

マルチホーミングと PIアドレス集約

ENOG86
2025/5/23

松平直樹
網手順技研(neptela)

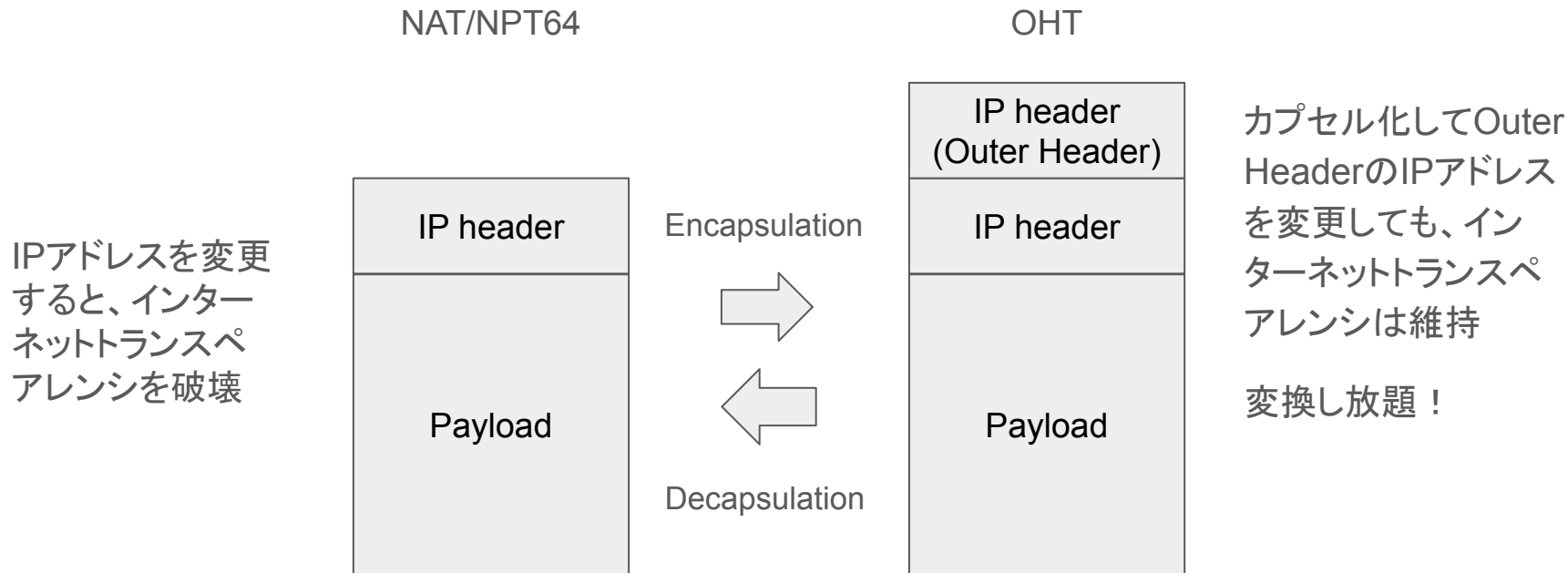
ENOG81での発表機会ありがとうございました

- 2024/2: ENOG81, “Outer Header Translatorのご紹介”
 - <https://enog.jp/archives/2847>
- 2024/3: IETF119 6man, “Outer Header Translator”
 - <https://datatracker.ietf.org/meeting/119/materials/slides-119-6man-outer-header-translator-00>
- 2024/5: JANOG53.5, “OHT: Outer Header TranslatorのIETF 6man WGへの提案”
 - https://www.janog.gr.jp/meeting/janog53.5/doc/janog53.5_lt2_prd.pdf

経緯サマリ

- NPTv6のStandards Trackへの変更提案
 - 提案理由: マルチホーミング
 -
- カウンター提案を思いつく: Outer Header Translator
 - End to End TransparencyとNATの両立
 - NATL放題

OHTサマリ

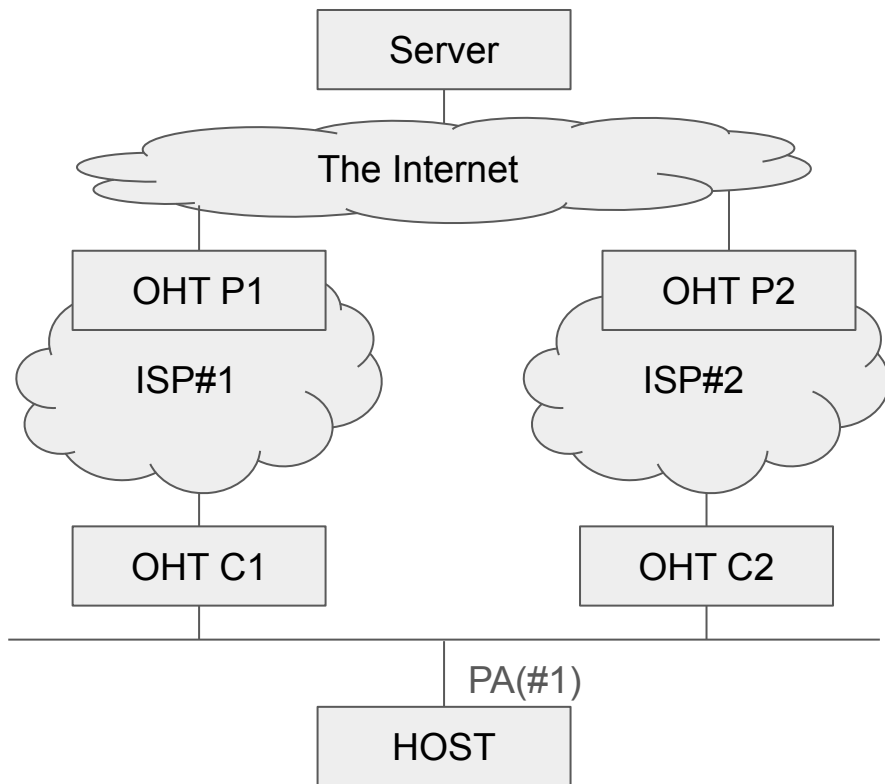


アドレス変換とインターネットトランスポートレンシを、カプセル化により両立

その後の活動

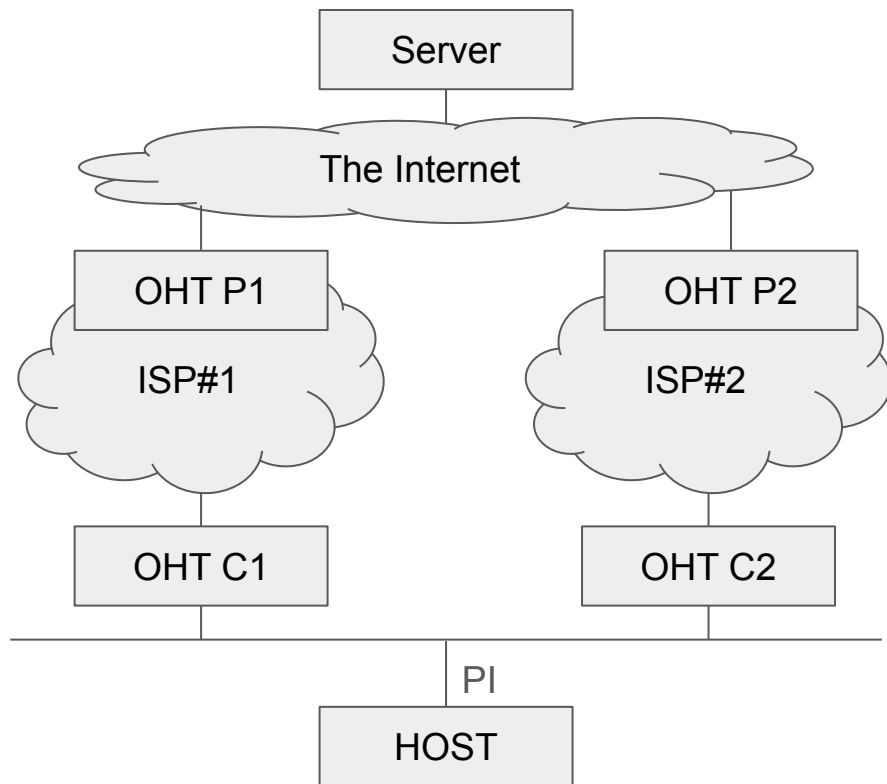
- 2024/7: draft-matsuhira-oht-mh-00
 - Outer Header Translator - multihoming
 - <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-matsuhira-oht-mh/00/>
 - OHTによるmultihomingの実現方法を記載
 - 完成度はまだまだだが、ドキュメント化で、カウンター提案のおとしまえをつけた（つもり）
 - これで、ひとだんらく

PAを用いる構成(I-D.OHT-MH.01, 2.1章)



- 終端ポイントがISPの場合の例
- ホストは、ISP#1のPAを使用
- ISP#1経由の場合は、カプセル化なし
- ISP#2経由の場合は、ISP#2のアドレスでカプセル化し、OHT P2でデカプセル化
- PIを用いずに済む

PIを用いる構成(I-D.OHT-MH.01, 2.2章)



- 終端ポイントがISPの場合の例
- ホストは、PIを使用
- 経由するISPのアドレスでカプセル化する
- PIを使用

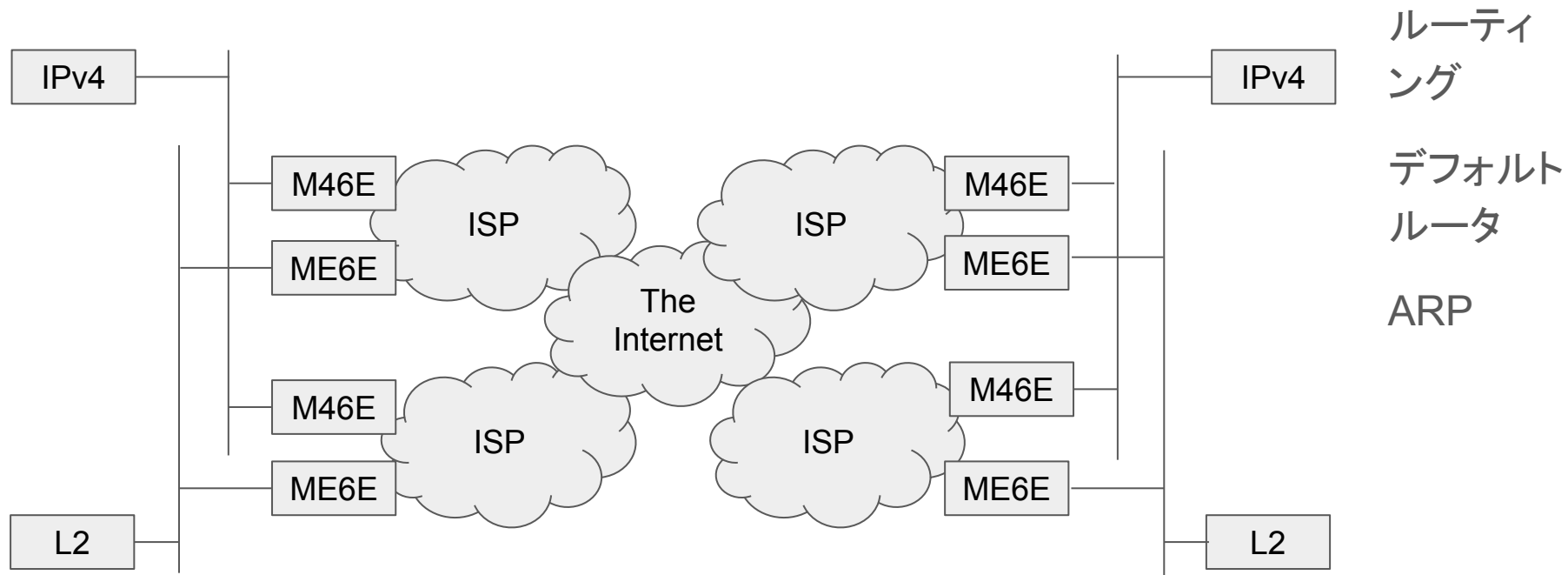
立ち止まり:さて、どうするか？

- (1) そもそもマルチホーミングは必要か？
- (2) これまで提案して反応はあったのか？
- (3) マルチホーミングの本質的な問題はアドレス集約
- (4) そもそもマルチホーミングはIPv4で使われているのか？
- (5) そもそもマルチホーミングは、どこで求められるのか？
- (6) マルチホーミングは必要とされているのか？

(1) そもそもマルチホーミングは必要か？

- 個人的には必要と思う
- 冗長構成を取るのが自然に思えるし、冗長構成がない方が不自然に思える
 - 二重化ではなく、自律分散システムの冗長化として
- IPv6では、解決すべきと思うし、解決したいと思う
 - IPv6は長期に利用されるインフラと認識
- M46EやME6Eとの相性も良さそう(私個人の動機)
 - トンネル技術に於けるエンドポイントの故障は致命的
 - M46E/ME6Eのカプセル化ポイントは通過点であり冗長化できることが特徴
- 技術的以外の意味あるかも

M46E/ME6Eのマルチホーミング構成



(2) これまで提案して反応はあったのか？

- IETF 6man WGのagendaには入った
- 皆無
- ただし、PI使用の期待は受け取った

(3) マルチホーミングの本質的な問題はアドレス集約

- どんな実現方式であれ、PIアドレスは集約できない
- こちらの方が、問題としては本質的なのではないか？

IPv4時代のインターネット

- 黎明期: プロバイダなし
 - JUNETが原型で、そのIP化
 - イントラネットの拡大(大学や企業)
 - 個人はパソコン通信など
- プロバイダとPIの時代
 - プロバイダからIP接続を買える時代
 - ただ、アドレス(グローバルアドレス)は利用者側が取得する必要があった？
- PAの時代
 - ルーティングテーブルの爆発、CIDR(クラス廃止)、サブネッティングとアグリゲーション(集約)
 - プロバイダがユーザにアドレスを供給
 - イントラネットではプライベートアドレス使用で、NAT/NAPT/Firewall(GW)経由接続
 - PAとPIが混在
- IPv4時代は、PI -> PA

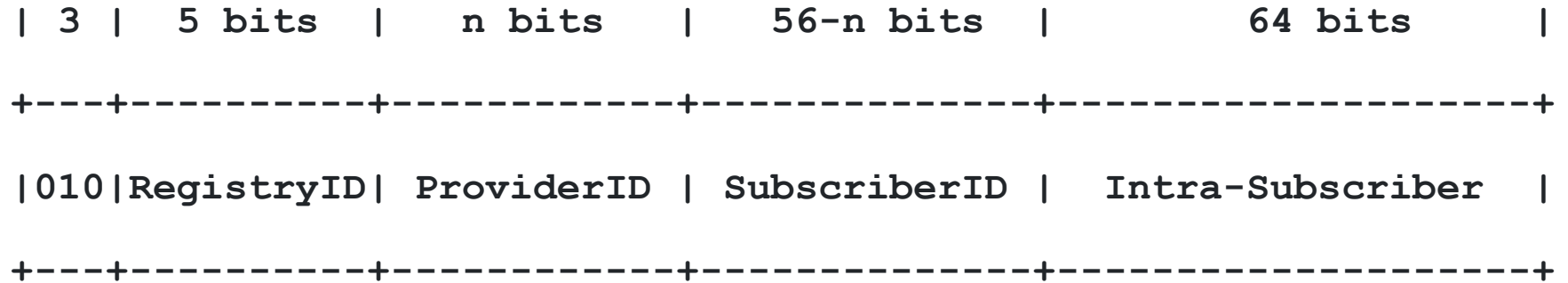
IPv6時代のインターネット

- PA前提
 - プロバイダがIPv6アドレスを供給
 - アドレス変わるかも
- PIも追加
 - 存在はしている(使われているのか?)
 - 実は、ISPを持っている企業は、恐らくPAで問題ない(依存していないので)
 - PIベースのマルチホーミングが増えると、集約できないアドレスが増加
- IPv6では、PA -> PIでIPv4と逆

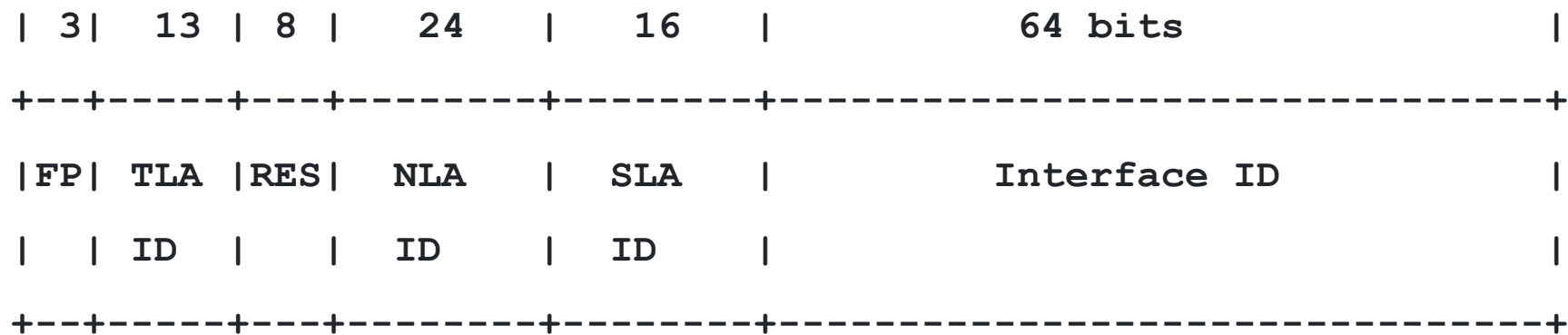
IPv6アドレスフォーマット関連RFC

- RFC2073: "An IPv6 Provider-Based Unicast Address Format"
 - 1997/1: Standards Track
- RFC2374: "An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format"
 - 1998/7: Standards Track
- RFC3587: "IPv6 Global Unicast Address Format"
 - 2003/8: Informational

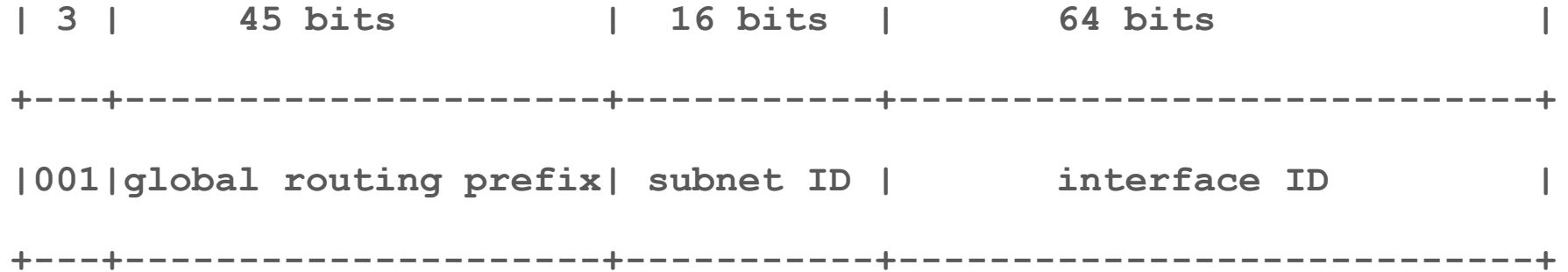
RFC2073: "An IPv6 Provider-Based Unicast Address Format"



RFC2374: "An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format"



RFC3587: "IPv6 Global Unicast Address Format"



PIの集約について

- Provider Independent Addresses Aggregation
 - <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-matsuhira-pia/>
 - PIの集約を考える必要があるかどうかの呼びかけ
- IETF的には、PIに関するドキュメントは無さそう？
- 「集約型」アドレス割り当ての問題？
- PIの増大がそれほど見込まれないなら、対策不要かも
- PIについて、私はあまり把握していないことを認識
 - RIRなのだろうが、、、JPNICも割り当ててますよね？

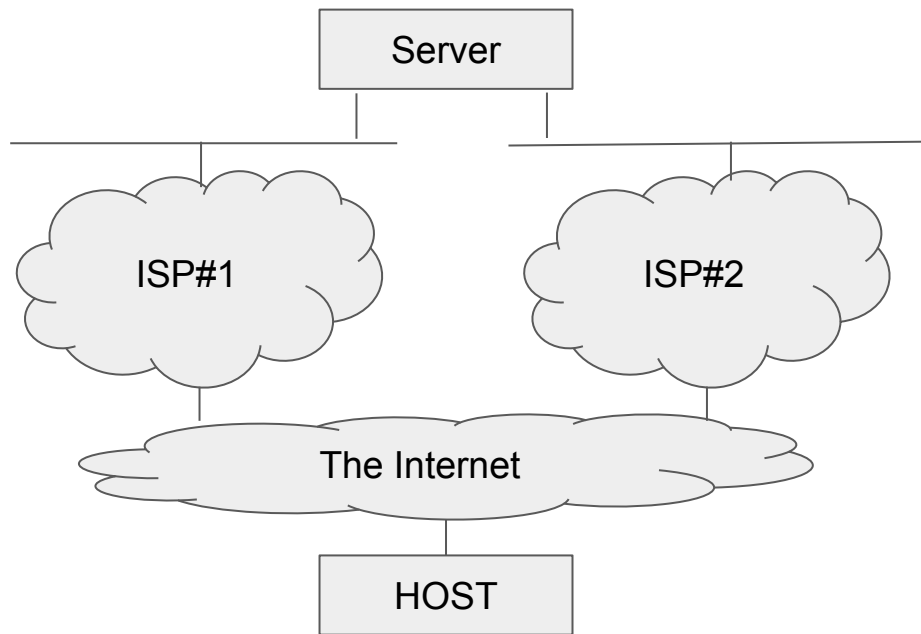
(4) そもそもマルチホーミングはIPv4で使われているのか？

- そう言われてみると、、、
- イントラネットの構成は、かなり変わっていきそう
- 情報交換の場も失われてしまった模様
 - 昔々のJANOG
 - セキュリティ等もあり、社外秘扱いか？
 - キャンパスネットなら？
 - 健全なのか、技術の活性化を阻んでいるのか？

(5) そもそもマルチホーミングは、どこで求められるのか？

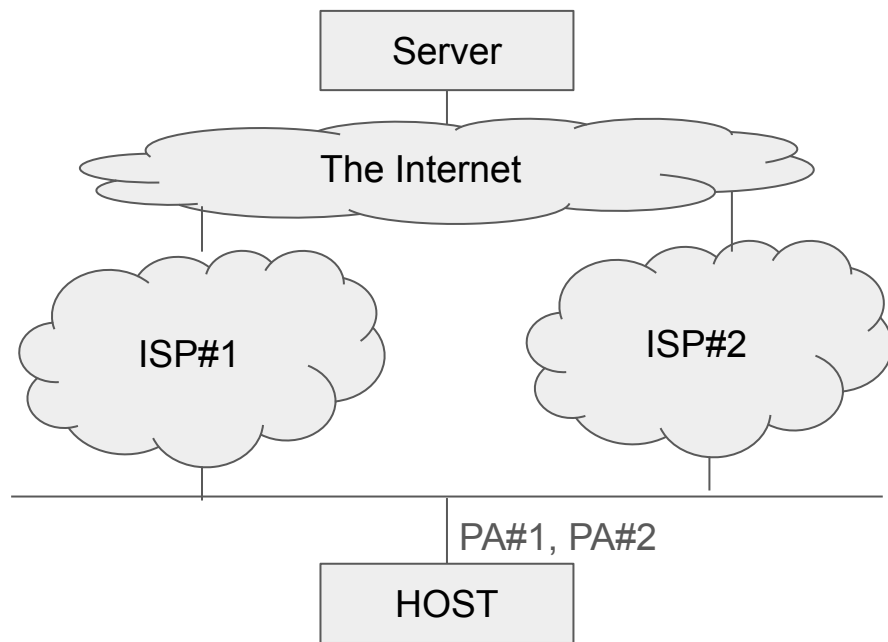
- 現状の実現方式= BGP Multihoming
 - ASの取得や、BGPの運用等敷居は高そう
- 恐らくだが、ISPとデータセンタ／クラウドの双方を持つ事業者向けの技術
 - ISPエンジニアが主導するなら現実的では？
 - この構成の場合、データセンタ／クラウドで用いられるアドレスは PA?, PI? 区別の必要なし
 - この構成の場合、もしかしたら、IGPで運用できる？

サーバを対象としたマルチホーミング



- サーバはISP毎に接続し、ISPのPAを割り当て
- DNSに全てのPAを登録
- サーバが、受信したNICに返信すれば、マルチホーミング構成に対応可能？
- destination address ordering?

クライアントを対象としたマルチホーミング



- source address selection
- HOSTがルーティングテーブルを持てば、最短経路となるPAを選択できる(そこまでやるのか?)
- これが難しいのでPI
- 障害時に、ポケットwifiも現実的か？

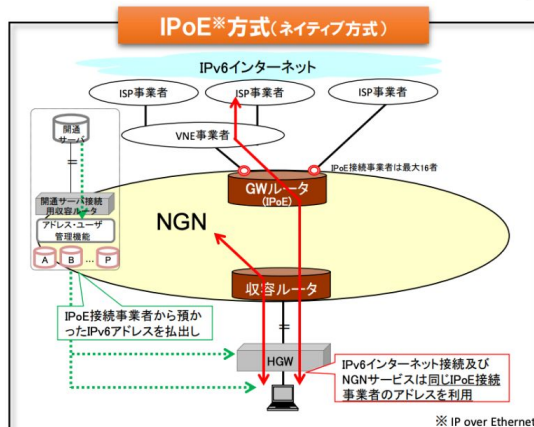
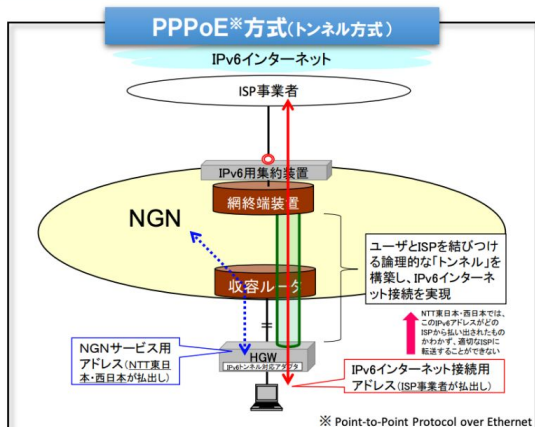
isolated hostのマルチホーミング



- 平成21年8月、NTT東日本・西日本のNGNにおいてIPv6によるインターネット接続サービスを提供するため、PPPoE方式（トンネル方式）及びIPoE方式（ネイティブ方式）に係る網改造料等を接続約款に規定（IPv4インターネット接続はPPPoE方式のみ。）。
- IPoE方式は、現在POIが東京及び大阪に限定されているため、東京・大阪以外の都道府県からNGNと接続する場合は、県間伝送路を不可避免的に使用する必要がある。

	PPPoE方式	IPoE方式
インターネット接続	IPv4／IPv6	IPv6
エッジ設備	網終端装置	GWルータ
エッジ設備のコスト回収	NTT東日本・西日本がコスト負担 （一部（接続用ポート部分）は網改造料）	網改造料
接続事業者数	制限なし（現在80者（東日本51者、西日本47者））	最大16者（現在3者）
POIの場所	都道府県毎	東京及び大阪
優先パケットの利用	利用できない	利用できる
IPアドレスの払出	インターネット接続サービス	NTT東日本・西日本 （IPoE接続事業者に割り振られた IPv6アドレスを預かり、ユーザに払出し）
	NGNサービス	

- PPPoEでは複数アドレス
- IPoEでは一つのアドレス
- どちらが主流か？



(6) マルチホーミングは必要とされているのか？

- 必要か？->自律分散システムの冗長化手段として必須と思います
- これまで見た印象では、無くても困らないのではないか？
 - ISP+DC/クラウド業者は容易に実施可能っぽいし、実施済みなのでは？
 - 技術的にも組織的(横断)にも
- イントラネット(エンタプライズ)はPAで満足するか？
 - 考えてみると、イントラネットは、ISPができる以前から存在するものもある
 - イントラネット(エンタプライズ)は、プロバイダに依存するアドレスを許容するか？
 - イントラネット(エンタプライズ)は、プロバイダに依存しないアドレスを好むのでは？
 - イントラネット(エンタプライズ)は、マルチホーミングを欲しがるか？
 - 外部サービス用のサーバを、イントラネット (エンタプライズ)に置くか、ISP+DC/クラウド業者を利用するか？
 - イントラネット(エンタプライズ)の役割は変化するか？ (リモートワークの一般化)
- GIGAスクールとかどうでしょう？
 - IPv6ですよ？

今回の気づき

- PA/PIの前提との観点では、IPv4とIPv6は逆
- IPv4のPIはイントラネット時代に導入、イントラネットはIPv6 PAに違和感ないか？
- PIが増えれば、また、ルーティングテーブル爆発に繋がらないか？
- PIの集約が必要かどうかを、そろそろ考えておいた方が良くないか？
- PA/PIという表現は有効か？
- マルチホーミングはISP+DC/クラウド事業者では恐らく実施済みで問題なし
- イントラネット(エンタプライズ)は、マルチホーミングを望むか？
 - むしろ、積極活用を勧めるべきではないか？
- GIGAスクールなど、新しいネットワークへの導入の可能性

まとめ

- まとまっておらず申し訳ありませんが、改めてマルチホーミングを考えてみました
 - ISP+DC/クラウド事業者は有利
 - PAアドレスをイントラネットが受け入れるか
 - PIアドレスの活用が進むなら、PIアドレス集約を想定すべきでは
 - 自律分散システムの冗長化手段として、やはりマルチホーミングは重要との認識を新たに
- 議論、コメント、質問、よろしくお願いいたします！