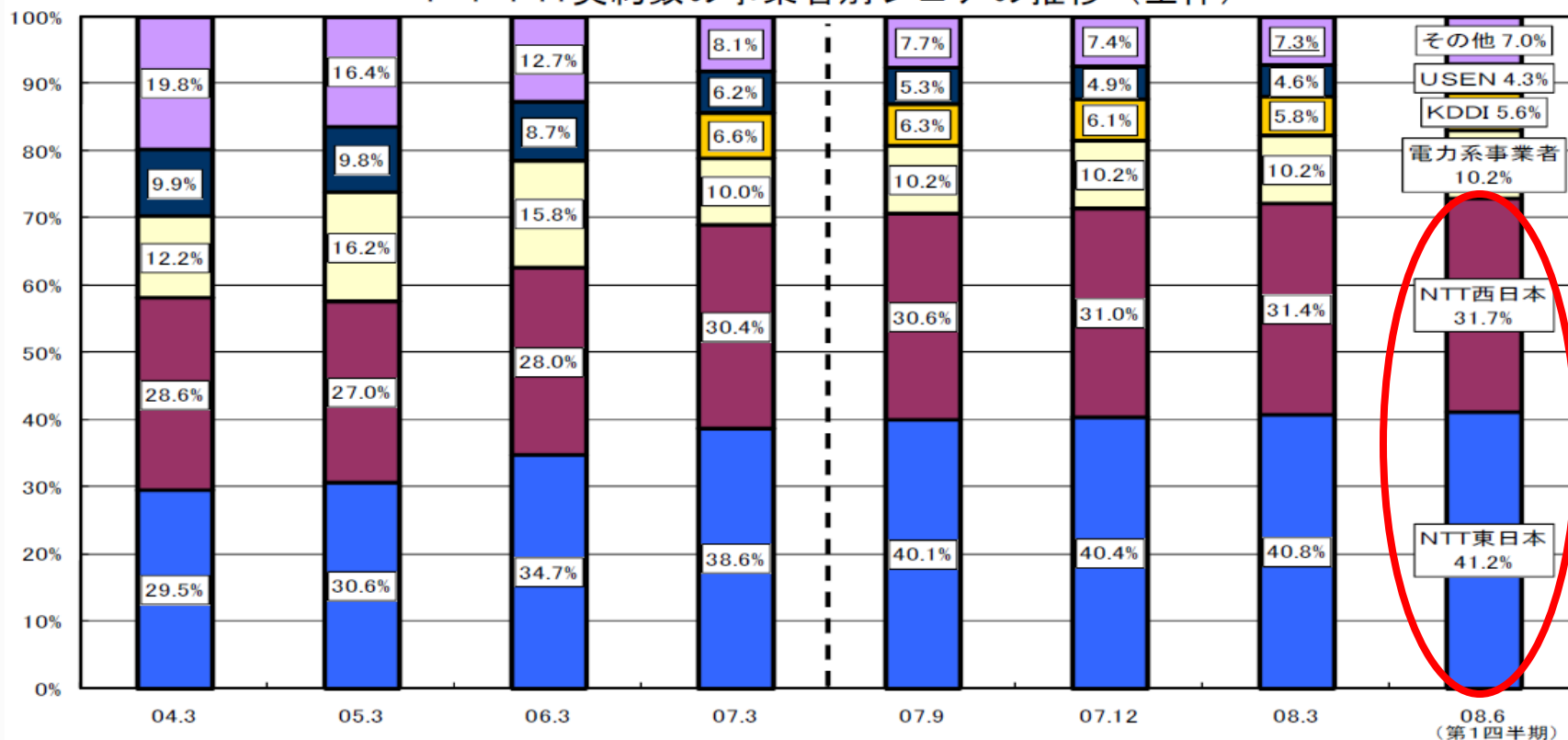
注: 電気通信事業報告規則の規定により報告を受けた数値を集計(平成16年3月末分以前は事業者から任意で報告を受けた数値を集計。)

[http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080917\\_2.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080917_2.html)

# FTTH シェアの比較

- ◆ NTT東西様のアクセスネットワークが日本国内で大きな影響力を持つ。

FTTH契約数の事業者別シェアの推移（全体）



注1：07年1月にKDDIが東京電力のFTTH事業等を統合したことに伴い、06年度第4四半期（07年3月末）から「電力系事業者」に東京電力は含まない。以下同じ。

注2：08年3月末の契約数及びシェアの数値を一部修正した（下線表示部分）。

## 日本のNGN IPv6接続に関する協議の経過

- ◆ 総務省主催「インターネットの円滑なIPv6移行に関する調査研究会」(2008. 4. 1)における要求事項抜粋
  - 2008年夏までにISPとアクセス事業者間でIPv6接続方式の合意形成
  - 2008年中に対応化計画を策定
  - 2010年までにネットワークの IPv4/IPv6対応 他
- ◆ 同研究会にJAIPA(\*)がいわゆる“JAIPA3案”を提案
- ◆ その後、JAIPA と NTT東西間で接続方式の協議
- ◆ 「インターネット政策懇談会作業部会」(2008. 8. 25)
  - 合意形成を2008年12月に延期することを決定
- ◆ JAIPA/NTT東西共催によるISP向け説明会 (2009. 2. 6)

(\*) JAIPA : 社団法人日本インターネットプロバイダー協会

出展 : [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/ipv6/080401\\_2.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/ipv6/080401_2.html)

# JAIPA、NTT東西それぞれの方針(抜粋)

## ◆ JAIPA側

- ISPの事業は継続可能であるべきである。
- 案3ではISPとしての事業継続性に重大な懸念が生じる。
- 案2を前提としてNTT東西様と協議を進める。

## ◆ NTT東西様側

- 具体的なご要望を明確にさせていただき一定の前提条件を確定したうえで、各案に対する詳細な技術検討を実施する。
- 今年中にISP殿が実現方式を確定できるよう進めていきたい。
- 技術的な検討以外においても、JAIPA殿と協力して引き続き協議を深めていくこととする。

ISPがNGNを使いトンネル方式でIPv6インターネット接続を提供する方式

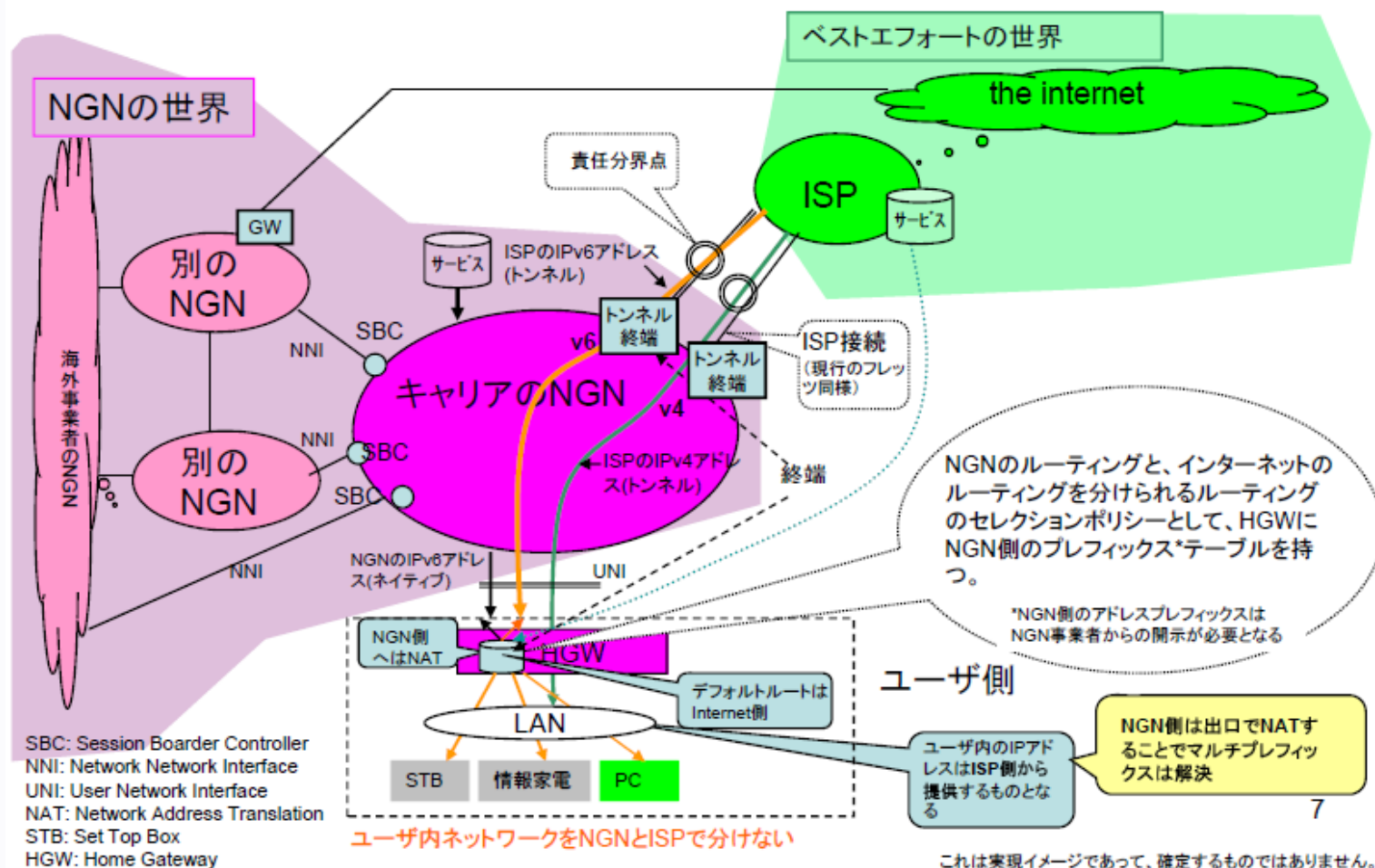


# JAIPA 案2

## (案2)トンネリング方式-2

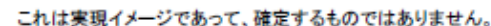
(ISPとNGNから別々にプレフィックスを割り当てる)

NTT東西がトンネルを提供し、ISPがIPv6インターネット接続を提供する方式



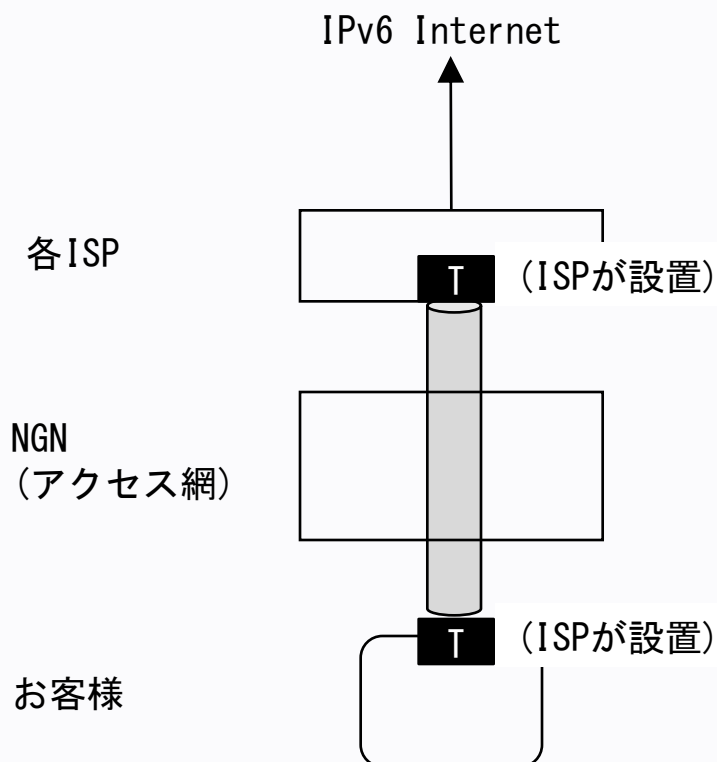
(NGNのアドレスをそのままLAN側でも利用する)

## ISPがNGNへIPv6インターネット接続をアウトソースする方式

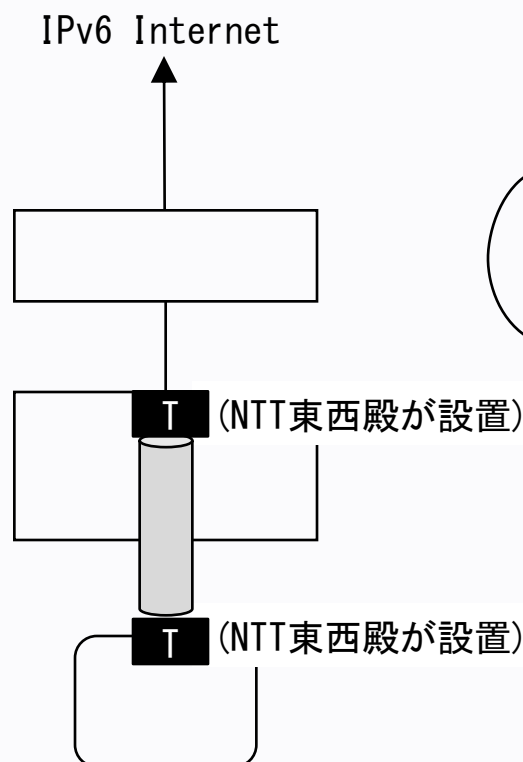


# JAIPA 3つの案の比較 (IPv6 ISP接続の視点)

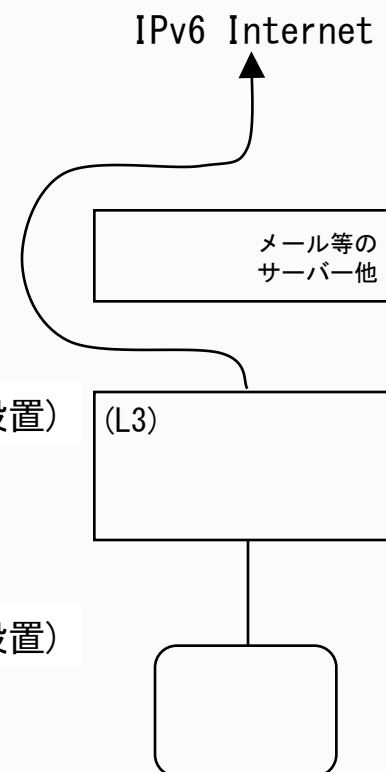
## ◆ JAIPA 案1



## ◆ JAIPA 案2



## ◆ JAIPA案3

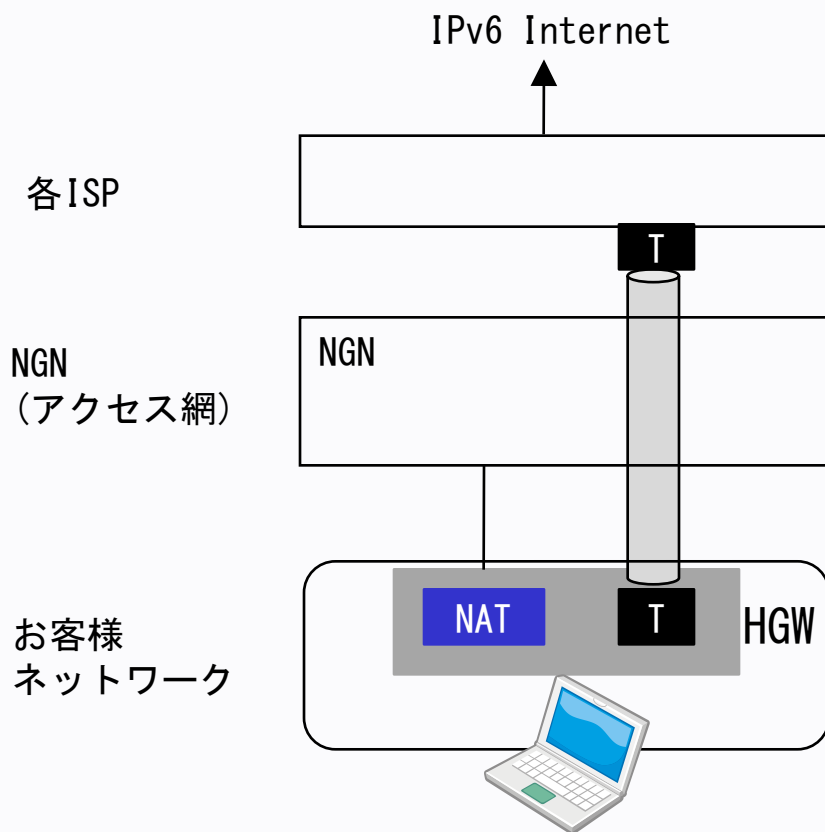


- JAIPAはこの案に絞ってNTT東西殿と交渉中
- IPv4のフレッツと似たモデル

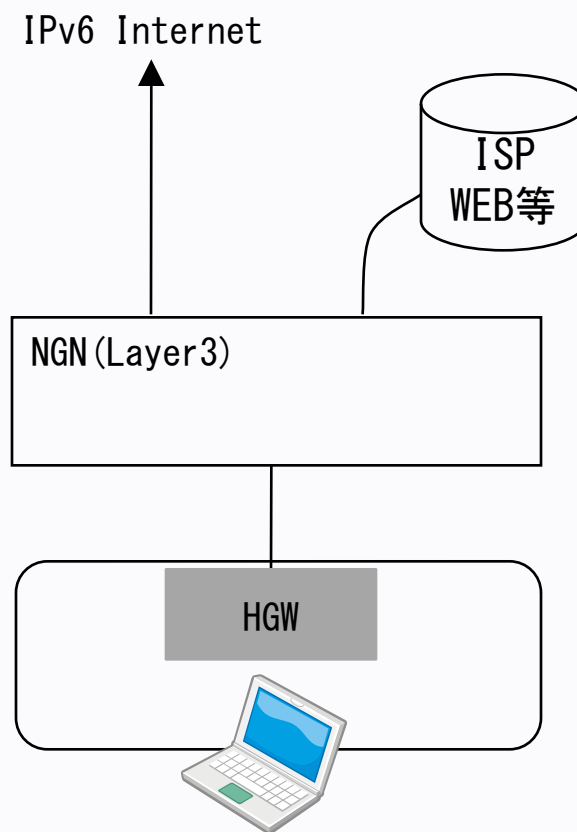
**T** : トンネル終端

# JAIPA 3つの案の比較 (NGN接続の視点)

## ◆ JAIPA 案1/案2 (トンネル方式)



## ◆ JAIPA案3 (ネイティブ方式)



NAT

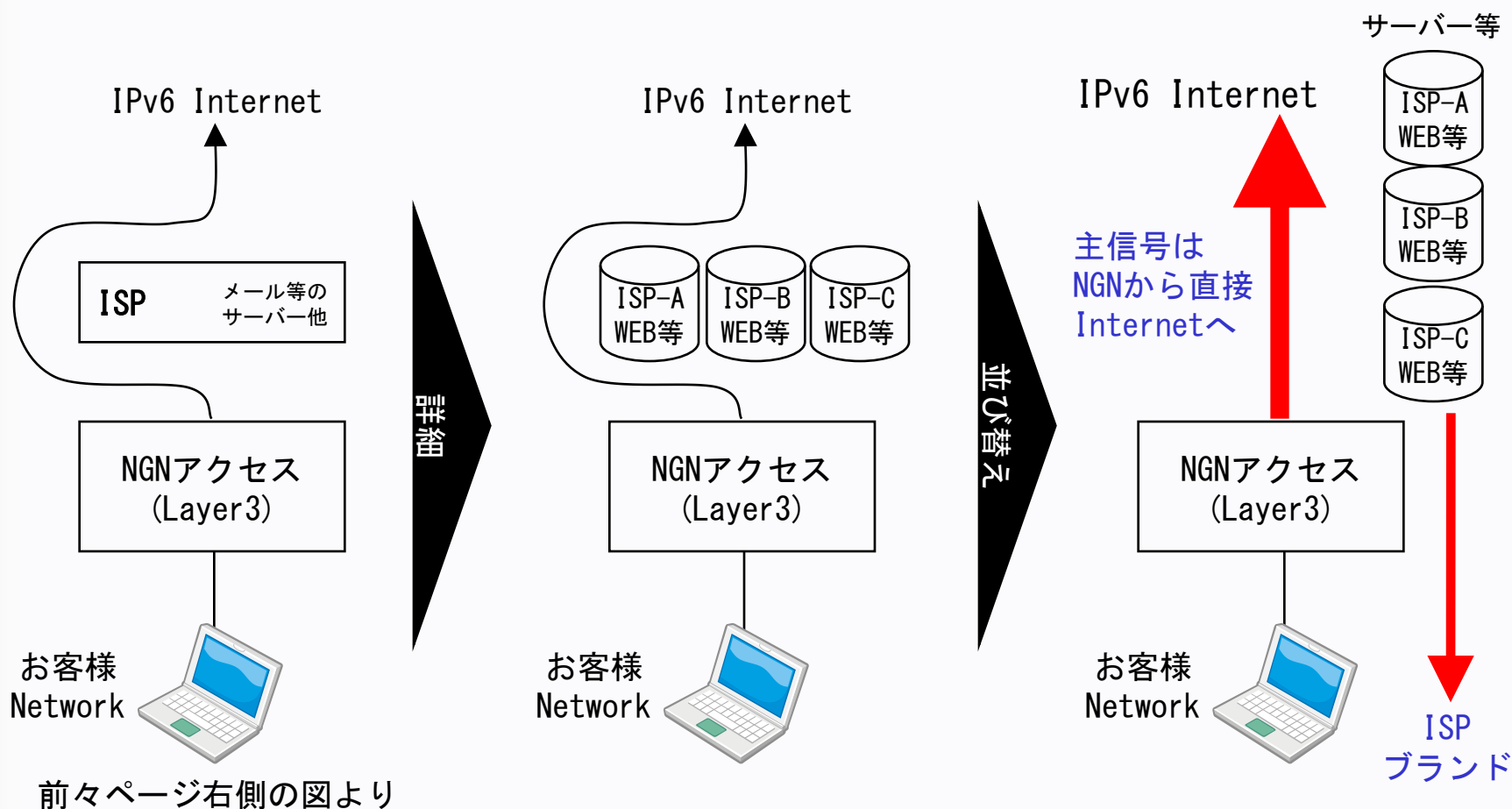
: IPv6/IPv6 NAT

T

: トンネル終端

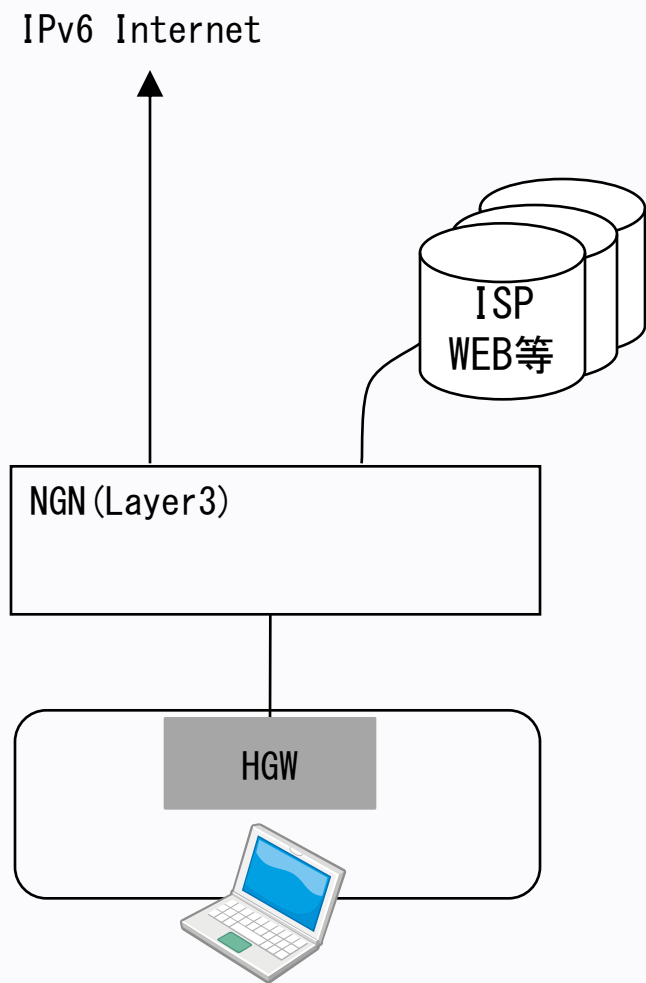
# JAIPA“案3”の概要

- 公正競争上の懸念
- ISPは、ビジネスモデルを大きく変えることになる。

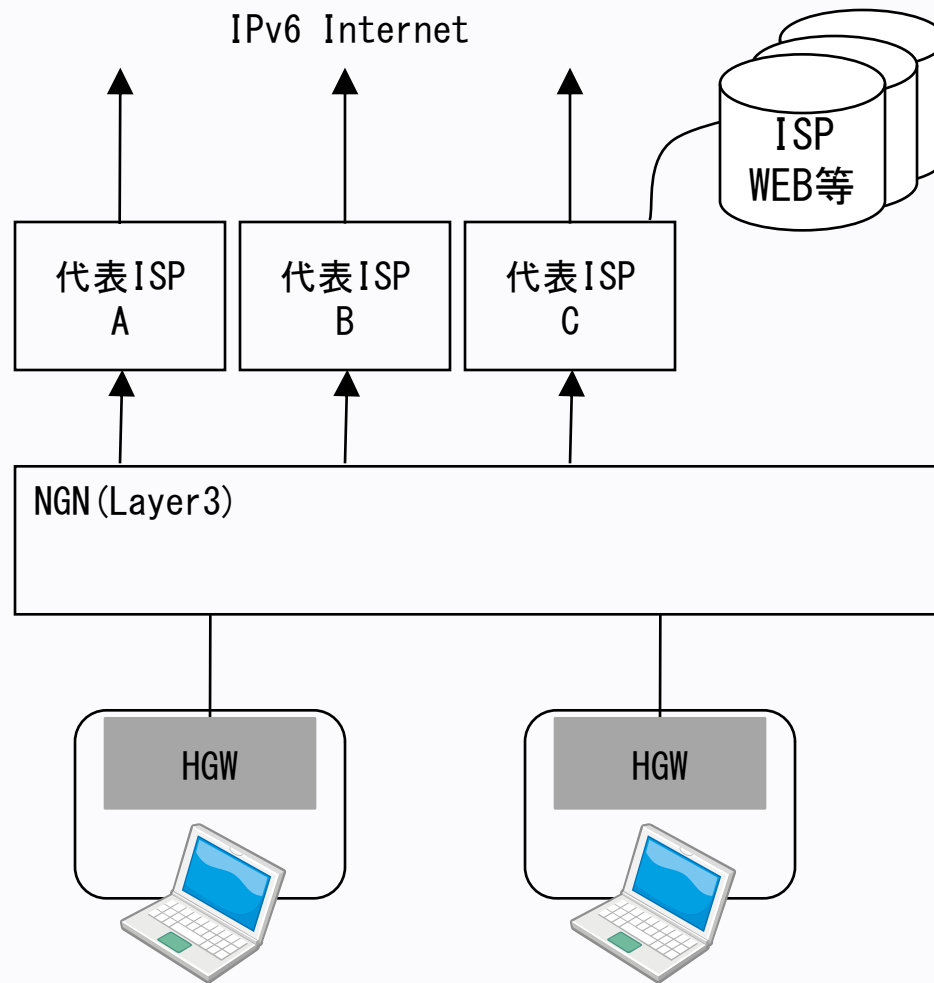


# “案4”の概要

## ◆ 案3

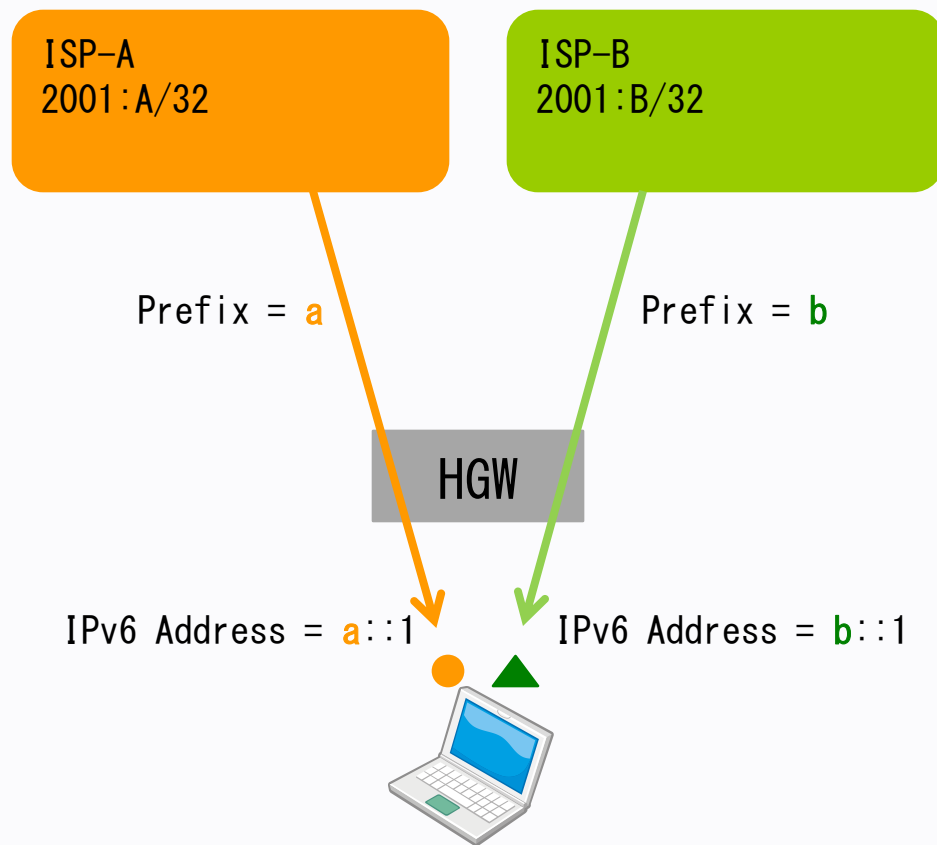


## ◆ 案4



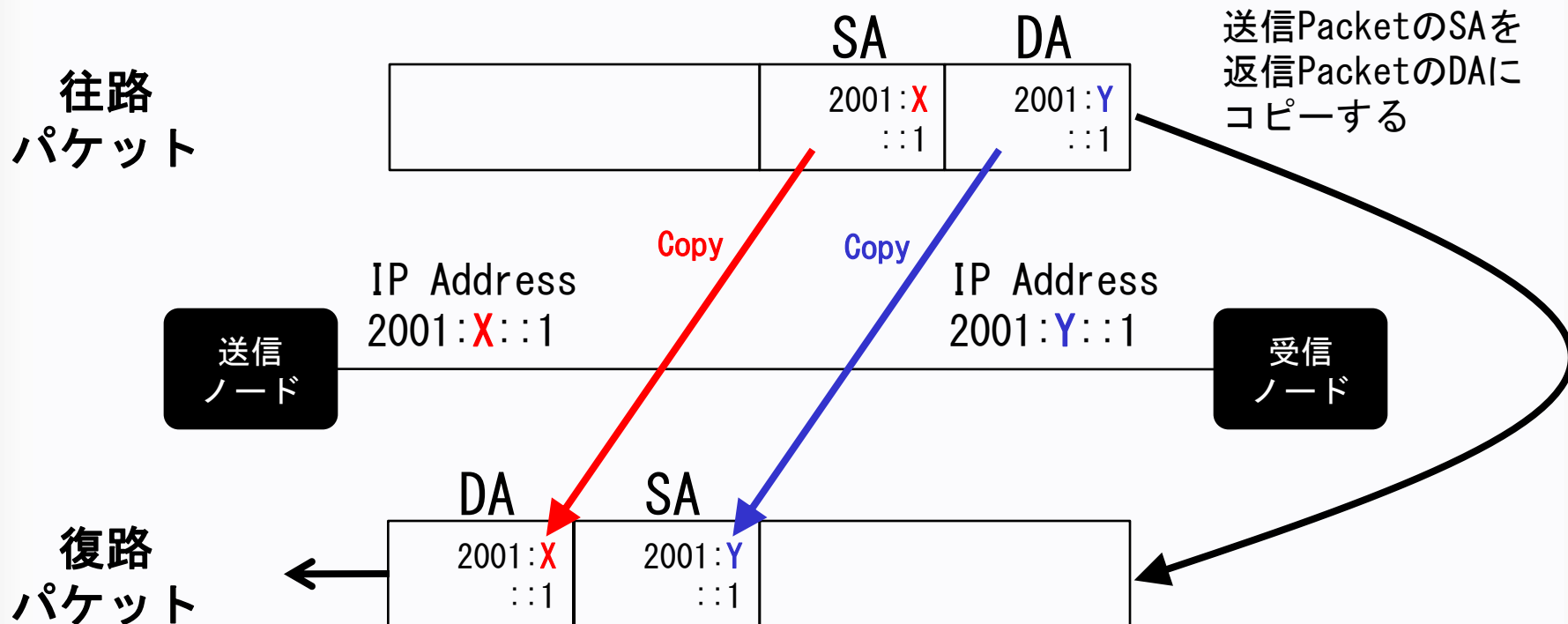
# (解説) Multi Prefix とは

IPv6の仕様上、1つのインターフェースに複数のIPv6アドレスを付与することができる。



# (解説) パケットの往復の仕組み

往路パケットのSA (Source Address) が  
復路のDA (Destination Address) にコピーされる

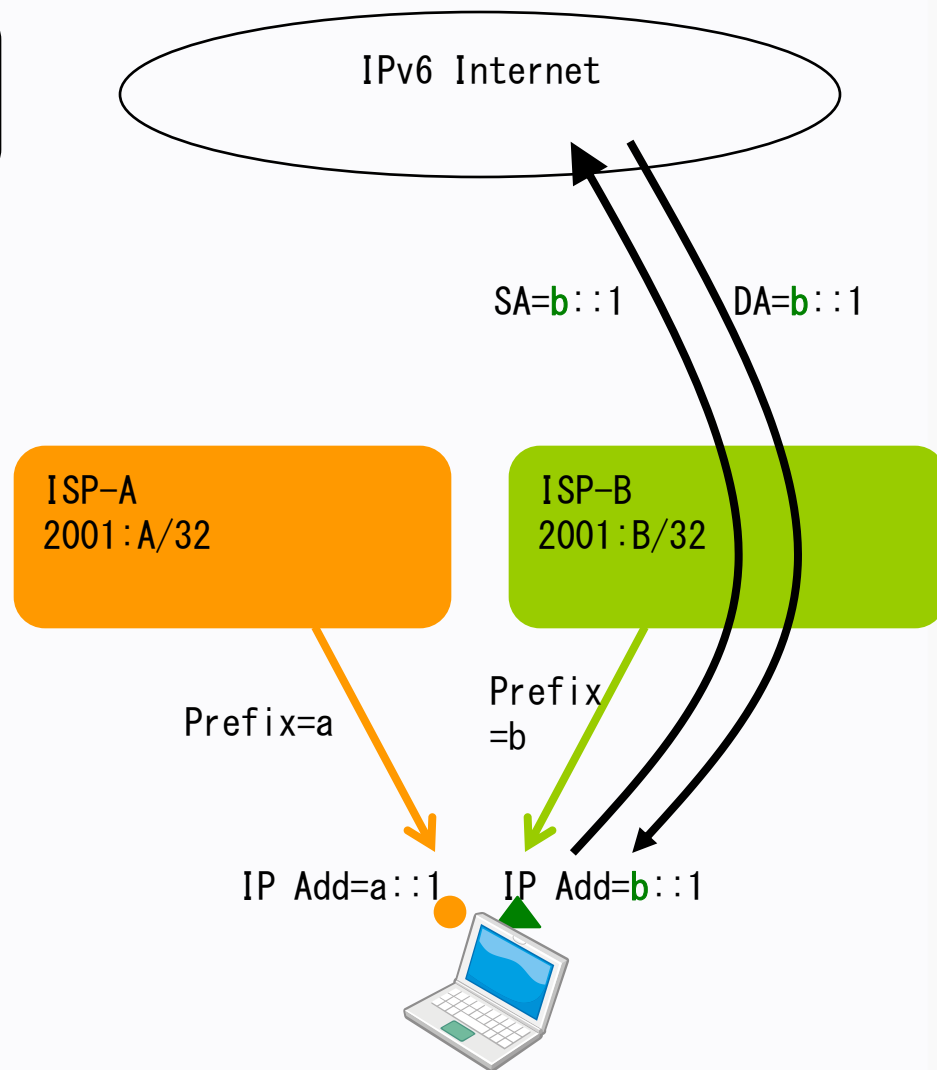


注) SA : Source Address  
DA : Destination Address

# 通信が成立するマルチプレフィックス (1)

往路と復路で同じISPを経由するパターン

- ◆ ISP-B の Prefix (b) を使って ISP-B 側に送信すると、そのパケットの復路は ISP-B 経由となる。(正常)



注) SA : Source Address  
DA : Destination Address

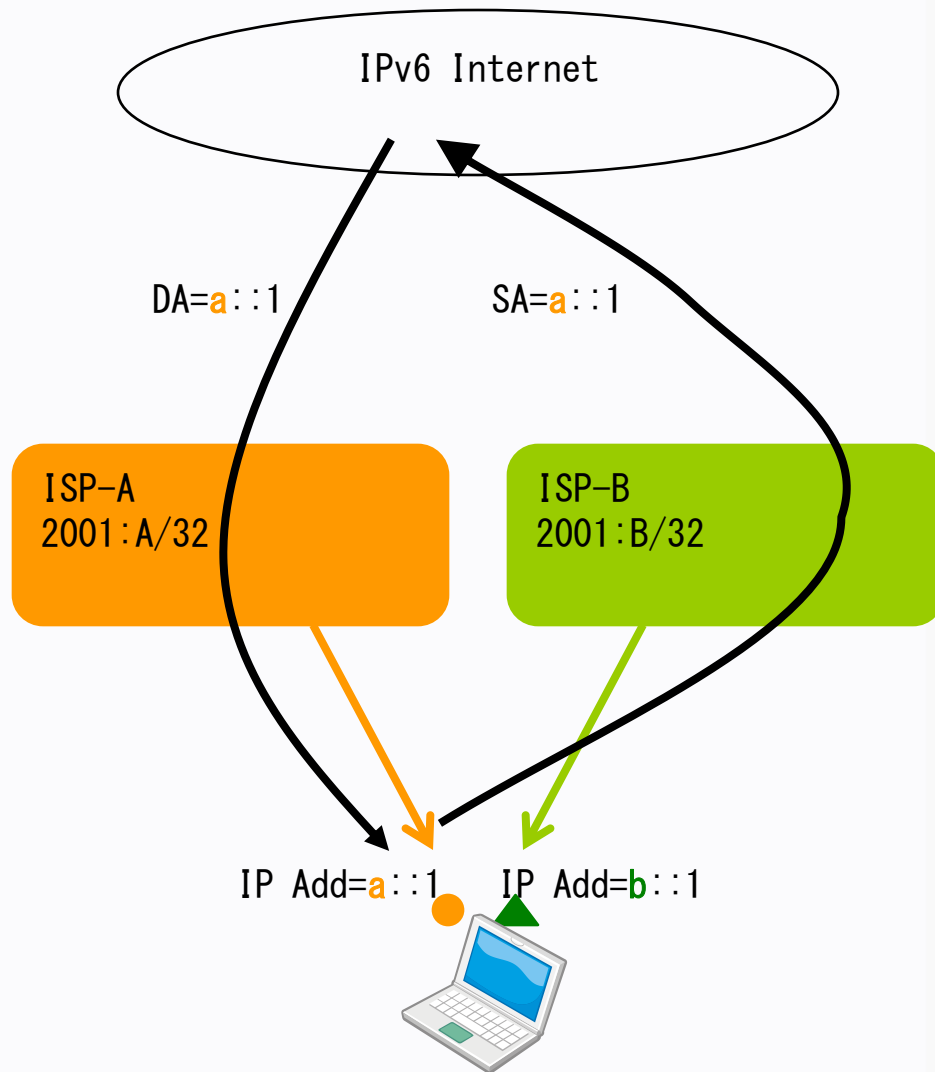
## 通信が成立するマルチプレフィックス (2)

往路と復路で違うISPを経由するパターン

- ◆ ISP-A の Prefix a を使って ISP-B 側に送信すると、そのパケットの復路は ISP-A 経由となる。

(注) 実際のInternetでは ISP-A のお客様が送信するパケットは ISP-B の入り口でフィルターアウトされてしまうことがある。

注) SA : Source Address  
DA : Destination Address

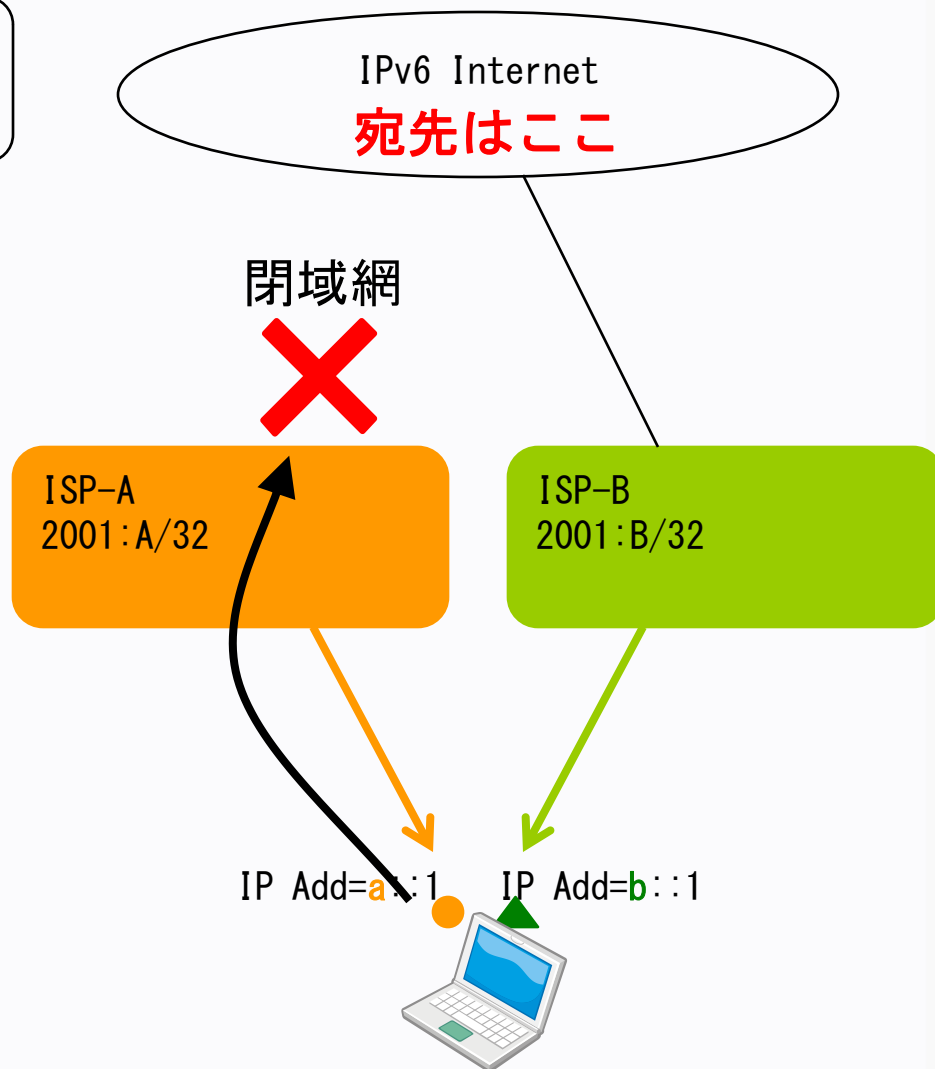


# 閉域網とのマルチプレフィックスの課題 (1)

往路パケットを閉域網に送り込んでしまう

- ◆ Internet宛の往路パケットを閉域網に投げ込んでしまうと、Internet に届かない。

注) SA : Source Address  
DA : Destination Address

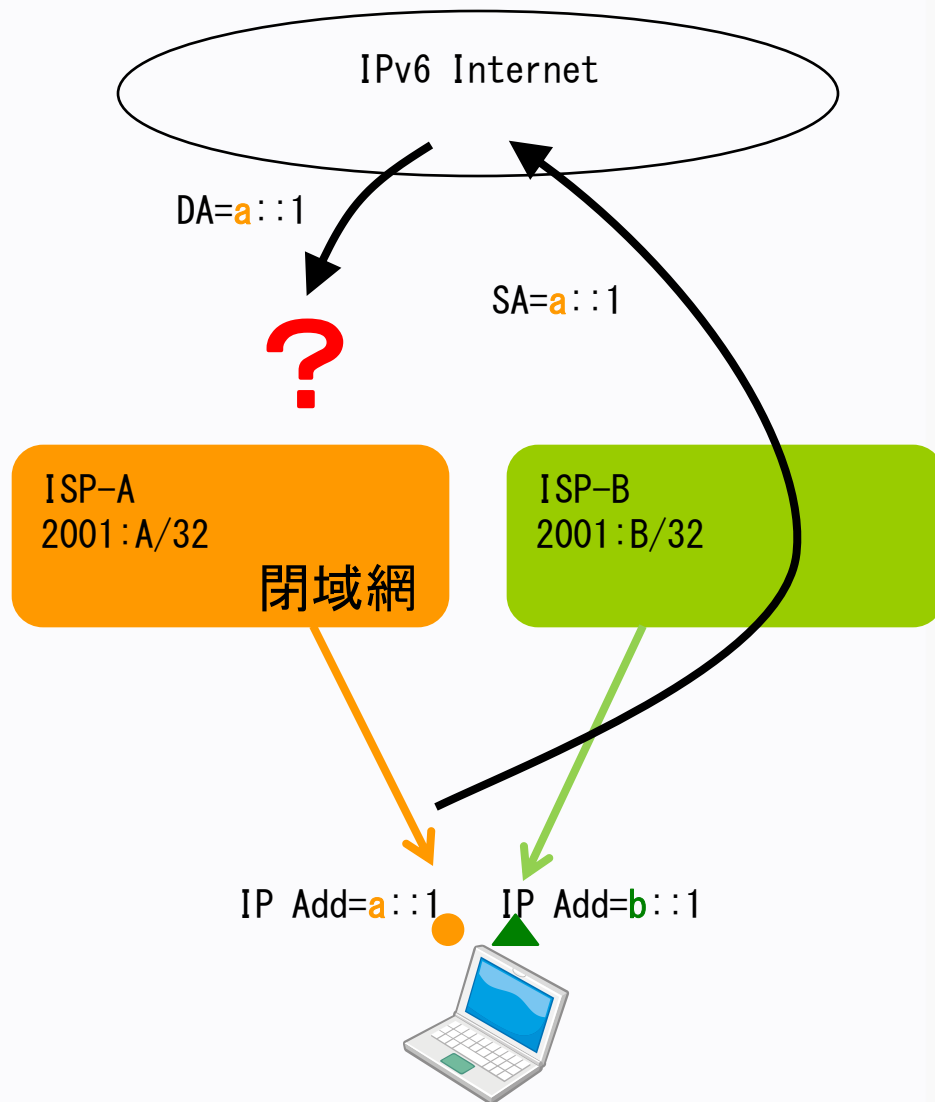


# 閉域網とのマルチプレフィックスの課題 (2)

復路パケットが閉域網宛になってしまう

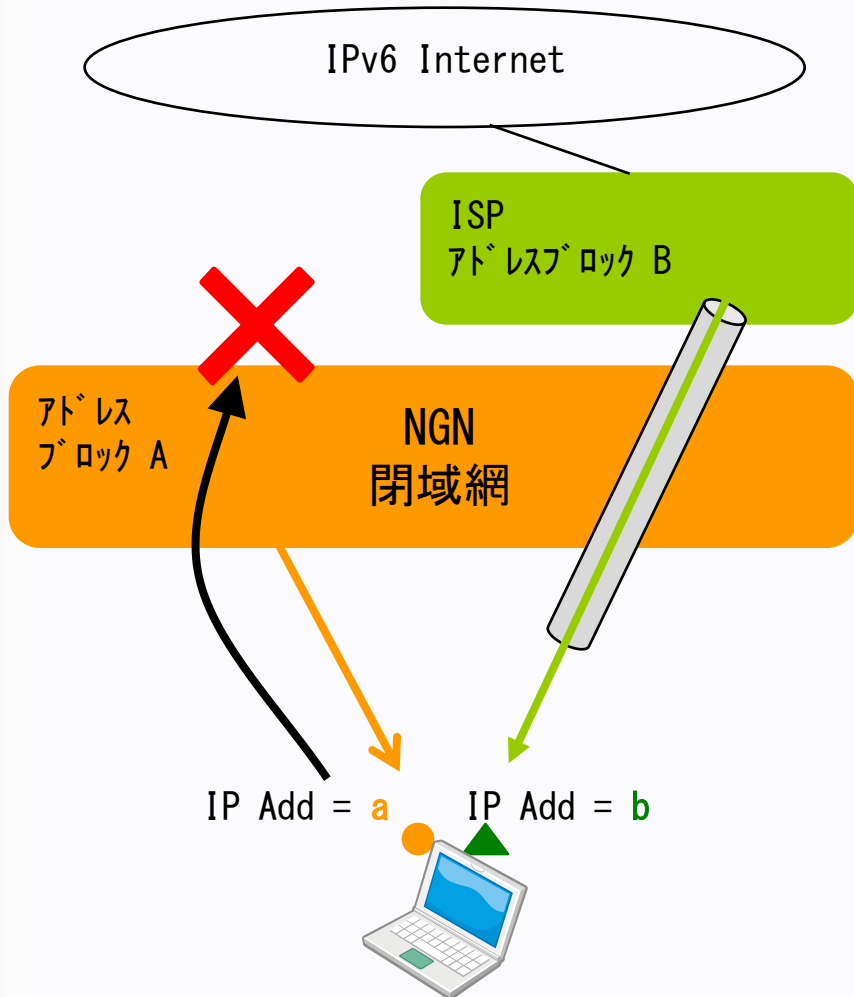
- ◆ 往路PacketのSAが復路側ISPのPrefixである場合、復路は接続性のない閉域網宛になってしまう。

注) SA : Source Address  
DA : Destination Address



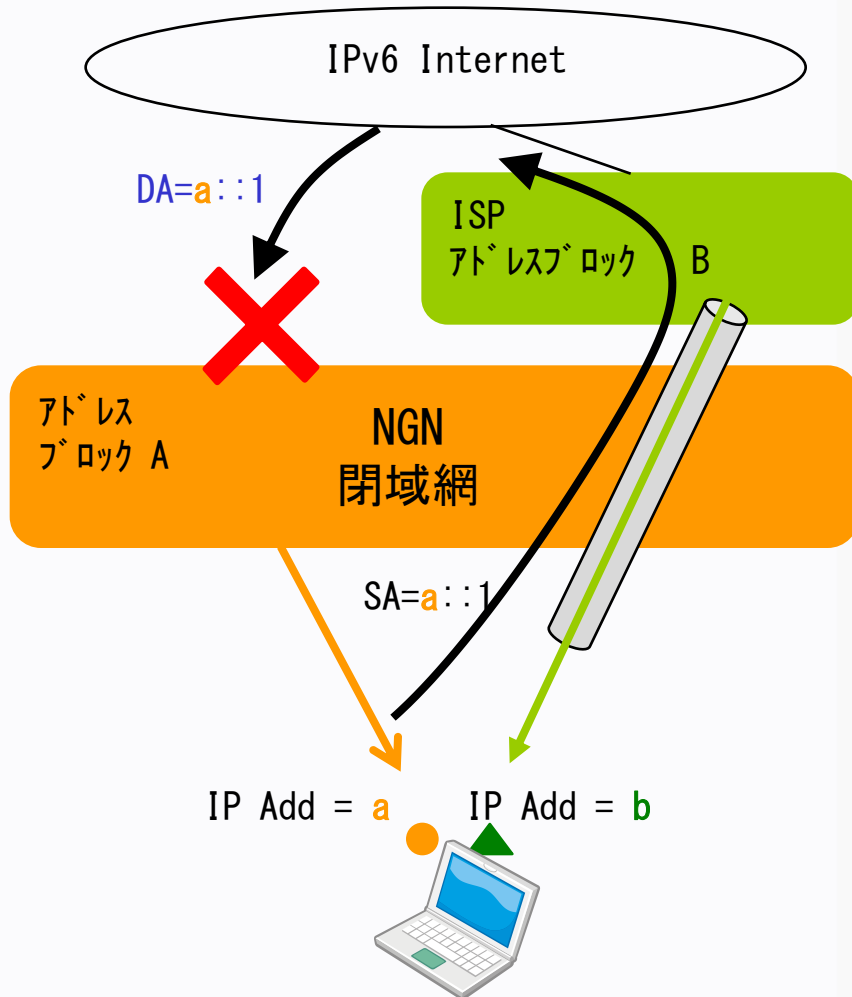
# ISP～NGN接続でのMulti-Prefixの課題

- ◆Internet宛のパケットInternetに届かない



- ◆Internet宛のパケットが閉域網のNGN側に送出されるとパケットは Internet には届かない。

- ◆Internetからのパケットが戻ってこない



- ◆NGN側のアドレス( $a::1$ )をつかんだ状態でパケットが Internet宛に送出されると、戻りのパケットは閉域網のNGNにブロックされる KDDI©

- ① 枯渇期の IPv4/IPv6 ネットワークモデルの一例
- ② 日本国内IPv6アクセスネットワークモデルの一例
- ③ 日本国内IPv6家庭用ルーター関連の動向

## 海外

- 家庭内用のIPv6接続機器の仕様検討が様々な団体において展開されている。

- ・ケーブルラボ
- ・ブロードバンドフォーラム
- ・IETF etc.

## 国内

- 業界を横断した検討がされていない。
- 業界内の各社は検討の必要性を感じている。



家庭用ルーターのIPv6対応における問題点の共有などの議論が国内でも必要である。

# IPv6家庭用ルーターSWGの概要

## ◆ 目的

- インターネット利用者がスムーズにIPv6環境に対応できるようにISPのIPv6サービス提供に必要な家庭内ルーター機能のベースライン（最小限の共通認識）をインターネット利用者の視点からまとめること。

## ◆ 成果物

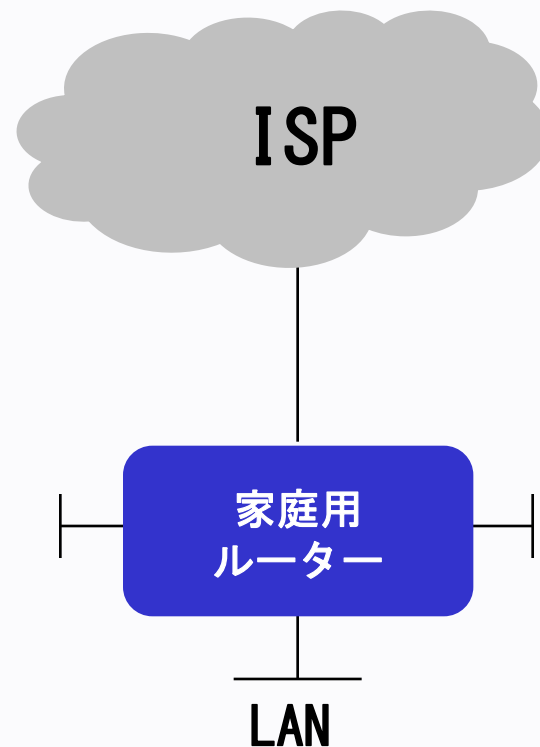
- IPv6対応家庭用ルーター推奨スペックガイドライン
  - ◇ 英語版も想定

## ◆ 進め方

- 家庭用ルーターベンダ、ISPおよびアクセス系事業者等の立場から検討する。
- 国際的な動向を考慮する。
  - ◇ ケーブルラボ
  - ◇ ブロードバンドフォーラム
  - ◇ IETF                      など

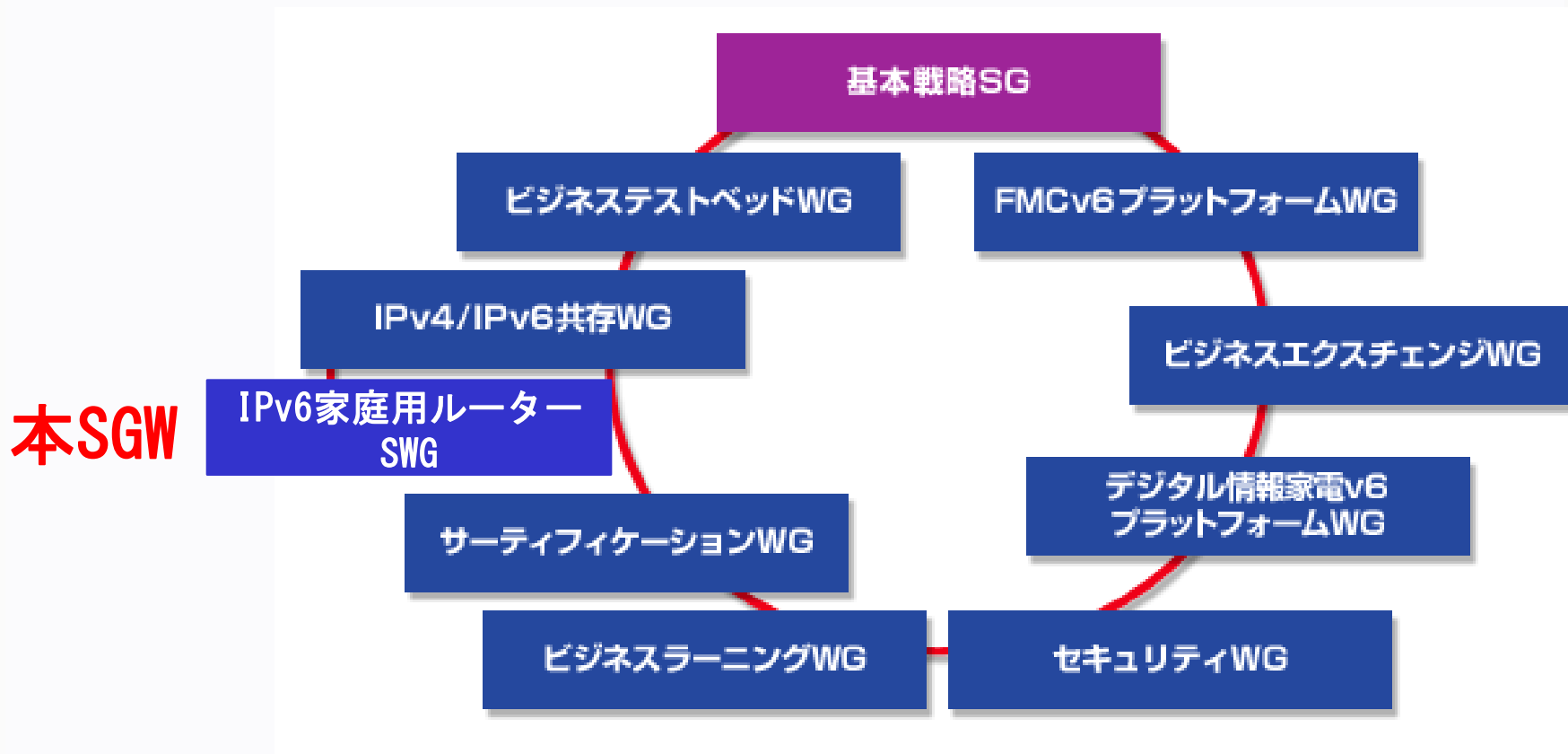
## 対象とするネットワーク環境

- ◆ 主としてIPv6家庭用ルーター装置を利用する環境
- ◆ 対象外の例
  - 企業ネットワーク
  - ホットスポット等の公共のネットワーク
  - 家庭用ルーター無しのネットワーク
  - 多段NATを併用したネットワーク
- ◆ IPv6家庭用ルーターは拡張性を十分考慮した上で、最低限の機能を想定する。



# IPv6家庭用ルーター-SGWの位置づけ

## ◆ IPv6協議会 IPv4/IPv6共存WG配下のSWGとする



## 体制

|            |       |             |
|------------|-------|-------------|
| ◆ 主査       | 荒野高志  | インテック・ネットコア |
| ◆ Chair    | 北口善明  | インテック・ネットコア |
| ◆ Co-Chair | 印南鉄也  | ソフトバンクBB    |
|            | 中川あきら | KDDI        |
|            | 藤崎智宏  | NTT         |

### ◆ 想定する参加者

- 家庭用ルーターベンダやISPおよびアクセス系事業者等
- 本SWGの趣旨に賛同いただける方
- IPv6協議会以外の参加も可能

## 議論の項目案 (1/2)

### ◆ アドレス割り当て手法

- ISP側のアドレス空間や割り当てプレフィックス長
- ダイナミックなアドレス割り当てに関する議論

### ◆ DNSプロキシ／リゾルバ機能

- キャッシュと問い合わせトランスポートの議論
- EDNS0やデュアルスタックなトランスポートの必要性

### ◆ 宅内ネットワーク設定

- DHCPv6やRAなどによる各種ネットワーク情報配布
- デュアルスタック時の配布DNSサーバアドレスや配布するDNSプロキシのアドレスに関する議論

### ◆ プロバイダ接続機能

- マルチセッションによるマルチプレフィックス環境
- デフォルト経路の配布手法

## 議論の項目案 (2/2)

### ◆ 端末アドレス管理機構

- ダイナミックDNS、UPnP、mDNS

### ◆ マルチキャスト機能

### ◆ ルーティング機能

### ◆ QoS機能

### ◆ 宅内トランスレータ機能

- 要求される機能に関する議論

### ◆ ファイアウォール機能

- SPI機能やパケットフィルタリング機能

# スケジュール

|                                    | 2008年<br>10月                                                                       | 11月 | 12月 | 2009年<br>1月                                                                           | 2月 | 3月 | 4月 |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| SWG発足                              | ★ (9/25)                                                                           |     |     |                                                                                       |    |    |    |
| 検討期間<br>・ 課題整理<br>・ 情報収集<br>・ 仕様検討 |   |     |     | 本日3月13日 ★<br>成果物作成中                                                                   |    |    |    |
| 作成期間<br>・ ドキュメント<br>作成             |  |     |     |                                                                                       |    |    |    |
| 修正期間<br>・ 外部機関との<br>意見交換<br>・ 清書   |  |     |     |                                                                                       |    |    |    |
| 成果物完成                              |                                                                                    |     |     | (3月末) ★                                                                               |    |    |    |
| 対外発表等                              |                                                                                    |     |     |  |    |    |    |

## 議論に関して

### ◆ 隔週でミーティングを実施

- ミーティング日程はキックオフミーティング時に決定
- 場所はMRIミーティングルームを予定

※参加者に宿題などをお願いする場合があります

### ◆ MLやWikiなどでの情報共有も検討

## ガイドライン検討のたたき台イメージ (抜粋)

本セクションは、家庭用ルーターSWG発  
足以前に、立ち上げメンバーで作成した  
ものであり、SWGの中間報告やアウト  
プット等ではありません。

内容の精度について保証するものではな  
く、イメージをご紹介しますものです。

# 1. アドレス割り当てプレフィックス (1)

## ◆ 概要

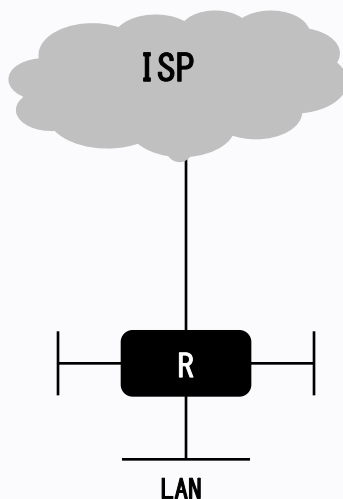
- ISP～ 家庭用ルーター間、 家庭用ルーター～宅内機器間に付与するIPv6アドレスのプレフィックスサイズをそれぞれ整理する
- ISP→家庭用ルーター→宅内機器へのアドレス分配方式を整理する

## ◆ 前提

- 宅内にIPv6家庭用ルーターを設置するモデルを前提とする

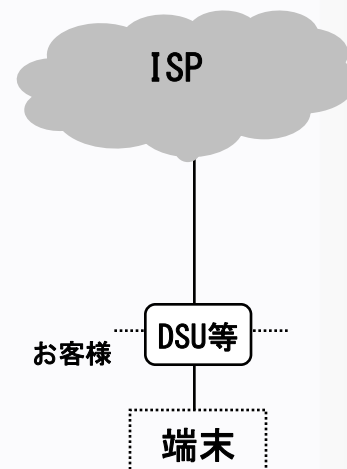
### 家庭用ルーターモデル

- ◆ フロア等場所や目的毎にネットワークを分割したい場合など
- ◆ 家庭用ルーターにセキュリティ等の機能を持たせたい場合

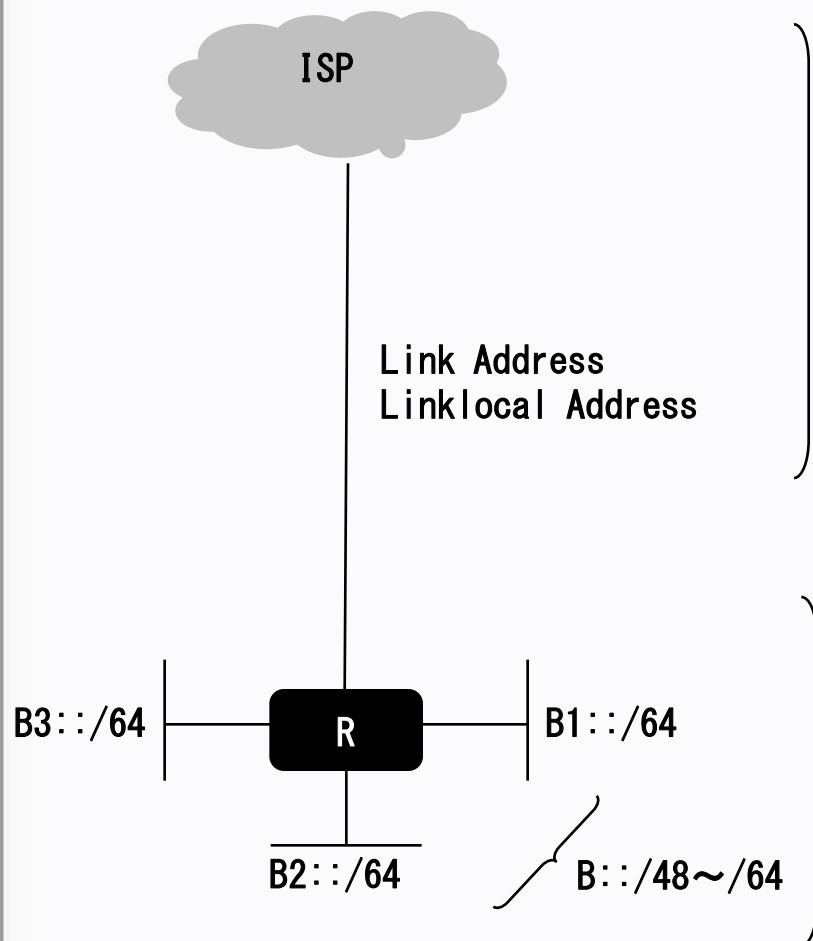


### Non-家庭用ルーターモデル

- ◆ PCなどを回線に直接接続したい場合など



# 1. アドレス割り当てプレフィックス (2)



## Link Add. のPrefix

- ・ISPインフラ空間より割り当てるべきか。
- ・お客様に割り当てた空間より割り当てるべきか。
- ・アドレス空間のサイズは /64 or /126 or . . . ?

## お客様への割り当てPrefix

- ・/48~ /64 ?

## 各LANへの割り当てPrefix

- ・デフォルト /64 ?

※ 物理ポートが1つの場合もある。

## 2. お客様割り当てアドレスの固定/可変

### ◆ 概要

- 家庭にIPv6空間を付与する際、IPv6アドレスのプレフィックスを固定にするか、可変にするかを整理する

### ◆ 検討課題

- 固定・・・アドレスが変わらないため、セキュリティ上  
の問題
- 可変・・・アドレス変更直後、宅内に閉じる通信が全断す  
る。等

## ◆ 概要

- 家庭用ルーター上に実装されている、DNSプロキシ機能についてIPv6の影響を検討する

## ◆ 検討課題

- 複数のDNSサーバ選択手法
- トランスポートにIPv4・IPv6の両方を利用するのか                      他
  - ✧ Windows 98 モデル：IPv4を従来どおり使う環境
  - ✧ Windows XP モデル：デュアルスタックにてDNSへのトランスポートはIPv4を使う環境
  - ✧ Windows Vista モデル：デュアルスタックにてDNSへのトランスポートはIPv6を優先して使う環境

## 4. 宅内ネットワーク設定

### ◆ 概要

- 宅内ネットワークで各機器が利用する設定パラメータについて、パラメータを渡すプロトコル（RA、DHCPなど）、及びパラメータの内容について検討する

### ◆ 検討課題

- 家庭用ルーターに複数のリンクがある場合、各リンク毎に待ち受けアドレスを設定するか
  - ◇ WAN側アドレスを利用する方法
  - ◇ ループバック用の/64をLAN側のプレフィックスから設定する方法
  - ◇ LAN側のリンクに設定するアドレスの一つを代表アドレスとする方法
- 家庭用ルーターのLAN側にグローバルアドレスを設定するリスクについて

### ◆ 概要

- IPv6コネクティビティの提供に伴い発生する問題とその解法について検討する

### ◆ 検討課題

- IPv6 ならではのネットワーキング手法について議論・整理が必要
  - ◇ IPv6に適した、複数のネットワークに接続する手法の確立
- MP問題以外の実装注意点の有無について議論・整理が必要
  - ◇ 割振られたIPv6プレフィックス内で未利用アドレスブロック宛てへの通信に対する処理（パケットのピンポン問題）など
    - ⇒ルーティング機能にて議論

## 6. ファイアウォール機能

### ◆ 概要

- IPv6対応の家庭用ルーターに求められるファイアウォール機能について検討する

### ◆ 検討課題

- 穴あけの仕組みをどうするか?
- IPv4はNATを前提とした実装、IPv6では?
  - ◇ UPnP
  - ◇ NATトラバーサル
    - STUNなど
  - ◇ 静的にマニュアルコンフィグすることもあり

### ◆ 概要

- 網内でのトランスレータありの場合も含め、想定し得るバリエーションを定義してから家庭用ルーターに求められるトランスレータ機能を議論する

### ◆ 検討課題

- ALG等のトランスレーション方式に関する検討
- 6-4トランスレーションを家庭用ルーターで行うか、ネットワーク内で行うかの議論
- 宅内のIPv4機器とIPv6機器同士の接続性を家庭用ルーターのトランスレーションで提供するかどうか

## まとめ ～ IPv6ネットワークの設計に向けて

- ◆ 国際的に議論されているネットワークモデルに関する動向把握が必要である。
- ◆ 日本におけるインターネットのネットワークモデルに関する大変化を把握しておく必要がある。
- ◆ 宅内環境にも国際的な大きな変化が訪れようとしている。



さりげなく IPv6に対応してます!!  
試してください。

  
<http://www.kddi.com>