



IPV4/V6移行・共存技術について

30 Nov. 2011

河野 美也 Miya Kohno, mkohno@juniper.net



AGENDA

1. 現状のアップデート

1-1 IPv6普及状況

1-2 その他の環境変化

2. 共存・移行技術

2-1 基本となる要素技術

2-2 共存・移行のためのツール

- 現在検討されている共存・移行ツール一覧
- ツール選択のためのガイドライン
- 共存・移行ツールへの補足

3. 共存・移行のデザイン

3-1 アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点

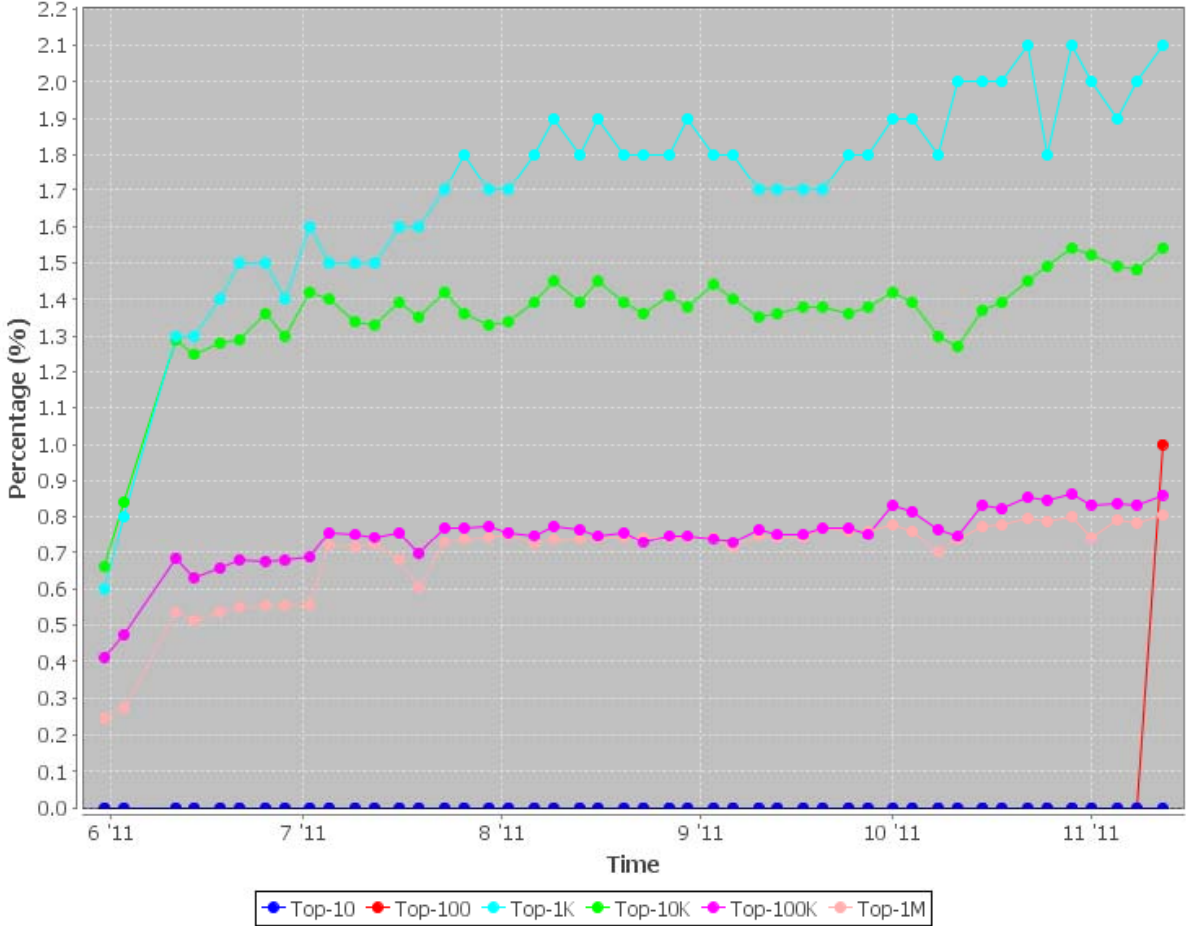
3-2 対象別シナリオ例

3-3 (APPENDIX) IETF82よりアップデート

4. まとめ

IPV6普及状況 (1) IPV6対応 ALEXA トップランクサイト

Fig-3 Relative IPv6 accessibility among top-ranking web sites



Top 1000
Webサイト中
2.1%

pv6monitor.comcast.net

IPV6普及状況 (2) IPV6対応トップランクサイト詳細

IPv6 enabled TOP 1000000 websites

Here is a list which contains all popular sites (according to [Alexa](#)) with an IPv6 address.

Out of the 990562 tested websites only 12836 have one or more IPv6 addresses. That is 1.3%.
Out of the 34028 IPv6 addresses only 22959 are connectable. That is 67.47%.

[Click here for the worldwide hall of fame and shame.](#)

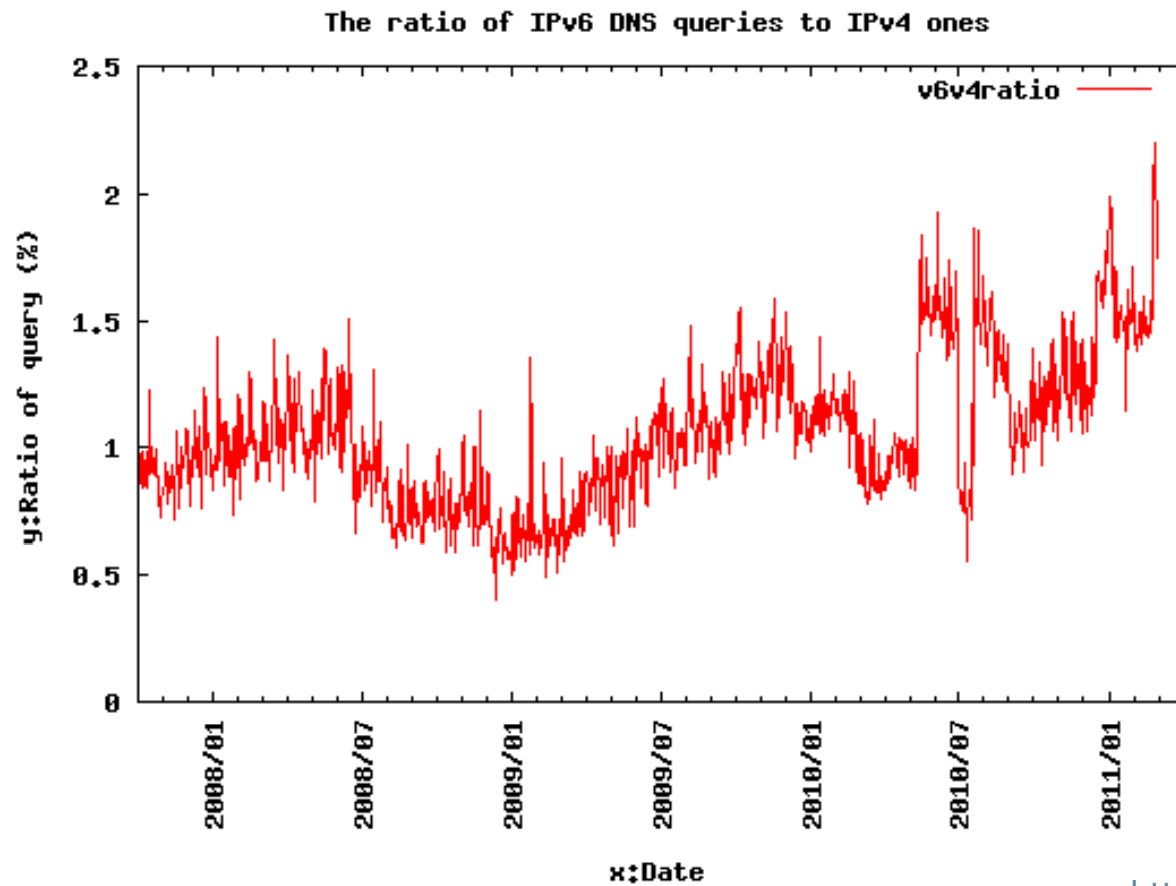
Complete list:

Top 1M
Webサイト中
1.3%

Rank	URL	IPv6 address	Status	
1	ipv6.google.com	2a00:1450:8001::93	Works	Google
10	ipv6.qq.com	2402:4e00::b	Unconnectable	
	ipv6.qq.com	2402:4e00::d	Unconnectable	
19	ipv6.google.com.hk	2a00:1450:8001::68	Works	Google
22	ipv6.yandex.ru	2a02:6b8::261:0:0:1	Works	Яндекс
25	ipv6.google.co.jp	2a00:1450:8001::68	Works	Google
27	www.ipv6.microsoft.com	2002:836b:9820::836b:9886	Unconnectable	
34	www6.mail.ru	2a00:1148:1:1322::b0ba	Works	@MAIL.RU: почта, поиск в интернете, новости, рс
38	www.ipv6.apple.com	2a02:26f0:8::58dd:d829	Works	Apple
	www.ipv6.apple.com	2a02:26f0:8::58dd:d828	Works	Apple
45	www6.bbc.co.uk	2001:4b10:bbc::1	Works	BBC - Homepage
	www6.bbc.co.uk	2001:4b10:bbc::2	Works	BBC - Homepage
	ipv6.bbc.co.uk	2001:4b10:bbc::2	Works	BBC - Homepage
	ipv6.bbc.co.uk	2001:4b10:bbc::1	Works	BBC - Homepage
54	ipv6.cnn.com	2620:100:e000::8001	Works	CNN.com - Breaking News, U.S., World, Weather,
56	ipv6.aol.com	2001:4b0:1668:2202:2::1	Works	AOL.com - News, Sports, Weather, Entertainment,
91	ipv6.netflix.com	2620::ef0:13:0:0:0:20	Works	Netflix - Unlimited TV Shows & Movies Online
	www.ipv6.netflix.com	2620::ef0:13:0:0:0:20	Works	Netflix - Unlimited TV Shows & Movies Online
129	ipv6.pengyou.com	2402:4e00::13	Unconnectable	

http://www.atoomnet.net/ipv6_enabled_popular_websites.php?complete_list=true

IPV6普及状況 (3) DNS QUERY



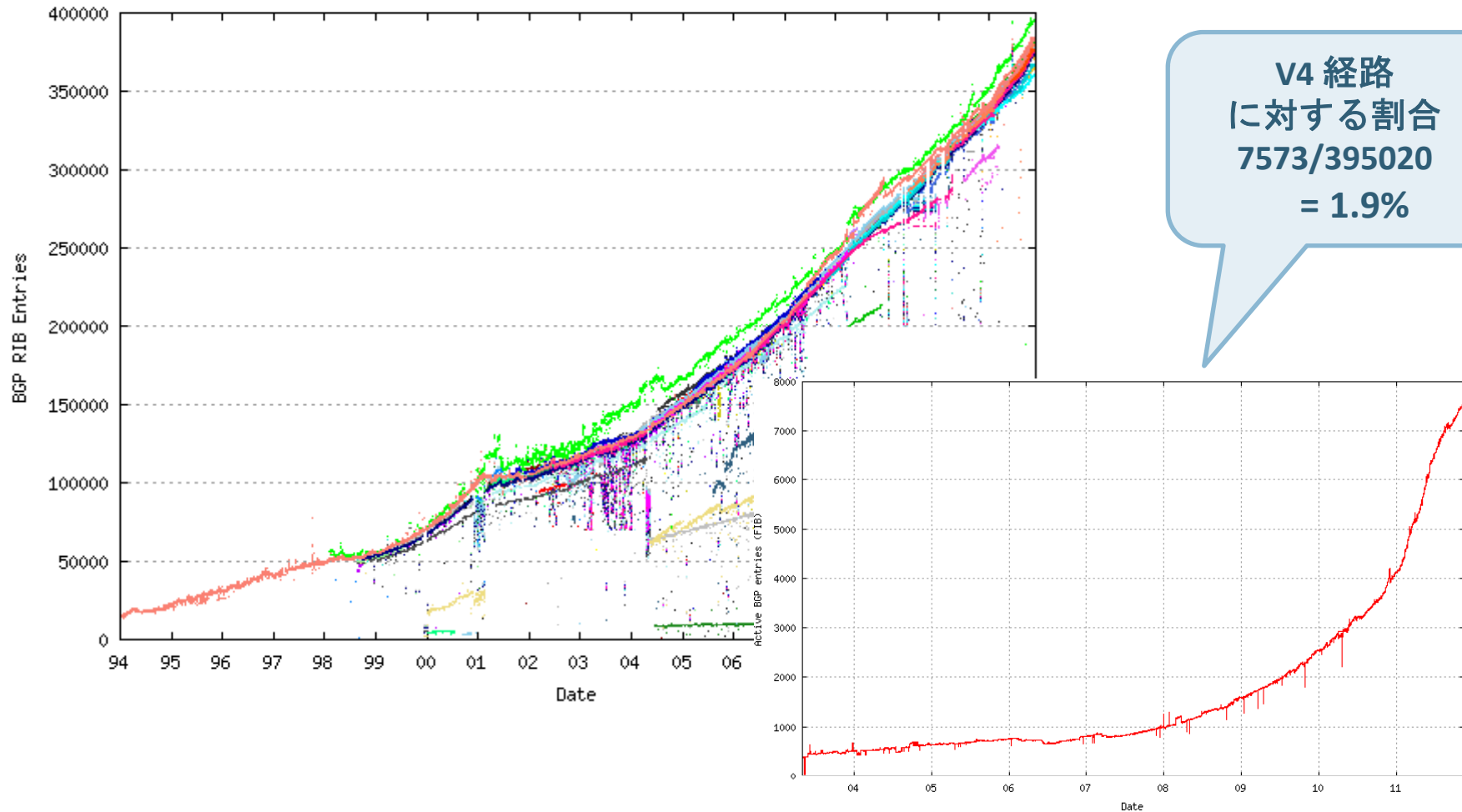
V4 DNS Query
に対する割合
2%

Copyright (C) Internet Association Japan

<http://v6metric.jp/html/st03/04.html>

IPV6普及状況 (4) 経路数

<http://bgp.potaroo.net/>

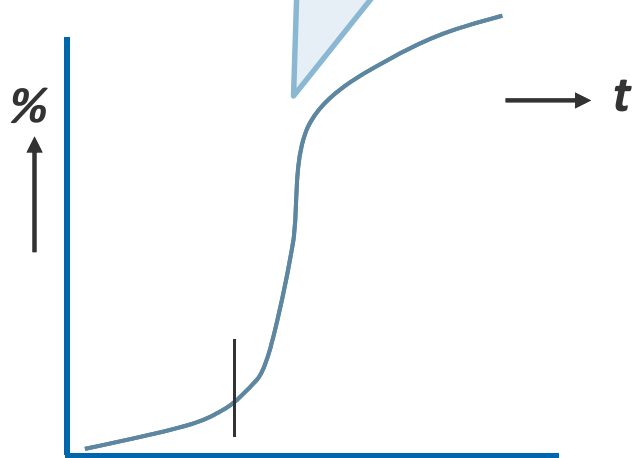


IPV6普及状況 (5) イノベーション理論と普及曲線

普及率が16%あたりを越えると、positive feedback loopによる相乗効果により、一気に普及する

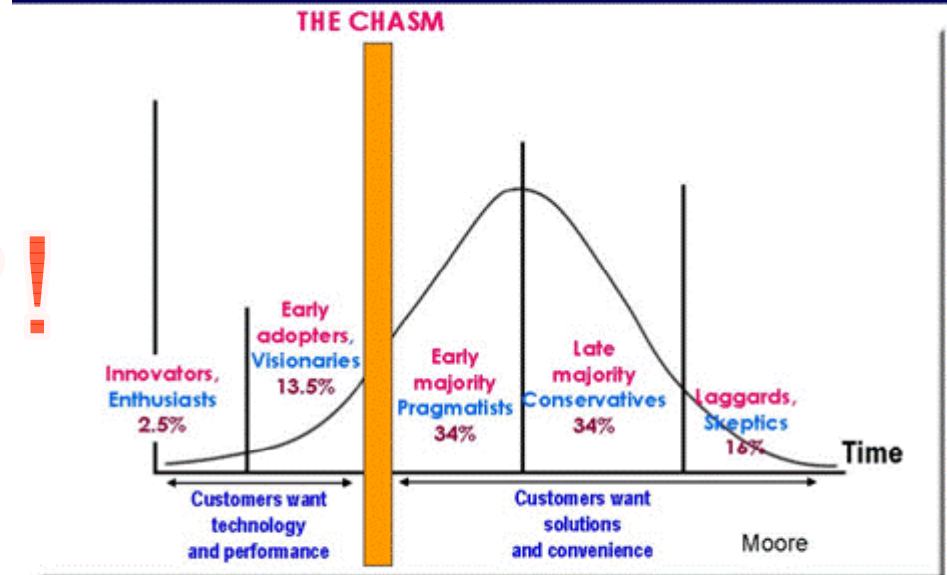
新技術への移行のためには、Chasm（市場の移行を阻害する深い溝）を越えなくてはならない

●普及曲線



?!

Chasm 1 : Adopter chasm



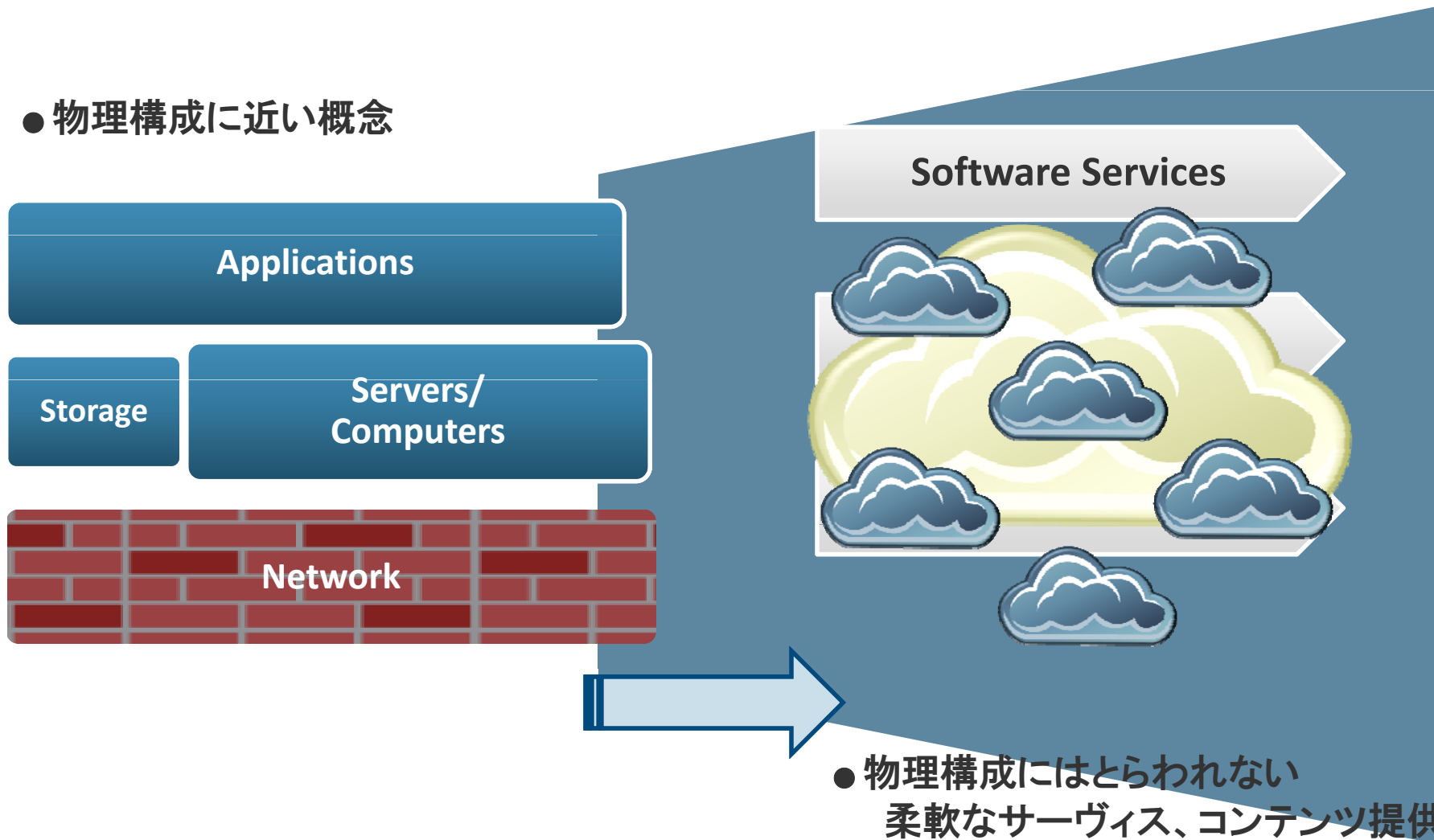
“Diffusion of Innovations” - E.M. Rogers

“Chasm” - Geoffrey A. Moore

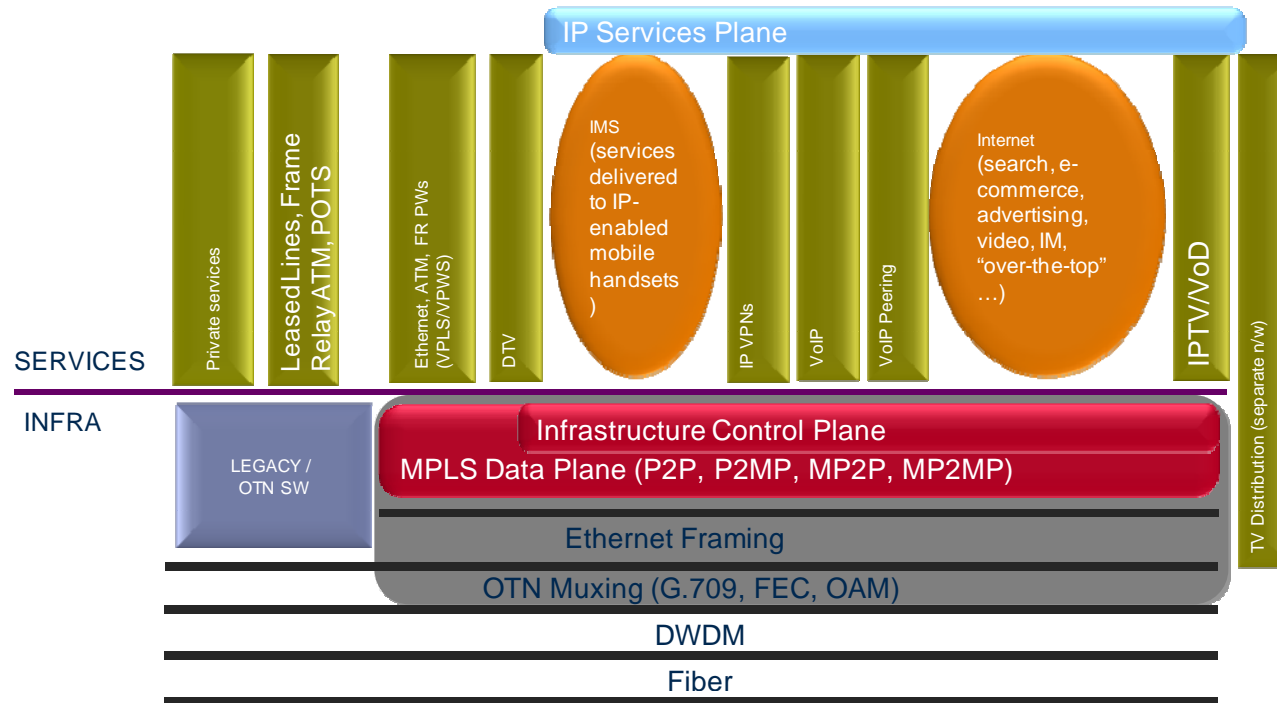
http://www.icvet.tafensw.edu.au/ezone/year_2008/may/article_innovation2.htm

その他の環境変化 (1) 仮想化・抽象化・クラウド化

- 物理構成に近い概念



その他の環境変化 (2) サービスとインフラの関係変化

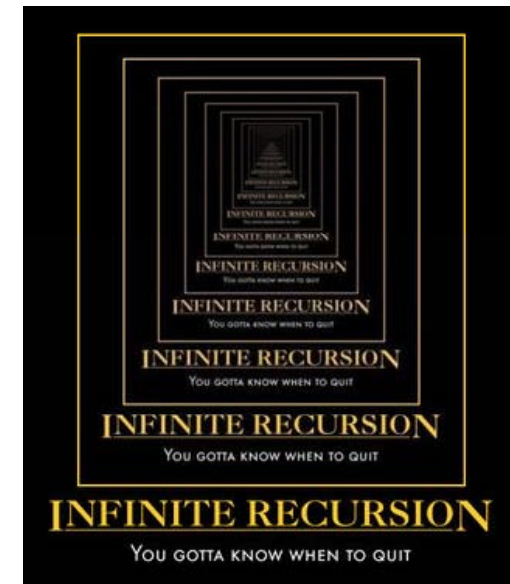


● IaaS...

サービスとしての
インフラ
... が支えるサービス
... としてのインフラ
... が支えるサービス

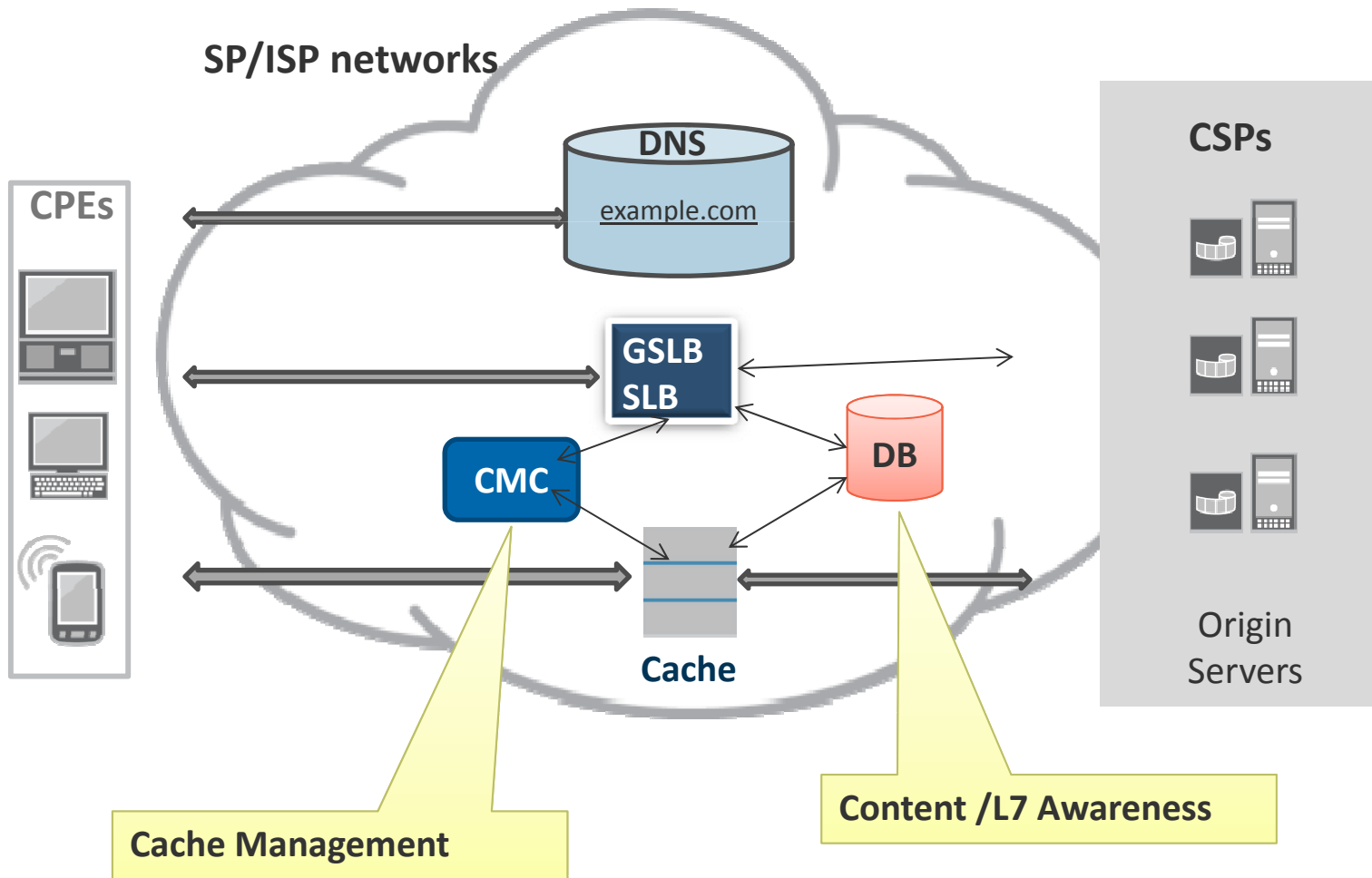
...

● インフラがあり、それがサービスを支える

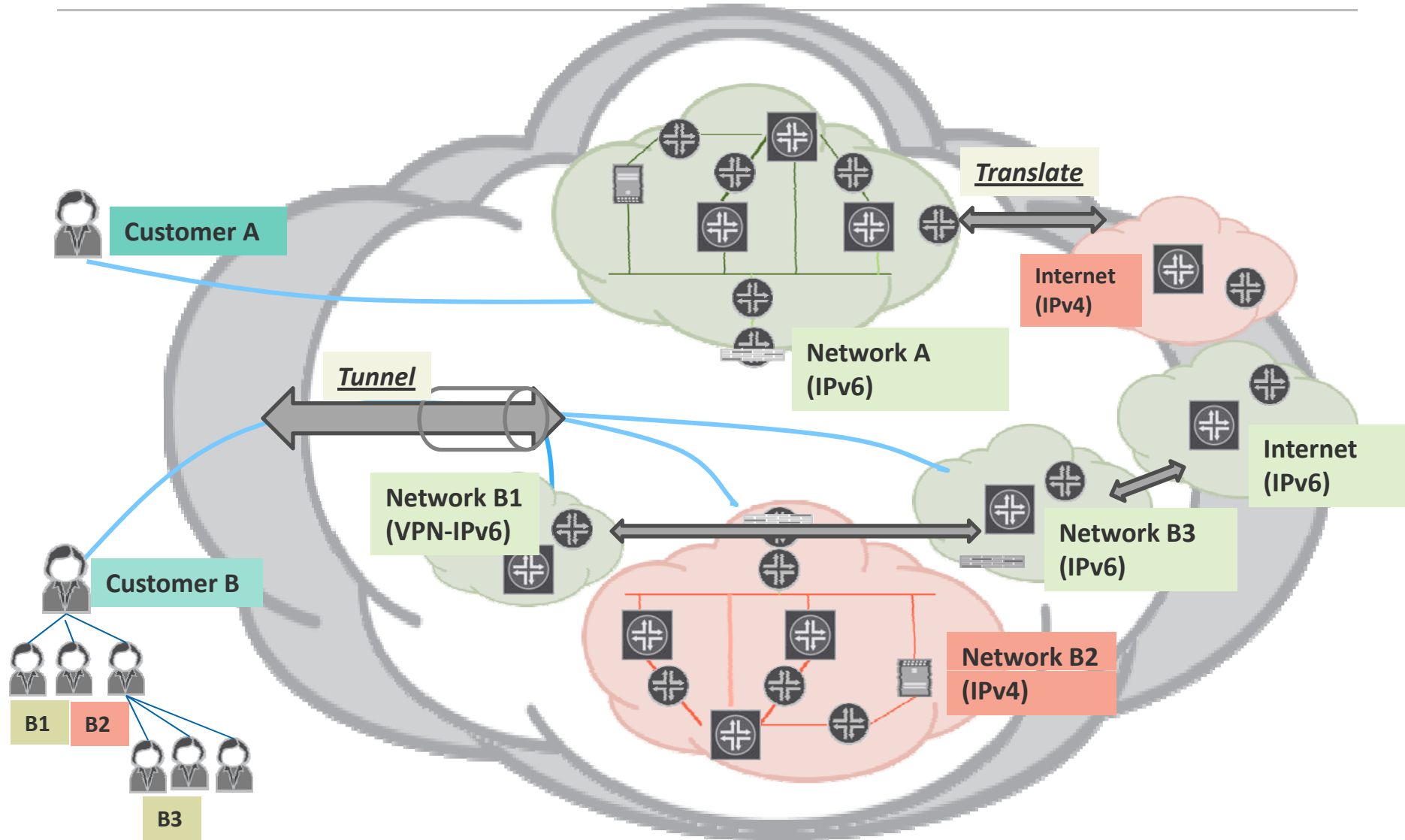


<http://www.peteonsoftware.com/index.php/category/scheme/>

その他の環境変化 (3) L7 AWARE NETWORK!!



その他の環境変化 (4) 仮想化アーキテクチャと多様性



ここまでのまとめ

- 今のネットワーク環境は、もはや一枚岩ではない
 - 仮想化、抽象化
 - 再帰性、多様性
- 普及度を議論することの意味はあまり大きくなかった
 - Rogers, Mooreらの普及理論は、マーケットが一枚岩であることを前提としている
- IPv4もIPv6も、ルーティングインスタンスの一つに過ぎない
 - 相互接続が必要なところに相互接続を推進する
 - 目的と状況に応じた、相互接続方法の適用
- 重要なのはコンテンツ
 - L7 Aware Network !!

AGENDA

1. 現状のアップデート

1-1 IPv6普及状況

1-2 その他の環境変化

2. 共存・移行技術

2-1 基本となる要素技術

2-2 共存・移行のためのツール

- 現在検討されている共存・移行ツール一覧
- ツール選択のためのガイドライン
- 共存・移行ツールへの補足

3. 共存・移行のデザイン

3-1 アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点

3-2 対象別シナリオ例

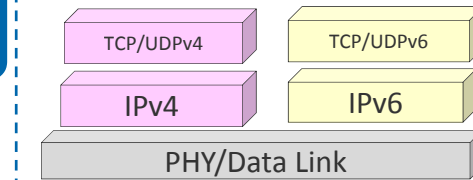
3-3 (APPENDIX) IETF82よりアップデート

4. まとめ

基本となる要素技術 (1/2)

Dual Stack

- 各L3ノードが、IPv4 とIPv6の双方をサポートする



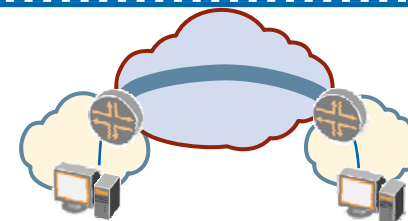
•Dual Stackの特記事項

- ルーティングドメイン内の全ノードが、Dual Stack対応する必要がある
 - 一面(single control plane)に、異なるAddress Familyが混在する
 - アドレス選択のポリシー
 - IPv4とIPv6の優先度は状況により異なる
 - トポロジー設計のポリシー
 - IPv4とIPv6のトポロジー：相似にするか、別物にするか
 - IPv4アドレスの節約にはならない
- 共存・移行時には扱いにくい
両者の仮想化的な分離と、アドレス節約ための方策が別途必要

基本となる要素技術 (2/2)

Tunneling/ Encapsulation

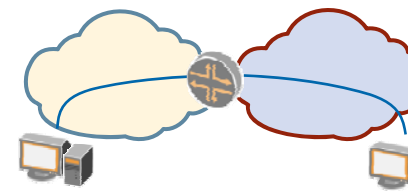
- パケットを任意のヘッダでカプセル化し、カッタスルーする
- 内側パケットの情報はそのまま保持される
- 用語 (Tunnel (p2p), Encap (any2any)) を使い分ける場合もある



•4 over 6, 6 over 4

Translation

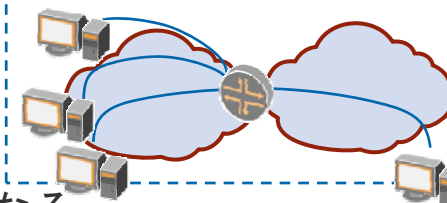
- IPv4 <-> v6のプロトコル変換を行う
- Tunnelによるオーヴァヘッドや隠蔽性はない
- アプリケーションによっては、ALGが必要になる



•6 → 4, 6 → 4 → 6

NAPT binding (+PCP)

- IPv4のアドレス部とポート部を使い、N:1のアドレス集約を行う
- アプリケーションによっては、NAT越え技術、ALGが必要になる
- ネットワークサービス側に置かれる場合、CGN/LSNと呼ばれる



•4(private) → 4(public)

現在検討されている主な共存ツール一覧 (1/3)

名称	概要	標準化状況 (2011年11月現在)	基本要素技術	備考
NAT44(4)	IPv4接続性の提供 Carrier/ISP側でNAPTを実施する	draft-ietf-behave-lsn-requirement-04 (WG draft)	•NAPT(CGN/LSN)	関連： RFC4787, RFC5382, RFC5508
DS-Lite	IPv6インフラ上での IPv4接続性の提供 Carrier/ISP側でNAPTを実施する	RFC6333 (Proposed Standard)	•Tunnel •NAPT(CGN/LSN)	関連： GW-INIT-DSLITE
4 over 6	IPv6インフラ上での IPv4接続性の提供	draft-ietf-softwire-public-4over6-00 (WG draft)	•Tunnel	関連： Stateless 4 over6

用語の補足

- IPv4/v6接続性 IPv4/v6インターネットへの接続性とトランスポートの提供
- IPv4/v6サービス(3VPN的) IP/MPLS網を介した別サイト(IPv4/v6)とのVPNの提供
- IPv6-v4プロトコル変換 プロトコル変換による、IPv4インターネットの接続性提供

現在検討されている主な共存ツール一覧 (2/3)

名称	概要	標準化状況 (2011年11月現在)	基本要素技術	備考
4rd (stateless 4v6 -tunnel mode)	IPv6インフラ上での IPv4接続性の提供 CPE側でNAPTを実施す る	draft-murakami- software-4rd- 00(individual draft) draft-depres-software- 4rd-addmapping- 01(individual draft)	<ul style="list-style-type: none"> •Encapsulation •NAPT(CPE) 	A+P(RFC6346, Experimental)も Stateless Tunnel approach
stateless 4v6 - translation mode)	IPv6インフラ上での IPv4接続性の提供 CPE側でNAPTを実施す る	draft-dec-stateless- 4v-00(individual draft) draft-murakami- software-4v6- translation- 00(individual draft)	<ul style="list-style-type: none"> •Translation •NAPT(CPE) 	
SA46T	IPv6インフラ上での IPv4 サービス(L3VPN 的)提供	draft-matsuhira- sa46t-spec- 03(individual draft)	<ul style="list-style-type: none"> •Encapsulation •SA46T-ASの 場合 : NAPT(CPE or Server) 	L3VPN over IPv6 infrastructure

現在検討されている主な共存ツール一覧 (3/3)

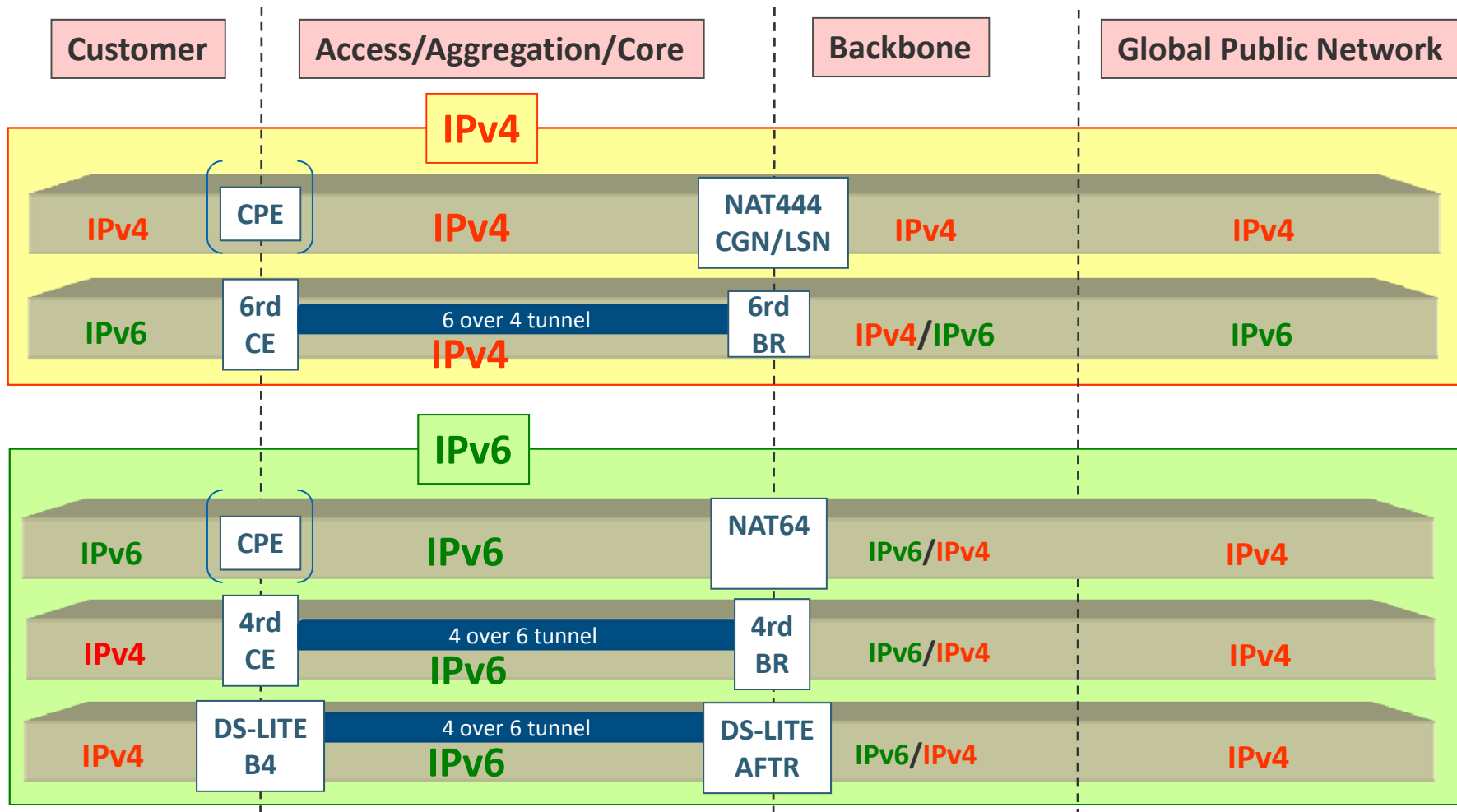
名称	概要	標準化状況 (2011年11月現在)	基本要素技術	備考
6rd	IPv4インフラ上でのIPv6接続性の提供	Proposed Standard	•Tunnel	RFC5969
6PE, 6VPE	IPv4インフラ上でのIPv6サーヴィス(L3VPN的)提供	Proposed Standard	•Encapsulation	RFC4798(6PE) RFC4659(6VPE)
Softwire Mesh	IPv4 or IPv6インフラ上でのIPv6 or IPv4サーヴィス(L3VPN的)提供	Proposed Standard	•Encapsulation	RFC5565(softwire framework)
NAT64	IPv6からIPv4へのプロトコル変換	Proposed Standard	•Translation	RFC6146

Yet to come...

標準化状況への補足

- Proposed Standard RFC 標準へと提唱されたRFC
- Experimental RFC 実験的RFC
- WG draft IETF作業部会(Working Group)で認められたドラフト
- Individual draft 個人提案のドラフト

共存・移行ツールの方式まとめ



ツール選択のためのガイドライン (1/5)

選択のクライテリア

- (a) 目的
- (b) ネットワークインフラ
- (c) サービス形態
- (d) Translation Bindingの場所

ツール選択のためのガイドライン (2/5)

(a) 目的

1. IPv4接続性の提供、アドレス共用必要
2. IPv4接続性の提供、アドレス共用なし
3. IPv4(L3VPN的)サーヴィス提供
4. IPv6接続性の提供
5. IPv6(L3VPN的)サーヴィス提供
6. IPv6->IPv4プロトコル変換サーヴィス提供

(* Public IPv4枯渇対策としてアドレスの節約をしたい場合はアドレス共用必要

ツール選択のためのガイドライン (3/5)

(b) ネットワークインフラ

1. IPv4
2. IPv6

(* Dual Stackの場合も、どちらのAddress Familyを使用するかで、二者に分けられる

ツール選択のためのガイドライン (4/5)

(c) サービス形態

1. Managed
2. Unmanaged

(*)

•Managed Serviceの場合は、CPEやモバイル端末を、サービス提供者の管理下におくことができる。このことは、

-端末側の機能の追加・変更が比較的容易

-管理情報（例えば、NAPT機能で使用するアドレスやポートレンジ）の配布が比較的容易

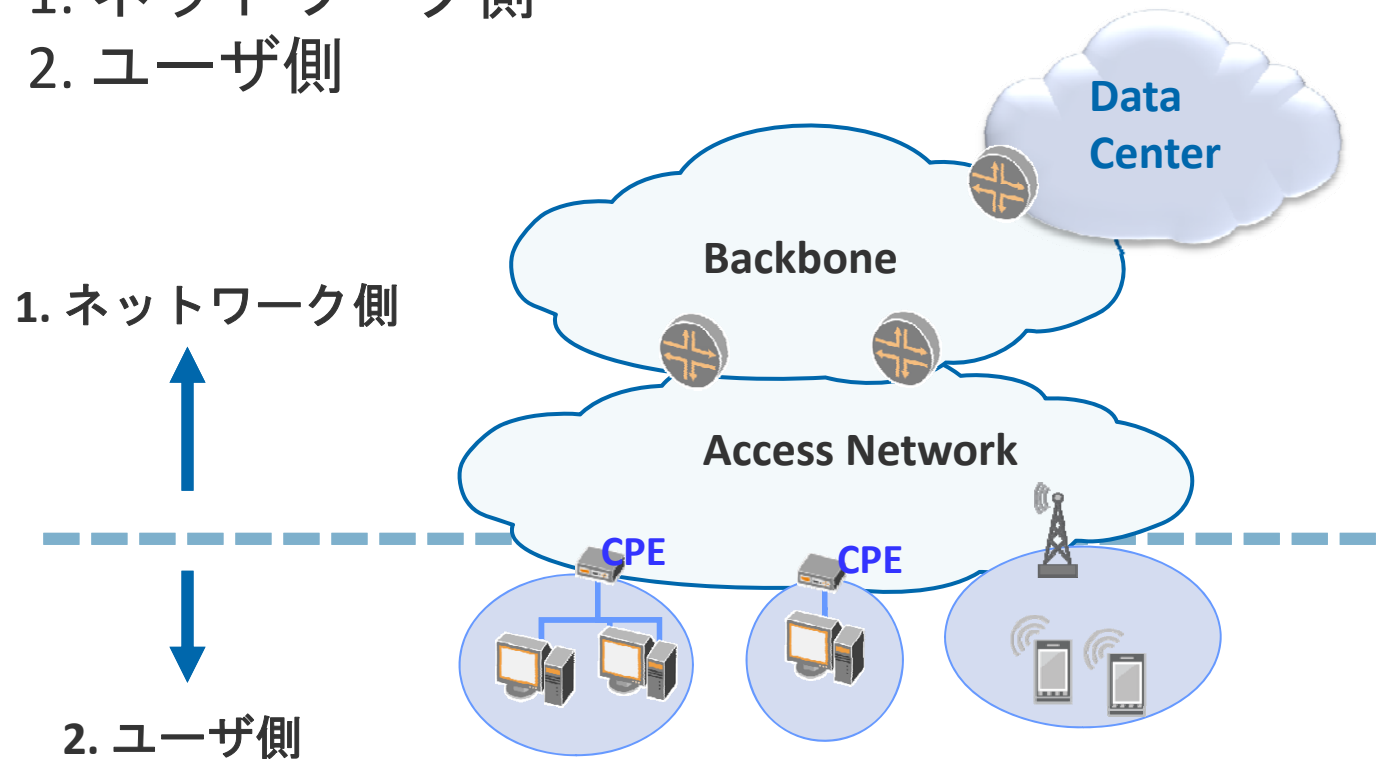
といった特徴につながる。

• Unmanaged Serviceの場合も、その機能が十分に成熟して標準として定着し、市場に普及すれば実現可能であるが、それまでにはかなりの時間がかかる。

ツール選択のためのガイドライン (5/5)

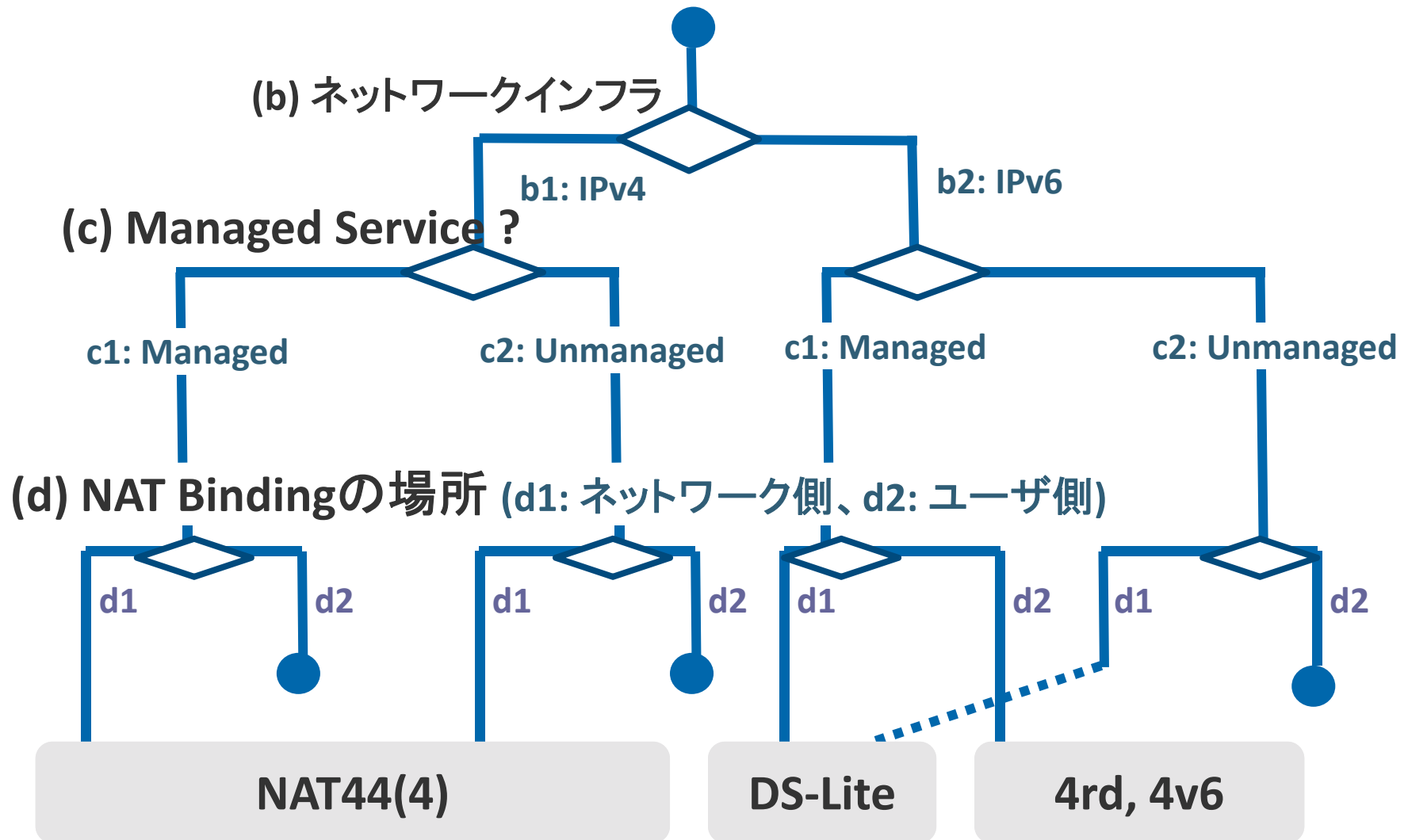
(d) Translation Bindingの場所

1. ネットワーク側
2. ユーザ側

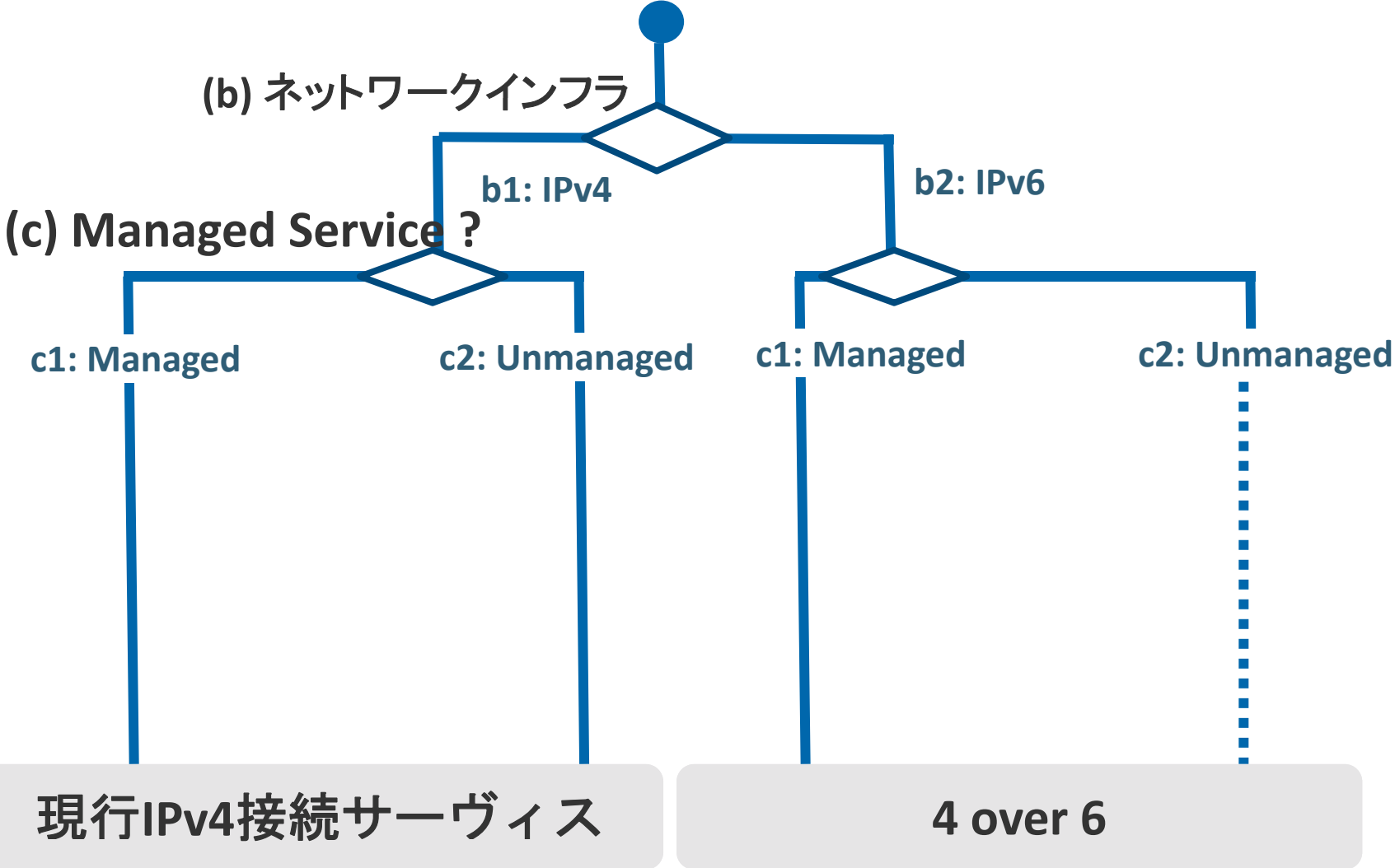


(*) Translation, Bindingが専らユーザ側で行われる場合、ネットワーク側でTranslation Stateを保持する必要が無い場合、"Stateless"方式と呼ばれる。

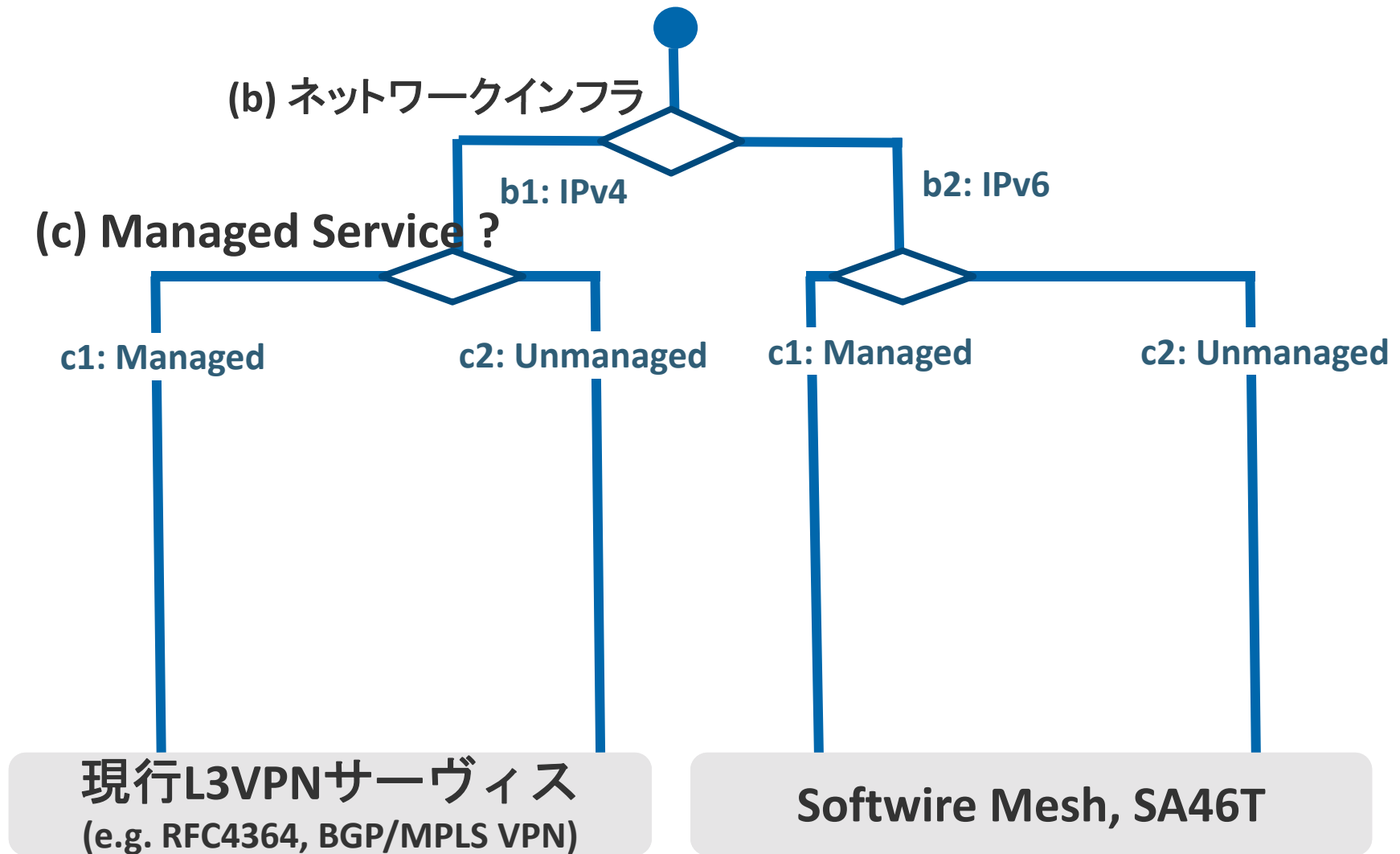
(A)-1 IPv4接続性の提供、アドレス共用必要



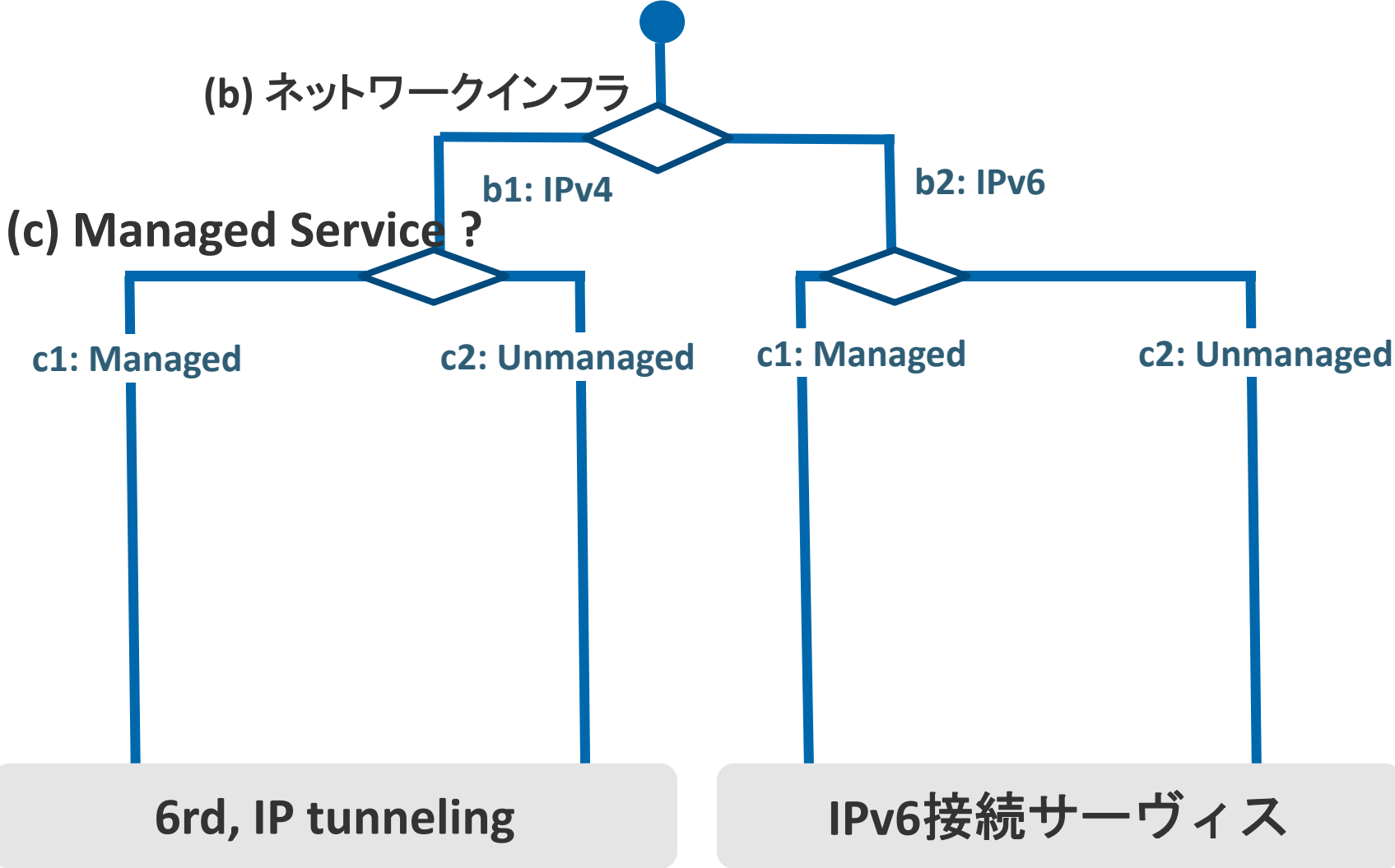
(A)-2 IPv4接続性の提供、アドレス共用なし



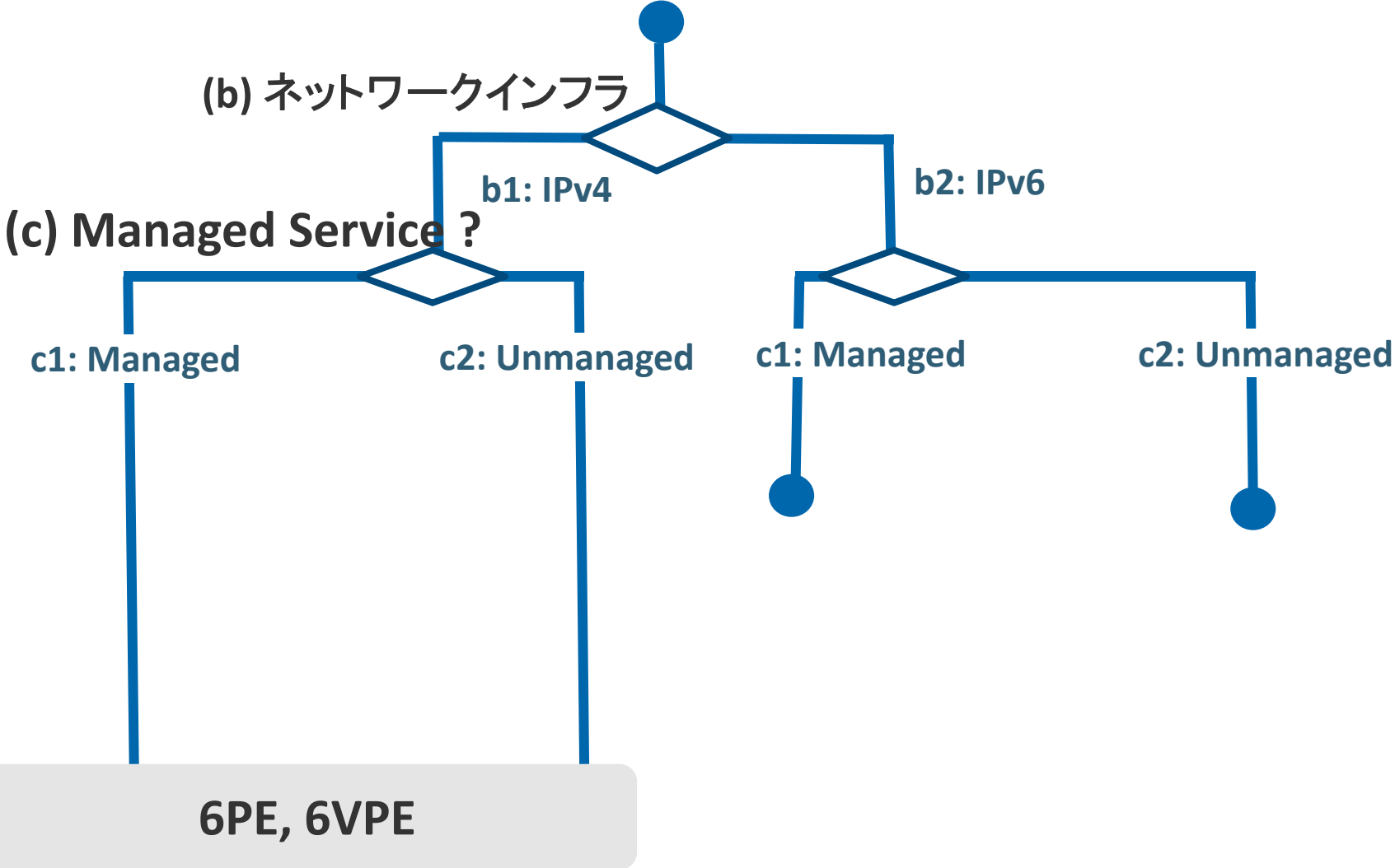
(A)-3 IPV4(L3VPN的)サービス提供



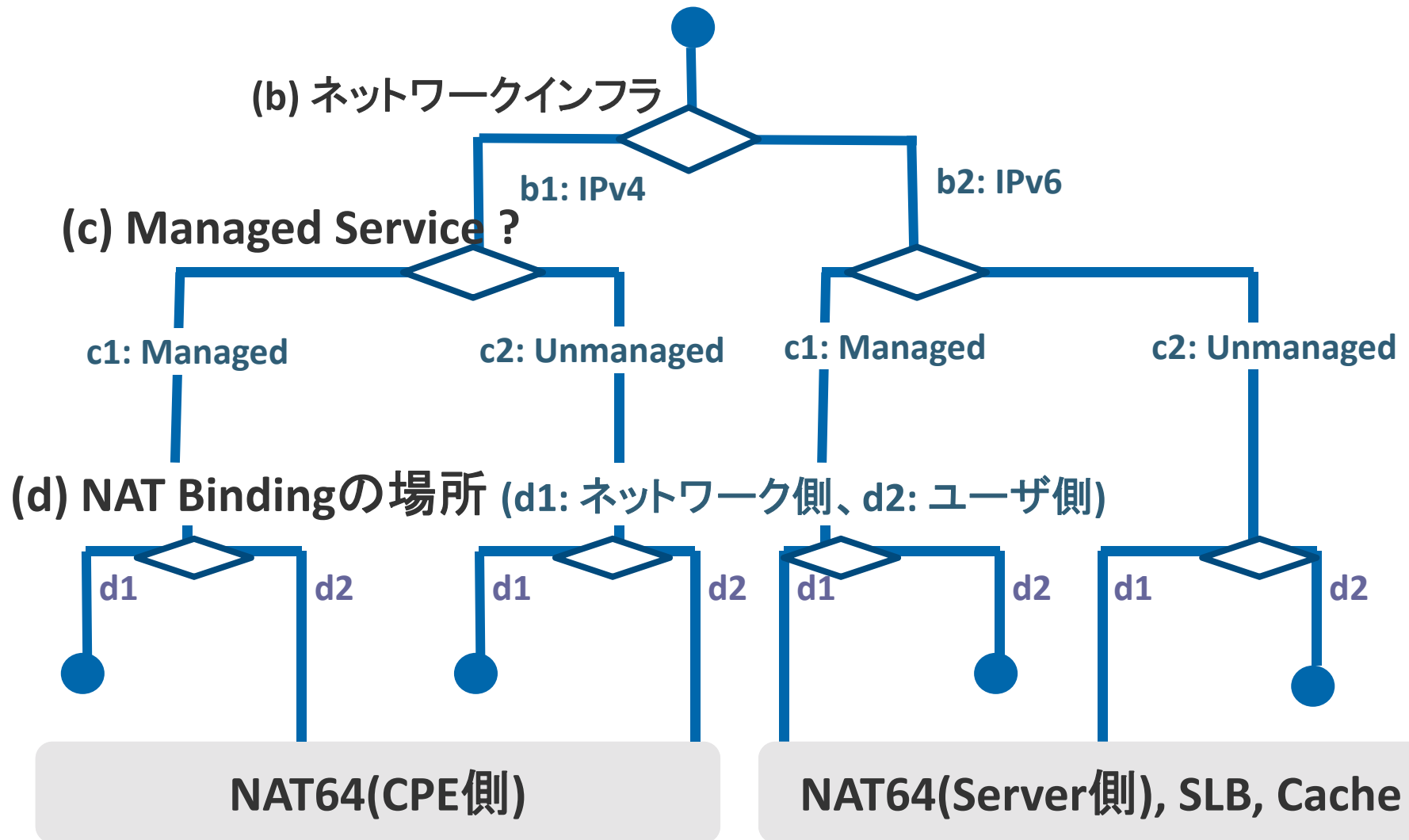
(A)-4 IPV6接続性の提供



(A)-5 IPV6(L3VPN的)サービス提供



(A)-6 IPV6 → IPV4 プロトコル変換サーヴィス



共存・移行ツールへの補足

- PCP

 - アプリケーションによるNAPTの制御

 - NAPTによるアプリケーション制限の緩和可能性

- Virtual CPE

 - CPE機能の仮想化・クラウド化可能性

 - CPE機能を高度化することに伴う高コスト化、管理負荷の軽減可能性

- L7 awareness

 - ネットワークにおけるL7機能取り込み、L7 awareコミュニケーション (NAT64+ALG, キャッシュ, ロードバランサーなど)

 - ユーザ側やサービス側は、IPv4/v6を意識せずに、ユーザが目的のコンテンツにアクセスできるようになる可能性

PCP (1/3)

- PCP: Port Control Protocol
- NATのポートを制御する技術
- PCPは、STUN/TURN/ICEなどの「NAT越え技術」とは異なり、アプリケーションとNATとの明示的なやりとりである
- ホームルータでのUPnP-IGDやNAT-PMPの、SP版拡張とも捉えられる
- IETF PCP WGにて標準化作業中

(*)

UPnP-IGD : Universal Plug and Play – Internet Gateway Device

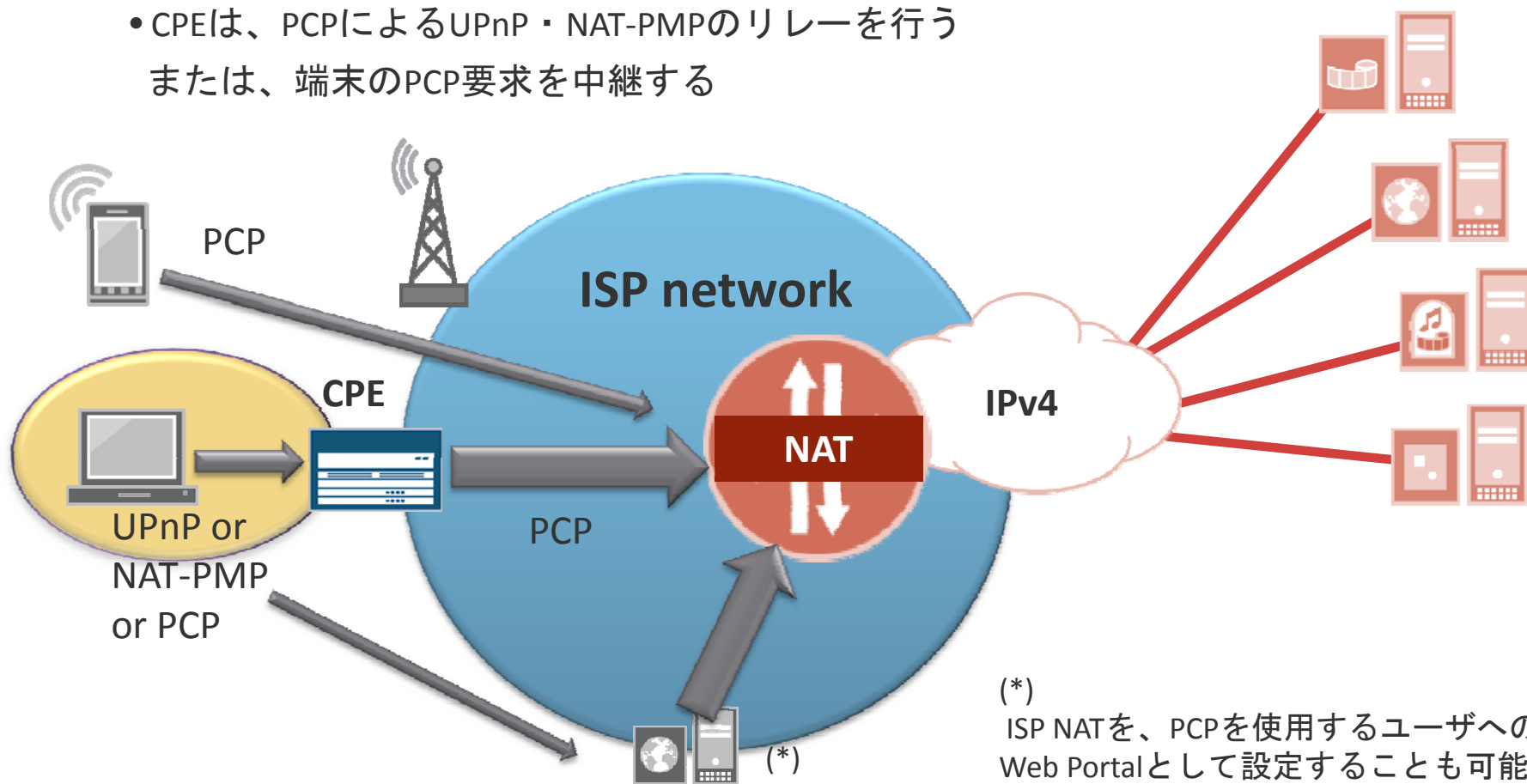
NAT-PMP : NAT - Port Mapping Protocol

PCP WG chairs: Alain Durand (Juniper) & Dave Thaler (Microsoft)

PCP (2/3)

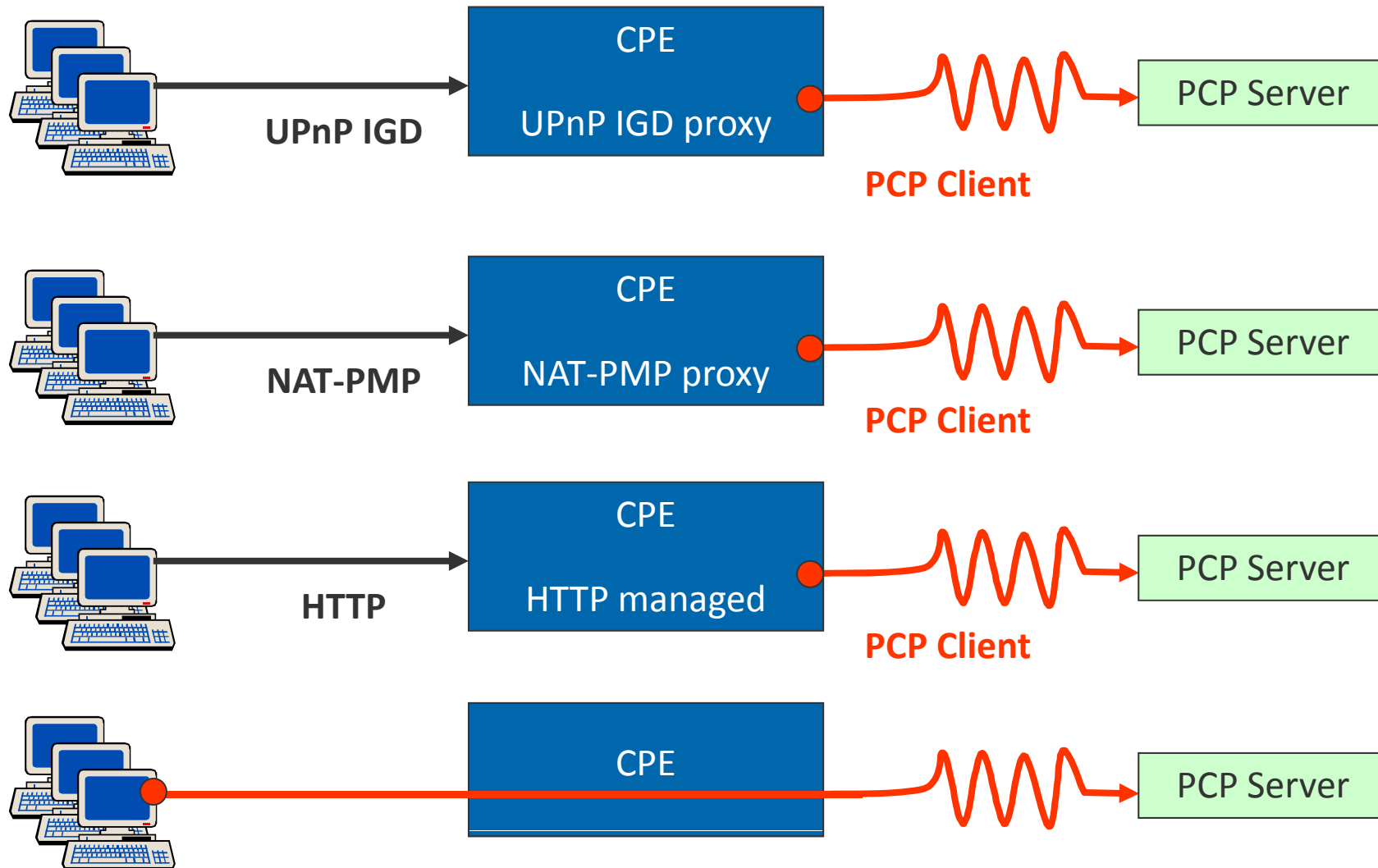
使用イメージの例：

- PCPを用いて、ISP NATに対し、使用ポートのネゴシエーションを行う
- CPEは、PCPによるUPnP・NAT-PMPのリレーを行う
または、端末のPCP要求を中継する



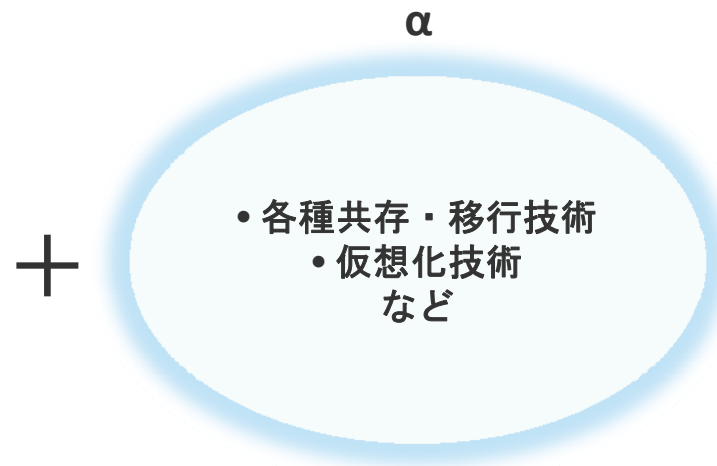
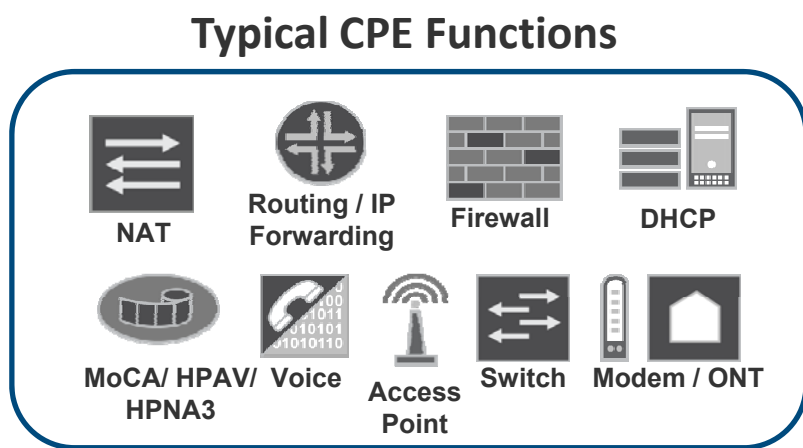
(*)
ISP NATを、PCPを使用するユーザへの
Web Portalとして設定することも可能

PCP (3/3) - 実装モデル



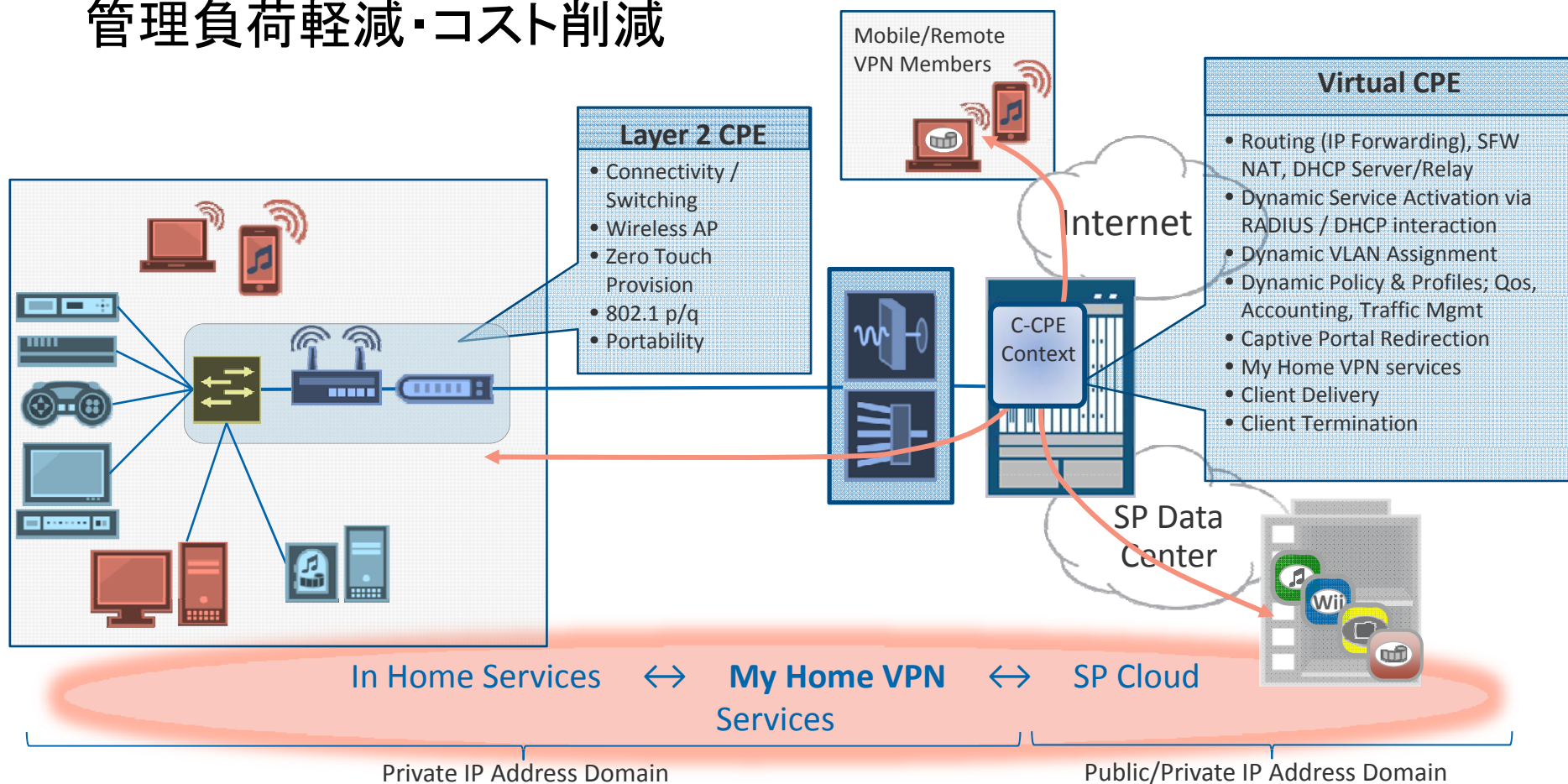
VIRTUAL CPE (1/2)

■ CPE機能の高度化

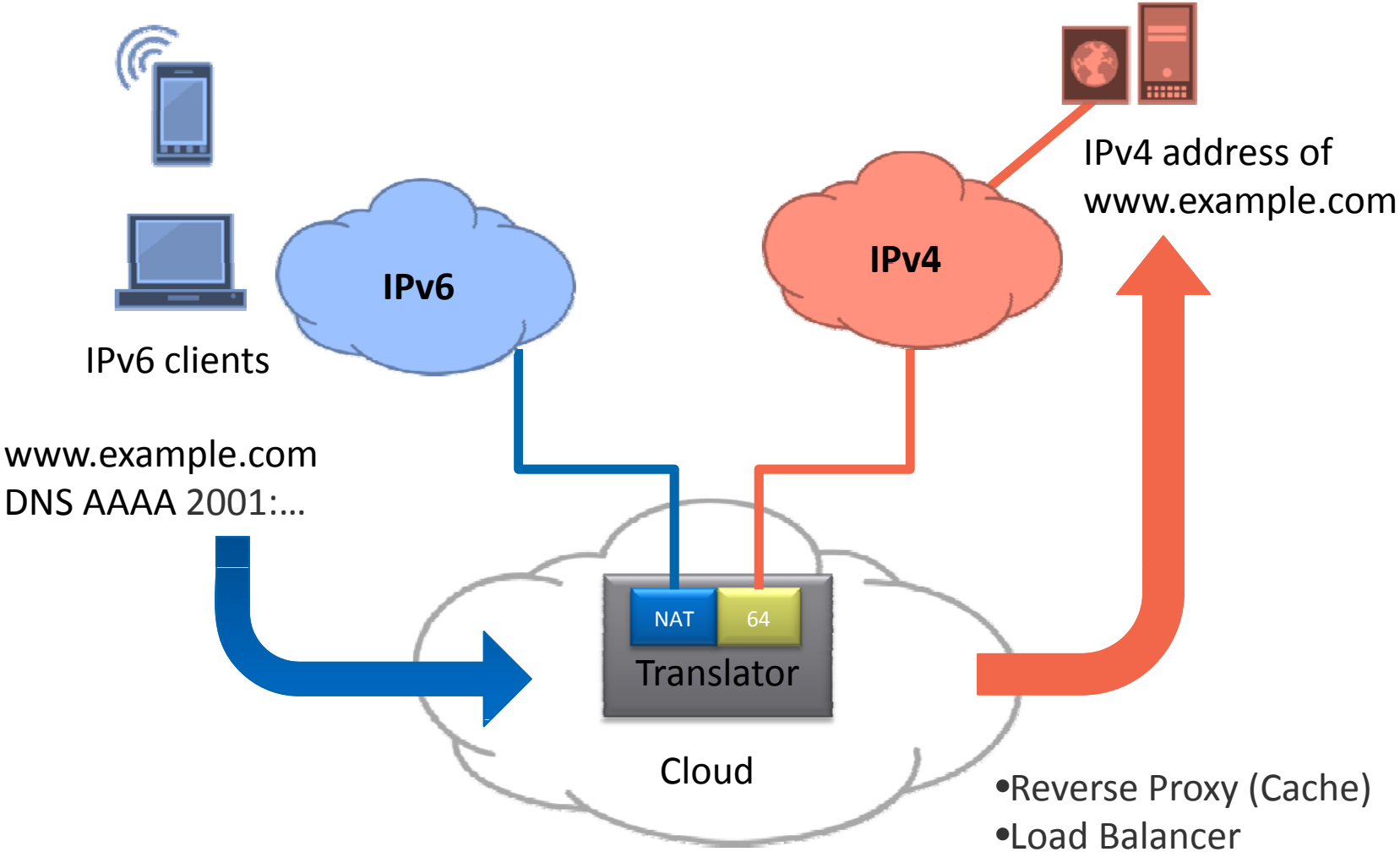


VIRTUAL CPE (2/2)

- Virtual CPEによる機能・サービス高度化と
管理負荷軽減・コスト削減

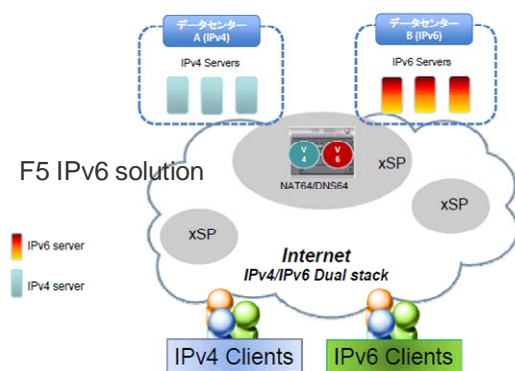


L7 AWARENESS (1/2)

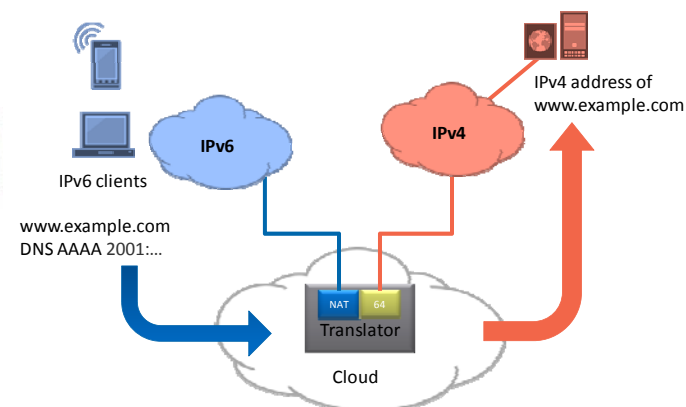
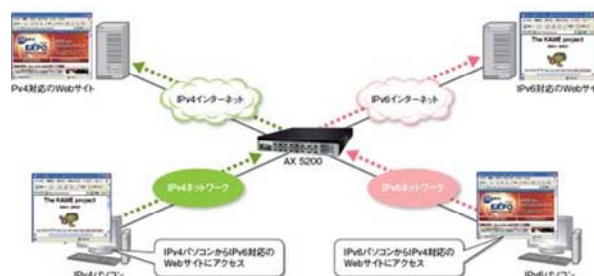


L7 AWARENESS (2/2)

- L7 Aware Networkの介在により、ユーザ側も、サービス側もほとんど意識せずに、ユーザへのサービスを続行できる。
 - DNSに、www.example.comへのAAAAレコードとして、Translator (/Load balancer/Cache)のIPv6アドレスを追加する。
 - Translator側にて、Origin Server(www.example.com)のIPv4アドレスに戻して、通信を行う。



A10 networks demo @ Interop



http://internet.watch.impress.co.jp/docs/news/20100709_379671.html
www.f5networks.co.jp/shared/pdf/F5_IPv6_solution.pdf

AGENDA

1. 現状のアップデート

1-1 IPv6普及状況

1-2 その他の環境変化

2. 共存・移行技術

2-1 基本となる要素技術

2-2 共存・移行のためのツール

- 現在検討されている共存・移行ツール一覧
- ツール選択のためのガイドライン
- 共存・移行ツールへの補足

3. 共存・移行のデザイン

3-1 アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点

3-2 対象別シナリオ例

3-3 (APPENDIX) IETF82よりアップデート

4. まとめ

アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点 (1/3)

- IPv4アドレスを節約しながら、新規ユーザに対してIPv4を割り振る場合は、NAPTによるアドレス集約が避けられない。
- NAPTの実装にはいくつかのアーキテクチャ選択肢があり、それがネットワークサービスの特性を左右する。

アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点 (2/3)

● ネットワークサービス特性への影響

項目	内容
運用管理性	運用管理の方式 <ul style="list-style-type: none">• 機器運用管理• アドレスマッピング管理• キャパシティ計画、管理• 加入者管理
機器コスト	機器導入にかかるコスト <ul style="list-style-type: none">• セッションあたりコスト• 帯域あたりコスト• ユーザあたりコスト
HA、耐障害性	稼働率に関わるポリシー <ul style="list-style-type: none">• {集中 分散}と影響範囲• 冗長方式 (1:1, 1:N)• 障害切替え方式 (Act-Act, Act-Sby)
アドレス集約効率	アドレスの共有度合い (1つのPublicアドレスを何ユーザでシェアできるか)
ログ保管問題	通信元特定のために、大量のセッションログを保管しなくてはならない問題
アプリケーション制約	Peer to Peer等一部のアプリケーションが使えなくなる可能性

アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点 (3/3)

- 主なアーキテクチャ選択肢

Translation

Port Management

Tunnel

アーキテクチャ選択肢 – TUNNEL

Tunnel

- Tunnelする・しない
- 始点・終点をどこに置くか

運用管理性

機器コスト

HA
(耐障害性)

アドレス
集約効率

ログ保管問題

アプリケーション
制約

アーキテクチャ選択肢 – TRANSLATION

Translation

- {protocol translation | port translation }
- {Stateful | Stateless} *
- どこでtranslationするか

* Stateが必要になるケース

- Session情報を使ってマッピングを行う場合

N:1 translation

Dynamic translation

- ただし、ユーザ側でTranslationを行えば、ネットワーク側でStateを持つ必要はない

運用管理性

機器コスト

HA
(耐障害性)

アドレス
集約効率

ログ保管問題

アプリケーション
制約

アーキテクチャ選択肢 – PORT MANAGEMENT

Port Management

- Port Control {Yes | No} *
- Port Allocation **
{Dynamic | Bulk | Deterministic}

* Port Controlについては、PCPの項(p.33-)参照

** Port Allocationについては、次ページ以降参照

運用管理性

機器コスト

HA
(耐障害性)

アドレス
集約効率

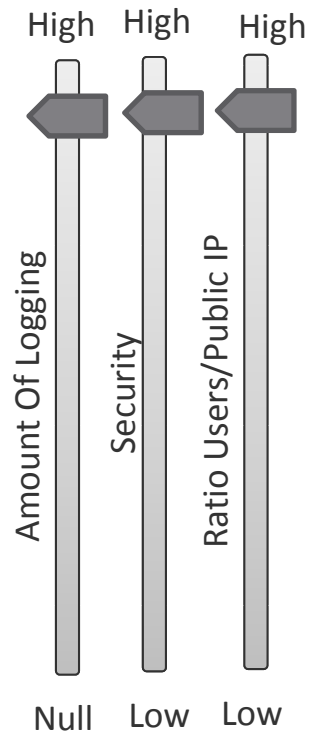
ログ保管問題

アプリケーション
制約

ログ容量問題について

- 送信元特定のために、Translationのログを保管しなくてはならない。
- しかし、そのままではログ容量が膨大になる。
 - 多量のストレージ容量 = 高コスト
 - 何らかの対策が必要
 - ログの内容を削る（セッションスタート時のみログし、終了時はログしない、など。）
 - Bulk（塊り）でポートを割り当て、セッション毎のログではなくアロケーション毎のログにする。(e.g. Port Bulk Allocation)
 - Bindingをstaticすることにより、ログを不要にする。(e.g. deterministic NAT, 4rd)

PORT ALLOCATION - DYNAMIC NAT



- 各セッションに対して、ポートをランダムに割り当てる。
(NAPTのデフォルト動作)

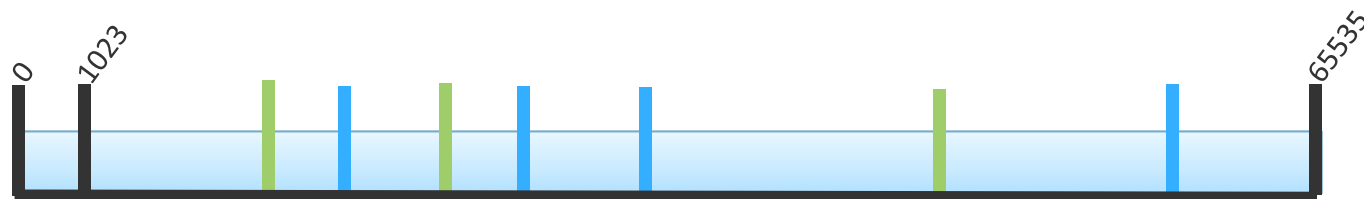
- 特徴

- (Pros)

- 高いアドレス集約効率（分割損なし）
 - セキュリティに強い（Random Port）

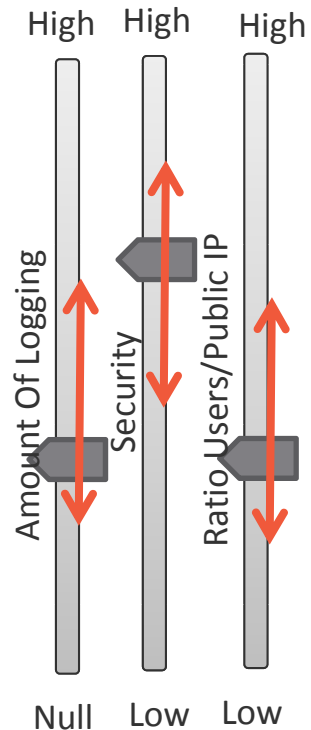
- (Cons)

- セッション毎のログが必要



Public アドレスの使用ポート : ■ User-A ■ User-B

PORT ALLOCATION – PBA (PORT BULK ALLOCATION)



- セッション生成時に、NAPTは連続的なポートをブロックで割り当てる。割り当てたブロックの中から、実際に使うポートがランダムに選択される。
- (そのユーザの) 次のリクエストに対しては、ポートはそのブロックから割り当てられる。
- すべてのポートが未使用になった時点で、割り当ては解消される。
- ログは、ブロック割り当て時と開放時にのみ生成される。

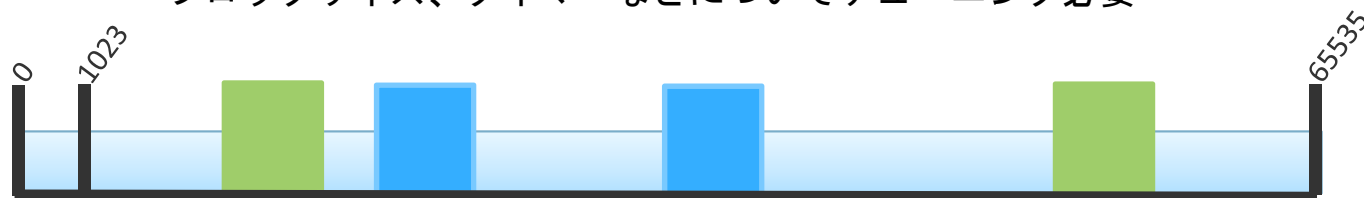
特徴

(Pros)

- ログを大きく削減できる
- アドレス集約効率、ログの量、セキュリティ度合いの兼合いをチューニング可能

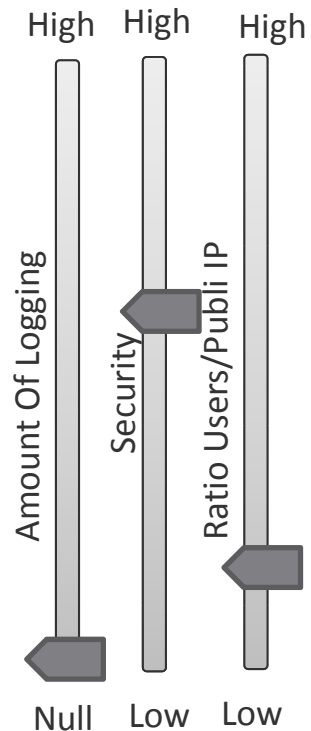
(Cons)

- ブロックサイズ、タイマーなどについてチューニング必要



Public アドレスの使用ポート : ■ User-A ■ User-B

PORT ALLOCATION – DETERMINISTIC NAT



- ユーザに対して、IPアドレスとPORTブロックを固定的に割り当てる。
- 新たなセッションに対して、そのポートレンジの中から、ダイナミックに決定される。

▪ 特徴

(Pros)

- ユーザは、常に同じPublic IPアドレスが割り当てられることになる
- ログの必要はなくなる

(Cons)

- アドレス集約効率は低くなる（分割損、使っていないユーザへも常に割り当てられたまま）
- ポートが足りなくなっても、新たなブロックをアサインすることはできない



Public アドレスの使用ポート : ■ User-A ■ User-B

対象別シナリオ例

- ISP, Access Provider
- Mobile SP
- 企業
- Contents Provider

対象別シナリオ例 – ISP, ACCESS PROVIDER

- ネットワークの技術基盤を提供する立場



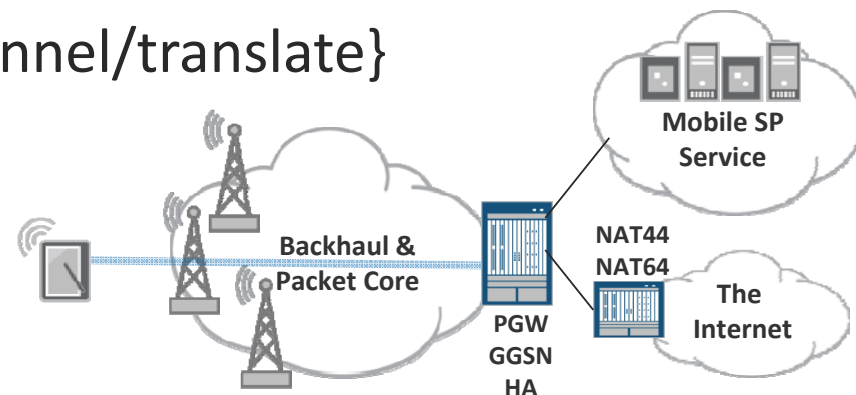
- 状況に応じて、できるだけ広い選択肢を提供する
 - {public | NATed IPv4}
over {native | tunnel/translate | virtualization}
 - IPv6 over {native | tunnel/translate | virtualization}

対象別シナリオ例 – MOBILE SP

- 垂直ビジネスモデル（端末までManaged）
- Mobilityサポートのため、端末からアンカーポイントまでのTunnelが必要



- 端末 {dual stack | IPv6 only}
PC dongle等も考えれば、少なくとも当面はdual stackが推奨
- PDP context {IPv4 | IPv6 | IPv4/IPv6 }
コスト面で、IPv4/v6推奨
- {(public) | NATed IPv4} over {tunnel/translate}
- IPv6 over {tunnel/translate}
- GW-INIT-DSLITE、MPLS VPN
などによるトラフィック分離



対象別シナリオ例 – 企業

- ネットワークの提供は本業ではない
 - なるべく手軽な方法が望まれる
- ↓
- 外部向け情報・サービスのIPv6化
 - DMZのIPv6化
 - L7 (NAT64, Reverse Proxy, Load balancer)によるIPv6対応
 - IPv6 サイト同士は、6PE/6VPEなどを使って接続
バックボーンにMPLSがなければ、MPLS over IPを使用可能

対象別シナリオ例 – CONTENT PROVIDER (1/4)

- 企業と同様、ネットワークの提供は本業ではない...
本業は「コンテンツの提供と効率的配布」
- ... という見方もあるが、実際に世界のIPv6化を最も強く牽引しているのはGoogle、そしてAkamai, Yahoo, Facebook, Netflix...

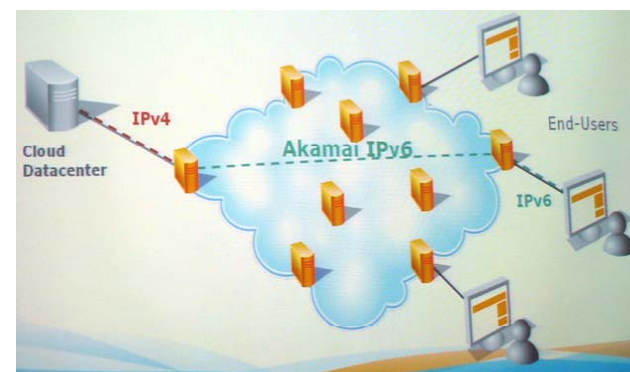
- **Google IPv6 history ->**

NANOG50における
Lorenzo Colitti氏資料より

April 2005	Obtain and announce address space
...	...
July 2007	Network architecture and software engineering begin (20%)
January 2008	First pilot router. Google IPv6 conference, Google over IPv6 for attendees
March 2008	ipv6.google.com (IETF 72)
November 2008	First Google over IPv6 networks enabled. Google over IPv6 at RIPE / IETF / ...
January 2009	Google over IPv6 publicly available
March 2009	Google maps available over IPv6, 3x increase in traffic
August 2009	IPv6 enabled in Android (Droid and Nexus One)
February 2010	Youtube available over IPv6, 10x increase in traffic
March 2010	Backbone fully dual-stack. IPv6 in AppEngine
June 2010	Googlebot starts crawling IPv6

対象別シナリオ例 – CONTENT PROVIDER (2/4)

- 特にGoogle, Akamaiは、Analyticや広告主への情報提供のために、ユーザのIP情報を把握したい
- GlobalなCacheの配置も自分たちで行う
勝手にCacheされたくない (-> http cache control directive)
- SPによるNAPTによってIP情報を隠蔽されたくない
- IPv6は、IPv4よりもさらに国・地域などが明示的になると期待される
→ Global IPv6 推進！



対象別シナリオ例 – CONTENT PROVIDER (3/4)

- Content Providerからみた、IPv6サービス提供（AAAAの提供）に関する問題点
 - IPv6でアクセスするかを決めるのはユーザ側なので、提供側が予期せずQoEを下げる可能性がある。
 - その他もろもろ
 - IPv6 閉域網とフォールバック問題（日本）
 - ← TCP RST
 - ← AAAA filtering
 - ← Policy table書き換え (<http://www.attn.jp/maz/p/i/policy-table/>)
 - PMTUdとICMP rate limiting

World IPv6 Day, World IPv6 Week, World IPv6 Month...で、徐々に解決

対象別シナリオ例 – CONTENT PROVIDER (4/4)



- IPv6でわくわくすることをやる
 - Business Incentiveを追求する
 - 新しいしくみを実現する
 - ...

または

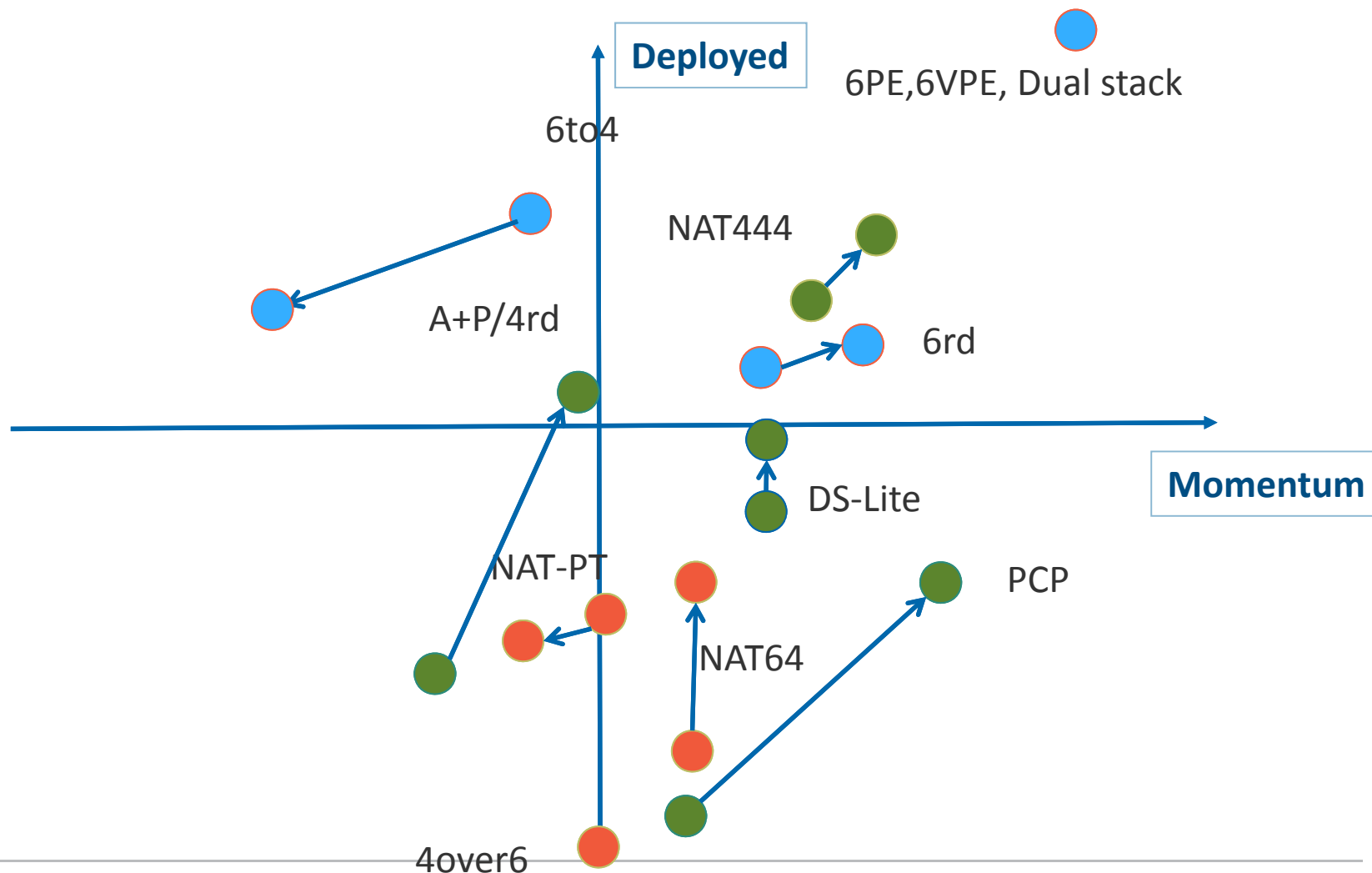
- あまり無理せず、状況を愉しむ
 - 状況に応じてなるべく手軽な方法を実行する (p.53)



(APPENDIX) IETF82 UPDATE – TREND



各種共存・移行技術に関するトレンド



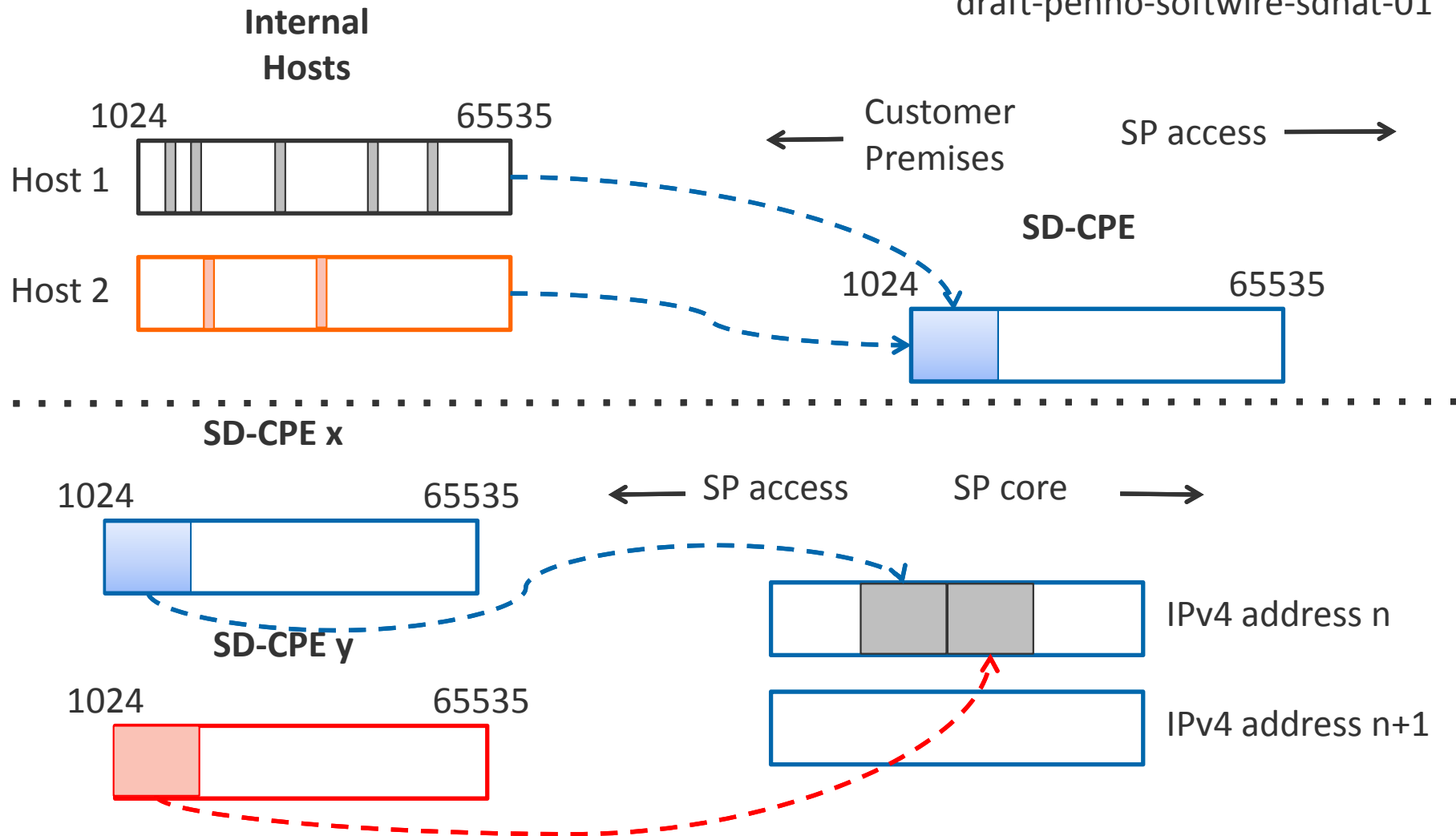
(APPENDIX) IETF82 UPDATE – “STATELESS”に関する議論

- ネットワーク側で“State”を持つことに対する懸念と議論
 - ログ容量問題
 - High Availabilityのための冗長構成と切り替えの問題
 - スケーリングやコストに関する懸念

- Stateless を指向する多くの方式に関する提案と議論
(A+P、4rdとそのVariation、dIVI)
 - IPv4-v6 mapping (tunnel? | translation?)
 - CPEへの機能追加が大きくなる傾向
 - ICMPやPPTPのためのALGは必要か
 - fragmented packetをどうするか
 - その他、議論渦中...

(APPENDIX) STATELESS DETERMINISTIC NAT

draft-penno-software-sdnat-01



(APPENDIX) STATELESS DETERMINISTIC NAT-特徴

- 他^oのStatelessソリューションの長所を継承
 - No Logs, No State, 冗長化構成が容易

- CPEへの変更は最小化
 - 使用可能ポートを限定するのみ
[1024-Max]
 - それ以外のCPE側の変更は一切無い

- 柔軟性
 - アクセスネットワークのリナンバリングの必要なく、IPv4グローバルアドレスの配分が可能
 - アクセスネットワークは、IPv6でもIPv4でもよい
 - SD-NAT for DS-Lite, SD-NAT for NAT444

AGENDA

1. 現状のアップデート

1-1 IPv6普及状況

1-2 その他の環境変化

2. 共存・移行技術

2-1 基本となる要素技術

2-2 共存・移行のためのツール

- 現在検討されている共存・移行ツール一覧
- ツール選択のためのガイドライン
- 共存・移行ツールへの補足

3. 共存・移行のデザイン

3-1 アドレス集約(NAPT)構成に関する考慮点

3-2 対象別シナリオ例

3-3 (APPENDIX) IETF82よりアップデート

4. まとめ

まとめ

- 共存は避けられない
 - IPv6もあるひとつのRouting Instanceと捉える
 - 共存技術は仮想化技術にも通じる
- 仮想化による多様性への対応
 - 新たなしくみやビジネス機会を追求する好機
- Diverge and Converge
 - 多様性はよいこと
 - しかし、発散のあとは収斂も必要
 -



everywhere