

「LINE」をIPv4/IPv6 Dual Stack環境に変更した話

LINE株式会社

中溝 私歌

2022.07

自己紹介

■名前

中溝 私歌(なかみぞ ひそか)

■所属

LINE株式会社 ITSC ネットワーク室 サービスネットワーク2チーム

■仕事

2019年よりLINEに入社、LINEのIPv6対応のPMやFintech全般に関連するネットワーク案件を担当中

本セッションの対象者

↓こういう人↓

関心のある項目を選んでください / Topics of your interest *

- ネットワークに関するセキュリティ / Network Security
- SDN・NFV技術 / SDN・NFV
- EGP（例：BGP）の運用 / EGP (eg: BGP) operation
- IGP（例：OSPF）の運用 / IGP (eg: OSPF) operation
- 監視方法、運用体制（L2/L3を含む） / Monitoring and Operation (include Layer2/3)
- IPv4/IPv6共存に関する技術 / IPv4 to IPv6 transition technologies
- IPアドレスポリシー / IP address related policies
- ルータやスイッチなどの装置関連 / Routers and switches equipment
- フロー（xFlow）技術 / multi-tenancy and overlay technologies(eg: VXLAN)
- その他 / Others

上記で「その他/Others」を選んだ方は、内容を教えてください。 / If you selected "Others" above, please describe the topics of your interest.

関心のある項目を選んでください / Topics of your interest *

- DNSの技術 / DNS
- HTTPの技術 / HTTP
- DNSサーバの監視方法・運用体制 / Operations of DNS server
- HTTPサーバの監視方法・運用体制 / Operations of HTTP server
- 仮想化技術 / Virtualization technologies
- 大規模サーバ運用 / Large-scale server operations
- IPv4/IPv6共存に関する技術 / IPv4 to IPv6 transition technologies
- OSS関連 / OSS related
- 監視ツール / 運用ツール/Monitoring and operation tools
- サーバ（OS/アプリケーション含む）に関するセキュリティ / Server-side security(OS/applications)
- その他 / Others

上記で「その他/Others」を選んだ方は、内容を教えてください。 / If you selected "Others" above, please describe the topics of your interest.

引用元：<https://eventregist.com/e/janog50/order/new>

Agenda

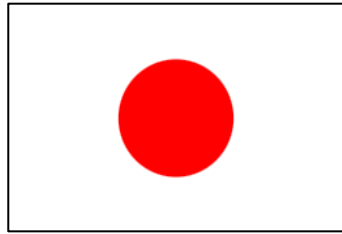
01. プロジェクトの概要
02. プロジェクトで出た課題と対応方法
03. 今後出てくるであろう問題と対処方針
04. これからの展望
05. 議論したいこと

Agenda

01. プロジェクトの概要
02. プロジェクトで出た課題と対応方法
03. 今後出てくるであろう問題と対処方針
04. これからの展望
05. 議論したいこと

プロジェクトの背景・動機

- LINEは台湾でも広く使われており、台湾のとあるISPの要請で2018年～2019年にかけてIPv6対応の検討を開始
→2019年10月に正式にプロジェクトスタート！



日本
9,200万人



台湾
2,200万人



タイ
5,300万人








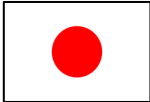
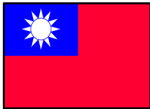




インドネシア
900万人

主要4カ国MAU(月間アクティブユーザー)
※2022年3月末時点

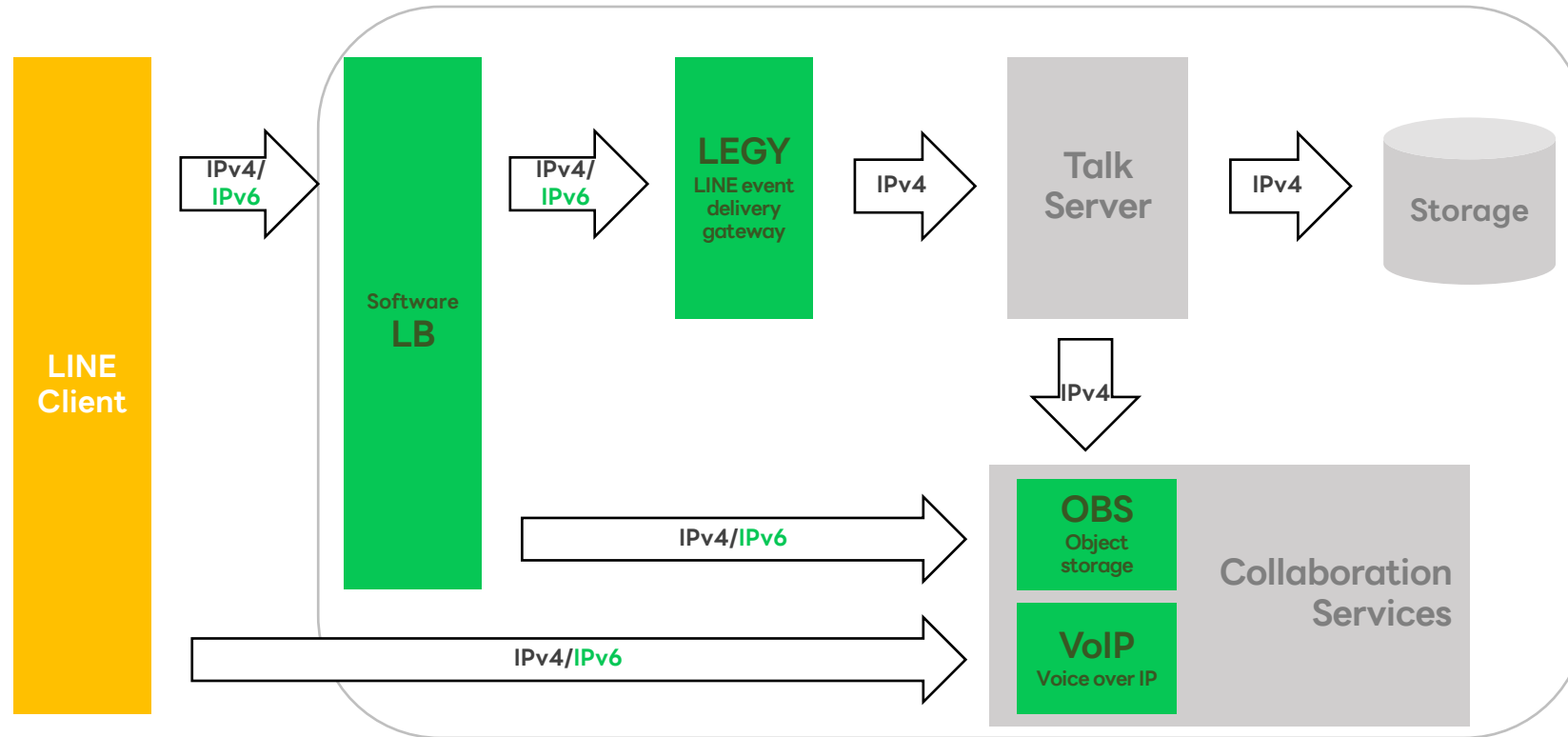
プロジェクトのターゲット1

■ IPv6対応の対象は「LINE」アプリで、対象国は日本と台湾

項目	対象	対象外
App		     
国	 	  etc

プロジェクトのターゲット2

- LINEのフロントエンドをIPv4/IPv6 Dual Stack化することでIPv6対応し、バックエンドは引き続きIPv4のみで通信する構成を採用

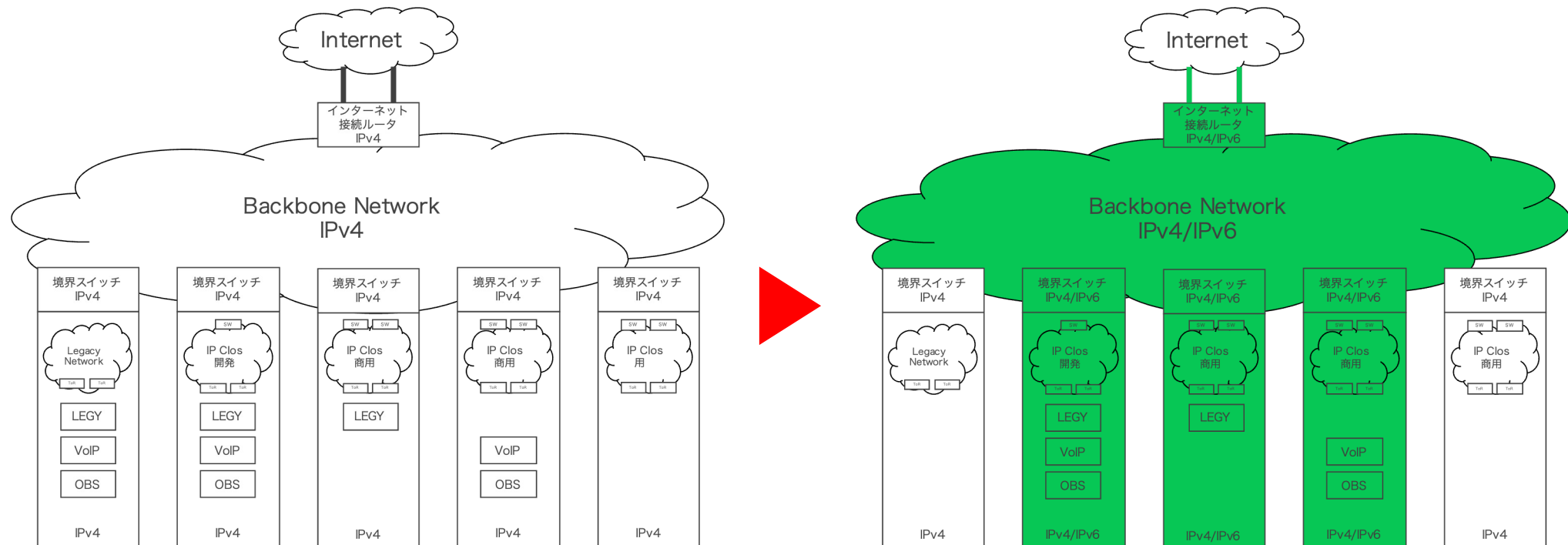


■ 各コンポーネントの役割

- LEGY(LINE Event delivery Gateway): LINE Clientが各種コンポーネントと接続するために必要なゲートウェイ、リバースプロキシ
- OBS(OBJECT Storage): 画像、動画などのデータ保管先
- VoIP(Voice over IP): LINEでの音声通信、ビデオ通信

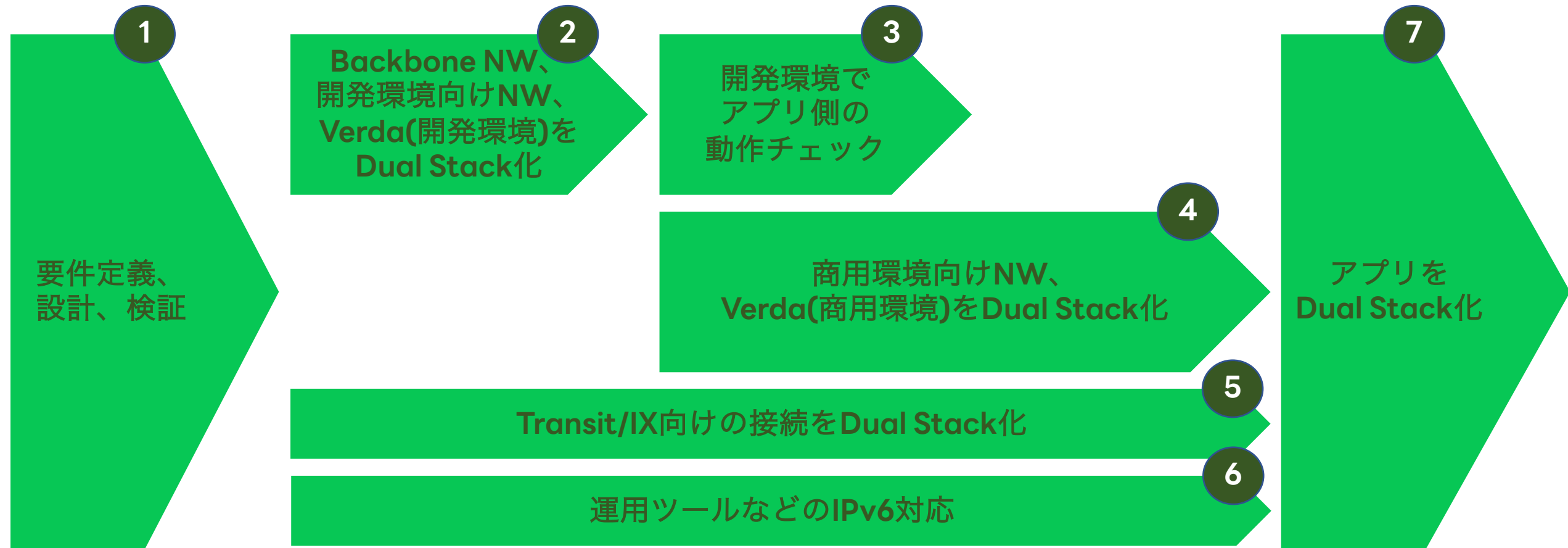
プロジェクトのスコープ

- 複数のサーバールームの内一部のサーバールームをDual Stack化、また社内Private Cloud(Verda)のBareMetalのみを対象とした
 - ※プロジェクト中に構築した大部分のサーバールームはDual Stack化した状態で構築(Multi AZ関連で利用されるため)
- IP ClosではないLegacy Networkにあった一部のサーバは除却し、別のサーバールームで再構築したのもも(Verda内に構築)



Dual Stack環境への移行までの道のり

■ 下記のようなプロセスを経て、移行



プロジェクトの軌跡

- 2022年度の完了を目指してプロジェクト推進中、VoIPで一部想定外の動作をしているが、移行に伴う大きなトラブルはなし

2019

10月 Kickoff
11月 検討開始

2021

10月 商用環境向けDual Stack NW提供完了
11月 OBS JP対応完了
12月 Transit/IX向けの Dual Stack化対応完了

2020

2月 IPv6アドレス体系決定
6月 開発環境向けDual Stack NW提供完了
12月 開発環境でのアプリテスト完了

2022

5月-?月 VoIP JP対応完了予定
6月 OBS TW対応完了
7月 LEGY JP対応完了
7月-8月 LEGY TW対応完了予定
9月-12月 VoIP TW対応完了予定

Agenda

01. プロジェクトの概要
- 02. プロジェクトで出た課題と対応方法**
03. 今後出てくるであろう問題と対処方針
04. これからの展望
05. 議論したいこと

課題1 プロジェクトスコープが曖昧

■ 課題

当初スコープが曖昧なまま検討を行っていたため、話が進まなかった
→ネットワークのメンバーだけでIPv6対応を独自に検討していたが、
色々な部署の協力が必要だった



■ 対応方法

1. ステークホルダーを定義し、関係者全て(ネットワーク、サーバ、Verda、セキュリティ、サービス)を集めて**定例**を開始
2. 現在**何が出来て、何が出来ないか関係者内で協議して**、スコープを決定し、**このプロジェクトでは何をして、何をしないか明文化した**

課題1 プロジェクトスコープが曖昧

- 組織を跨いだ複数のメンバーが参画
 - NW室：商用、オフィスネットワーク担当
 - システム室：サーバ担当
 - Verda室：社内Private Cloud、Software LB担当
 - Infra Protection 2チーム：ネットワーク関連のセキュリティ担当
 - Reliability Engineering：各コンポーネントの開発者との調整、CDN担当



課題2 プロジェクトの進捗が遅い

■ 課題

より優先順位の高いタスクが多く、プロジェクトがなかなか進捗しない
→COVID-19に伴うトラフィック増対応やサーバルームの構築が頻発し、
専任メンバーが居なかったことも響いた



■ 対応方法

- **課題管理**を徹底して、**PMが対応出来るところは自分で対応**
- 対応できない日が続いても定例で課題を確認することは忘れないように実施した(プロジェクトを再開出来る時にすぐに対応できるように)

課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■ 課題

IPv6の知見が少なく、どのようなアドレス体系にするのか紛糾した
→IPv4ではアドレスに特に意味がなかったが、既存の仕組みがIPv4を
ベースに既に確立していた



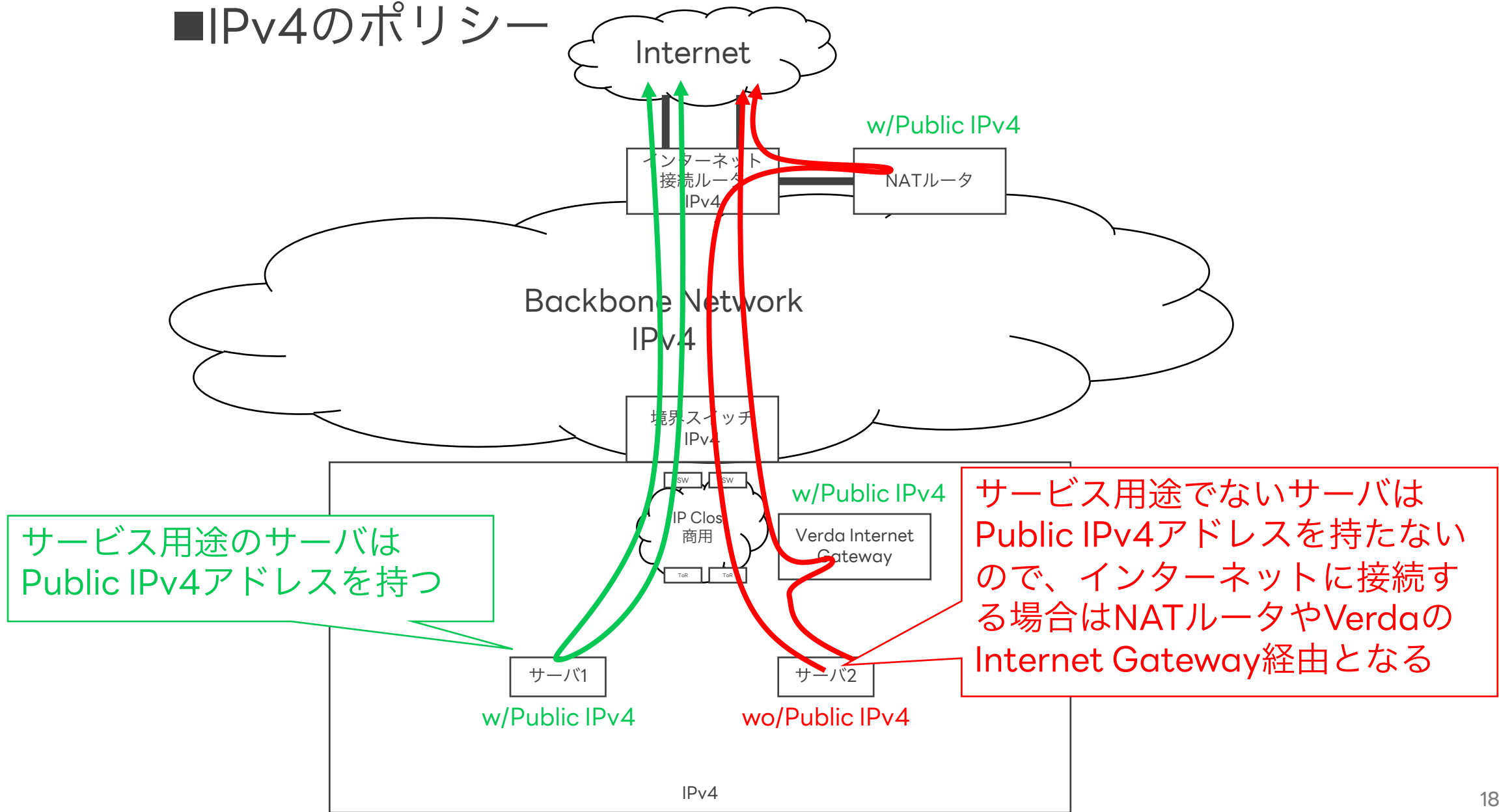
課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■ IPv4のポリシー

- IPv4に関しては、ビット毎に特に意味はなく、IP管理ツールによりアドレスを管理(どこのDC、どこのサーバルームで何のアドレスを利用しているか)
- LINEのポリシーとして、サービス用途の機器はパブリックIPv4アドレスを持つ、サービス用途でない機器はプライベートIPv4アドレスしか持たず、インターネットへの接続を必要とする場合はNATを利用する

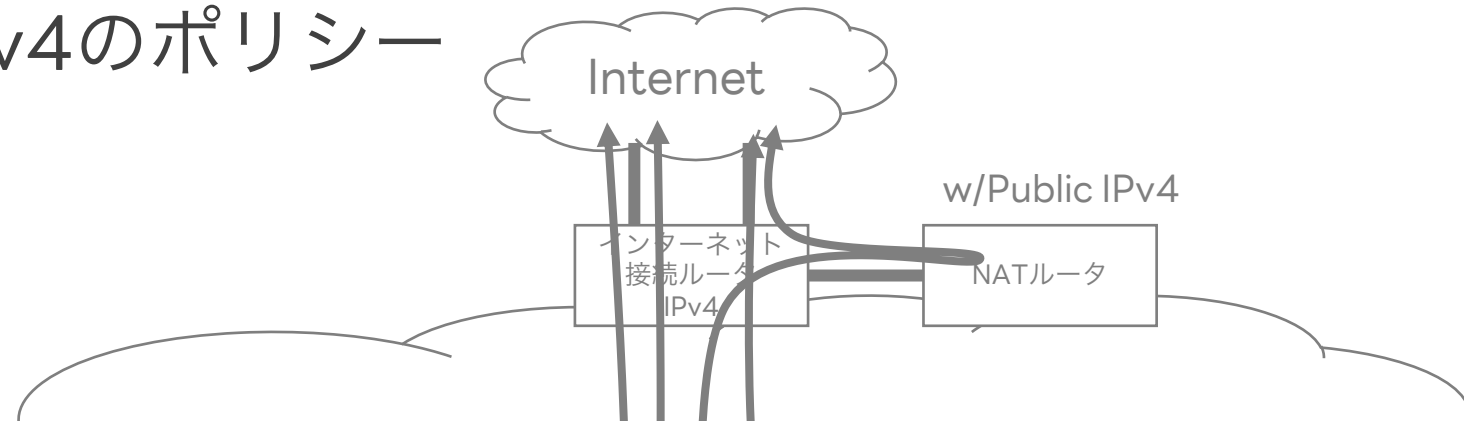
課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■IPv4のポリシー

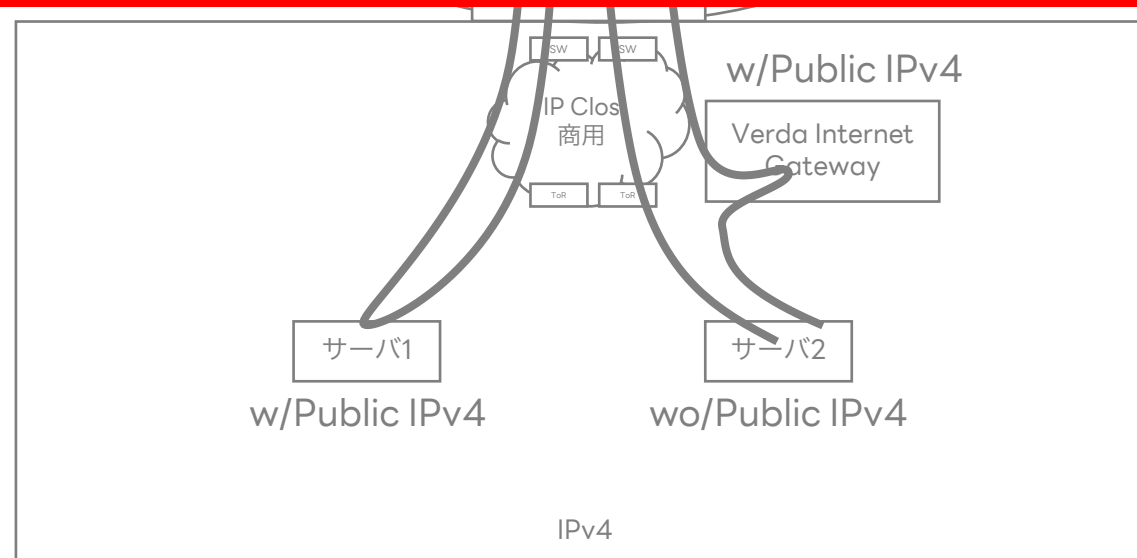


課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■IPv4のポリシー



このポリシーを変更する場合、ネットワーク機器以外にも非常に多くのセキュリティ機器やサーバ、Verdaの変更が必要となる。。。



課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■採用したIPv6のポリシー

- IPv4とは異なり、IPv6にはビット毎に意味を持たせ、引続きIP管理ツールで管理する
→変更した
- IPv4同様、サービス用途のものはGUAを持たせる、サービス用途ではない機器にもGUAアドレスを持たせるがこのGUAは内部でのみ利用するものとし、インターネットに出ていく際はGUAを付け替える(NPTv6を利用する)
→IPv4と大きな差のないポリシーとした(変更しなかった)

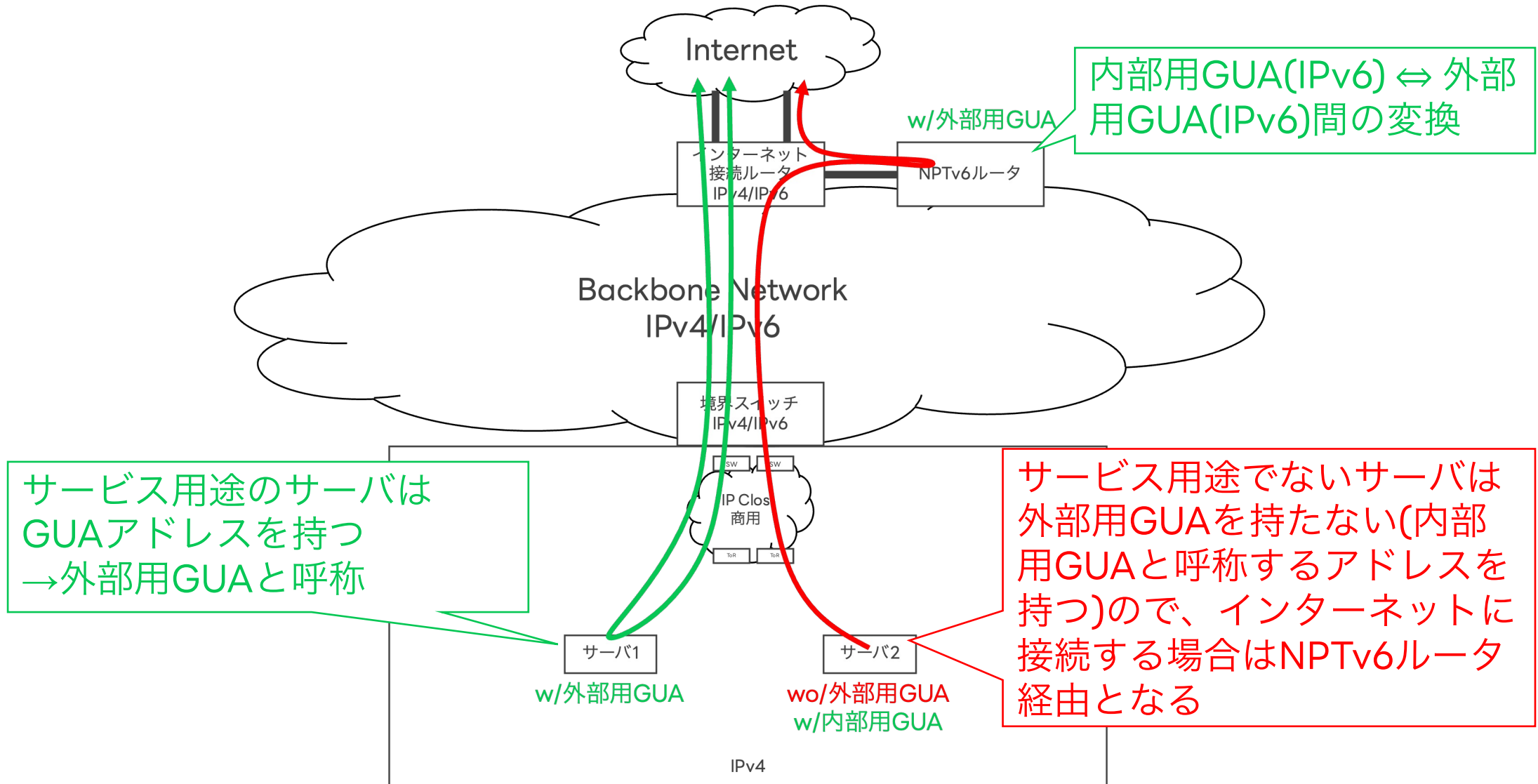
課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■ IPv4 と IPv6 アドレスの比較

項目	IPv4	IPv6
IP管理ツール	○	○
ビットに含んでいる情報	特になし	<ul style="list-style-type: none">● 内部用か外部用か● ネットワーク機器に使われるものか、サーバに使われるものか、オフィスネットワークに使われるものか(分岐条件)● どのDCで使われているか● どのサーバルームで使われるか● どの集約機器に使われるか● どのような目的で使われるアドレスか

課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■IPv6のポリシー



課題3 IPv6アドレス体系が決まらない

■ 課題

IPv6の知見が少なく、どのようなアドレス体系にするのか紛糾した
→IPv4ではアドレスに特に意味がなかったが、既存の仕組みがIPv4を
ベースに既に確立していた



■ 対応方法

- 内部用と外部用を示すビットを定義し、IPv6アドレスもIPv4アドレスと同等のポリシーで運用可能にした
- わかりやすく4ビット単位か8ビット単位で意味をもたせ、基本/64単位でサブネットを割当てるルールとした
- 今の時点で決めなくて良いものは決めないようにして、その代わり未使用の領域を広く用意できるようにした
- オフィスネットワークなど別チームの管理する領域は管理を委任することとした

課題4 オフィスをどうIPv6対応するか

■ 課題

LINEのオフィス拠点は増減があり、全てをIPv6対応するのは辛い
→増減するオフィス拠点をどうIPv6対応させるのが効率的か

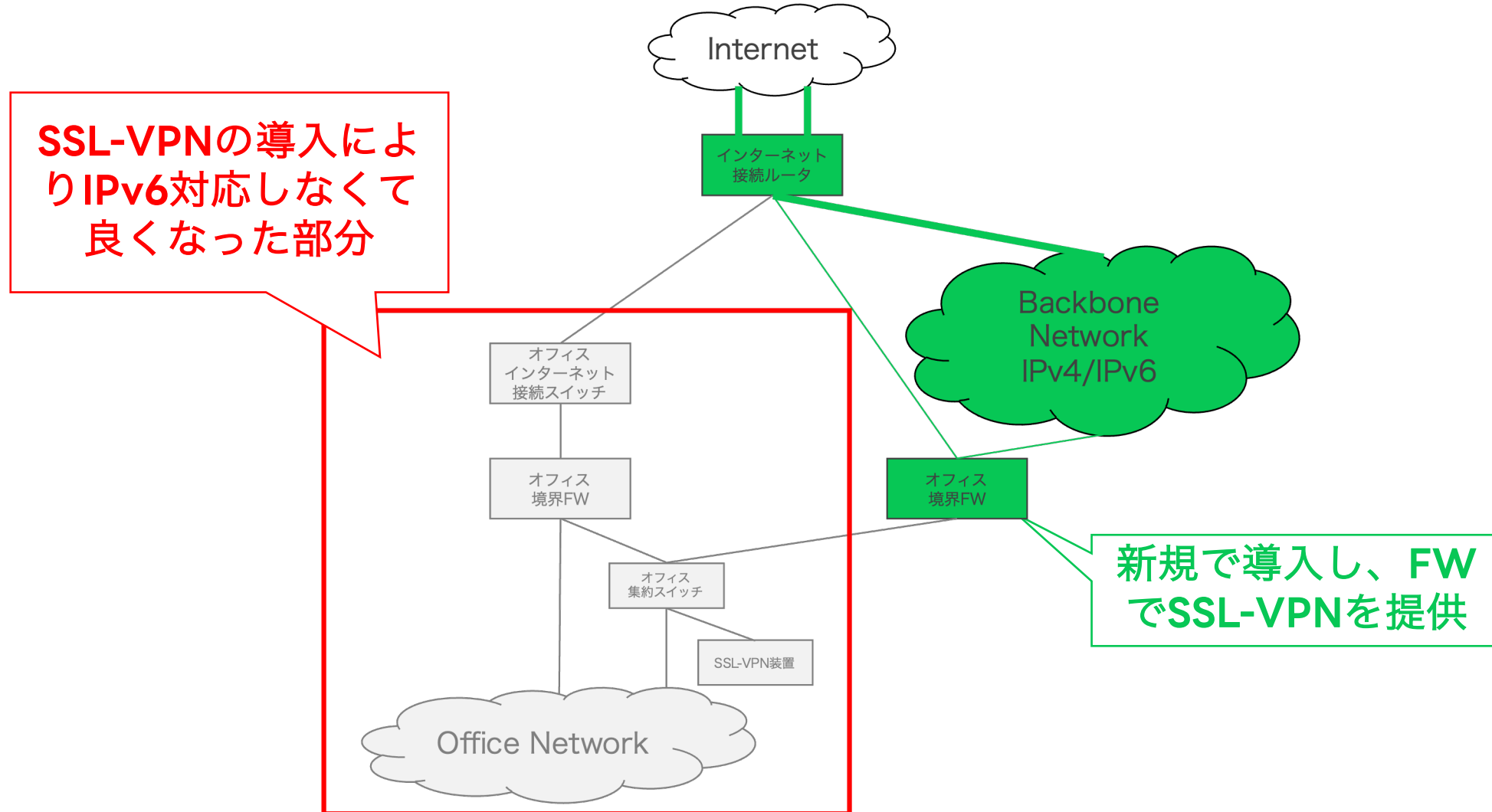


■ 対応方法

- **Dual Stack環境へのアクセスが必要な人を定義**
- その結果、今の時点では開発者とQA環境の特定のメンバーだけにIPv6環境へのアクセスが必要なのが判明
- 上記結果に伴い、オフィスNWを丸ごとDual Stack化するのではなく、**SSL-VPNでアクセスする環境を提供**

課題4 オフィスをどうIPv6対応するか

- SSL-VPNでDual Stack環境へのアクセスを提供したことで、オフィスネットワーク全体のIPv6対応を回避



課題5 Dual Stack環境をどう安定運用させるか

■ 課題

商用環境は複数ベンダーのネットワーク機器で運用されており、安定運用する必要があった

→大規模にIPv6対応を行う必要があったので、安定した運用もセットで検討が必要

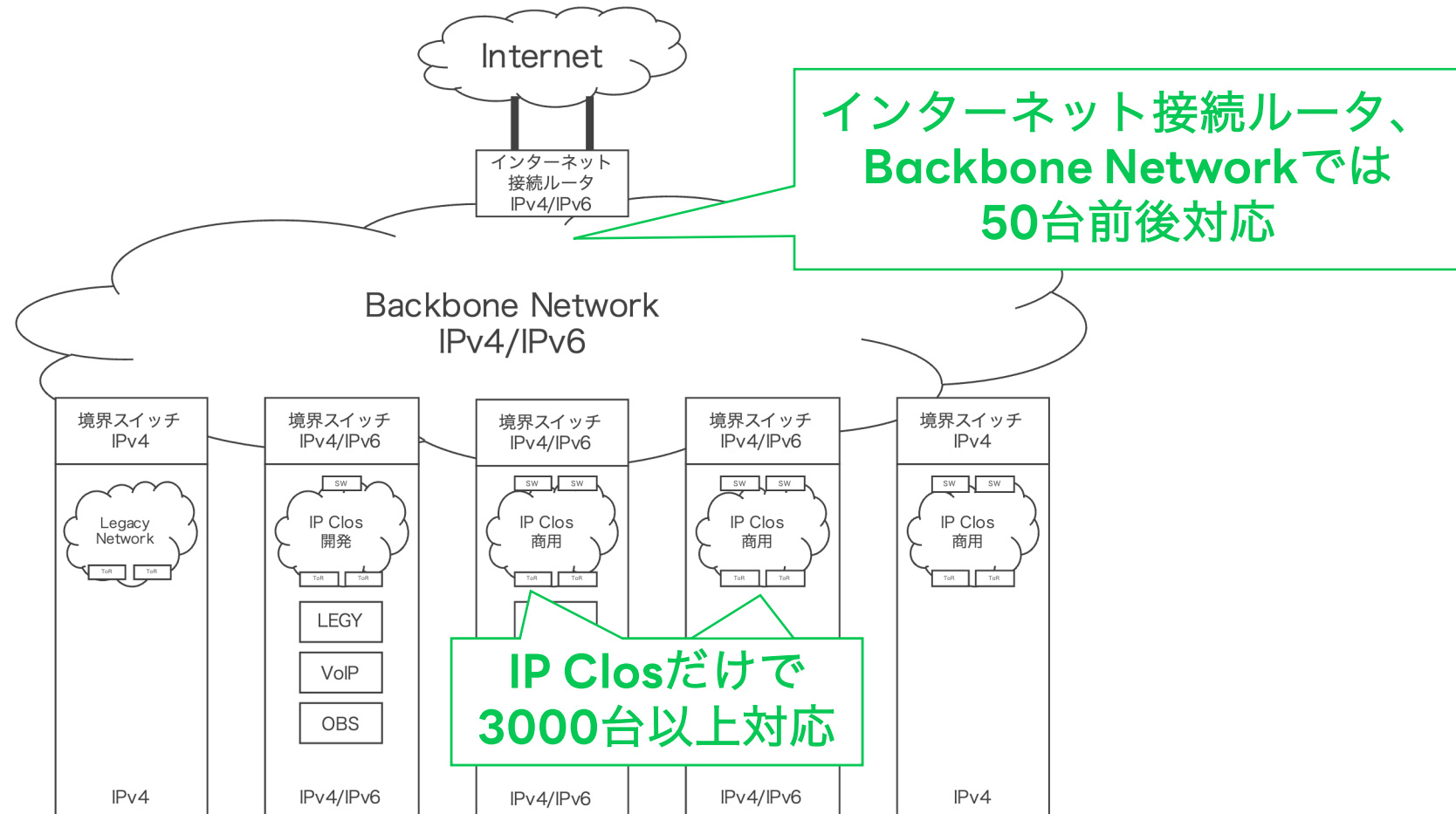


■ 対応方法

- 2019年時点でIPv6に関連する**Bug調査を実施**し、ターゲットのVersionを選定、Backbone NWの機器については2019～2020年にかけて**大規模なVersion Upを実施**
- 新しく出来たサーバルームはMulti AZ関連のものは最初からDual Stack化出来た状態で構築
- **運用中に発生したCriticalなBugは比較的早期に対応**
- IP Closに関しては複数ベンダー、複数Versionを利用しているが統一していこうとしている(出来るだけ安定したVersionを採用)

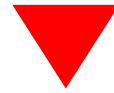
課題5 Dual Stack環境をどう安定運用させるか

- ネットワーク機器でIPv6対応を実施したものは**3500台前後**で、マネジメントNWやオフィスNWを除く商用設備全体のNW機器に占める割合は**50%程度**



課題5 Dual Stack環境をどう安定運用させるか

■ 商用環境の対応前に一部の機種でBugが頻発し、都度検証を実施した



■ 検証項目をクリアし、商用に入れると今度はCosmeticだが運用上許容できないBugが発生し、再度新しいVersionが出るまで待つことに



■ 結局このVersionと決まるまでに4つのVersionで検証をする羽目に。。。。

課題6 いかに影響を少なく移行できるか

■ 課題

多数のユーザーがいる「LINE」の移行は出来るだけ影響なく行いたい
→最初は一部だけIPv6を適用して、徐々に全体に適用していくみたいな
段階的な移行がいい

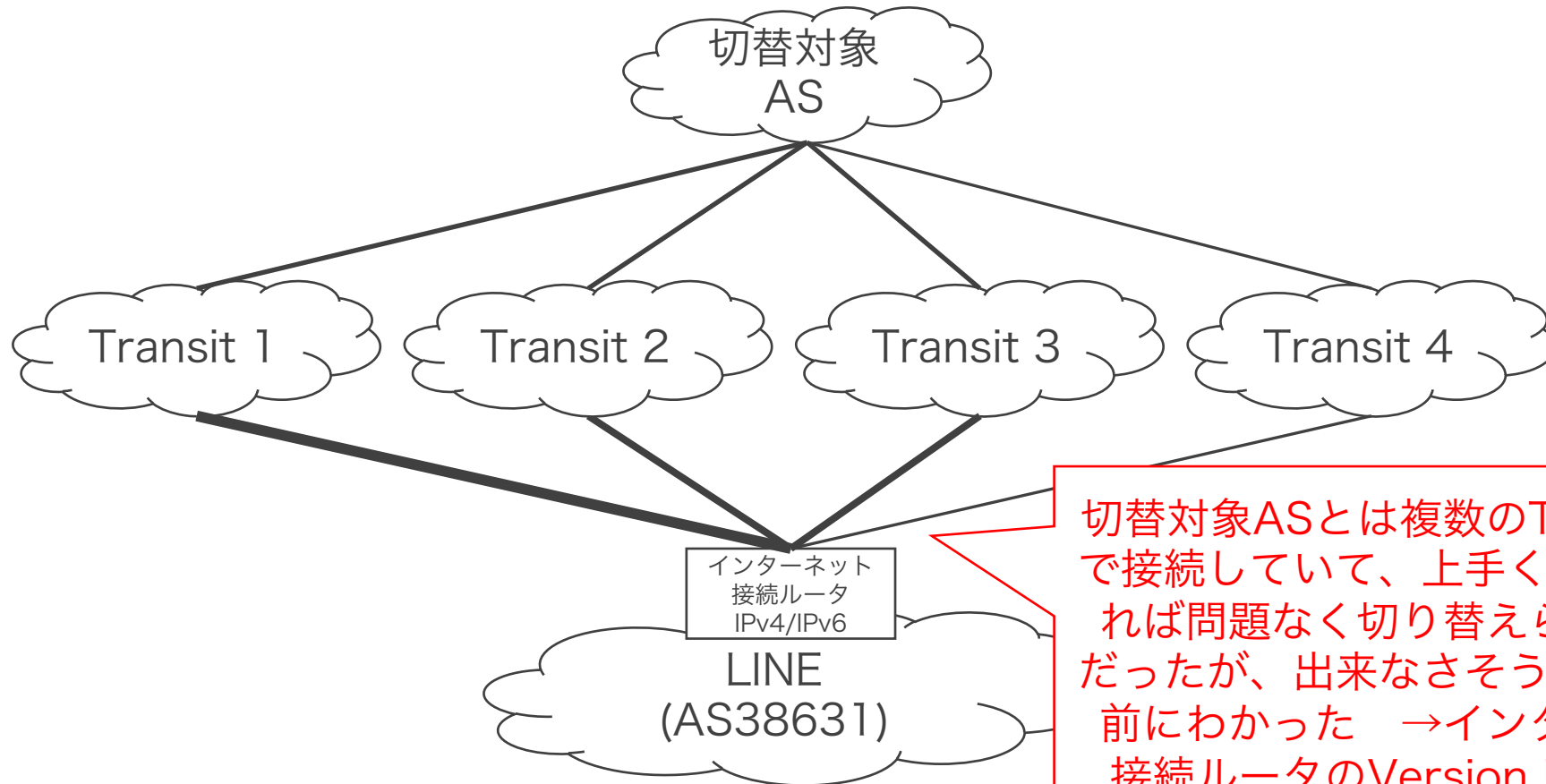


■ 対応方法

- 移行によりトラフィックの変遷が発生する場合は事前に帯域を確認
- **アプリケーション側で切り替える方法**を採用した
 - ◆ LEGYとOBSはFQDN/VIPを持っているため、送信元AS単位でDNSクエリに対してAAAAレコードを返す比率を変える設定を行い、移行
 - ◆ VoIPはFQDN/VIPを持たないため、サービス側で割当てるIPv4/IPv6を調整できる機能を実装し、段階的に移行
- **トラフィックの流入状況はフローサーバで随時確認**

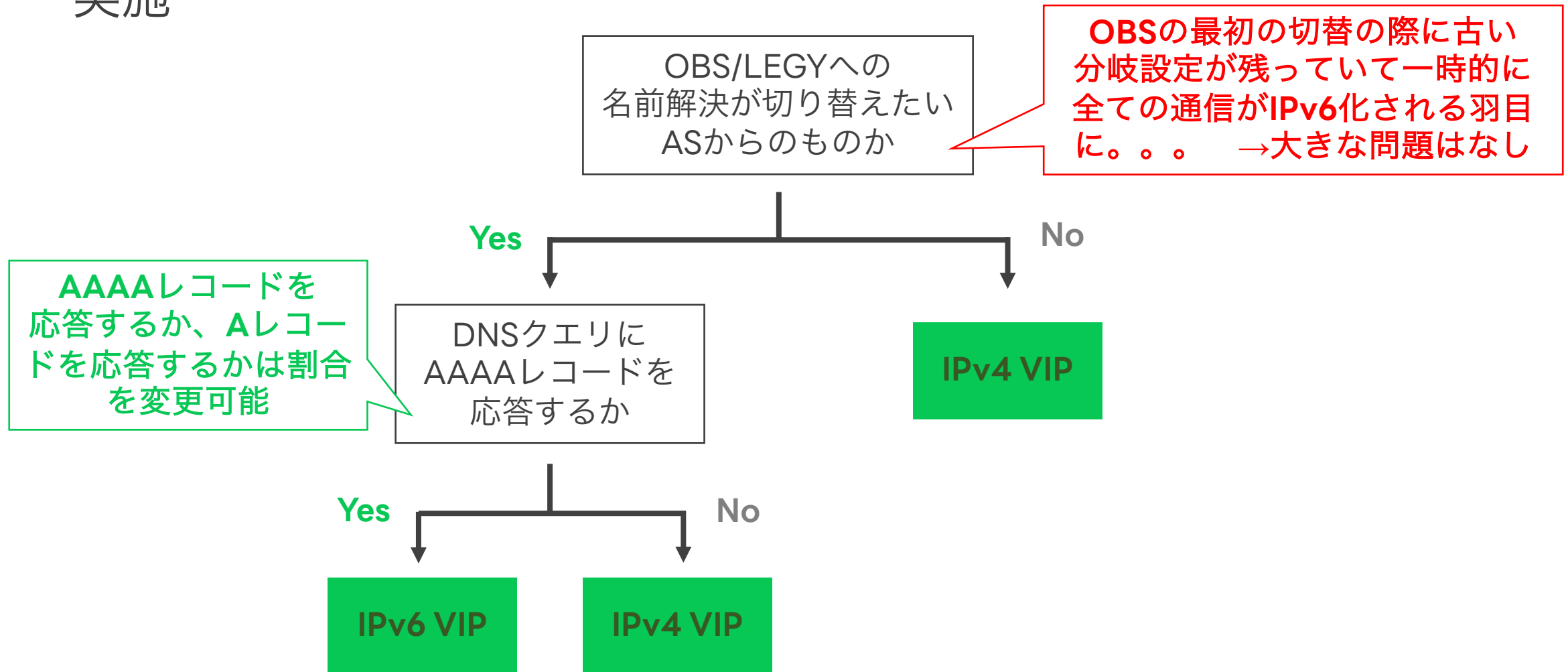
課題6 いかに影響を少なく移行できるか

- 台湾での移行前にインターネット接続ルータで上手くECMP出来ていないBugがあり、切替対象とのASの間で輻輳が発生する可能性があったためインターネット接続ルータのVersion Upを実施した



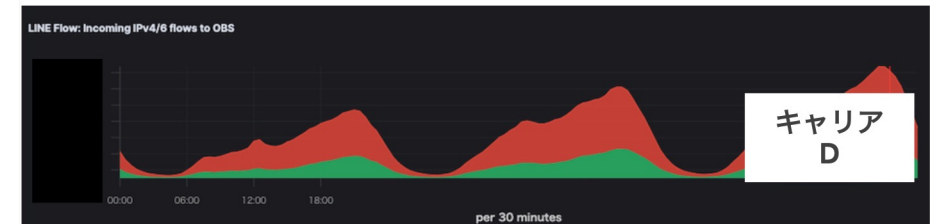
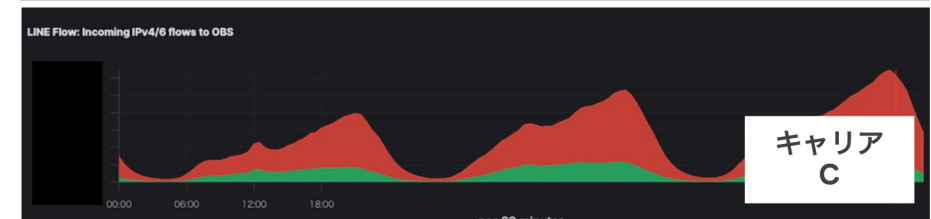
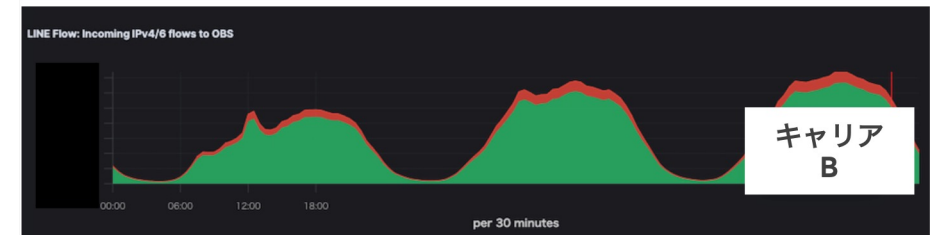
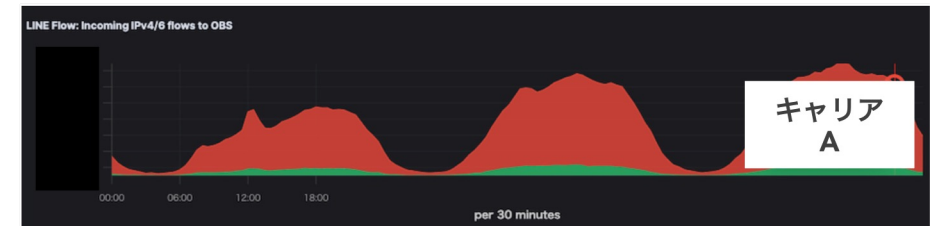
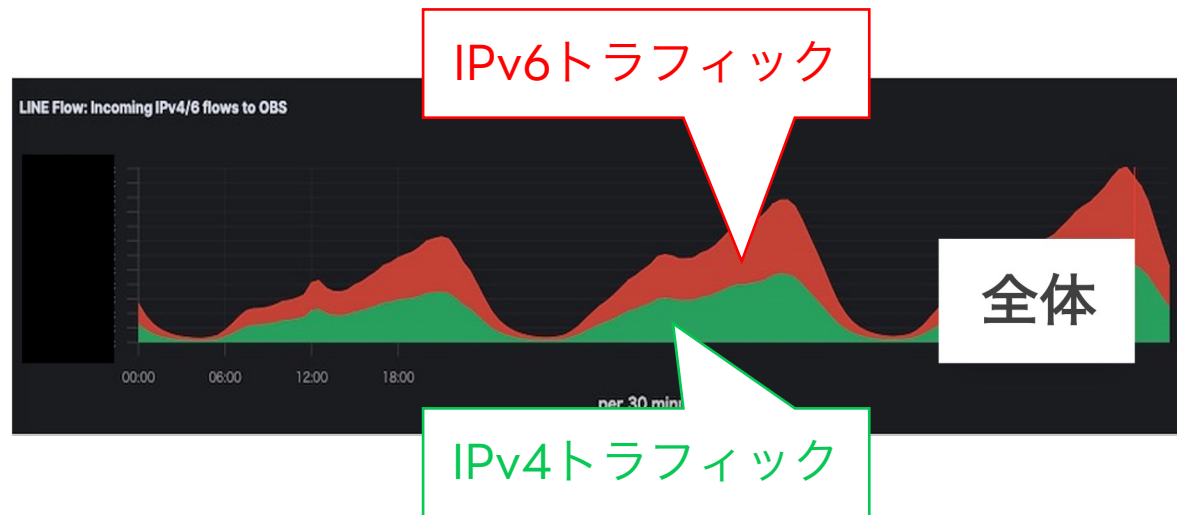
課題6 いかに影響を少なく移行できるか

- OBSやLEGYでは下記のような分岐を作成し、AS単位で切り替えを実施



課題6 いかに影響を少なく移行できるか

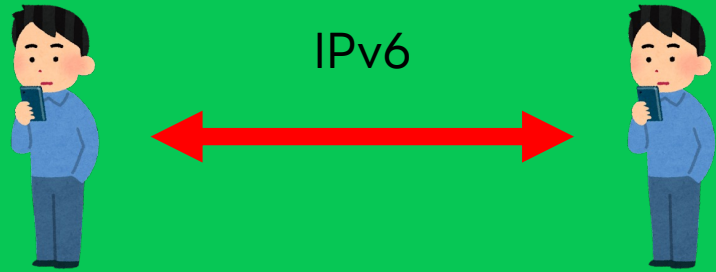
- 下記は2021年10月にOBS JPを移行していた時のフローデータ、各キャリア毎にIPv6の比率が大きく異なることがわかった



課題6 いかに影響を少なく移行できるか

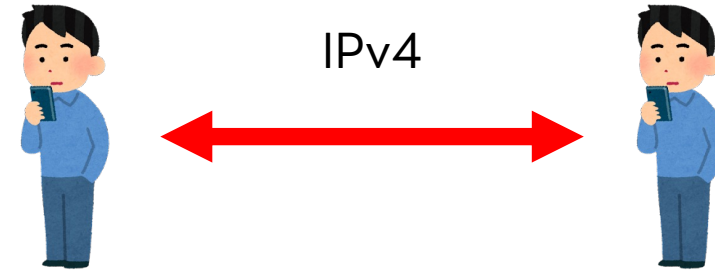
■VoIPは独自の実装により移行を実施

一定の割合でこの部分を増やしていく



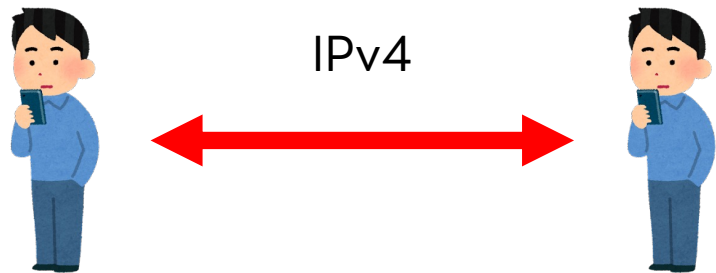
電話を掛ける人
IPv4/IPv6

電話を受ける人
IPv4/IPv6



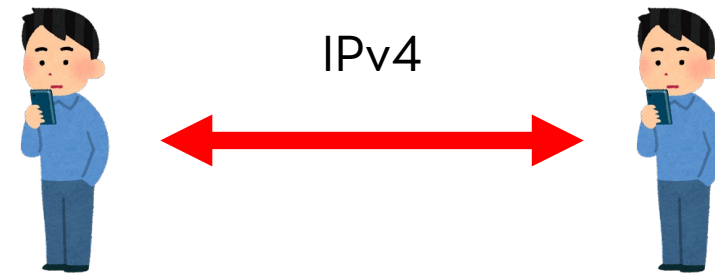
電話を掛ける人
IPv4

電話を受ける人
IPv4/IPv6



電話を掛ける人
IPv4/IPv6

電話を受ける人
IPv4

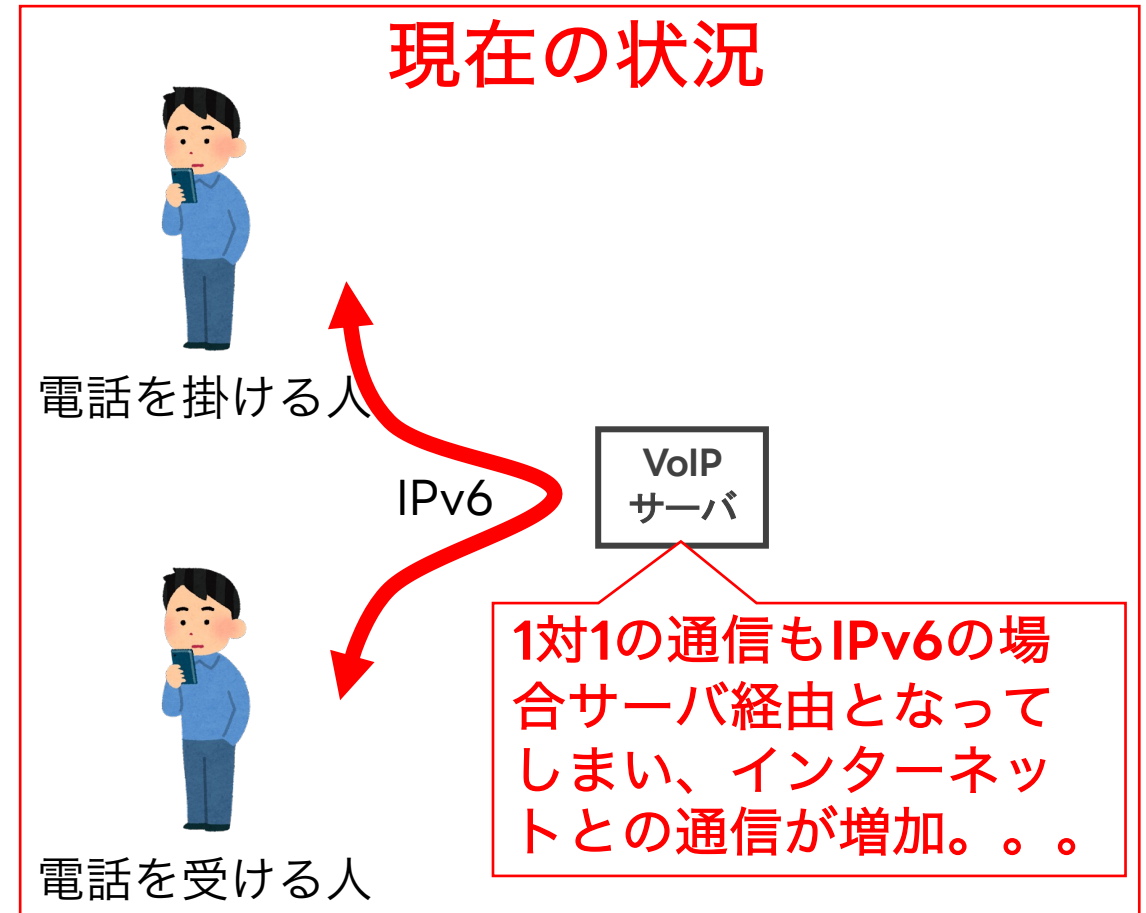
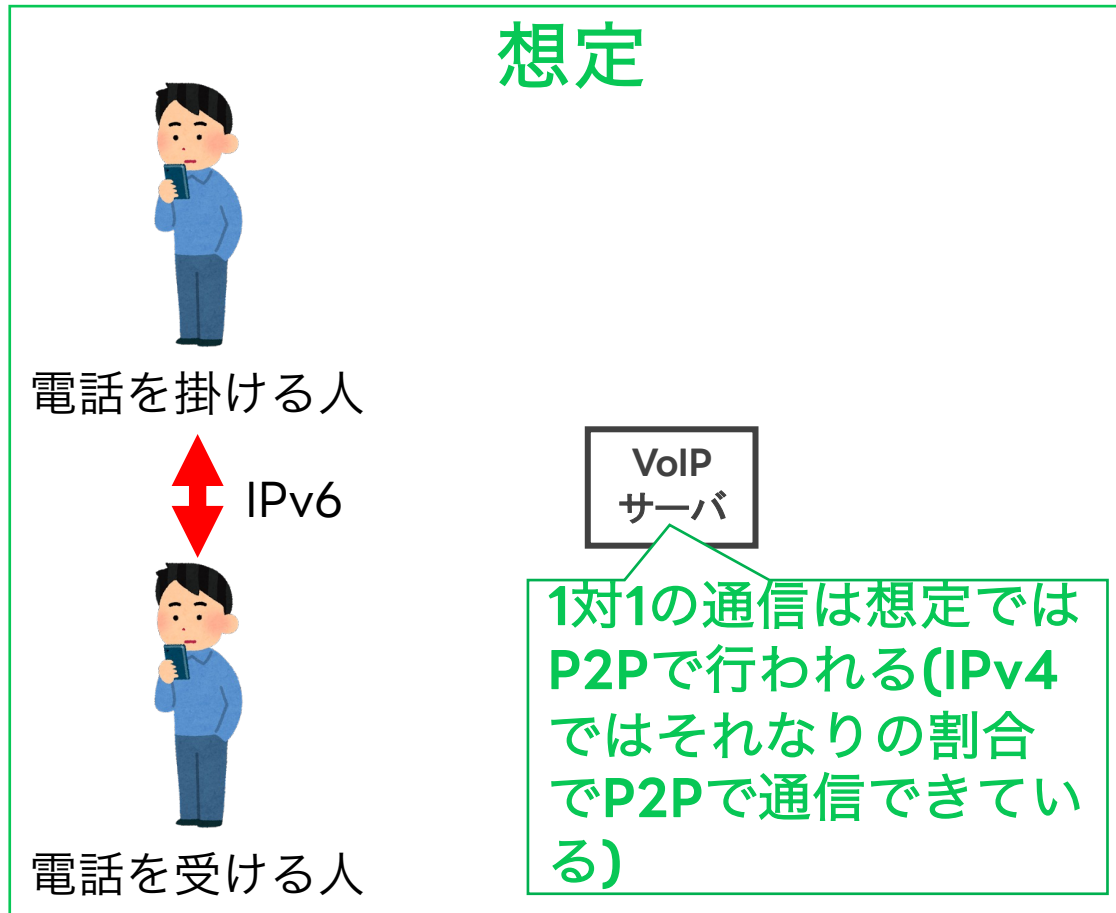


電話を掛ける人
IPv4

電話を受ける人
IPv4

課題6 いかに影響を少なく移行できるか

- VoIPで通常はP2Pで行われるはずの通信(1対1のもの)がサーバ経由となりインターネットとのトラフィックが増加、原因調査中



課題7 対応漏れ、移行漏れはないか

■ 課題

影響が大きいため、対応漏れ、移行漏れが発生しないようにしたい
→対象範囲も膨大だったため、全チームの協力が必須！



■ 対応方法

- 各チームに移行までに対応が必要なことを確認し、リスト化
(特にツールなどの対応有無は忘れがちなので入念に行った)
- 定例で進捗状況を確認

課題7 対応漏れ、移行漏れはないか

■準備リスト(例)

- ツール類(IP管理、構成管理等)のIPv6対応が完了済み
- LINE用のサーバがあるサーバルームのIPv6対応が完了済み
- サービス用のACL設定が適用済み
- 特定のNW機器のIPv6 Bug WA対応が完了済み
- IXでの主要個別ピアのIPv6対応が完了済み
- 障害時のオペレーションがマニュアル化済み
- WFなどの申請対応のオペレーションがマニュアル化済み
- IPv6アドレスアサインのルール作成が完了済み
- IPv6関連の脆弱性対応が出来るようになっている

発生した課題と対応方法まとめ

No	課題	対応方法
1	プロジェクトスコープが曖昧	<ul style="list-style-type: none">● ステークホルダーを定義し、関係者を巻き込む● 何が出来て、何が出来ないか話し合う● 明文化する
2	プロジェクトの進捗が遅い	<ul style="list-style-type: none">● 課題管理をして、定期的を確認する● PM自身も出来ることをする
3	IPv6アドレス体系が決まらない	<ul style="list-style-type: none">● 既存のポリシーを出来る限り踏襲する● IPv6アドレスに含めたい内容を考える● 将来予想できない部分はできるだけ後から決められるようなアドレス体系にする
4	オフィスをどうIPv6対応するか	<ul style="list-style-type: none">● 本当にIPv6でのアクセスが必要な人を定義する● 自社の特徴(オフィスの増減が頻繁か etc)を把握し、最適な実装方法を採用する
5	Dual Stack環境をどう安定運用させるか	<ul style="list-style-type: none">● Bug調査を徹底的に行う● 大規模なOS Version Upを行う● 日常の中で出てきたBugもCriticalなものは早めに対処
6	いかに影響を少なく移行できるか	<ul style="list-style-type: none">● 事前に移行対象のトラフィックを予測● 出来る限り上のレイヤーで変更できる方法で、かつ小規模な単位で変更できる方法を採用する
7	対応漏れ、移行漏れはないか	<ul style="list-style-type: none">● IPv6対応完了までにやらないといけないことをリスト化する(ツールには特に注意)● 定期的を確認する

Agenda

01. プロジェクトの概要
02. プロジェクトで出た課題と対応方法
- 03. 今後出てくるであろう問題と対処方針**
04. これからの展望
05. 議論したいこと

今後発生しそうな問題1 TCAMの枯渇

■ 問題

サーバ増とDual Stack化により経路数が増加し、TCAMが枯渇する？

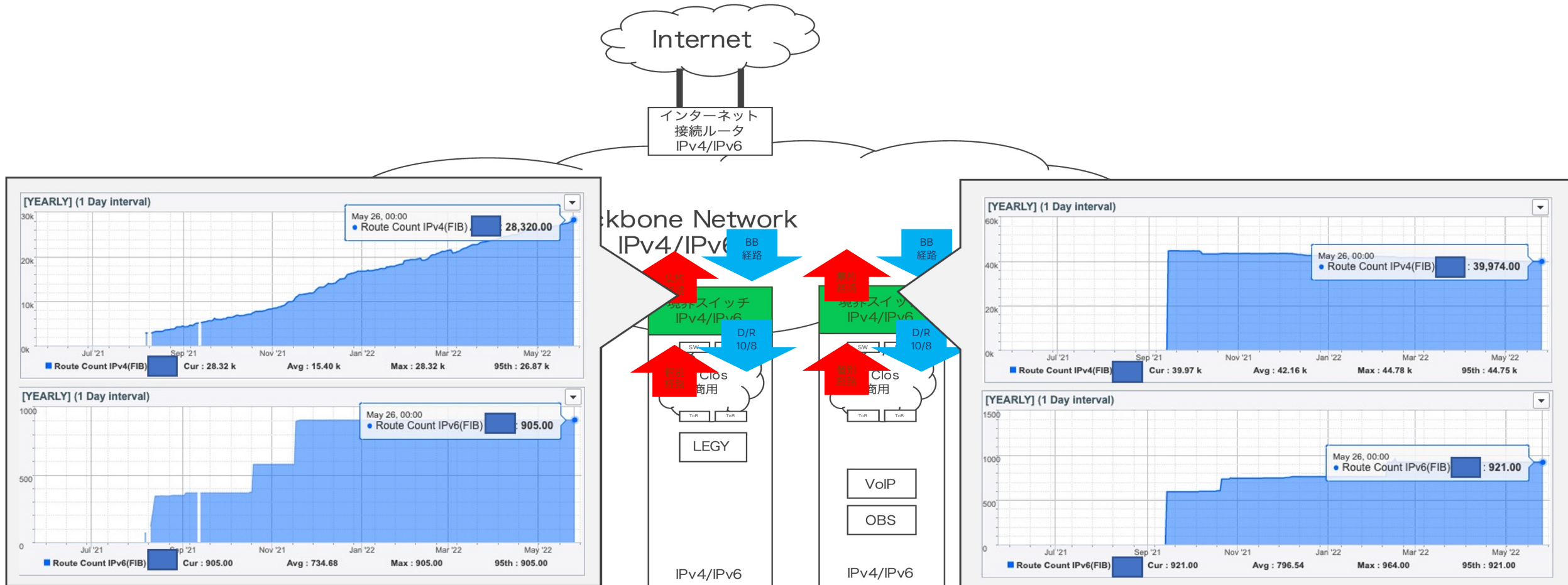


■ 対処方針

- 経路数の推移をSNMPで監視
- 境界スイッチにTCAMが大きい機器を採用、リプレイス実施

今後発生しそうな問題1 TCAMの枯渇

- 境界スイッチはBackbone Network、サーバールーム毎の個別経路を学習する必要があるためスイッチとしては最もTCAMを消費するため、TCAMの大きい機器を採用、リプレース



今後発生しそうな問題2 IPv4アドレスの枯渇

■ 問題

LINEでは相当なスピードでサーバが増加しており、プライベートIPv4、パブリックIPv4アドレスの消費が激しく、IPv4アドレスが枯渇する？

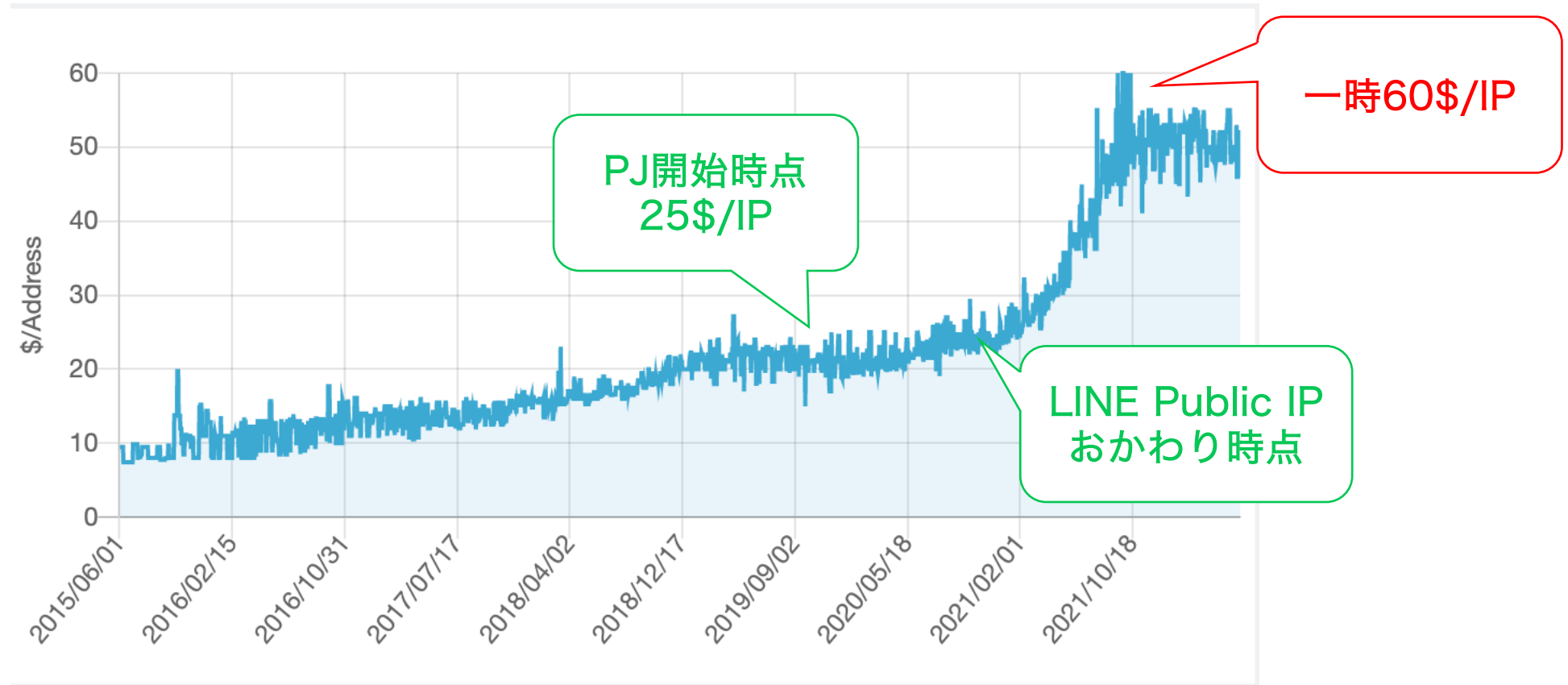


■ 対処方針

- 2020年～2021年にパブリックIPv4アドレスを追加購入
- IP Closだけでなく、対応している機器はバックボーン側でもリンク間のIPv4アドレスを可能な限り消費しない構成(RFC5549)に変更中
- ISP Sharedアドレスを使えるようにシステム側で対応予定
- IPv6のみでサーバルームを構築する予定までは現状なし、検討もまだ

今後発生しそうな問題2 IPv4アドレスの枯渇

- 弊社が購入した時よりも更にPublic IPv4アドレスの価格は高騰中
→ 今こそIPv6対応に取り組むべき？



引用元： <https://auctions.ipv4.global/prior-sales>

今後発生しそうな問題と対処方針まとめ

No	問題	対処方針
1	TCAMの枯渇	<ul style="list-style-type: none">● 経路数をSNMPで監視● 境界スイッチはTCAMが十分なものにリプレース
2	IPv4アドレスの枯渇	<ul style="list-style-type: none">● パブリックIPv4アドレスを追加購入● RFC5549の有効活用● ISP Sharedアドレスを利用できるようにシステムの準備● IPv6オンリーのネットワークの検討はまだ！

Agenda

01. プロジェクトの概要
02. プロジェクトで出た課題と対応方法
03. 今後出てくるであろう問題と対処方針
- 04. これからの展望**
05. 議論したいこと

今後の展望

1. 「LINE」 アプリでの他地域へのIPv6対応

LINEは日本以外にシンガポールにもDCがあるのでIPv6対応して、サービス提供出来る地域を増やしたい

2. VerdaのVMやサーバのセットアップでもIPv6対応

現状はVerdaのBMのみ対応なので、VMでもIPv6対応出来るようにしたい、またサーバのセットアップがIPv4でしか行えない部分があるので、その対応も検討中

3. 「LINE」 以外のアプリへのIPv6対応

LINE以外にも複数のサービスがあるので、別のサービスでも利用可能にしたい

Agenda

01. プロジェクトの概要
02. プロジェクトで出た課題と対応方法
03. 今後出てくるであろう問題と対処方針
04. これからの展望
- 05. 議論したいこと**

- 下記のテーマについて議論したいです。
 - コンテンツ事業者がIPv6対応するモチベーションはなんですか？また、何があればIPv6対応したいと思いますか？
 - IPv6アドレスの割当てはどうしましたか？
 - 既にDual Stack環境を運用していて困ったこと、リアルタイムで困っていることはありますか？

参考資料

- IPv6アドレスの番号計画、どうしてですか。～あれっ、みんなどうしてんだらう～
<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog42/program/V6PL>
- LINEのネットワークをゼロから再設計した話
<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog43/program/line/>
- コンテンツのIPv6化のためには何が足りないのか？
<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog47/ipv6/>
- LINEのネットワークオーケストレータをリニューアルした話
<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog49/lineorc/>
- “Change” our private cloud infrastructures from single-AZ to multi-AZs
<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog50/multiaz/>

THANK YOU