

IPv6アドレス利用拡大に向けたドコモの取り組み

NTTドコモ

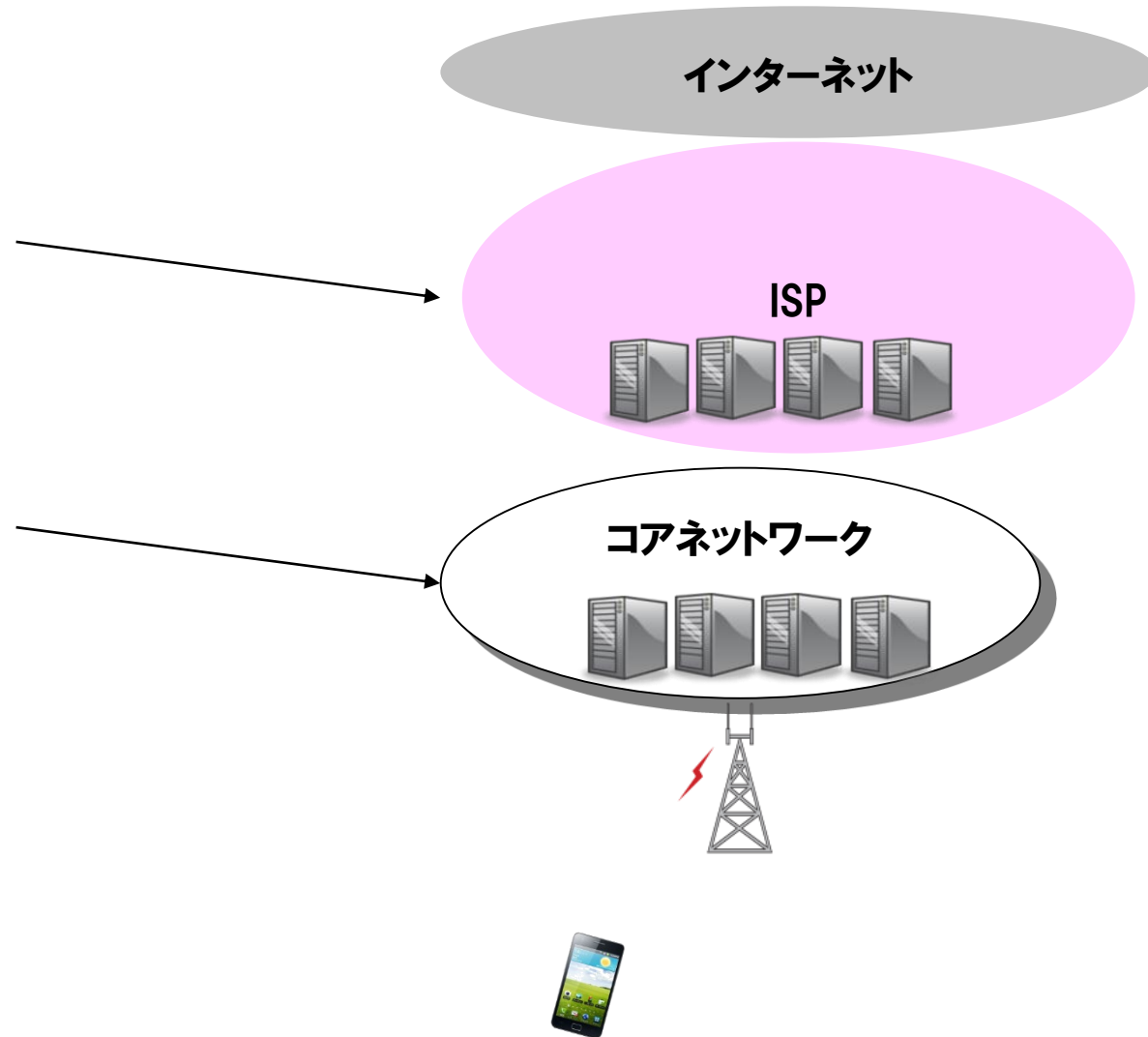
國友宏一郎 水口直哉 相川雅英

2021/07/16

- はじめに
- ドコモにおけるIPv6対応
- IPv6利用拡大に向けた対策
- アドレス変換方式
- IPv6対応に向けた試験
- IPv6シングルスタックで目指したもの
- ディスカッションポイント

- ・水口直哉
- ・相川雅英
サービスデザイン部

- ・國友宏一郎
ネットワーク開発部



不思議なドコモ

- 標準的な契約でIPv6接続できることもある
- 端末による違いは観測されなかった
 - IMEI制限は無さそう

| | IPv6接続性/試行回数 |
|-----|--------------|
| 飯田橋 | 20/300 (7%) |
| 箱根 | 25/100 (25%) |
| 三鷹 | 67/200 (34%) |
| 大阪 | 0/200 (0%) |
| 広島 | 0/200 (0%) |
| 札幌 | 34/100 (34%) |

JANOG45

maz@ij.ad.jp

12

松崎 吉伸：“携帯電話でIPv6使えてますか？” . JANOG45

<https://www.attn.jp/maz/p/t/pdf/janog45-mobileipv6.pdf>

不思議に答えます。

また、IPv6の利用拡大に向けた取り組みを紹介します。

えっ。。。

| 10:15 | 開会 | |
|-------|------------------------------------|--|
| 16:30 | インターネット(遮)断(1時間15分) | IPv6アドレス利用拡大に向けたドコモの取り組み(45分) 水口 直哉 (NTTドコモ) 國友 宏一郎 (NTTドコモ) 相川 雅英 (NTTドコモ) |
| 16:45 | 土屋 師子生 (アリストネットワークスジャパン合同会社) | |
| 17:00 | 佐々木 健 吉田 友哉 (NTTコミュニケーションズ株式会社) | |
| 17:15 | 松崎 吉伸 (株式会社インターネットイニシアティブ) | |
| 17:30 | 登 大遊 (NTT東日本 / IPA / ソフトイーサ) | |
| 17:45 | | |
| 18:00 | 閉会宣言/次回開催予告(30分) | |
| | | 終了 |

IPv6のさらなる拡大へ

LTE導入

コアNWは当初からIPv6対応

※ IPv6対応サービスなし

2010

VoLTE導入

端末にIPv6を付与

2014

SPモードのIPv6対応

2017

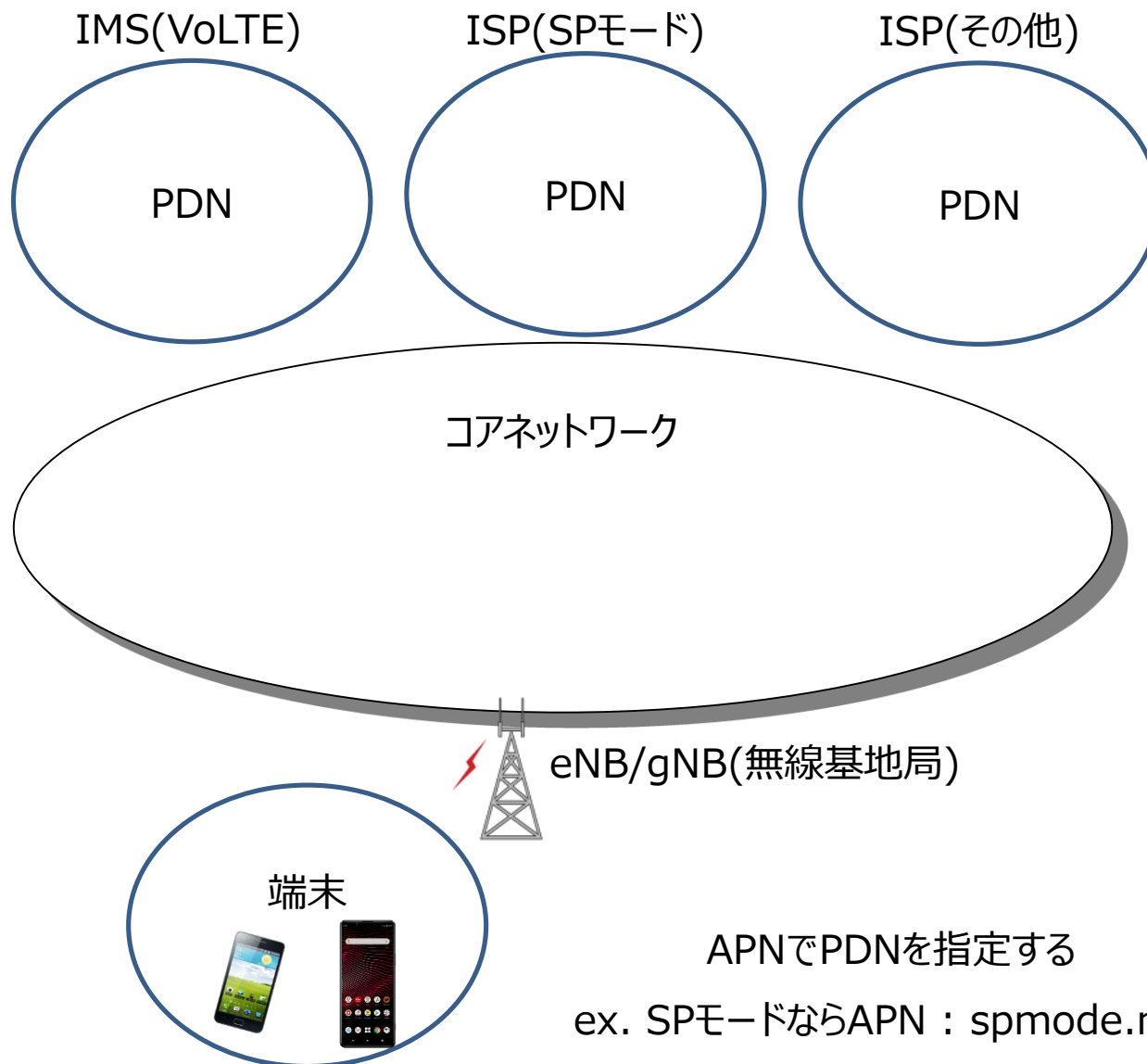
2011

mopera UでIPv6提供

※ 要事前設定

2021 2022

ドコモのIPv6対応：モバイル網でIPv6を使うには



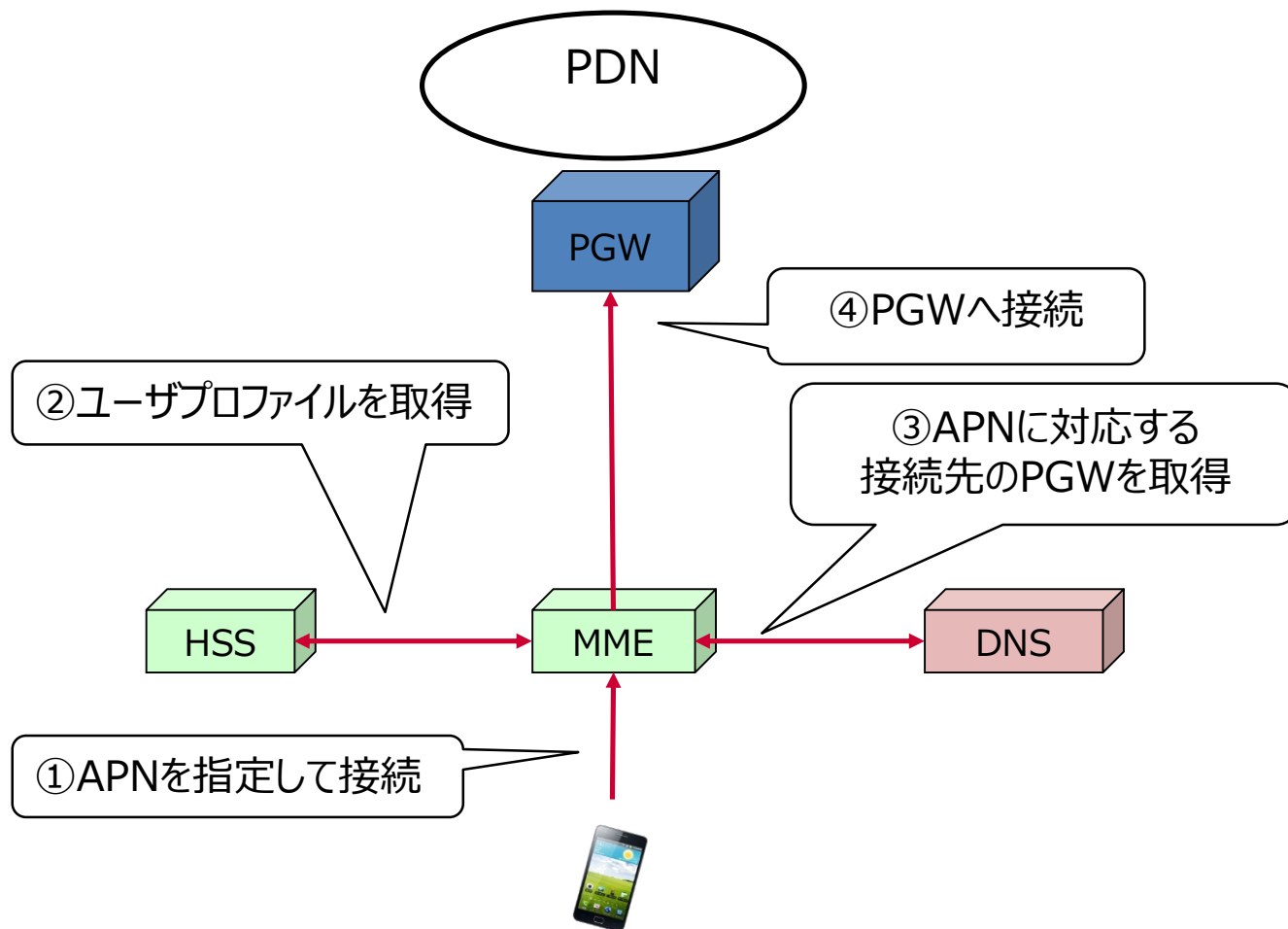
端末、コアネットワークの設定、PDN
3つが対応していればIPv6が使える

APNでPDNを指定する
ex. SPモードならAPN : spmode.ne.jp

PDN : Packet Data Network
APN : Access Poin Name

■ EPC(Evolved Packet Core)における接続方法

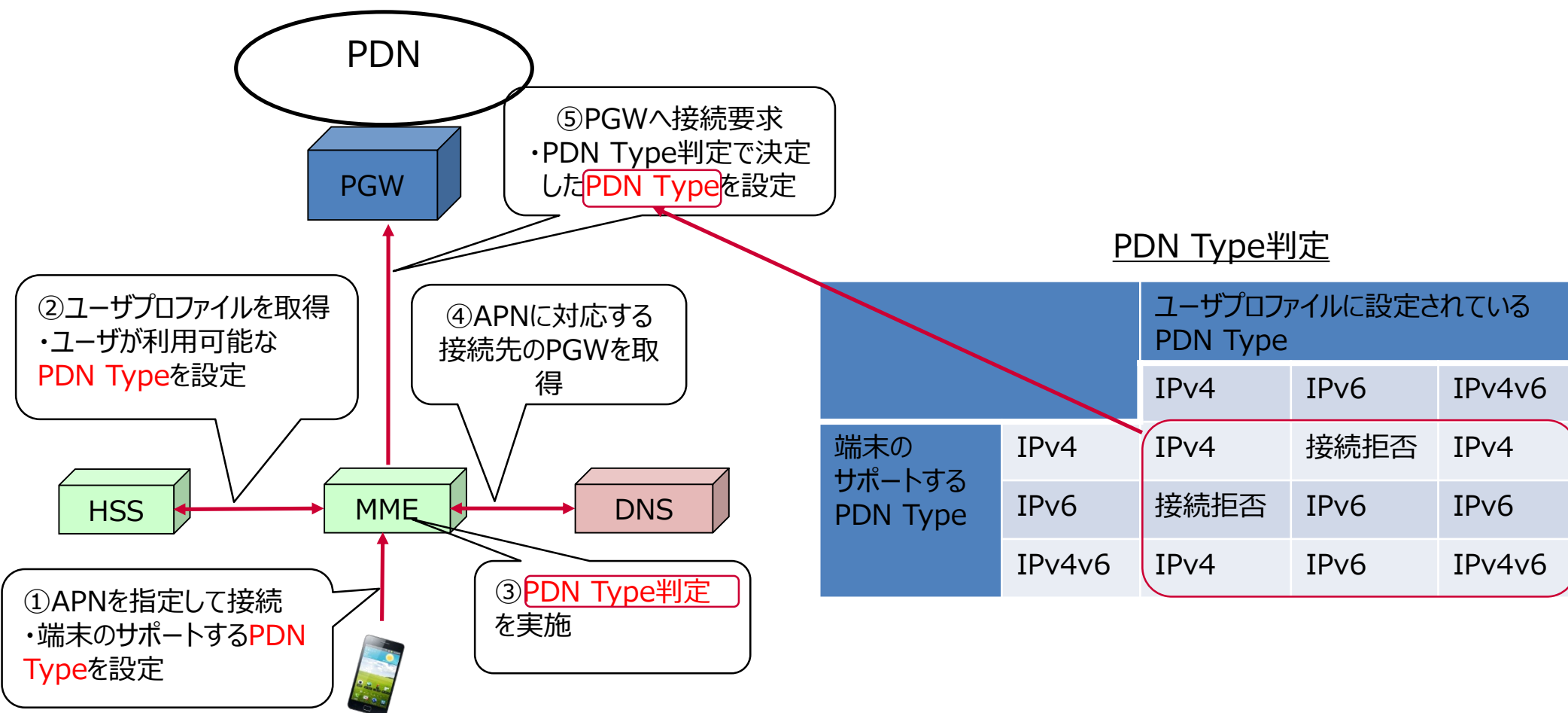
LTEのコアネットワークであるEPCにおけるIPv6の接続方法について説明する。
モデルは下記の構成とする。(一部省略)



PDN : Packet Data Network
APN : Access Point Name
PGW : PDN GateWay
MME : Mobility Management Entity
HSS : Home Subscriber Server

■ EPCにおけるIPv6接続(1/3)

IPアドレスを示す情報としてPDN Type(IPv4, IPv6, IPv4v6)が存在する。
 端末のサポートするPDN TypeとユーザプロファイルのPDN TypeでPDN Type判定を実施する。

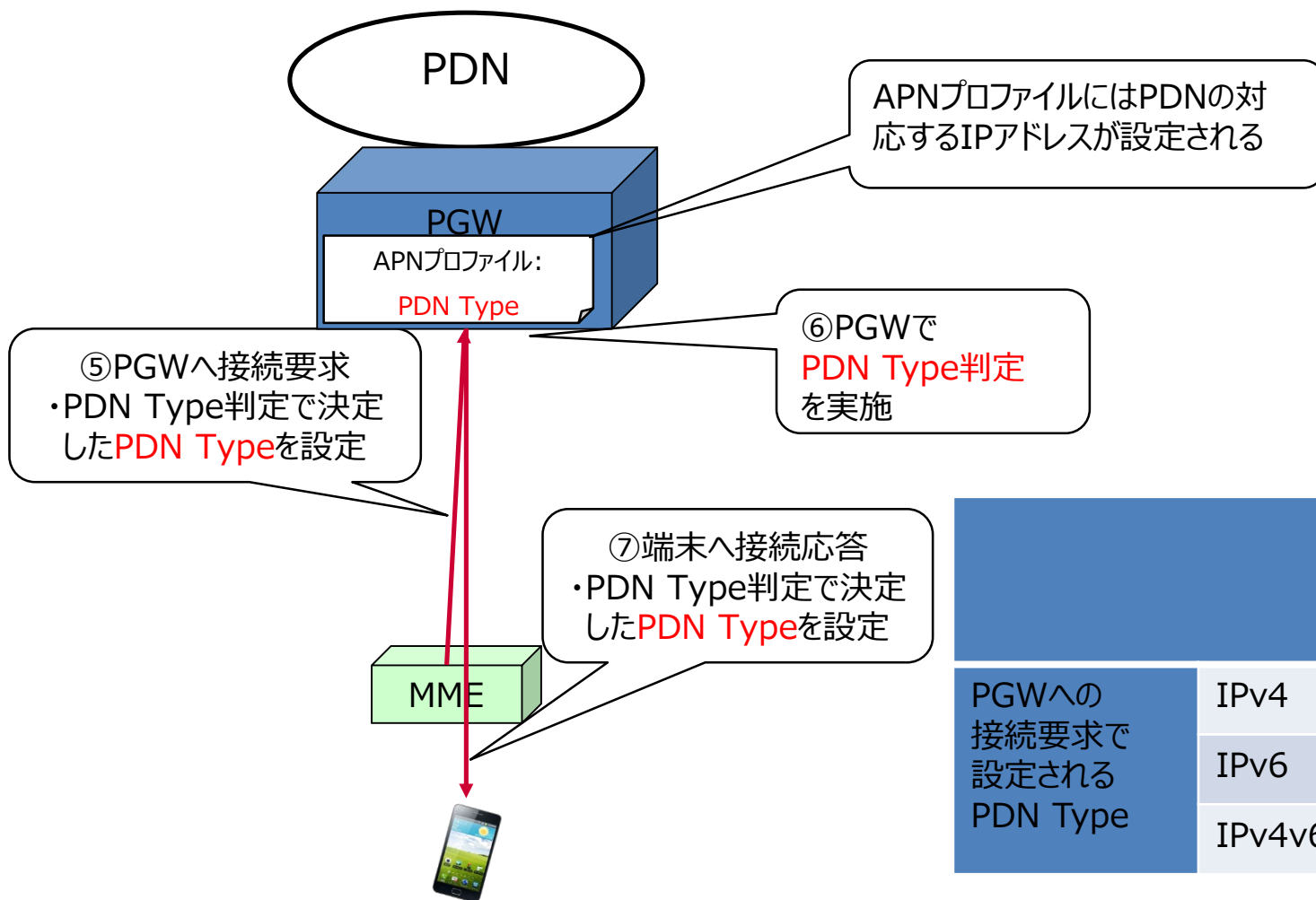


PDN Type判定

| | | ユーザプロファイルに設定されているPDN Type | | |
|-------------------|--------|---------------------------|------|--------|
| | | IPv4 | IPv6 | IPv4v6 |
| 端末のサポートするPDN Type | IPv4 | IPv4 | 接続拒否 | IPv4 |
| | IPv6 | 接続拒否 | IPv6 | IPv6 |
| | IPv4v6 | IPv4 | IPv6 | IPv4v6 |

■ EPCにおけるIPv6接続(2/3)

MMEにおけるPDN Type判定結果とPGWのAPNプロファイルに設定されているPDN Typeから端末へ返すPDN Typeを判定する。



PDN Type判定

| | | APNプロファイルに設定されているPDN Type | | |
|-------------------------|--------|---------------------------|------|--------|
| | | IPv4 | IPv6 | IPv4v6 |
| PGWへの接続要求で設定されるPDN Type | IPv4 | IPv4 | 接続拒否 | IPv4 |
| | IPv6 | 接続拒否 | IPv6 | IPv6 |
| | IPv4v6 | IPv4 | IPv6 | IPv4v6 |

■ EPCにおけるIPv6接続(3/3)

以下の条件が有力と想定される。

- ・ユーザプロファイルはIPv4v6が設定される。
- ・IPv6のみサポートする端末は通常は存在しない。(IPv4のみ又はIPv4v6)
- ・IPv4端末が接続できなくなるので、APNプロファイルにはIPv4のみ又はIPv4v6が設定される。

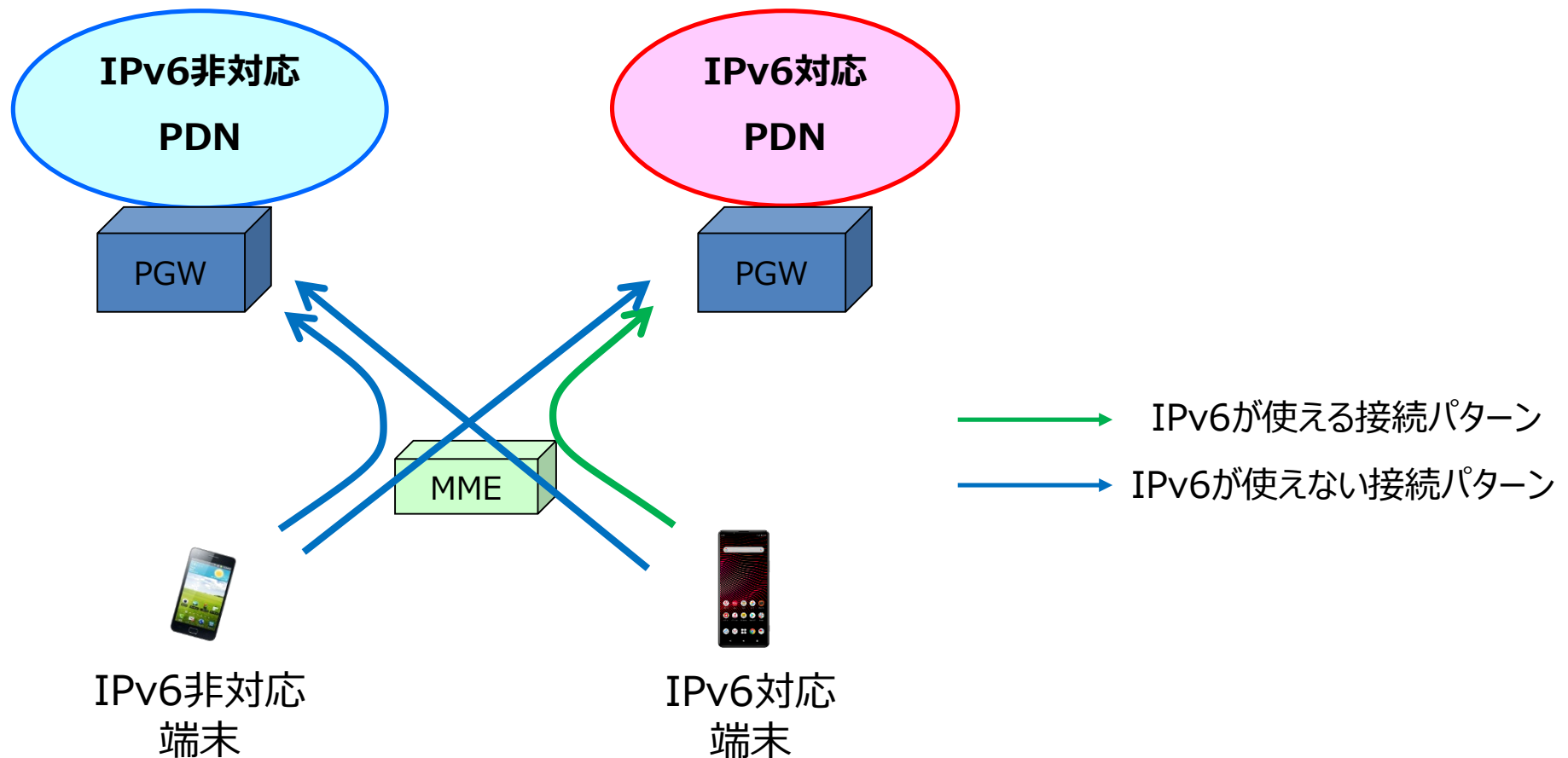
| | | APNプロファイルに設定されている PDN Type (= PDNの対応するIPアドレス) | | |
|-----------------------|--------|---|------|--------|
| | | IPv4 | IPv6 | IPv4v6 |
| 端末のサポート するPDN Type | IPv4 | IPv4 | 接続拒否 | IPv4 |
| | IPv6 | 接続拒否 | なし6 | IPv6 |
| | IPv4v6 | IPv4 | IPv6 | IPv4v6 |

有力な
パターン

端末及びPDNがIPv6対応の場合にIPv6接続となる。

■ IPv6対応における課題

全てのPDNでIPv6対応すれば、IPv6の利用率を最大化できる。
しかし、ユーザ数、設備更改の期間、費用やリソースなどの問題によりすべてのネットワークでIPv6対応を行うのは困難

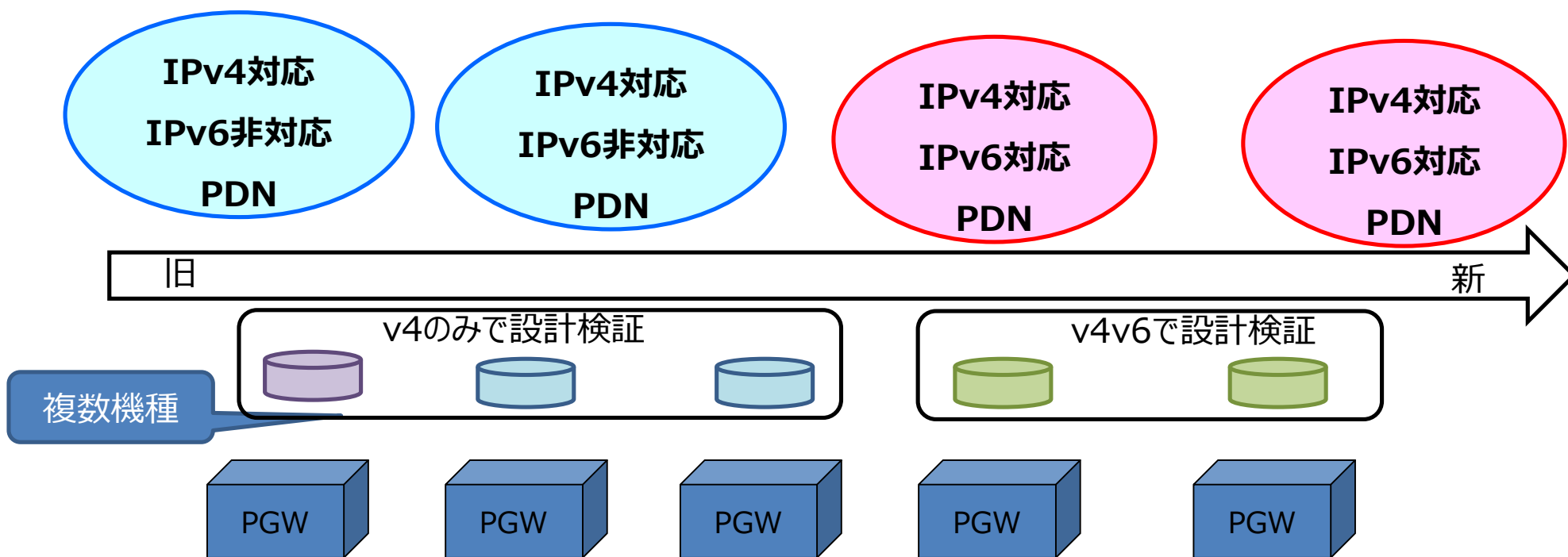


ドコモのIPv6対応：SPモードで不思議な接続になる理由

ユーザ数が数千万

→ プライベートIPでもIPv4アドレスが足りない

→ 複数PDNに分割される



IPv4/IPv6の対応状況が混在

なぜ地域ごとに異なるか？

→3GPP TS 29.303

3GPP TS 29.303 Domain Name System Procedures

4.3.2 Identification of canonical node names

The host names shall have form:

<"topon" | "topoff"> . <single-label-interface-name> . <canonical-node-name>

Where the first label is "topon" or "topoff" to indicate whether or not collocated and **topologically close node selection shall be preferred**,

5.2.3 SGW Selection during TAU or RAU with SGW change - non-roaming case

Collocation of PGW and SGW and topological ordering rules both apply in this case.If the existing PGW hostname for the PDN has "topoff" then the "candidate" list of SGW would be used in the order given to try to contact a SGW after moving the PGW with the same SGW node name to the front of the list keeping relative order..

If the existing PGW hostname has "topon" the two candidate lists shall be used in the procedure in Annex C.4 with the SGW as "A" and the PGW as "B". Annex C.4 results in a list of SGW to try in order.

C.4 S-NAPTR procedure pseudo-code with topon

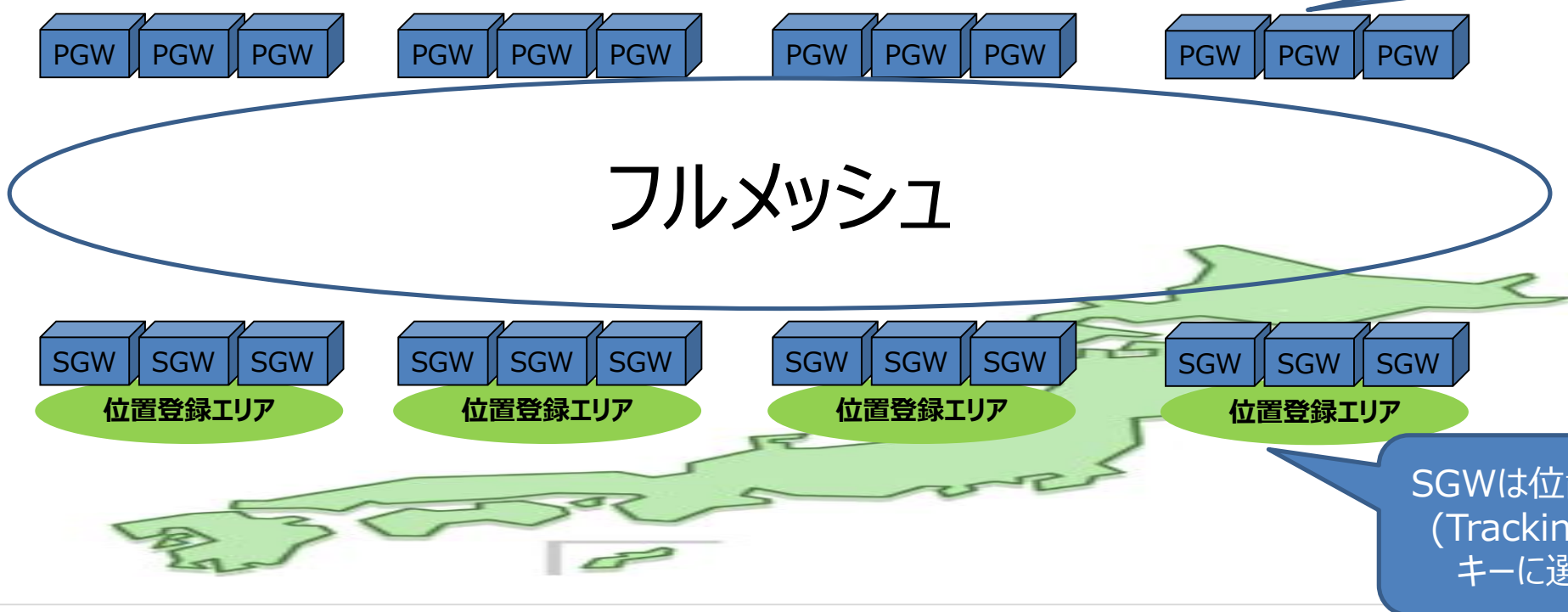
V13.6.0より抜粋

位置的に(topologically)近い選択とは

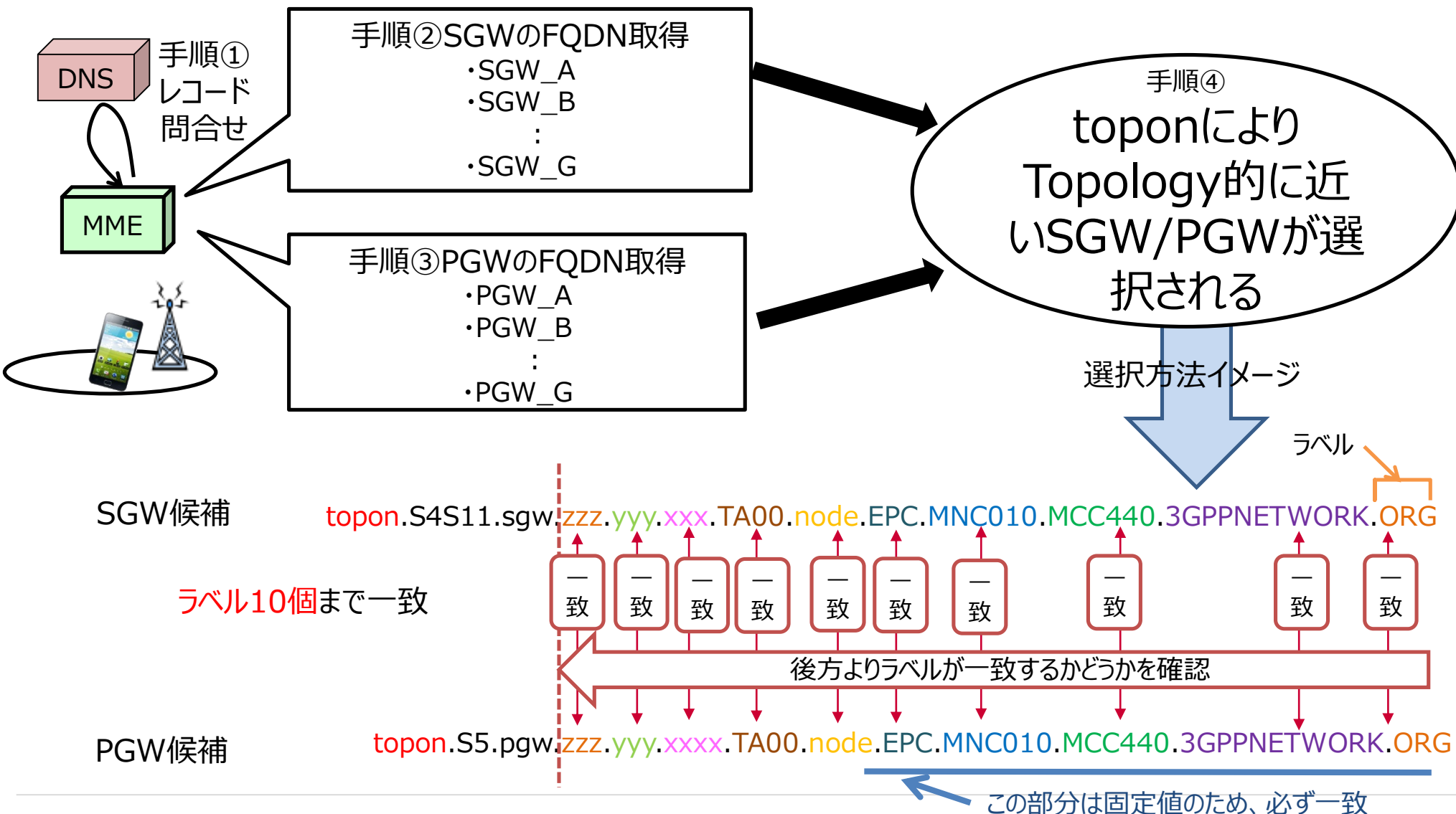
→SGW/PGWの選択はそれぞれ個別に行われるが

近いSGW/PGWが選ばれる

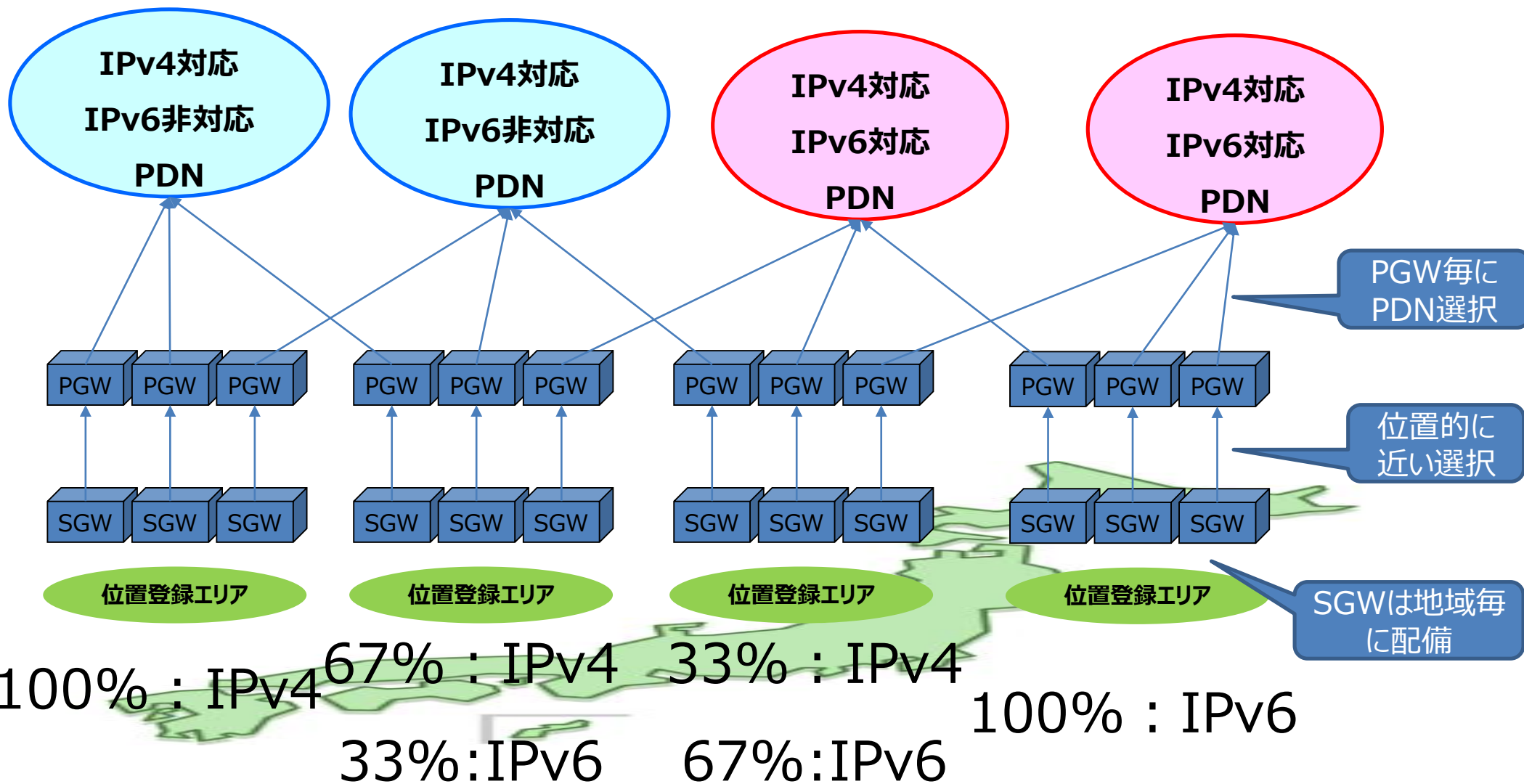
PGWはAPNをキーに選
択される



位置的に近いとの判断はどのように行われるか？

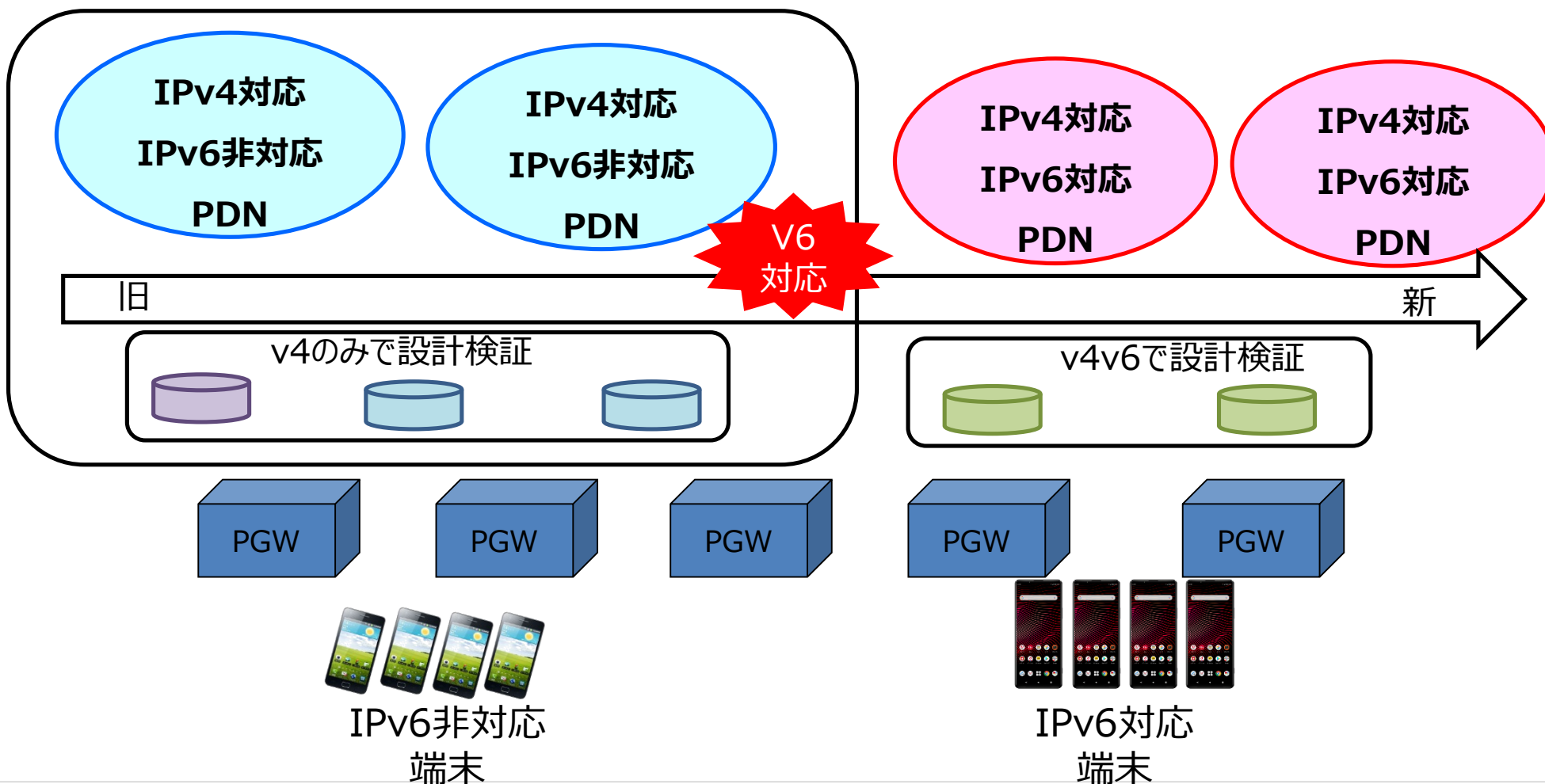


結局どうなる？



IPv6利用拡大に向けた課題

全てのネットワークでIPv4/IPv6対応するには設備更改の期間、費用やリソースなどの問題あり



IPv6利用拡大に向けた課題



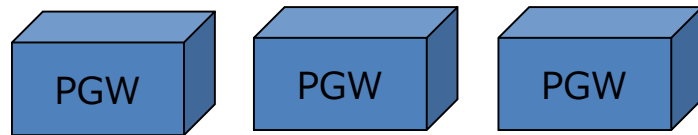
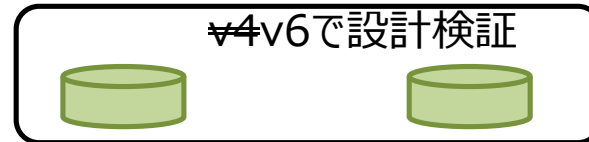
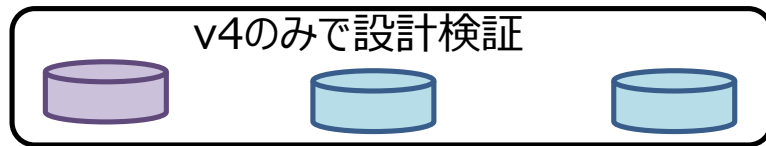
対策. IPv6シングルスタック

IPv6シングルスタックだと

インターネット

IPv6の普及に貢献

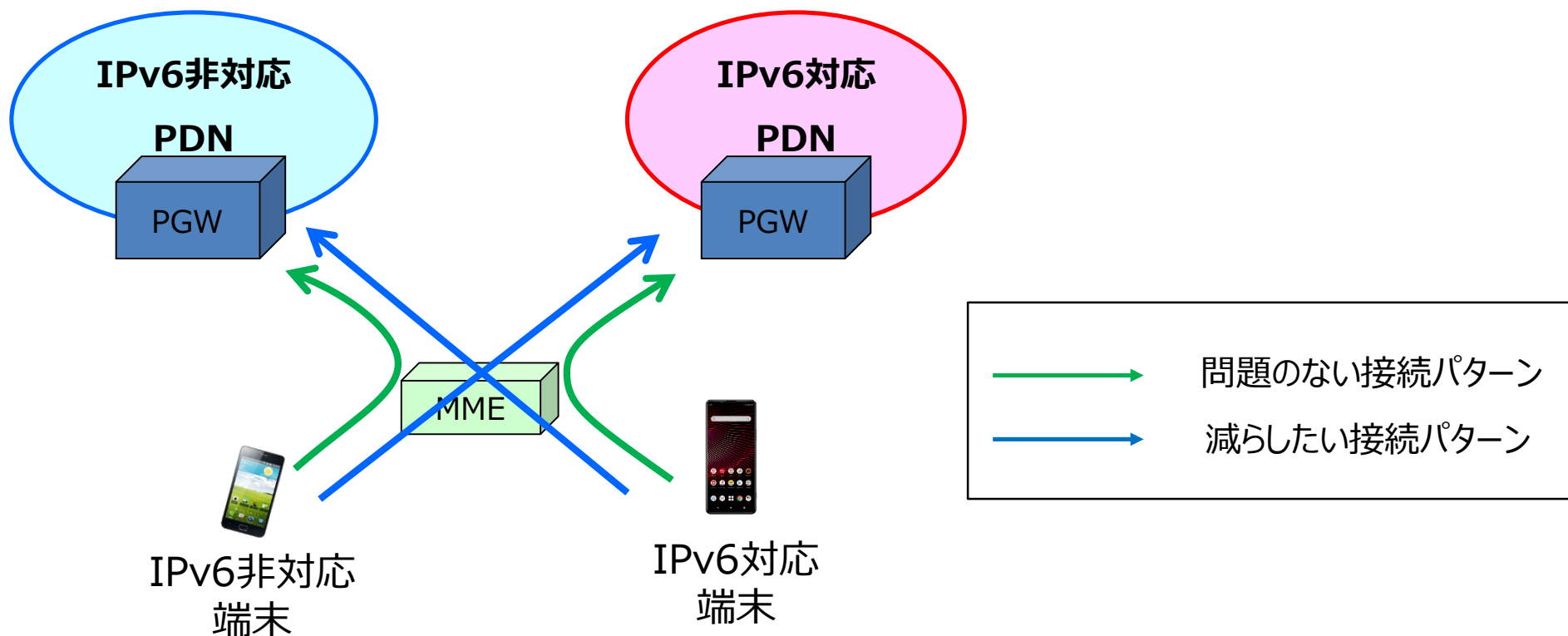
IPv4設計・検証不要



IPv6対応端末はv6を利用

■ IPv6利用率を最大化する方法

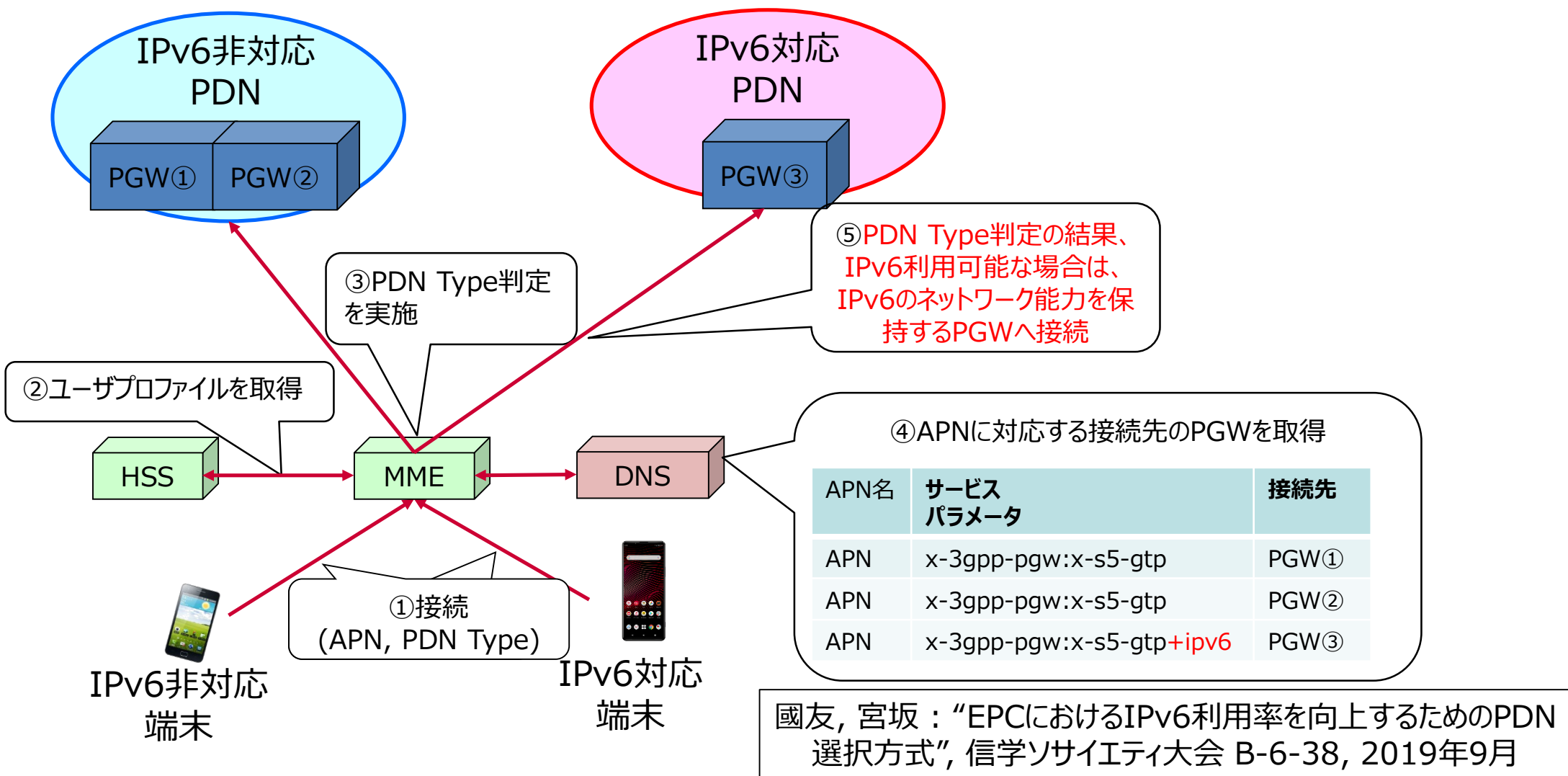
IPv6端末はIPv6シングルスタックのネットワークへ、IPv4端末は、それ以外のネットワークへ接続させたい



端末の対応するIPバージョンに応じてPDNを選択

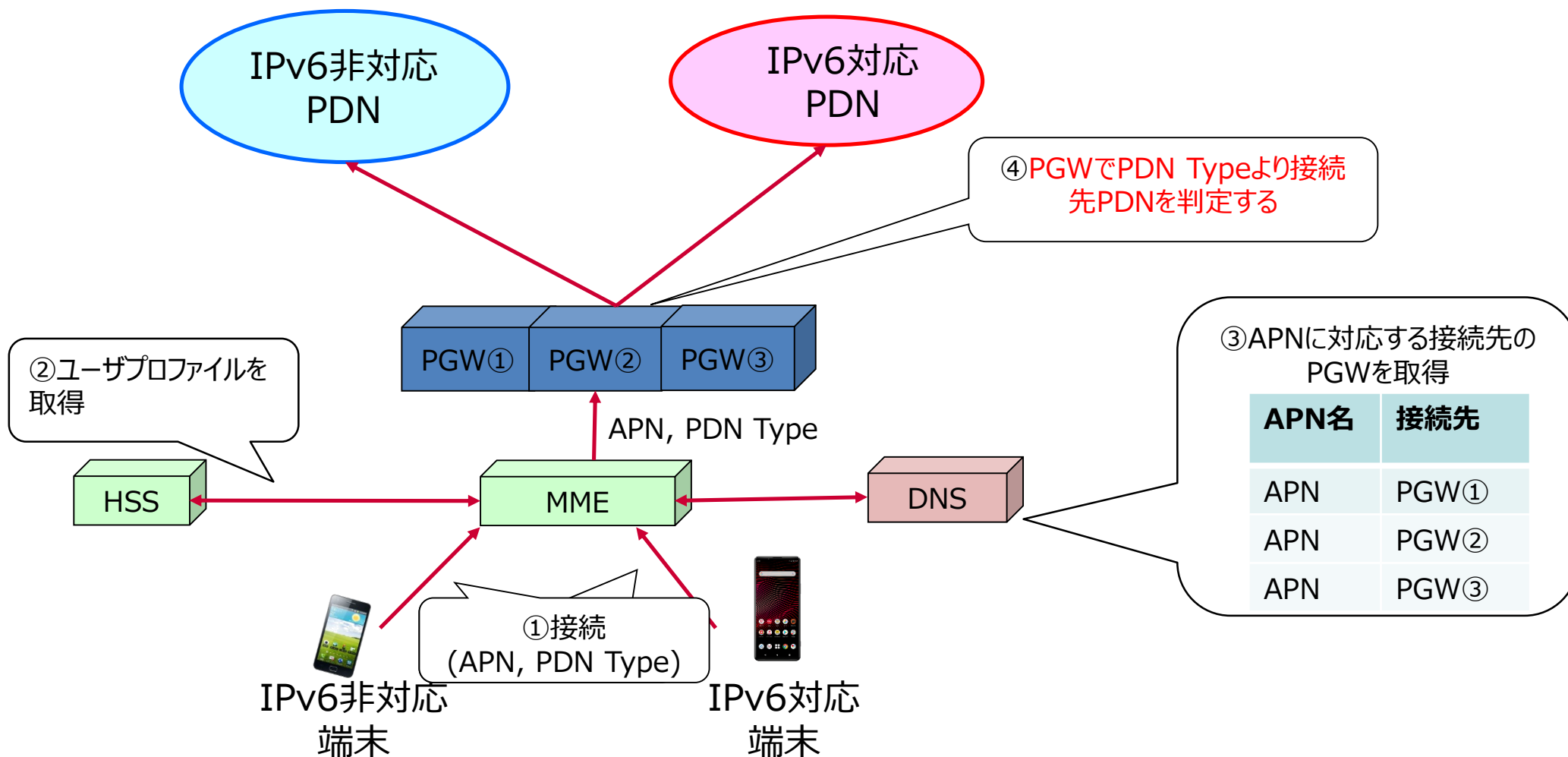
■ 案1 MMEでの選択方式

DNS応答に、ネットワークの能力を示す値(+nc-<network capability>)を追加し、その値に応じてPGWを選択する。



■ 案2 PGWでの選択方式

PGWにおいて、PDN Typeより適切なPDNへ接続させる。



■ 各案の評価

| | 案1 MMEでの選択方式 | 案2 PGWでの選択方式 |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 概要 | DNS応答のネットワーク能力に応じて接続先PGWを選択する方式 | PGWでPDN TypeによりPDNを選択する方式 |
| 3GPP標準との親和性 | 5Gにおける選択方式を拡張して実装可能 ◎ | PGWでの実装の範囲となる ○ |
| 他装置への影響 | DNSの設定 ○ | PGW側の実装のみで実現可能 ◎ |
| IPv6への移行の容易性 | PDNのIPv6対応後は、PGWとDNSの設定変更で移行可能 ○ | PDNのIPv6対応後は、PGWの設定変更で移行可能 ○ |
| 接続構成への影響 | 同一APN名の場合に、PGW毎に接続するPDNは1つ ○～◎ | 同一APN名で、1つのPGWに複数のPDNを接続する ○～◎ |

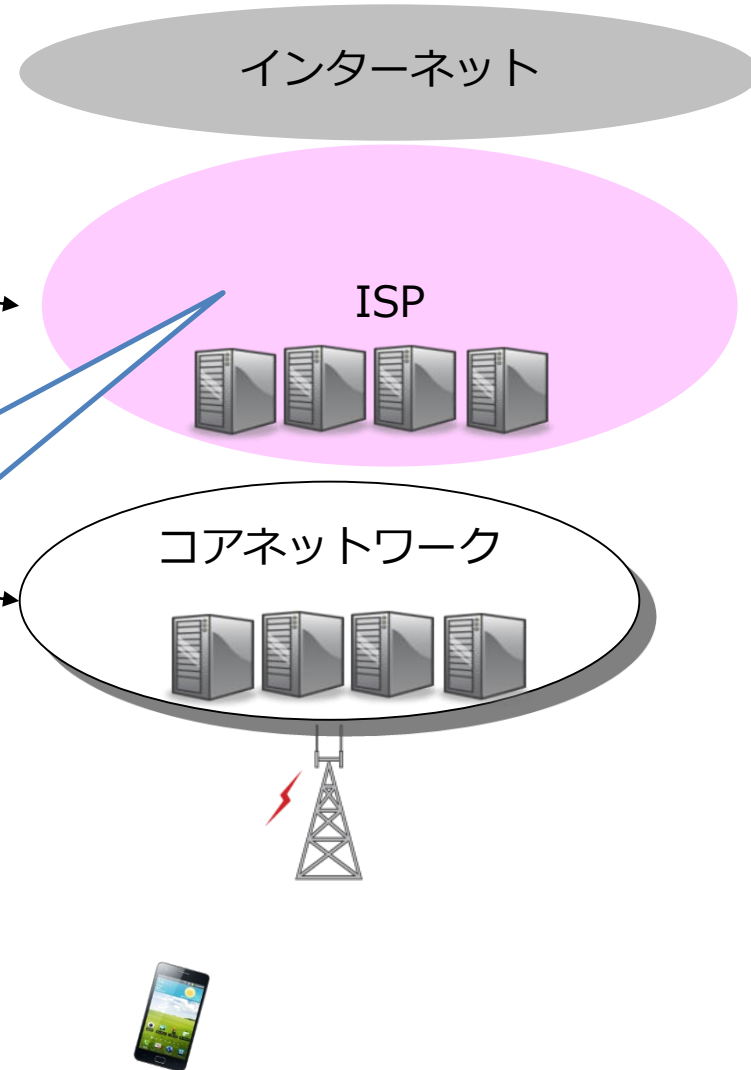
どちらの案でも実現可能

オペレータ網の特性に応じて適用するのが望ましい

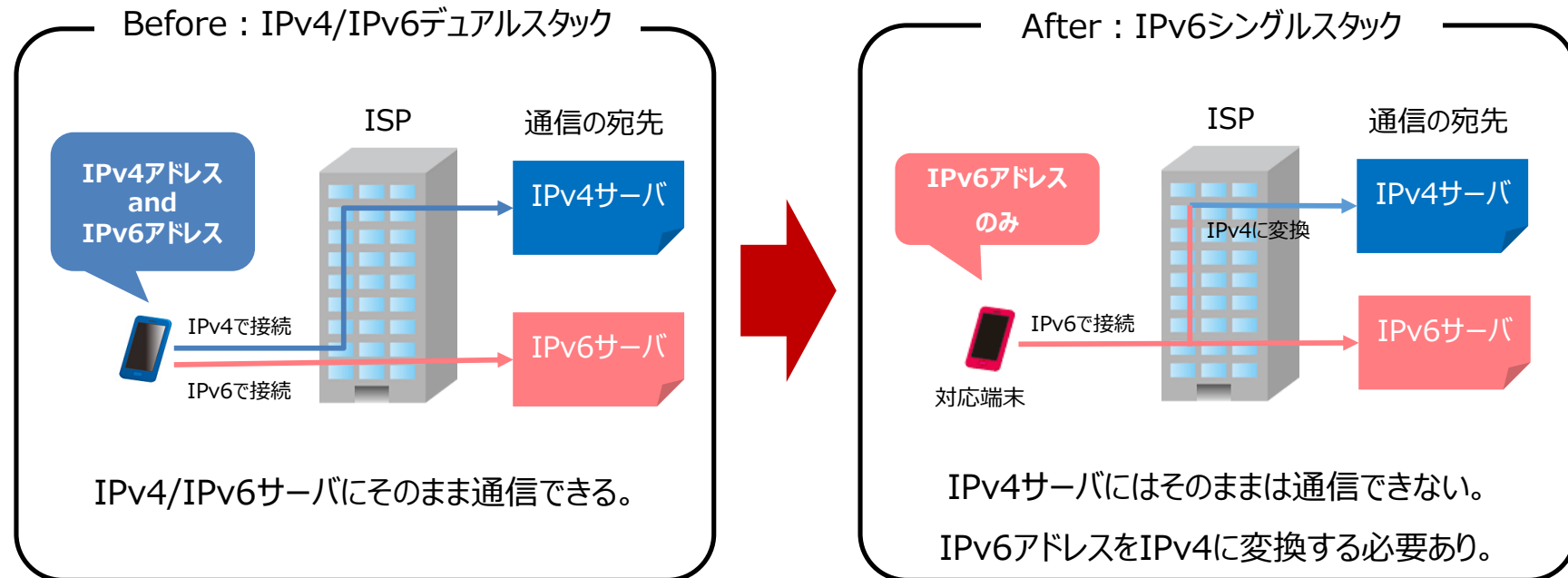
- ・ 水口直哉
- ・ 相川雅英
サービスデザイン部

- ・ 國友宏一郎
ネットワーク開発部

ここからはISPの話です。



コアネットワークからの通信をISPで宛先サーバへ振り分け。

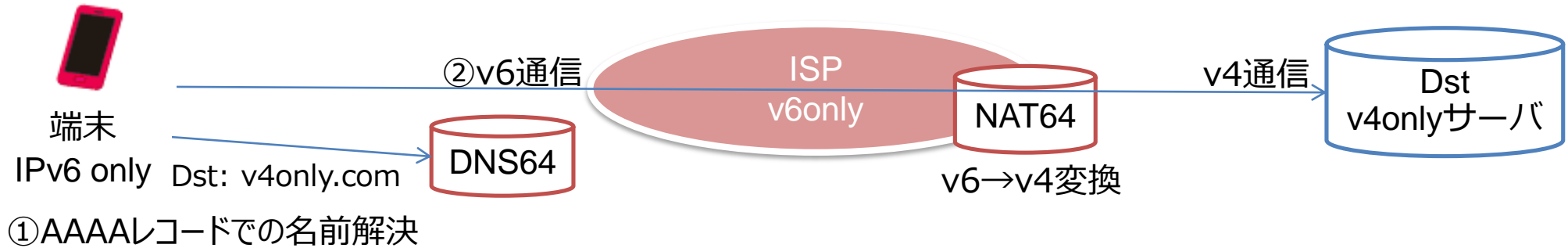


スマートフォンが対応しているため、
NAT64/DNS64方式 と 464XLAT方式 を採用。

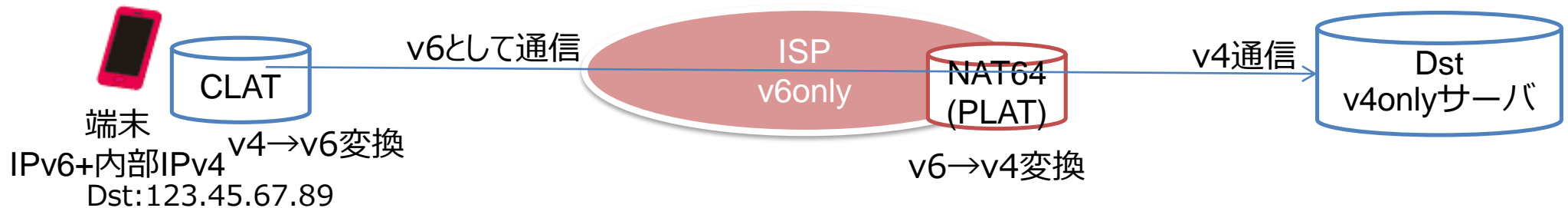
| IPアドレス変換方式 | その他 |
|-----------------------|-------------|
| NAT64/DNS64 & 464XLAT | スマートフォンが対応。 |
| DS-Lite | 固定通信業者で利用。 |
| MAP-E、MAP-T | 固定通信業者で利用。 |

ドコモで採用した2つの方式

■ DNS64/NAT64



■ 464XLAT



綿密な試験をおこなってきました



①ドコモサービス簡易検証(2019夏)

Android,iOS,テザリング,ブラウザで合計約5000項目を実施

-iOSで5つ, Androidで3つの不具合を確認。

Android端末

端末開発時にIPv6シングルスタック対応要件がなかった

iOS端末

IPv6シングルスタック対応端末が公表されていなかった

ほぼほぼ



綿密な試験をおこなってきました



②メジャーアプリ試験 (2020夏)

ユーザ利用実績の大きいインターネット上のサービスで実施

-サービス数：アプリ100種/ブラウザ50種

-試験項目数：Android/iOS合算で約17000項目



綿密な試験をおこなってきました



③ドコモ内接続試験（2021夏）

ドコモの各種サービス開発部門による詳細試験
だいたい順調だったが……



パケットのデータ部でIPアドレスを扱っており、NATで対応できていなかったサービスがありました

綿密な試験をおこなってきました



③ドコモ内接続試験（2021夏）

ドコモの各種サービス開発部門による詳細試験
だいたい順調だったが……

一部NG

対応中

パケットのデータ部でIPアドレスを扱っており、NATで対応できていなかった

試験環境をご用意しました！



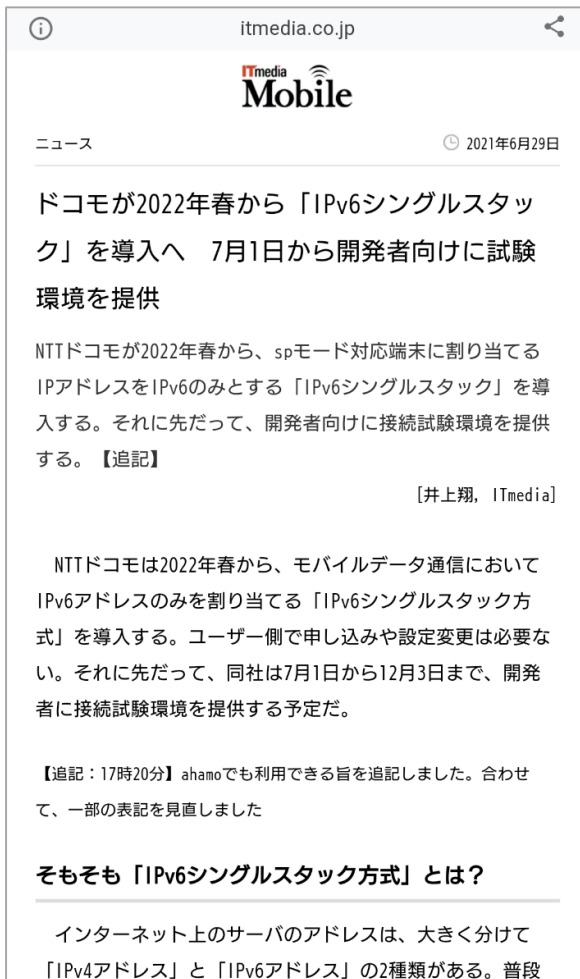
アプリケーション・コンテンツ開発者様向けの試験環境を提供中

多くの開発者様に試験していただくと
サービス開始後がスムーズなので
是非ご活用ください!

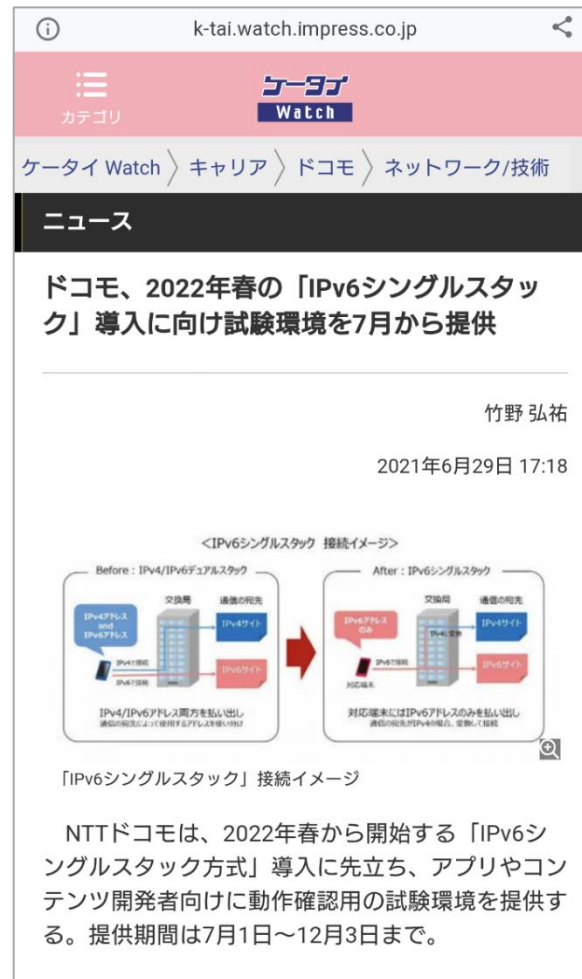
くわしくはこちら



メディア掲載、twitterなどでの反応ありがとうございます



<https://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/2106/29/news133.html>



<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/1334820.html>

Twitterでの反応

「シングルスタック」の文字がJANOGセッションの概要に追加されてる！

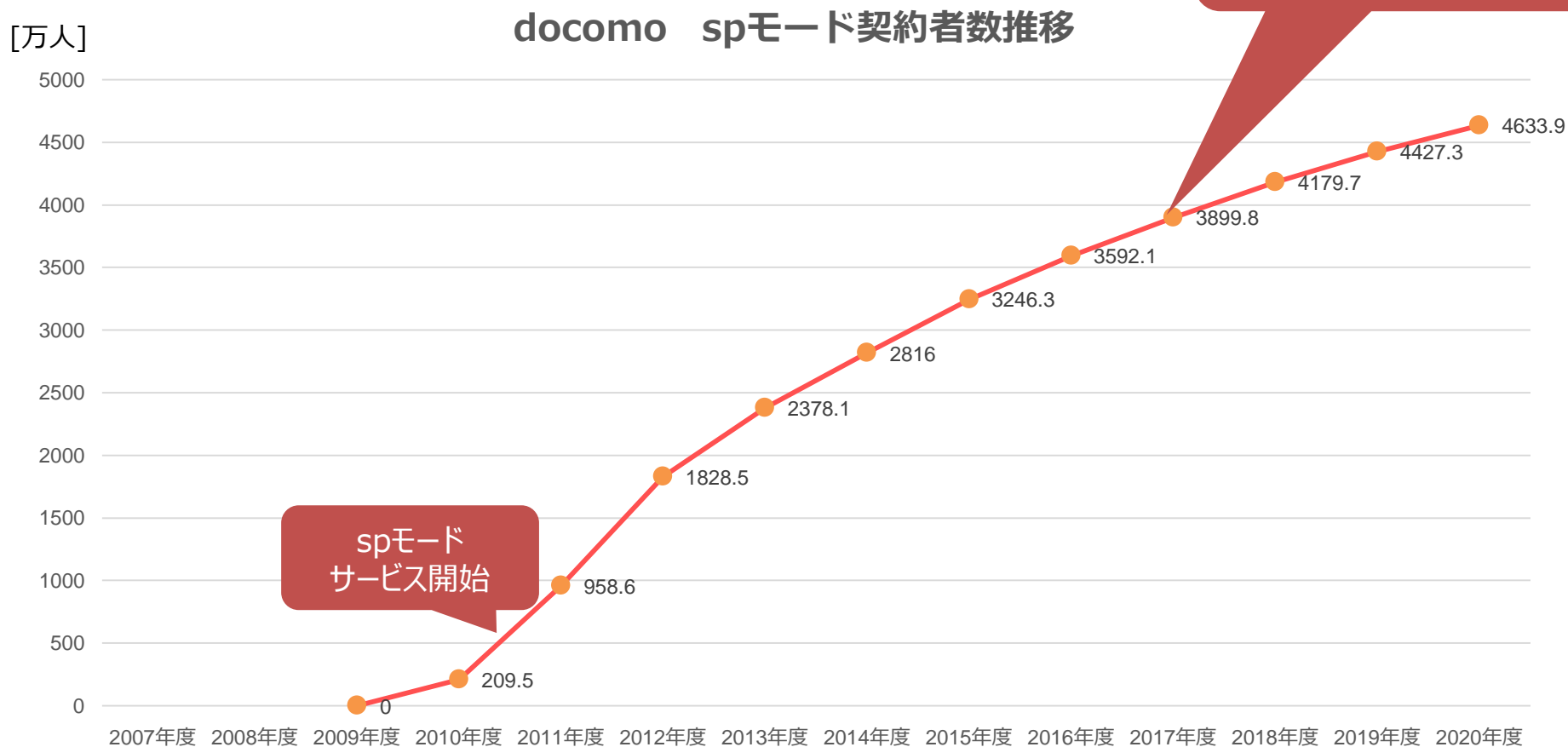
NAT64/DNS64が裏で動いてそう。

ドコモがv6シングルスタックに動くのはでかい！

ちゃんと動いてる！

試験環境が提供されてるから検証しなきゃ！

spモードの契約者増 ⇒ アドレス逼迫



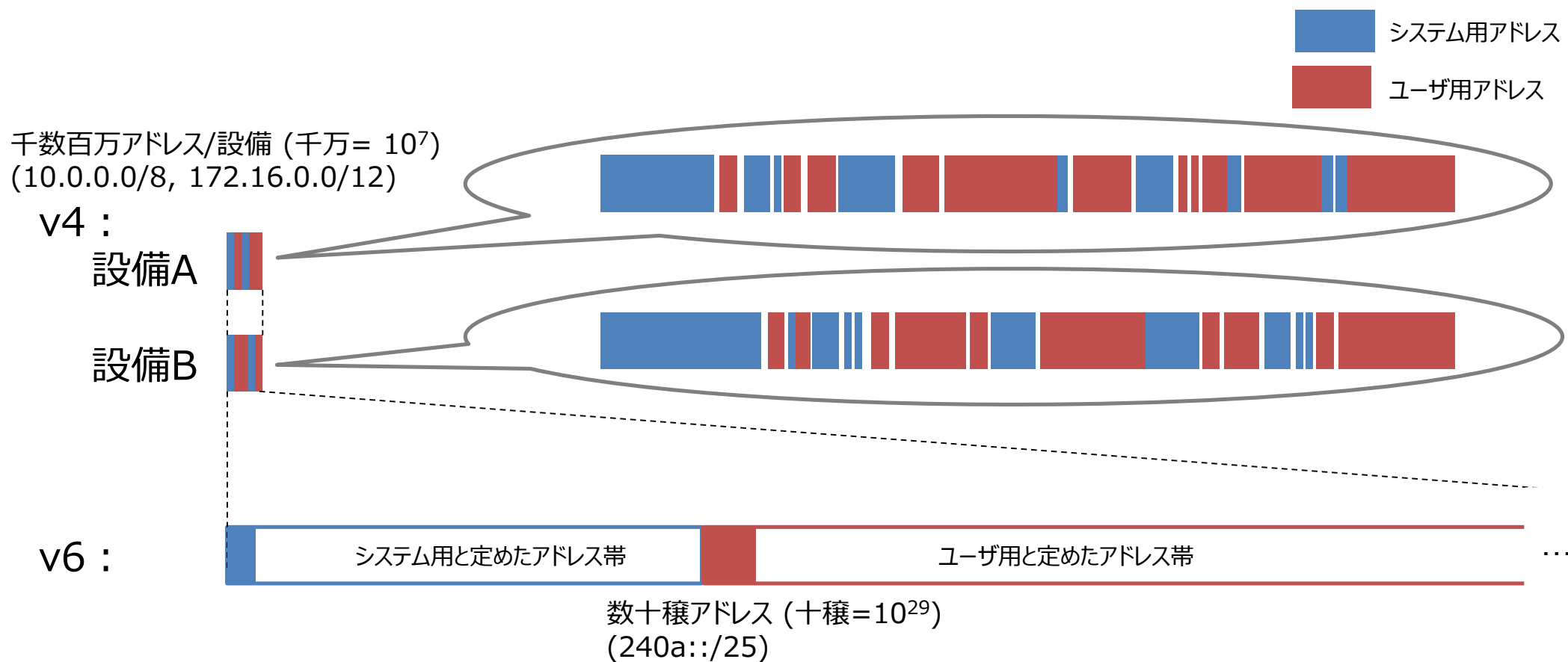
v6シングルスタックで目指したもの：きれいで再利用しやすい設計

今まで(v4/v6デュアル)：

ユーザ用アドレスが不足のたびに何とか捻出。→アドレス帯設計がぐちゃぐちゃ。

これから(v6シングル)：

ユーザ用アドレスが不足しないので、システム用アドレス帯と混ざることがなくきれい。

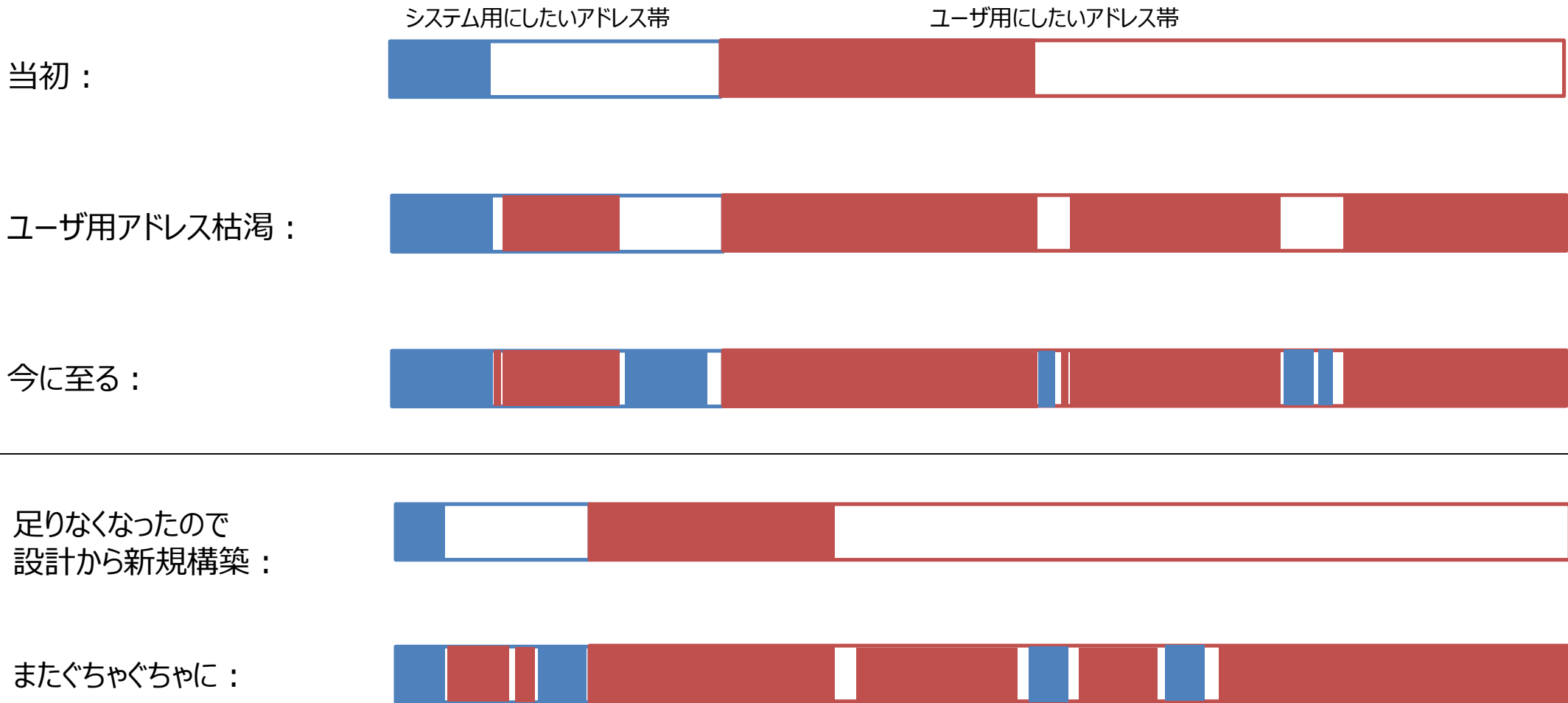


v6シングルスタックで目指したもの：v4でのアドレス利用

今まで(v4/v6デュアル)：

ユーザ用アドレスが不足のたびに何とか捻出。→アドレス帯設計がぐちゃぐちゃ。

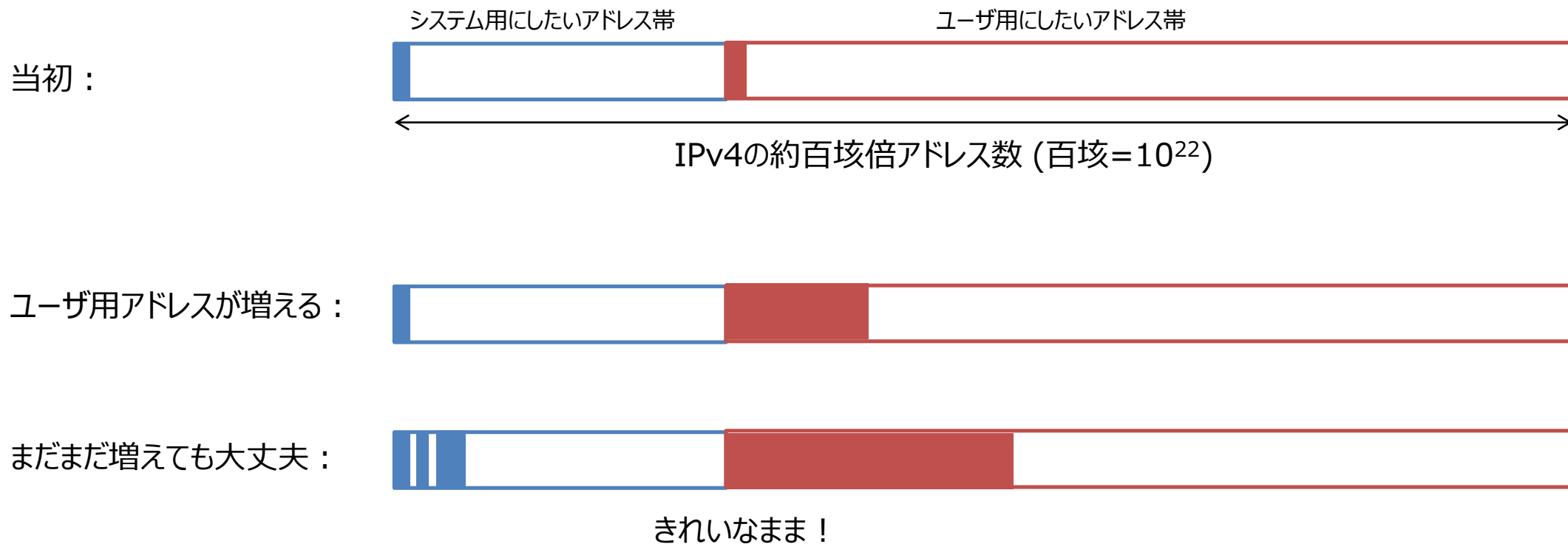
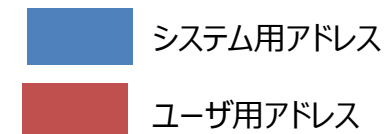
- システム用アドレス
- ユーザ用アドレス



v6シングルスタックで目指したもの：v6でのアドレス利用

これから(v6シングル)：

ユーザ用アドレスが不足しないので、システム用アドレス帯と混ざることがなくきれい。





今まで
(IPv4/v6)

毎回設計

手動

社内ツール

一部自動化

これから
(IPv6)

定型化
個別設計不要に

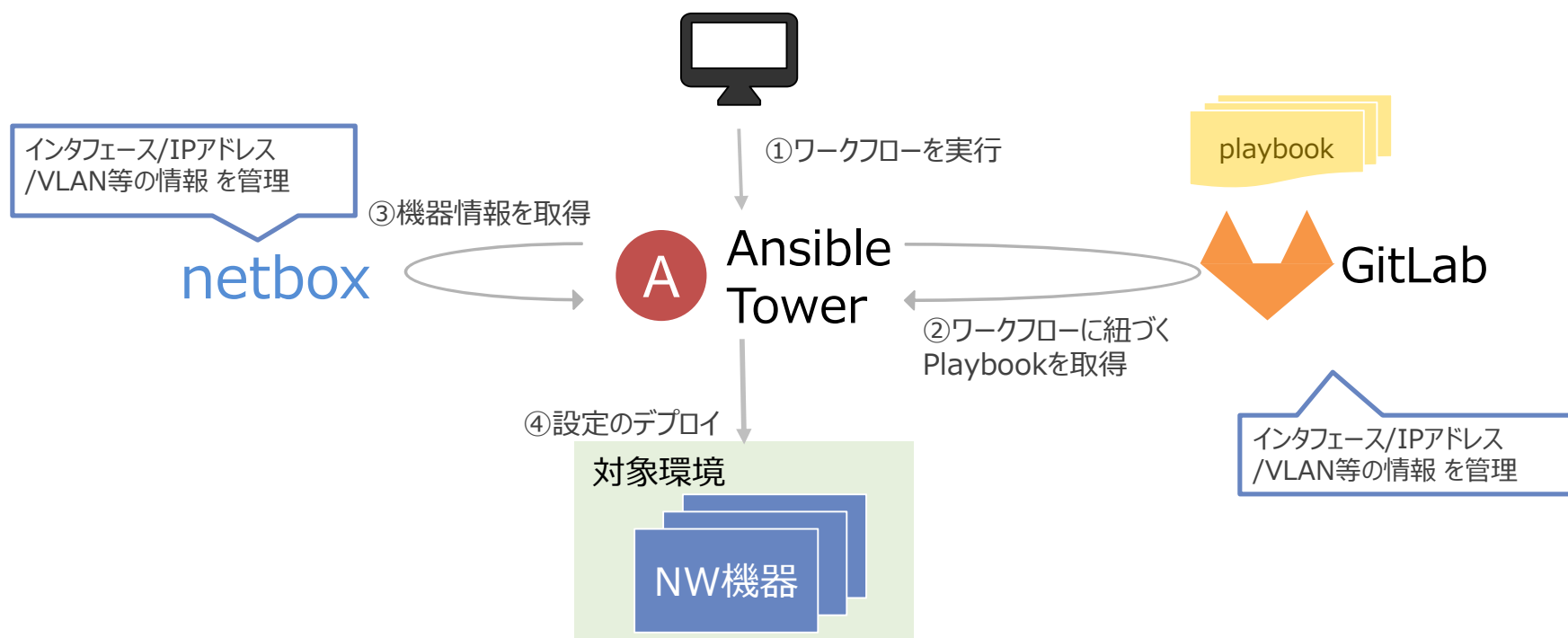
手動

OSSで自動化

OSSで自動化

今まで(v4/v6デュアル)：業務に合わせてツールを作っていた。ガラパゴス化してしまっていた。

これから(v6シングル)：メジャーなツールに業務を合わせていく。世の中の流れに乗る。



- ①デュアルだと大変なのでv6シングルを選びましたが、どう思いますか？
 - ②固定通信事業者ではどのような観点でIPアドレス変換方式を選択しましたか？
 - ③モバイルの観点から今後のIPv6普及に向けてできることは何があるのでしょうか？
 - ④ツールはどのような使い方をしていますか？OSSのサポートやアップデートはどうしていますか？
-

■ IPv6シングルスタック開発者向け接続試験へのご協力をお願いします！

※spモード、ahamoをご契約の回線でのみご利用いただけます。



https://www.nttdocomo.co.jp/service/developer/smart_phone/etc/v6ft/index.html