

CATV事業者のIPv6対応の状況

2020年2月6日

一般社団法人日本ケーブルラボ

アジェンダ

- ケーブルテレビとは
- ケーブルテレビ業界のIPv6検討状況
 - CATVネットワークのアドレス配布方法と課題
 - DHCPv6-PD導入の課題と検討
 - Route Injection代替え手法の検討
- まとめ

アジェンダ

- ケーブルテレビとは

- ケーブルテレビ業界のIPv6検討状況
 - CATVネットワークのアドレス配布方法と課題
 - DHCPv6-PD導入の課題と検討
 - Route Injection代替え手法の検討

- まとめ

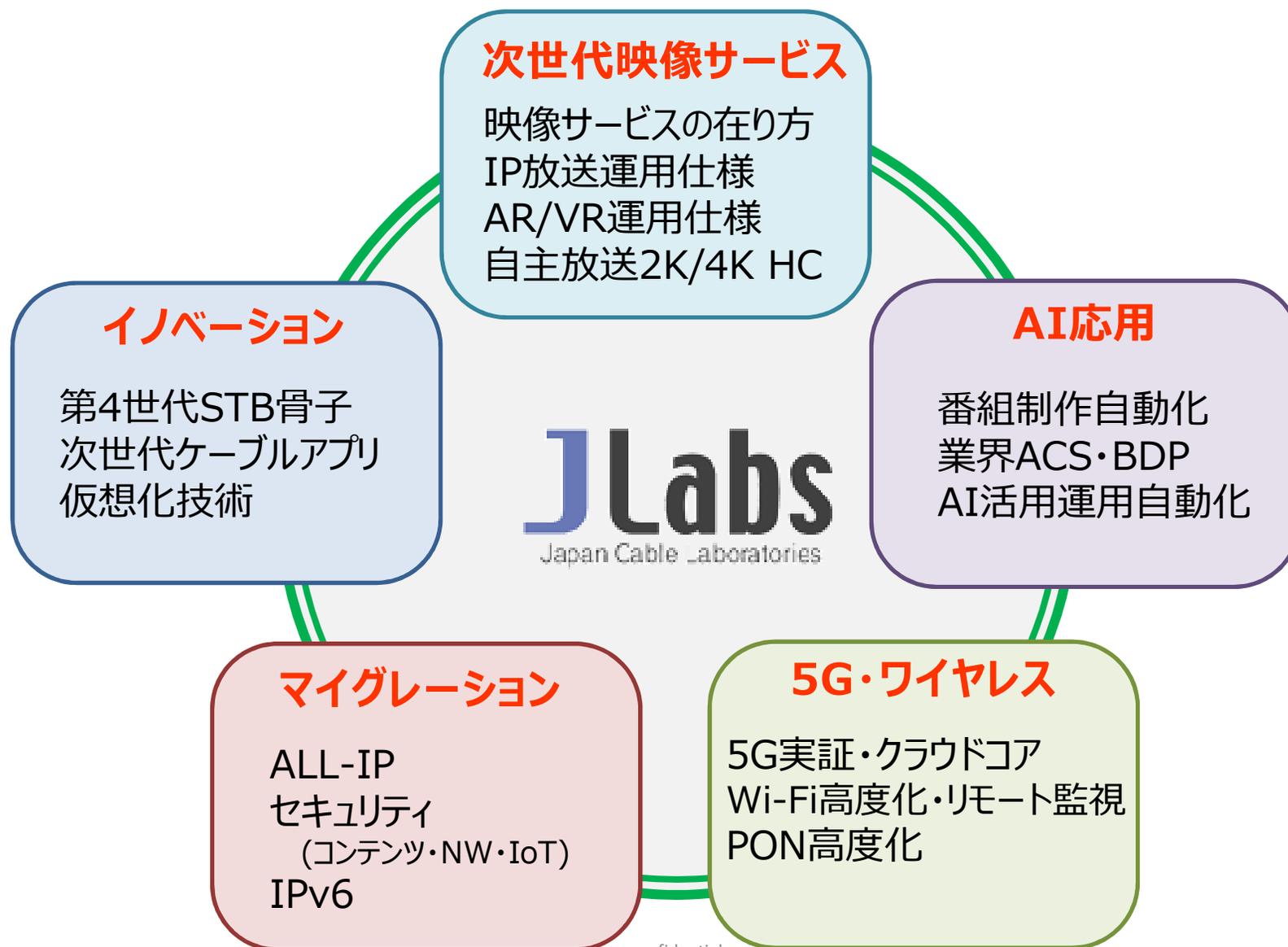
自己紹介

- 氏名：山下 博之 (やました ひろゆき)
- 出身：三重県鈴鹿市
- 所属：一般社団法人 日本ケーブルラボ 事業調査部
- 業務：
 - IPv6技術調査・普及活動
 - 次世代放送伝送方式の研究
 - 委員会の運営・課題提案 など

一般社団法人日本ケーブルラボ

- 設立 : 2009年10月
- 事務所 : 東京都日本橋茅場町
- 職員 : 24名
- 会員 : 正会員183社、賛助会員62社
(2019年12月現在)
- 事業内容 :
 - ①中長期的視点で将来のケーブルテレビ事業に貢献できる**技術の調査**
 - ②事業者への経営判断のための**技術提言・コンサル対応**
 - ③機器の相互接続を担保する**技術開発・標準化・機器認定**の推進
 - ④業界のリテラシー向上のための**技術啓発・人材育成**への貢献

2019年度 5大プロジェクト



confidential

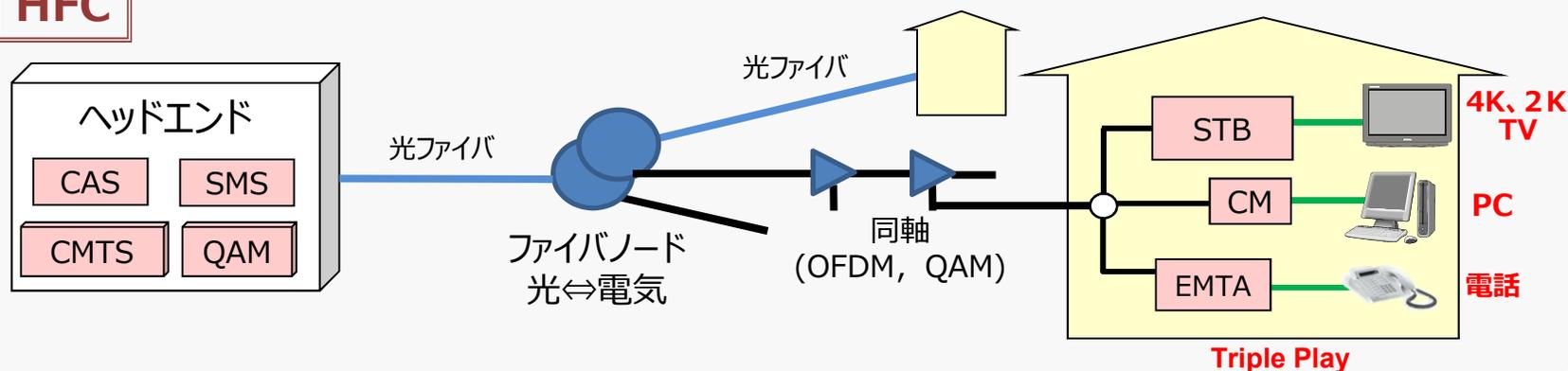
主な会員サービス

- 機器認定審査
 - ・ ケーブル事業に必要なSTBなどの機器認定
- ラボ教育制度
 - ・ JQE (Jlabs Qualified Engineer)資格認定講習会、検定試験の実施、eラーニング講座の実施
- 技術セミナー、国際セミナー、展示会
- ワークショップ
 - ・ 技術テーマ毎に年6回実施

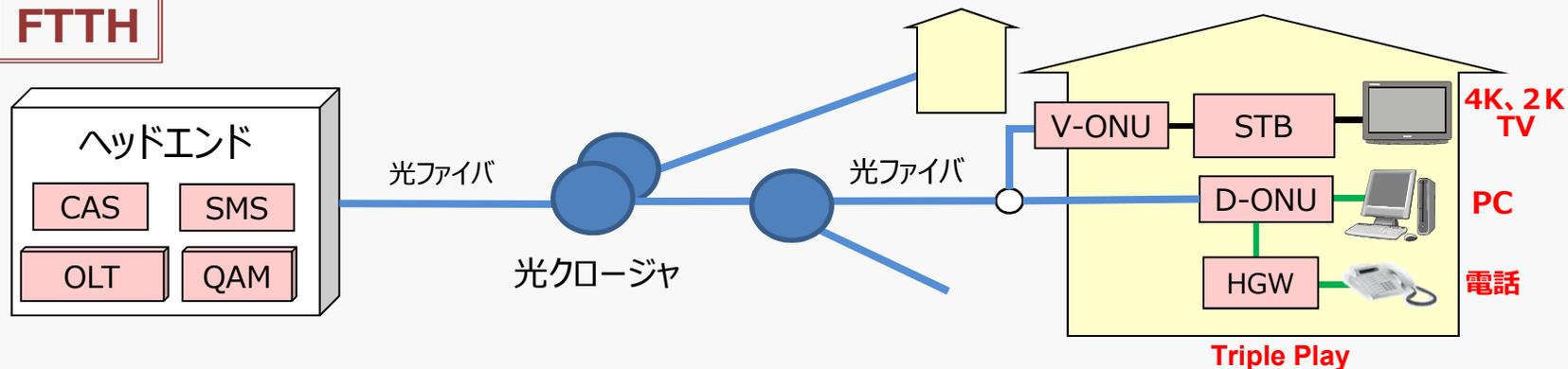
ケーブルテレビ事業者とは

- 同軸ケーブルや光ケーブルなどを使い、放送サービス、通信サービス、電話サービス、地域情報サービスなどを提供する事業者

HFC



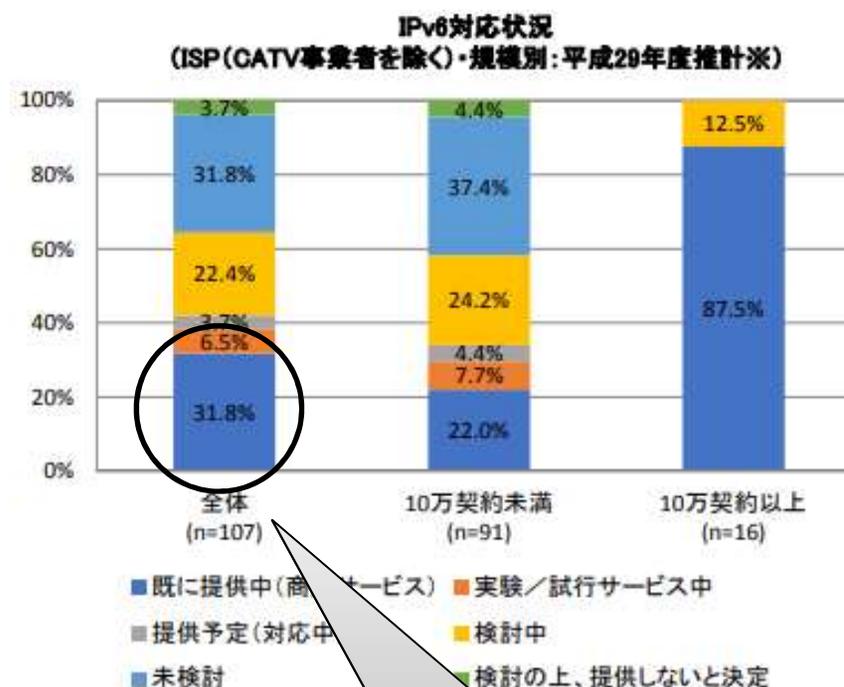
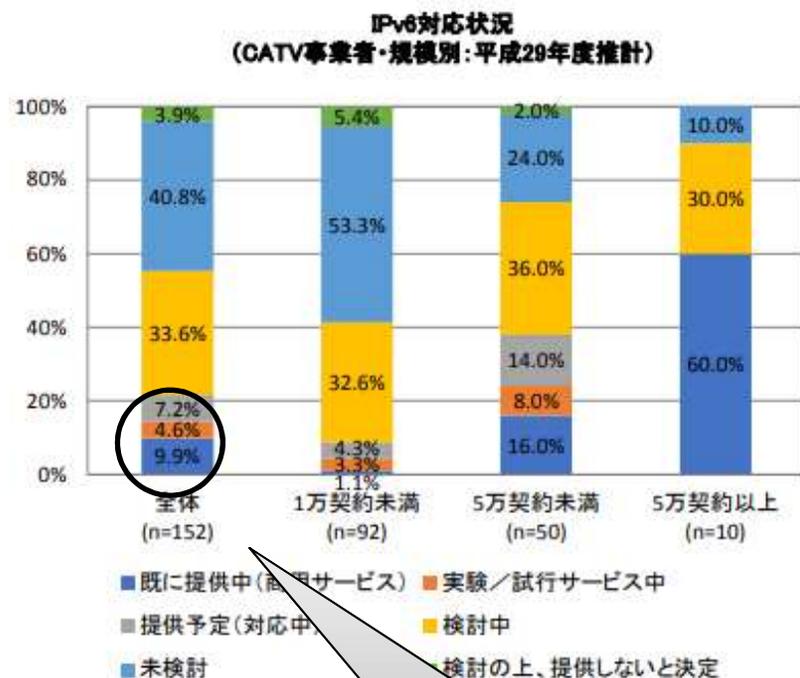
FTTH



ISPのIPv6対応状況(平成29年度)

CATV事業者

その他ISP事業者



提供中 : 9.9%

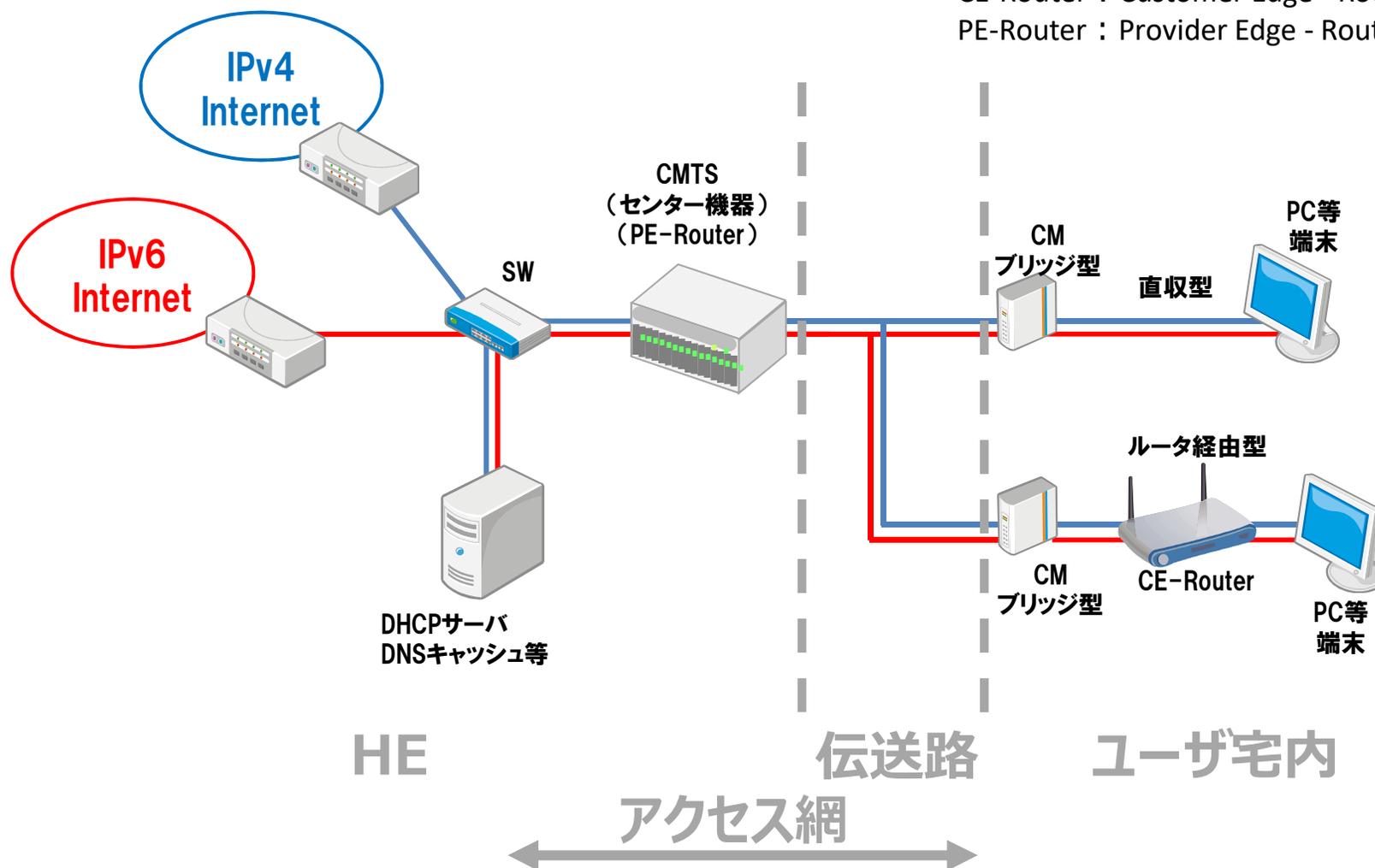
提供中 : 31.8%

アジェンダ

- ケーブルテレビとは
- ケーブルテレビ業界のIPv6検討状況
 - ケーブルテレビのIPネットワークのアドレス配布方法と課題
 - DHCPv6-PD導入の課題と検討
 - Route Injection代替え手法の検討
- まとめ

ケーブルテレビ事業者の一般的なデュアルスタックネットワーク

HFC



CMTS : Cable Modem Termination System
 CM : Cable Modem
 CE-Router : Customer Edge - Router
 PE-Router : Provider Edge - Router

ケーブルテレビ事業者の一般的なデュアルスタックネットワーク

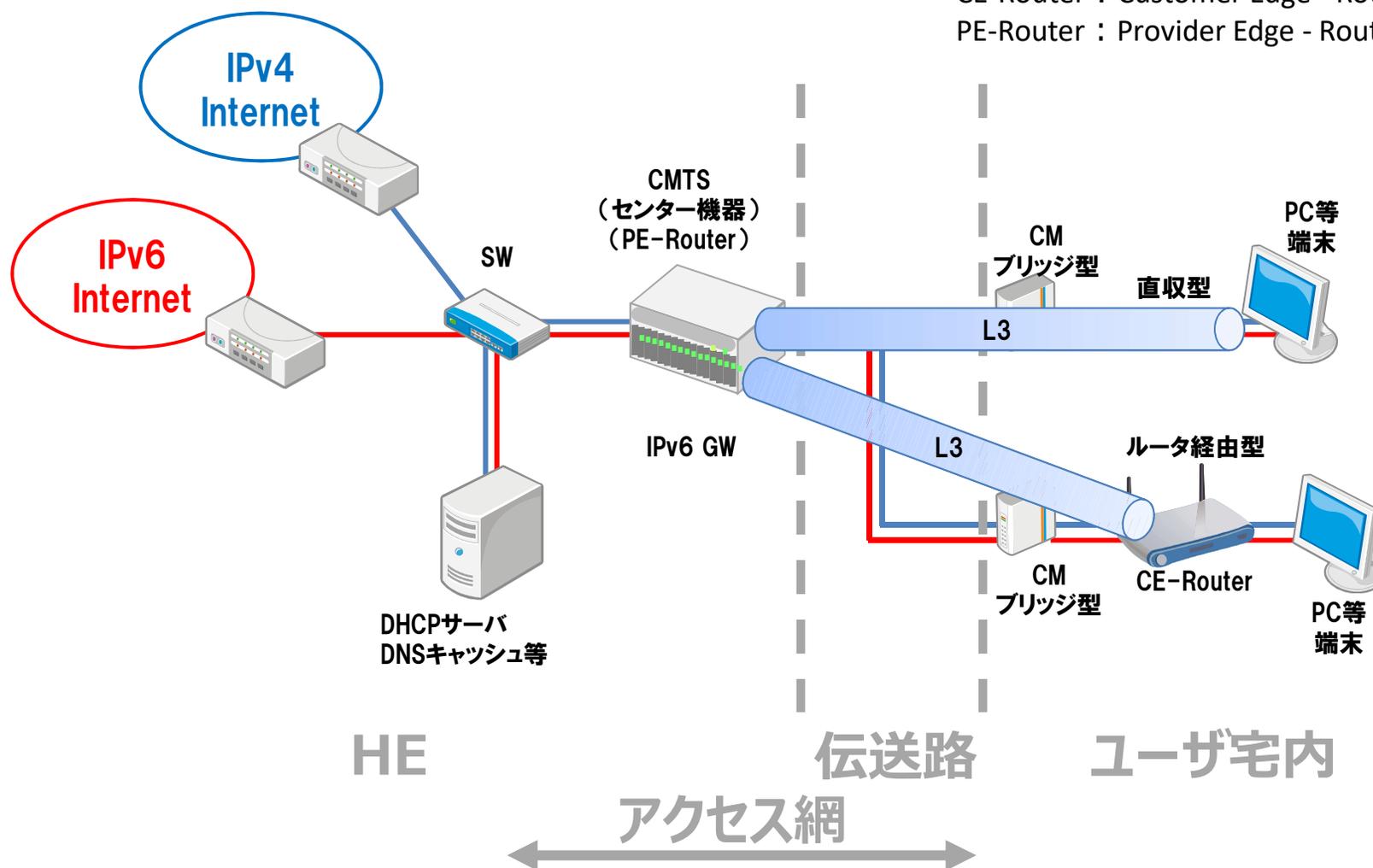
HFC

CMTS : Cable Modem Termination System

CM : Cable Modem

CE-Router : Customer Edge - Router

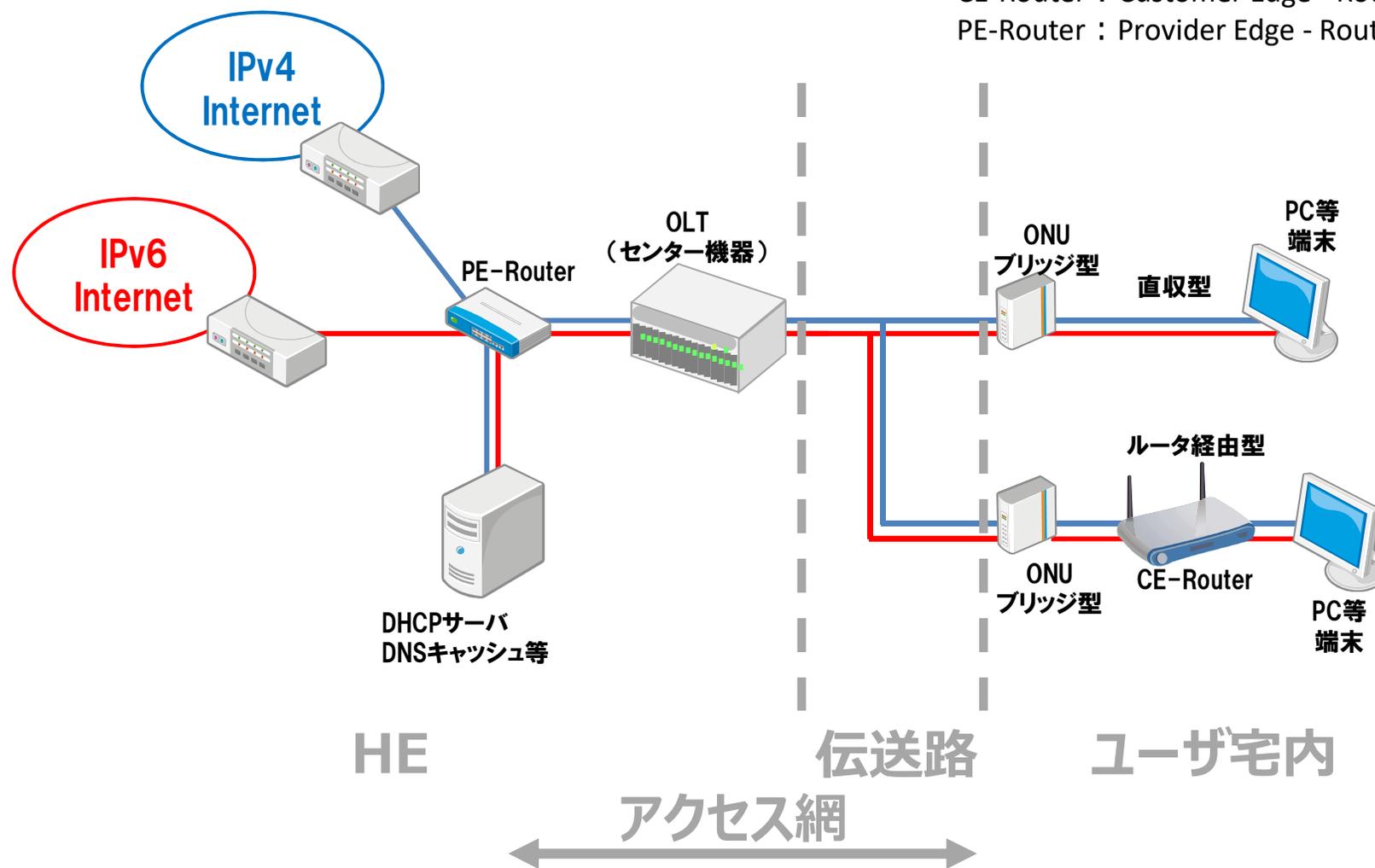
PE-Router : Provider Edge - Router



ケーブルテレビ事業者の一般的なデュアルスタックネットワーク

FTTH

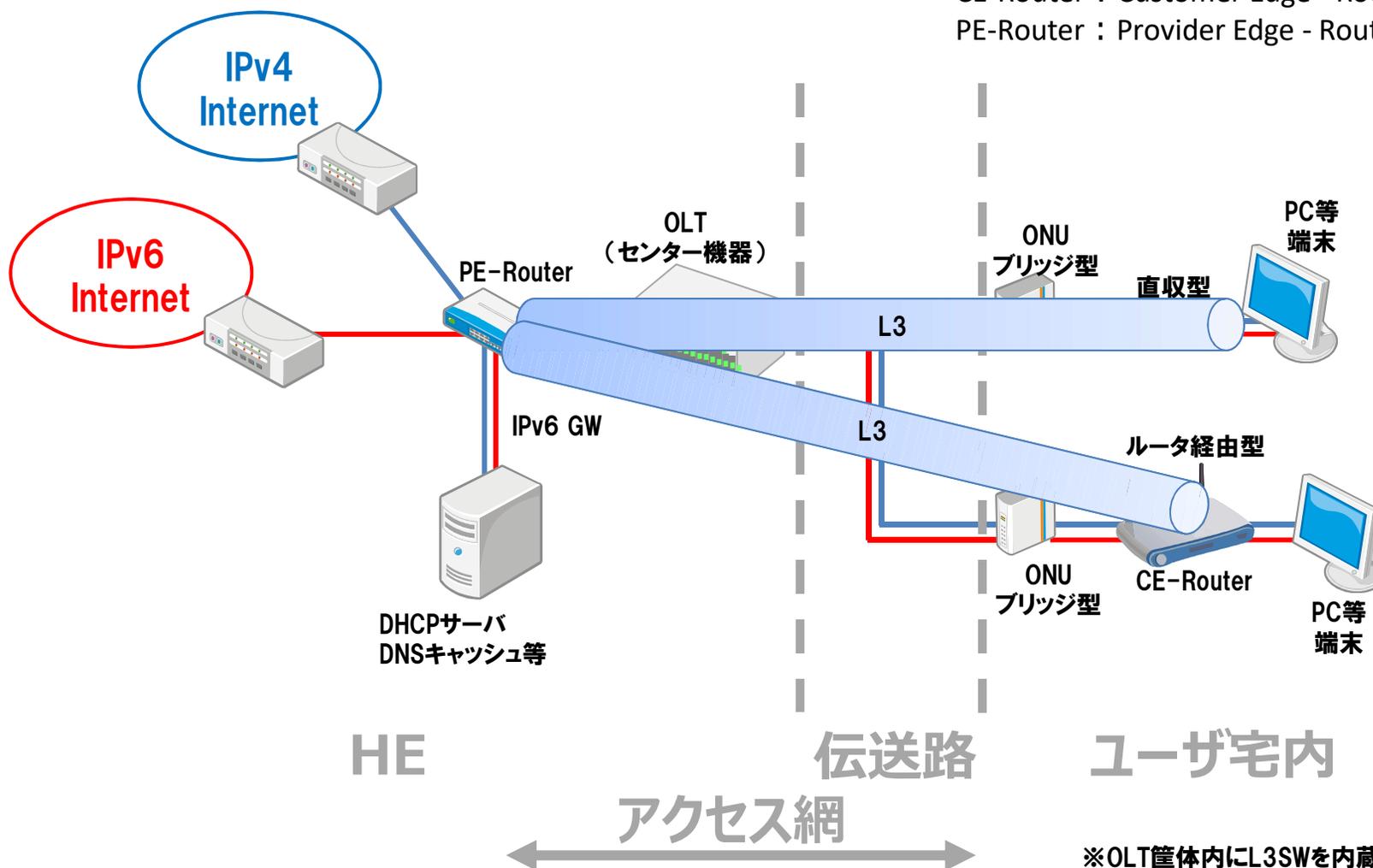
OLT : Optical Line Terminal
 ONU : Optical Network Unit
 CE-Router : Customer Edge - Router
 PE-Router : Provider Edge - Router



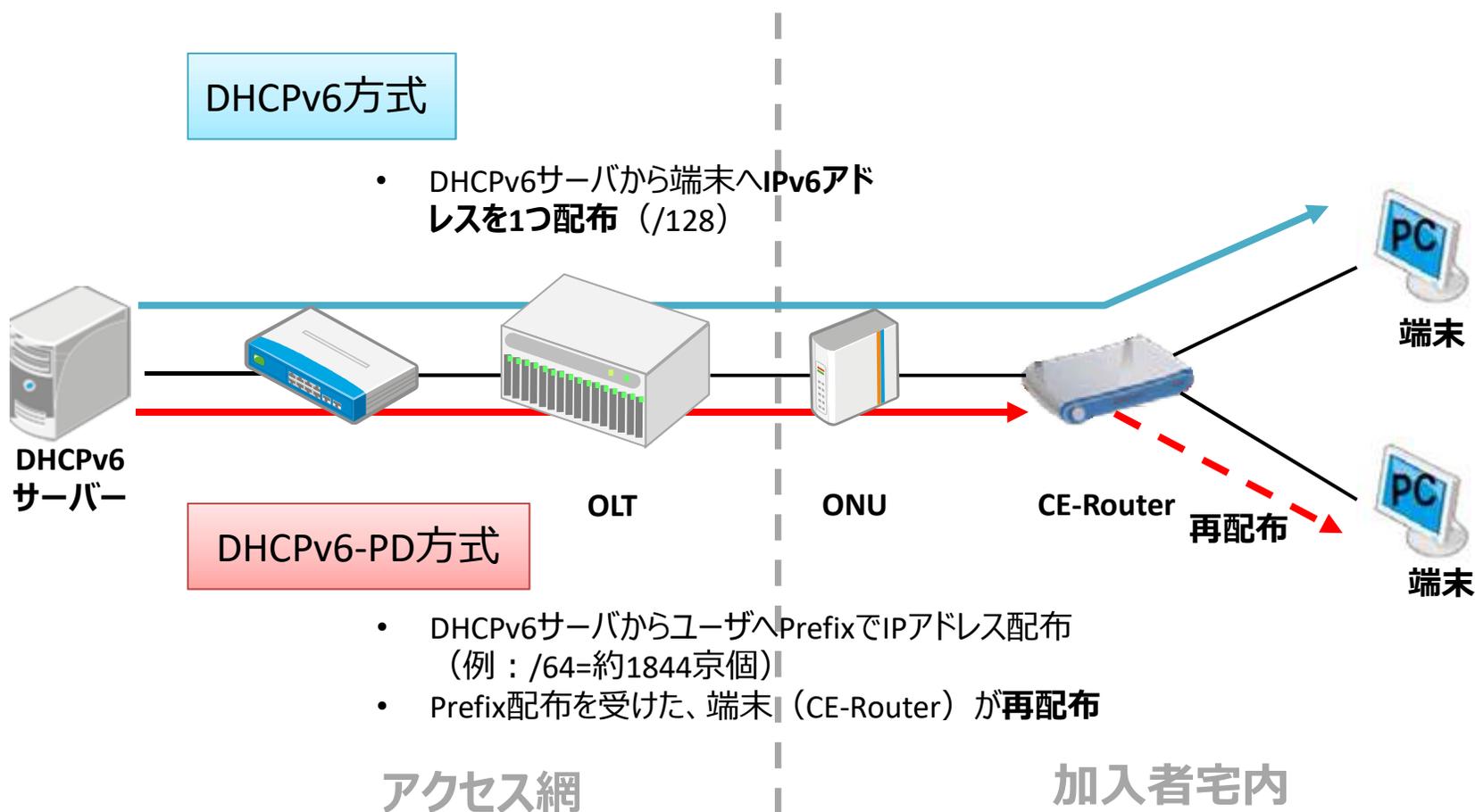
ケーブルテレビ事業者の一般的なデュアルスタックネットワーク

FTTH

OLT : Optical Line Terminal
 ONU:Optical Netowrk Unit
 CE-Router : Customer Edge - Router
 PE-Router : Provider Edge - Router



ケーブルテレビ事業者のIPv6アドレス配布方法



DHCPv6/DHCPv6-PDのメリット・デメリット

● DHCPv6

– メリット :

- **端末の入手が容易**、IPv6パケットのブリッジ対応端末は廉価帯から対応

– デメリット :

- **L2-switchのMAC学習数の多い機種**を選定する必要があり**コスト高**
- FTTHの場合、OLTでの**接続MAC数の管理手法に課題**
- **AndroidはDHCPv6非対応**
- **ネットワーク設計の制約によりセキュリティ上の懸念**

● DHCPv6 + SLAAC (DHCPv6-PD)

– メリット :

- L2-switchのMAC学習数、OLTの接続CPE数を気にする必要がない
- **windows、MacOS、ios、androidで対応**

– デメリット :

- **サービス設計 (IPアドレス払い出し数により料金設定) の変更が必要**
- **市販端末の一部では、ケーブルテレビ環境で動作不安定**

IPv6アドレスの配布方式は**DHCPv6-PD**を推奨したい

アジェンダ

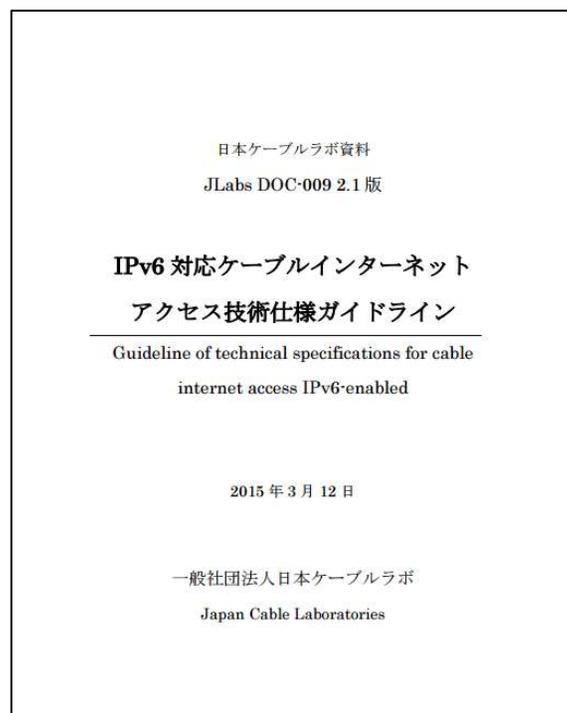
- ケーブルテレビとは
- ケーブルテレビ業界のIPv6検討状況
 - CATVネットワークのアドレス配布方法と課題
 - DHCPv6-PD導入の課題と検討
 - Route Injection代替え手法の検討
- まとめ

IPv6対応ガイドライン

ラボ会員限定公開

- IPv6ガイドライン（JLabs DOC-009 2.1版）

<http://www.jlabs.or.jp/member-spec-list>



- 第 1 章 はじめに
- 第 2 章 ガイドラインの対象者と適用範囲
- 第 3 章 IPv6対応サービスプラン
- 第 4 章 IPv6ネットワーク概要
- 第 5 章 DOCSISネットワークのIPv6対応
- 第 6 章 FTTHネットワークのIPv6対応
- 第 7 章 CPEの接続形態
- 第 8 章 運用・マネージメントについて
- 第 9 章 導入事例（DOCSIS、FTTH）

IPv6検討WG招集の背景

【背景・経緯】

- ケーブル事業者のIPv6化には、デュアルスタック、シングルスタックの2種類あり、運用・管理コストの観点から、将来的なIPv6シングルスタック化が望ましい
- 総務省のIPv6研究会^{※1}では、IPv6シングルスタック化がIPv6対応の究極の目標として方向付けられている
- 一方で、デュアルスタック化についてもアドレス配布方法などの課題が残っている

⇒IPv6検討WGを招集して、課題解決に向けた議論を実施した

※1 総務省「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」平成21年2月～平成30年3月

IPv6検討WGの活動内容

- DHCPv6-PDの課題解決を中心として、3つの論点で議論
 1. DHCPv6-PD導入課題の議論
 - DHCPv6-PDのNW設計やポリシーを整理してガイドライン化
 - 配布Prefix長、ルーティング、ユーザトレースなど
 - 関連する課題の抽出と解決手法の検討
 2. IPv6シングルスタック化に向けたIPv4aaSの議論
 - ケーブル事業者が採用する可能性があるIPv4aaS技術仕様の整理
 3. 技術の進展に伴う既存ガイドラインの見直し
- 成果物
 - 上記の1,2,3をガイドライン（JLabs DOC-009）へ反映させてアップデートする

ケーブル事業者へのDHCPv6-PD普及の課題

- ケーブルテレビ事業者環境で利用できる家庭用ルータが少ない
 - 一部家庭用ルータで検証したところ、DHCPv6-PD (/64) では利用できないことを確認
 - ケーブルテレビ事業者のIPv6ネットワーク設計
 - 配布Prefixサイズ : /64 or /56
 - アドレス配布 : IA_NAのみ、IA_PDのみ、IA_NA+IA_PD

※/64は国際標準的には推奨されていない？ ?

※家庭用ルータがイレギュラーなケーブルテレビでは動作しない？

⇒詳細は今後さらなる解析が必要

IPv6普及高度化推進協議会のIPv6家庭用ルータSWGと協調して、IPv6検討WGにて議論を進めた

ネットワーク設計 インフラ/ユーザ側の組み合わせ

		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
インフラ側	DHCPv6 (IA_NA)	○	×	×	×	○	×
	DHCPv6-PD (IA_PD)	○	○	○	○	×	×
	RAフラグ等	M/O※1	M/O	M/O	M/O,PIO※5	M/O	M/O,PIO
	事業者のアドレス管理	IA_NA、IA_PD	IA_PD	IA_PD	IA_NA、RA PIO	IA_NA	RA PIO
ユーザ側	CE-Router WAN側アドレス	IA_NA※2 LLA※3	LLA	IA_PD range(/64) LLA	SLAAC※6 LLA	IA_NA LLA	SLAAC LLA
	CE-Router LAN側アドレス	IA_PD※4	IA_PD	IA_PD	IA_PD	ULA※7	SLAAC
	CE-Router実装機能	DHCPv6 (IA_NA、IA_PD)	DHCPv6 (IA_PD)	DHCPv6 (IA_PD)	DHCPv6 (IA_PD)	DHCPv6 (IA_NA) NAT66	ND-Proxy

※1 RAのMフラグとOフラグが両方ともオンになっていることを示す

※2 DHCPv6によって取得するグローバルユニキャストアドレス

※3 自動生成されるリンクローカルアドレス

※4 DHCPv6-PDによって取得するPrefixから生成されるアドレス

※5 RAのPrefix Information Option。SLAAC動作に必要なPrefixを渡す。

※6 Stateless Address Auto Configuration

※7 ユニークローカルアドレス

ネットワーク設計 インフラ/ユーザ側の組み合わせ

		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
インフラ側	DHCPv6 (IA_NA)	○	×	×	×	○	×
	DHCPv6-PD (IA_PD)	○	○	○	○	×	×
	RAフラグ等	M/O※1	M/O	M/O	M/O,PIO※5	M/O	M/O,PIO
	事業者のアドレス管理	IA_NA、IA_PD	IA_PD	IA_PD	IA_NA、RA PIO	IA_NA	RA PIO
ユーザ側	CE-Router WAN側アドレス	IA_NA※2 LLA※3	LLA	IA_PD range(/64) LLA	SLAAC※6 LLA	IA_NA LLA	SLAAC LLA
	CE-Router LAN側アドレス	IA_PD※4	IA_PD	IA_PD	IA_PD	ULA※7	SLAAC
	CE-Router実装機能	DHCPv6 (IA_NA、IA_PD)	DHCPv6 (IA_PD)	DHCPv6 (IA_PD)	DHCPv6 (IA_PD)	DHCPv6 (IA_NA) NAT66	ND-Proxy

※1 RAのMフラグとOフラグが両方ともオンになっていることを示す

※2 DHCPv6によって取得するグローバルユニキャストアドレス

※3 自動生成されるリンクローカルアドレス

※4 DHCPv6-PDによって取得するPrefixから生成されるアドレス

※5 RAのPrefix Information Option。SLAAC動作に必要なPrefixを渡す。

※6 Stateless Address Auto Configuration

※7 ユニークローカルアドレス

DHCPv6-PDの実装時の注意点

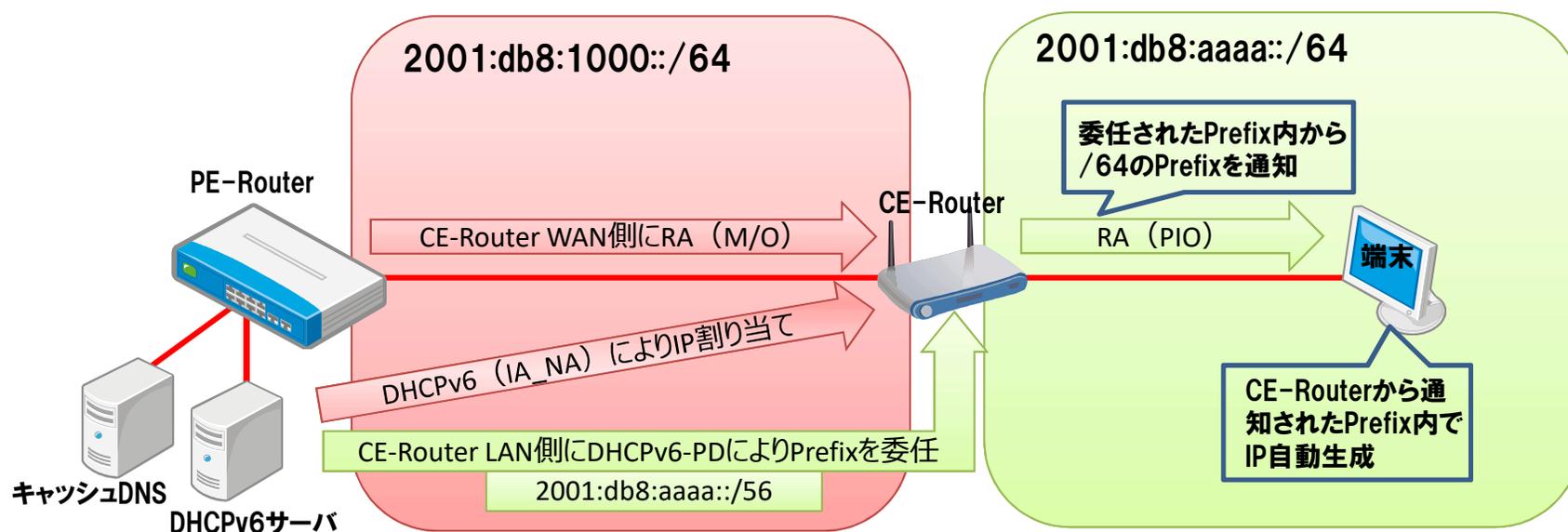
- prefixサイズ：/48～/60
 - /64では顧客サブネットを構成できない。また、Prefix per Hostなどの将来拡張があった際に対応できない。
 - TR-177 では、/56 を推奨、少なくとも/60 が望ましいとしている。

※/64で配布済みの事業者は、NWアップグレードや機器入れ替えのタイミング等で推奨prefixサイズに変更することが望ましい。

- DNS配布方法
 - DNSキャッシュサーバの情報は、CE RouterはDHCPv6、CE RouterのLAN側はDHCPv6もしくはRA Option(RDNSS)を利用する。

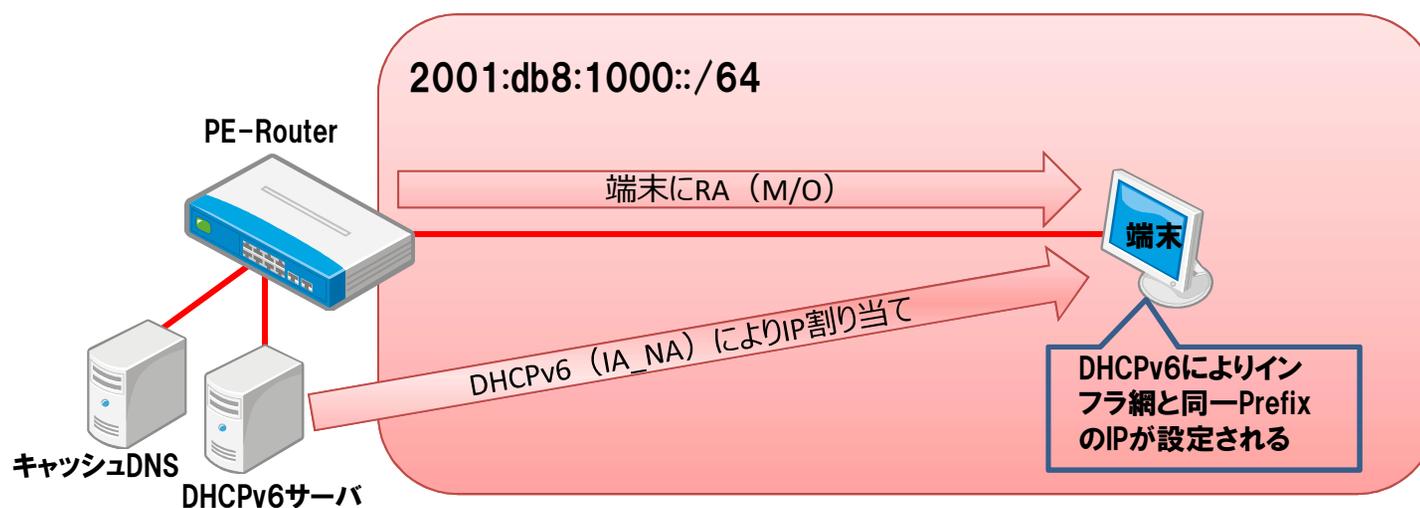
ケース1のアドレス配布イメージ

- CE-Router (IA_NA・IA_PD機能有り) 経由で端末を接続する場合



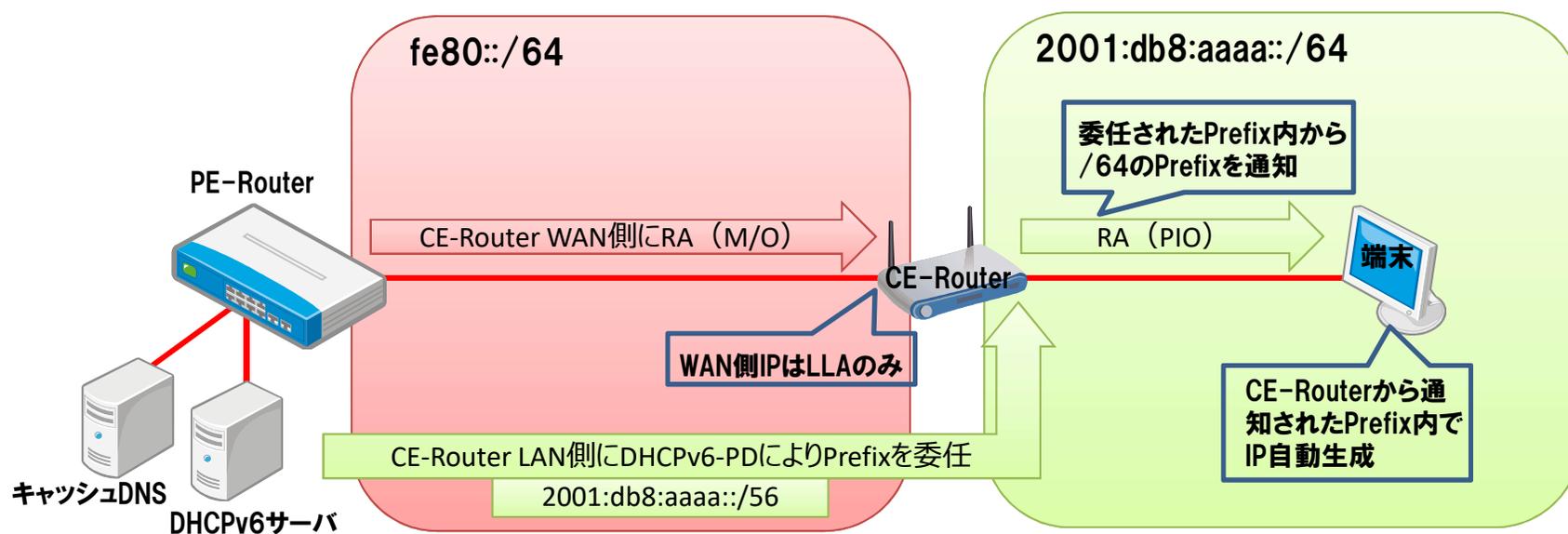
ケース 1 のアドレス配布イメージ

- 回線直収（IPv6ブリッジ含む）で端末を接続する場合



ケース2のアドレス配布イメージ

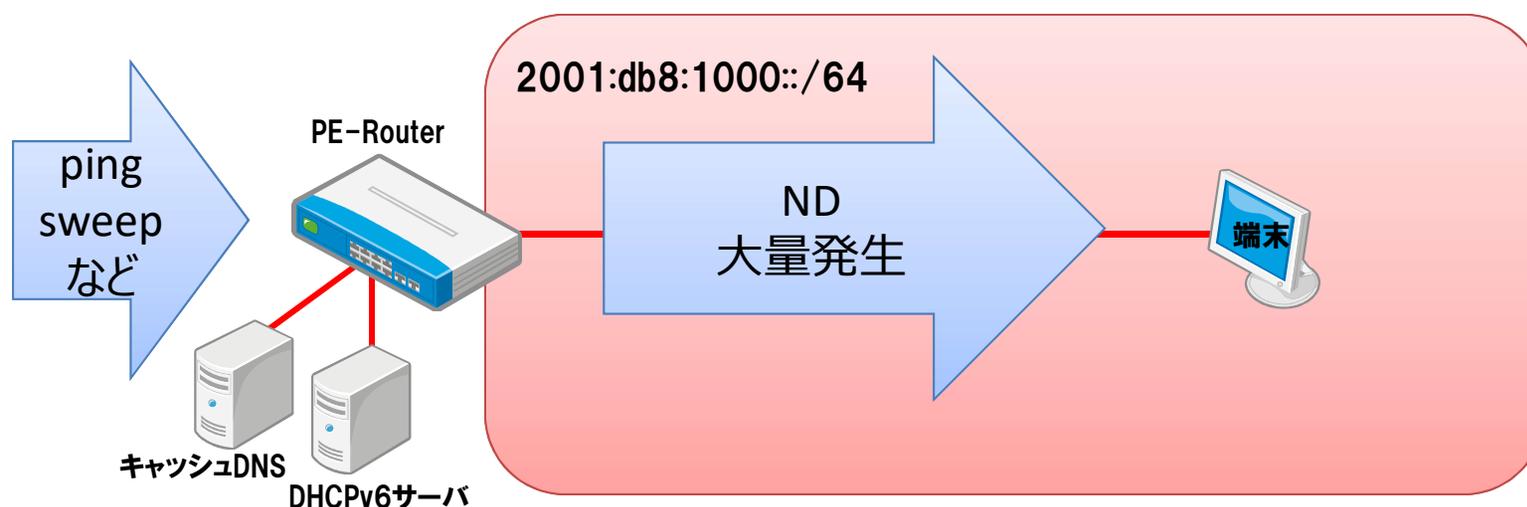
- CE-Router (IA_PD機能のみ) 経由で端末を接続する場合



※回線直収 (IPv6ブリッジ含む) ではアドレス払い出しされない

ネットワーク構築時の懸念点

- PE-Router配下の1つのBroadcast Domain内に複数CE Routerを収容してしまうと、ネットワークに負荷をかける攻撃の懸念

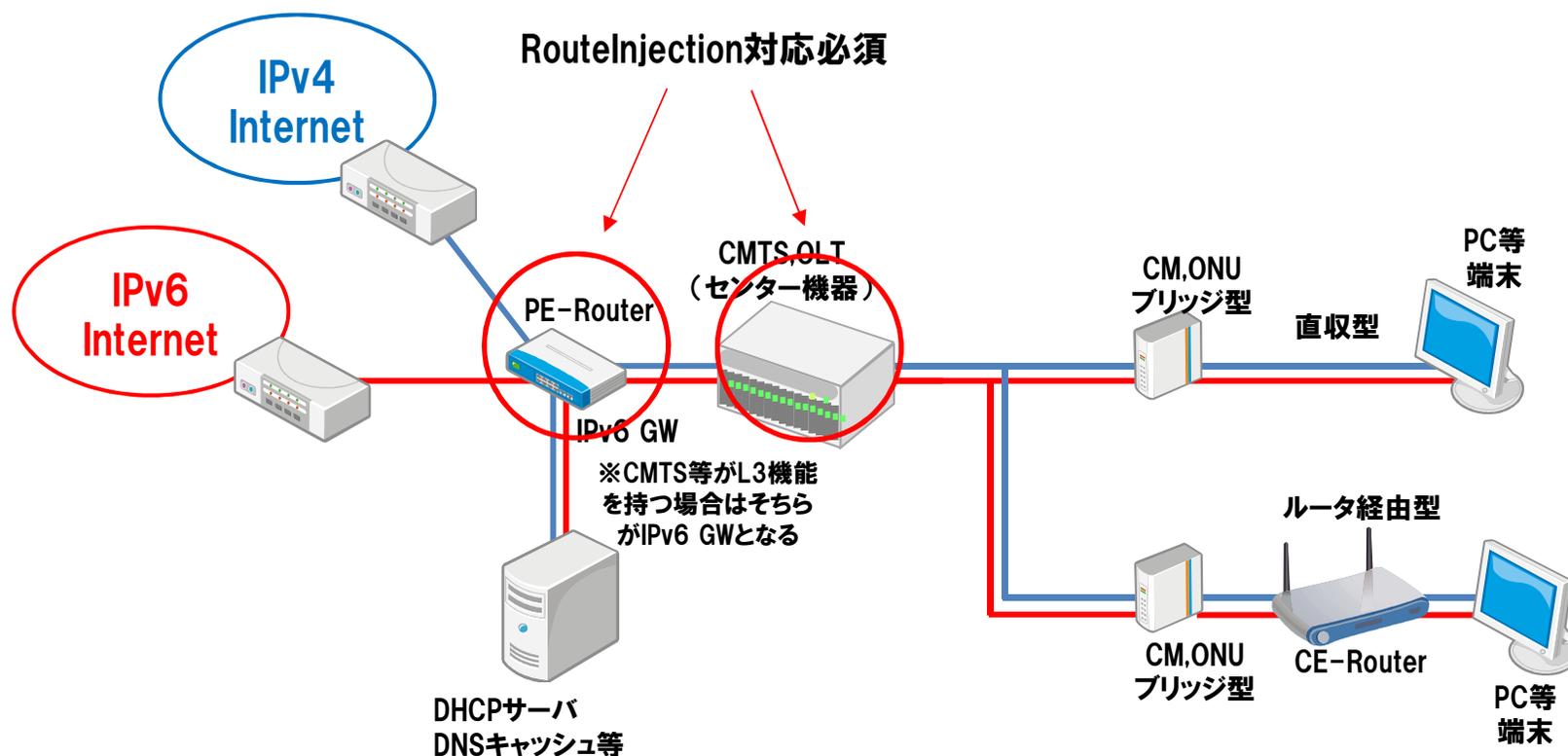


アジェンダ

- ケーブルテレビとは
- ケーブルテレビ業界のIPv6検討状況
 - CATVネットワークのアドレス配布方法と課題
 - DHCPv6-PD導入の課題と検討
 - Route Injection代替え手法の検討
- まとめ

DHCPv6-PDの課題

- DHCPv6-PDをするためには、IPv6GWにrouteinjection機能が必須

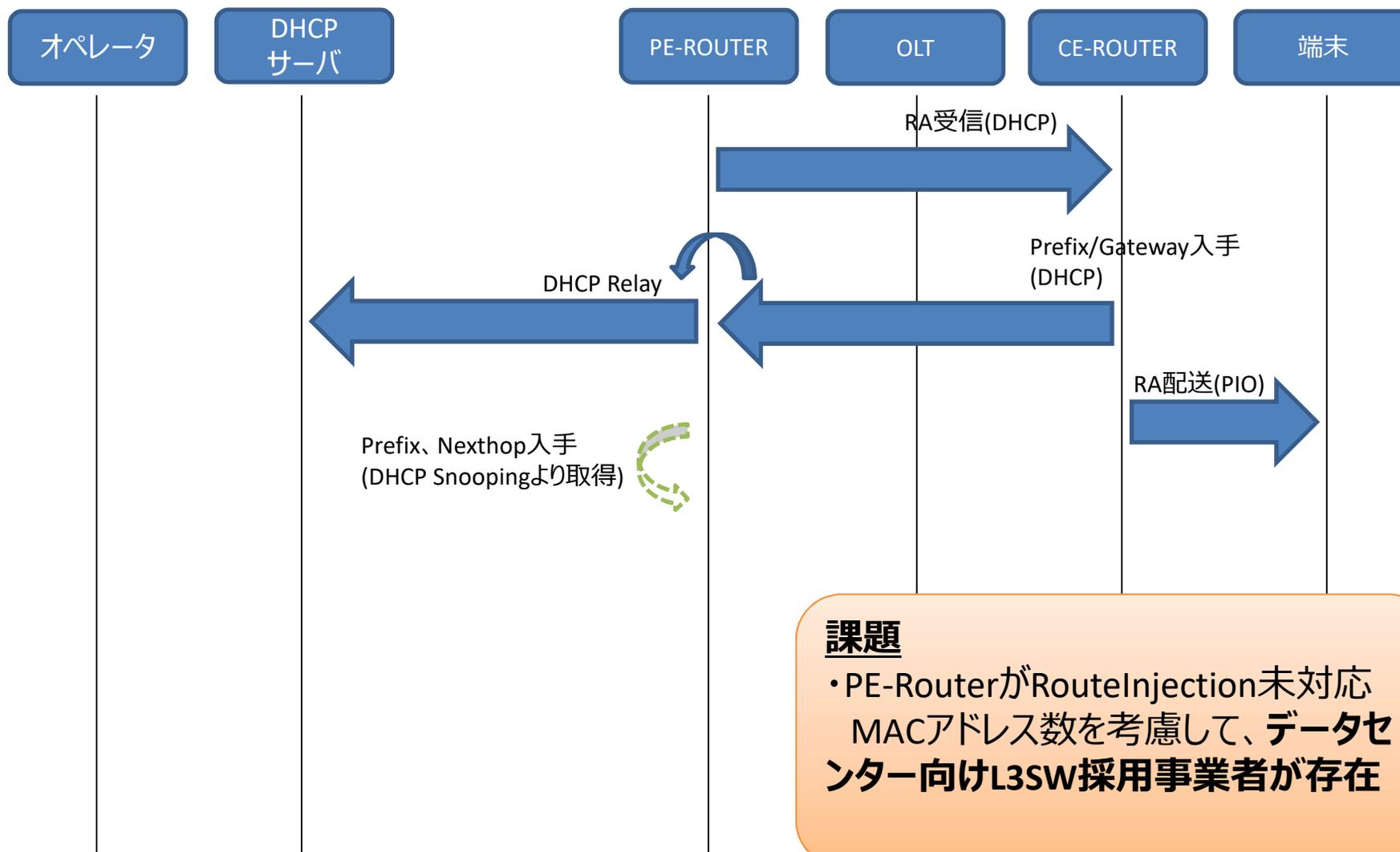


CMTSの大半は実装している、一般的なL3-SWへの実装は限定的
⇒FTTHのIPv6化時に課題となる可能性

PE-RouterでRoute Injectionを実装

<概略シーケンス>

➡ プロトコル(規定)あり
➡ 個別規定が必要?



課題

- PE-RouterがRouteInjection未対応
MACアドレス数を考慮して、**データセンター向けL3SW採用事業者が存在**

CE-Router配下への到達手段

- 一般的な手法

- DHCP PD snooping+Route Injectionを利用**

- 課題：事業者で一般的に使う機器の一部でRouteInjection未対応
 - ⇒MACアドレス数を考慮して、データセンター向けL3SW採用
 - ⇒未対応機器採用事業者では、予算確保・リプレイス時期を待つ必要があり早期対応は困難

早期にIPv6化を進めるには、代替え案が必要

- 代替え案検討時の前提条件

- PE-RouterでDHCPv6 SnoopingとRoute Injection相当の機能サポートが必要

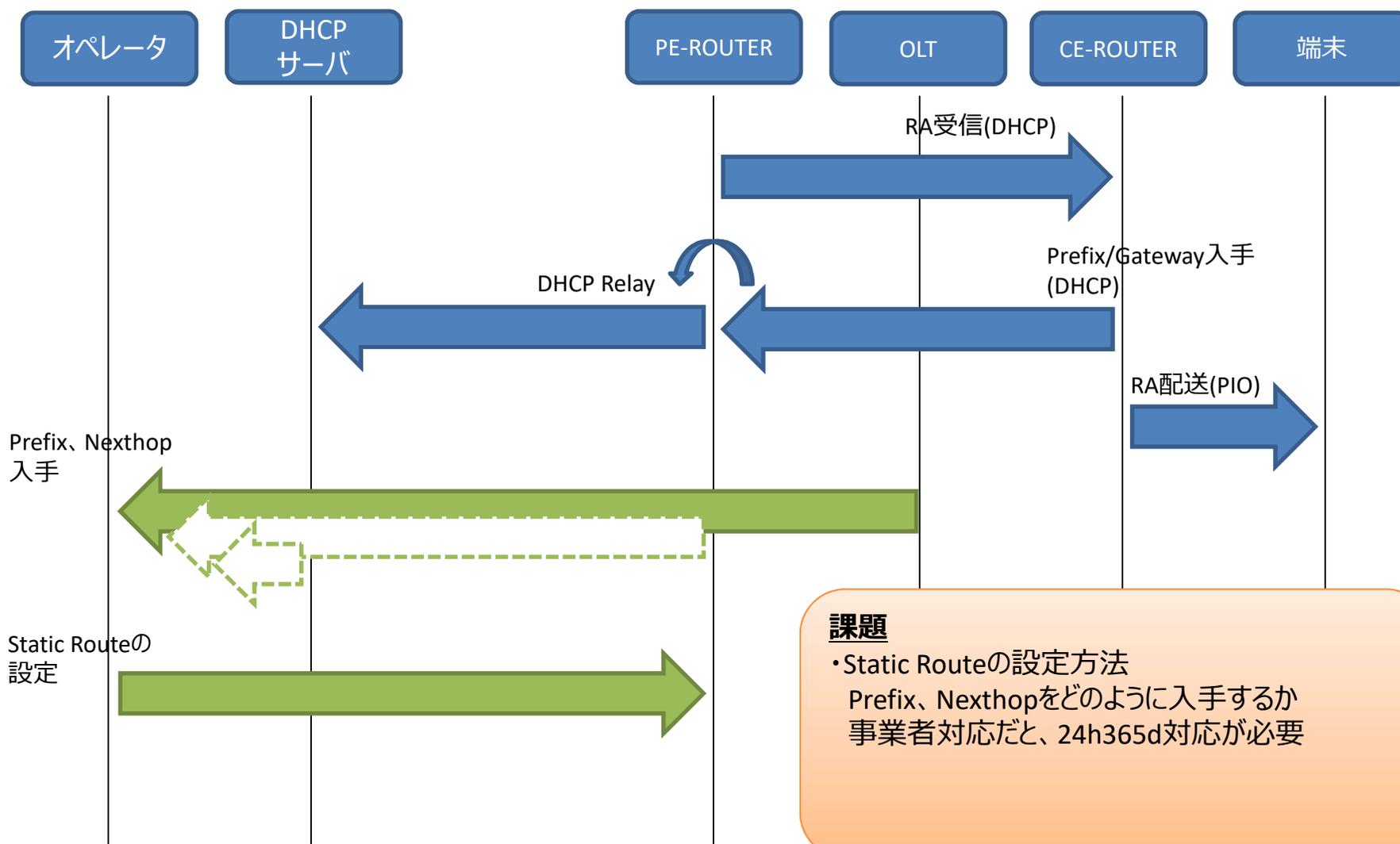
代替え案のアイデア一覧

	アイデア	アイデア概要
1	Static routeを手動設定	CE-Router接続時に手動設定
2	Static routeを事前設定 (CE-RouterのWANアドレスはグローバル必須)	WAN/Prexの組合せをあらかじめ決めておき、PE-Routerへ事前設定を実施
3	DHCPv6 Snooping / Route Injection専用設備を増設する (サーバ or ルータを別で立てる)	PE-RouterへDynamic Routingで配布(BGP、OSPF、RIPngなど)
4	DHCPv6 Snoopingのための専用設備を増設する (DHCPv6サーバの状態を取得し、コマンドを実行)	外部サーバよりPE-RouterにStaticRouteコマンドを投入する
5	CE-RouterでDynamic Routingを実装 (L3SWは、Dynamic Routing(OSPF、RIPng etc...)にてPrexを学習)	CE-Routerのベンダーへ実装を働きかける
6	PE-RouterでRoute Injectionを実装	PE-Routerのベンダーへ実装を働きかける

[アイデア1] Static routeを手動設定

<概略シーケンス>

➡ プロトコル(規定)あり
➡ 個別規定が必要?



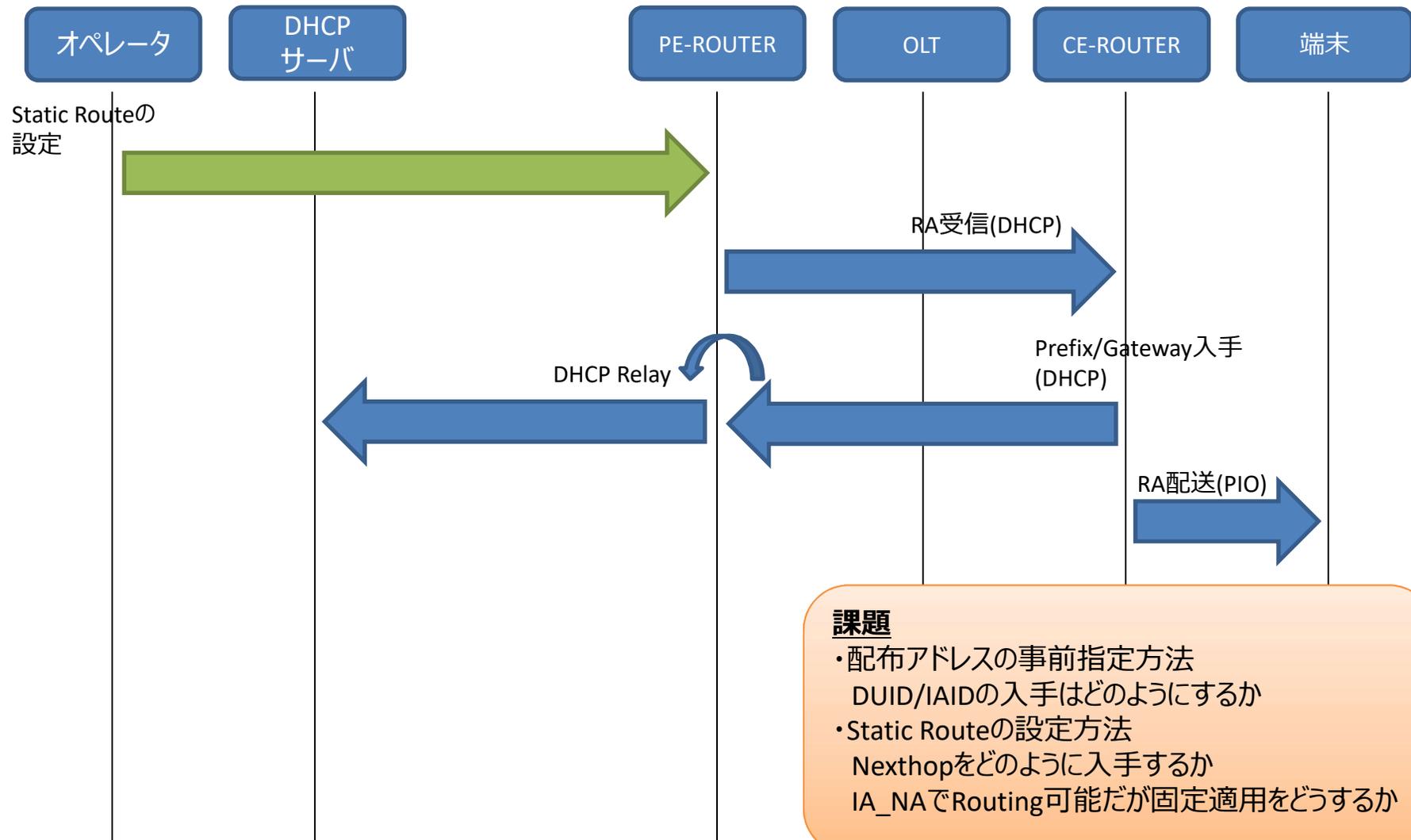
課題

- Static Routeの設定方法
Prefix、NextHopをどのように入手するか
事業者対応だと、24h365d対応が必要

[アイデア2] Static routeを事前設定

<概略シーケンス>

➡ プロトコル(規定)あり
➡ 個別規定が必要?



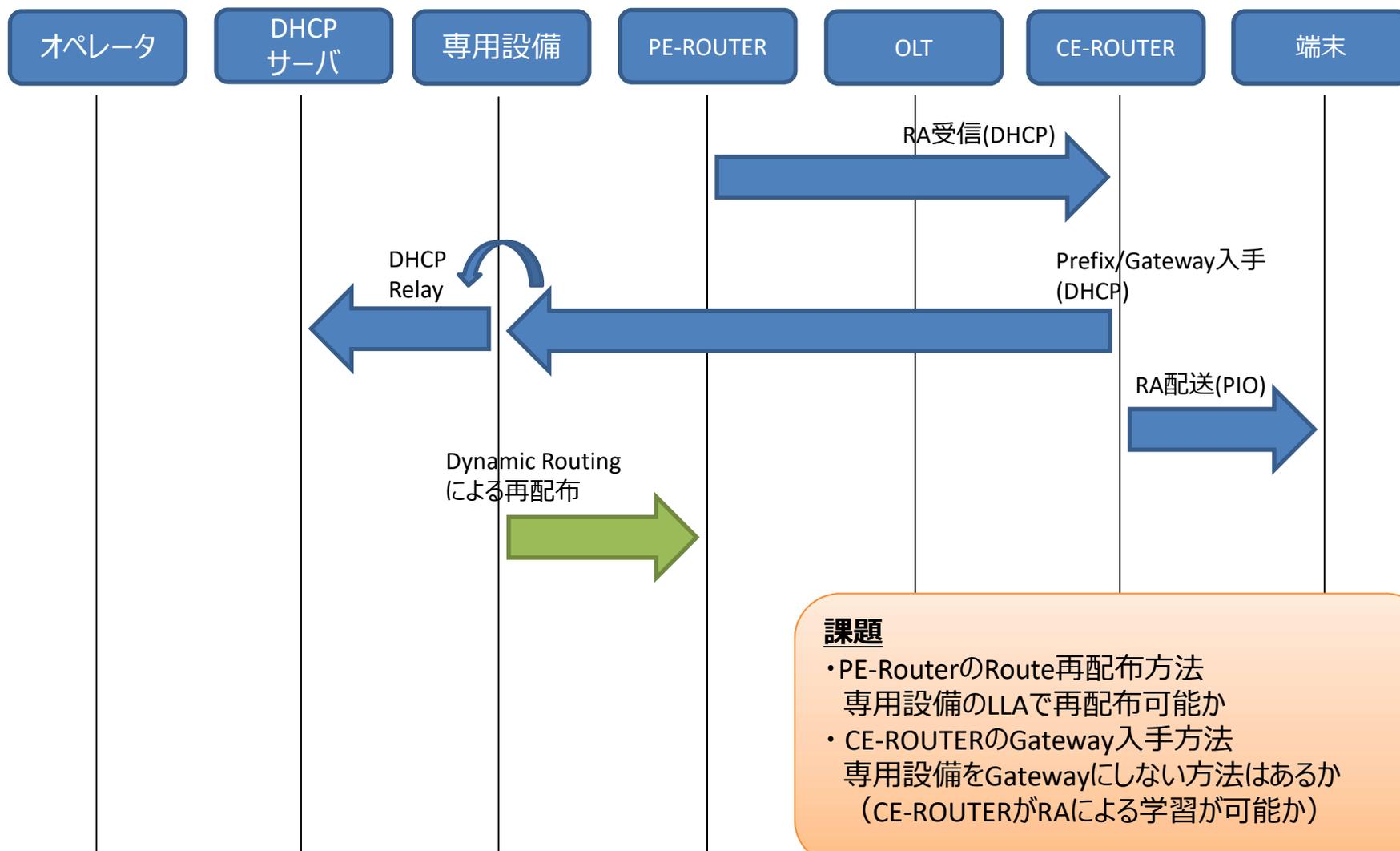
課題

- 配布アドレスの事前指定方法
DUID/IAIDの入手はどのようにするか
- Static Routeの設定方法
Nexthopをどのように入手するか
IA_NAでRouting可能だが固定適用をどうするか

[アイデア3]専用設備を増設①

<概略シーケンス>

➡ プロトコル(規定)あり
➡ 個別規定が必要?



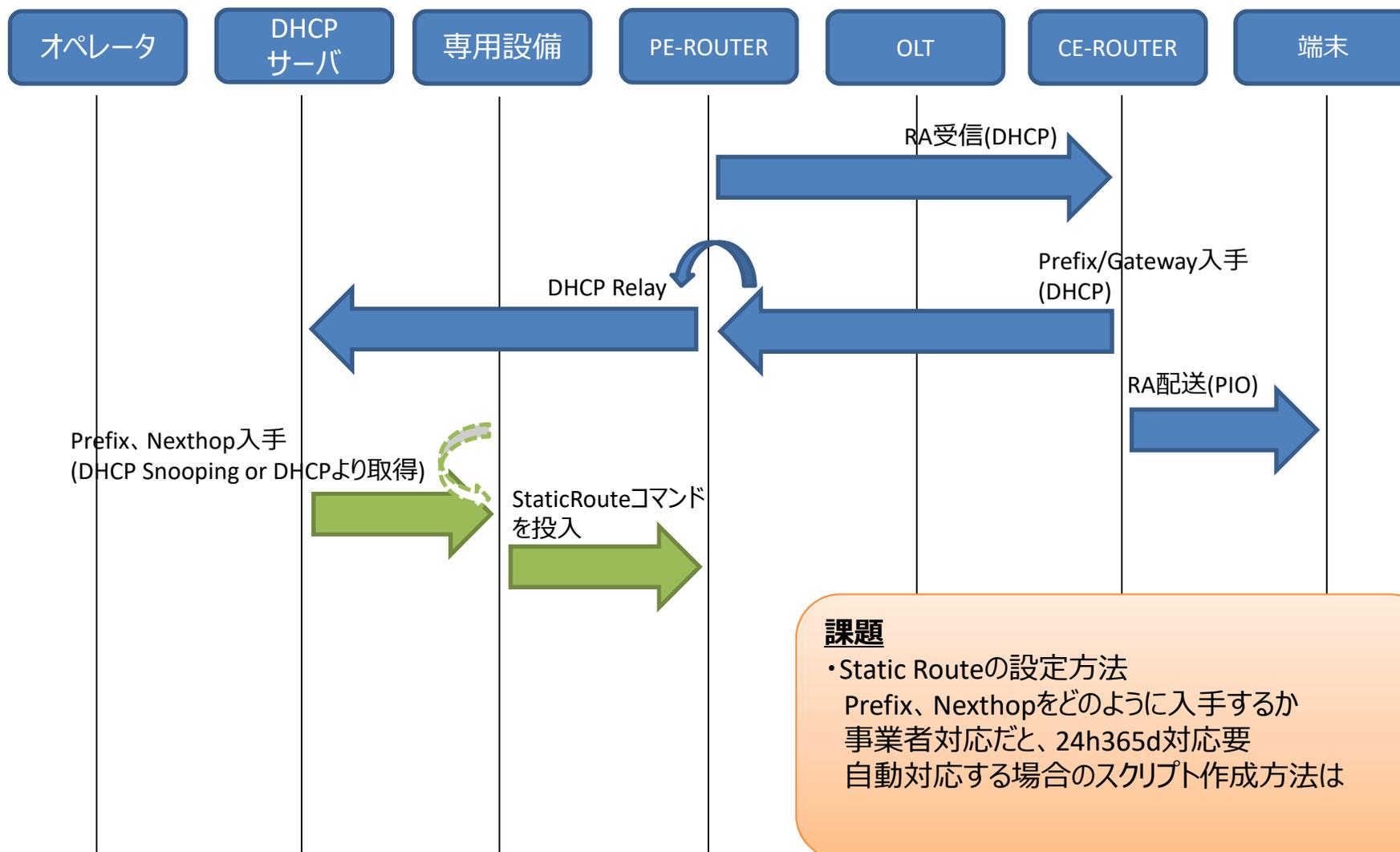
課題

- PE-RouterのRoute再配布方法
専用設備のLLAで再配布可能か
- CE-ROUTERのGateway入手方法
専用設備をGatewayにしない方法はあるか
(CE-ROUTERがRAによる学習が可能か)

[アイデア4]専用設備を増設②

<概略シーケンス>

➡ プロトコル(規定)あり
➡ 個別規定が必要?



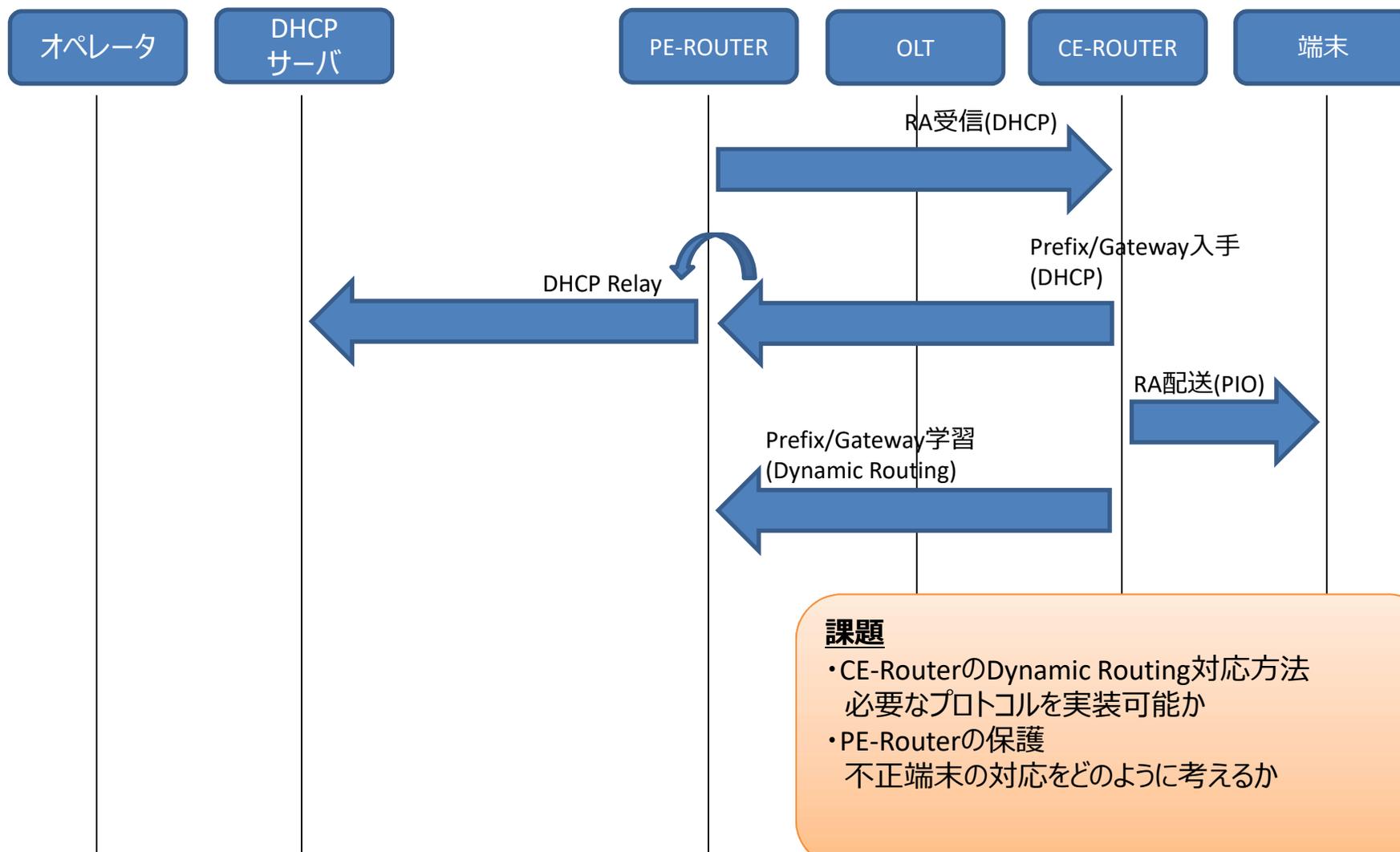
課題

- Static Routeの設定方法
Prefix、NextHopをどのように入手するか
事業者対応だと、24h365d対応要
自動対応する場合のスクリプト作成方法は

[アイデア5] CE-RouterでDynamic Routingを実装

<概略シーケンス>

➡ プロトコル(規定)あり
➡ 個別規定が必要?



アイデア整理

	アイデア1	アイデア2	アイデア3	アイデア4	アイデア5	アイデア6
概要	StaticRouteを手動設定	StaticRouteを事前設定	専用設備を増設①	専用設備を増設②	CE-RouterでDynamicRoutingを実装	PE-RouterでRoute Injectionを実装
課題	<p>【Static Routeの設定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> Prefix、Nexthopをどのように入手するか 事業者対応だと、24h365d対応が必要 	<p>【配布アドレスの事前指定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> DUID/IAID入手はどのようにするか <p>【Static Routeの設定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> Nexthopをどのように入手するか IA_NAでRouting可能だが固定適用をどうするか 	<p>【PE-RouterのRoute再配布方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 専用設備のLLAで再配布可能か <p>【CE-ROUTERのGateway入手方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 専用設備をGatewayにしない方法はあるか (CE-ROUTERがRAによる学習が可能か) 	<p>【Static Routeの設定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> Prefix、Nexthopをどのように入手するか 事業者対応だと、24h365d対応要 自動対応する場合のスクリプト作成方法は 	<p>【CE-RouterのDynamic Routing対応方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 必要なプロトコルを実装可能か PE-Routerの保護 不正端末の対応をどのように考えるか 	<ul style="list-style-type: none"> PE-Routerの保護 CE-ROUTERの複数Prefix対策はどうするか
長所	<ul style="list-style-type: none"> CE-Routerの管理不要 		<ul style="list-style-type: none"> CE-Routerの管理不要 Route登録自動 	<ul style="list-style-type: none"> CE-Routerの管理不要 Route登録自動 	<ul style="list-style-type: none"> CE-Routerの管理不要 Route登録自動 	<ul style="list-style-type: none"> CE-Routerの管理不要 PE-Routerのみで対応可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> 24/365オペレータ対応要 	<ul style="list-style-type: none"> 全CE-Routerの管理が必要 IAIDの固定化が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 専用設備増設要 	<ul style="list-style-type: none"> 専用スクリプト開発要 	<ul style="list-style-type: none"> DynamicRouting対応CE-ROUTERが必要 セキュリティの懸念 	<ul style="list-style-type: none"> 対応製品導入が必要
実現可能性	× 24/365	×	○	○	△	◎

アイデア整理

	アイデア1	アイデア2	アイデア3	アイデア4	アイデア5	アイデア6
概要	StaticRouteを手動設定	StaticRouteを事前設定	専用設備を増設①	専用設備を増設②	CE-RouterでDynamicRoutingを実装	PE-RouterでRoute Injectionを実装
課題	【Static Routeの設定方法】 ・Prefix、Nexthopをどのように入手するか ・事業者対応だと、24h365d対応が必要	【配布アドレスの事前指定方法】 ・DUID/IAID入手はどのようにするか 【Static Routeの設定方法】 ・Nexthopをどのように入手するか ・IA_NAでRouting可能だが固定適用をどうするか	【PE-RouterのRoute再配布方法】 専用設備のLLAで再配布可能か 【CE-ROUTERのGateway入手方法】 専用設備をGatewayにしない方法はあるか (CE-ROUTERがRAによる学習が可能か)	【Static Routeの設定方法】 ・Prefix、Nexthopをどのように入手するか ・事業者対応だと、24h365d対応要 ・自動対応する場合のスクリプト作成方法は	【CE-RouterのDynamic Routing対応方法】 ・必要なプロトコルを実装可能か ・PE-Routerの保護 ・不正端末の対応をどのように考えるか	・PE-Routerの保護 CE-ROUTERの複数Prefix対策はどうするか
長所	・CE-Routerの管理不要		・CE-Routerの管理不要 ・Route登録自動	・CE-Routerの管理不要 ・Route登録自動	・CE-Routerの管理不要 ・Route登録自動	・CE-Routerの管理不要 ・PE-Routerのみで対応可能
短所	・24/365オペレータ対応要	・全CE-Routerの管理が必要 ・IAIDの固定化が必要	・専用設備増設要	・専用スクリプト開発要	・DynamicRouting対応CE-ROUTERが必要 ・セキュリティの懸念	・対応製品導入が必要
実現可能性	× 24/365	×	○	○	△	◎

アジェンダ

- ケーブルテレビとは

- ケーブルテレビ業界のIPv6検討状況
 - CATVネットワークのアドレス配布方法と課題
 - DHCPv6-PD導入の課題と検討
 - Route Injection代替え手法の検討

- まとめ

まとめ

- ケーブルテレビでは、FTTH化に合わせたIPv6導入が進展
- IPv6を導入する場合は、DHCPv6-PD方式
 - JLabsのガイドラインに合わせれば、市販のCE-Routerの選択肢が拡大
- DHCP-PD方式採用時も、セキュリティに配慮した設計が必要
- 長期的には、IPv6シングルスタックを目標としてIPv6対応を進めて頂きたい

ご清聴ありがとうございました



一般社団法人 日本ケーブルラボ

【住所】〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-4-2 KDX茅場町ビル3F

【電話】03-5614-6100

【交通】東京メトロ東西線、日比谷線「茅場町」駅より徒歩2分（日比谷線2番出口）