

IPv6 on MPLS networks

- AYAME Update 2001-2002 -

Zin Uda <zin@jaist.ac.jp>

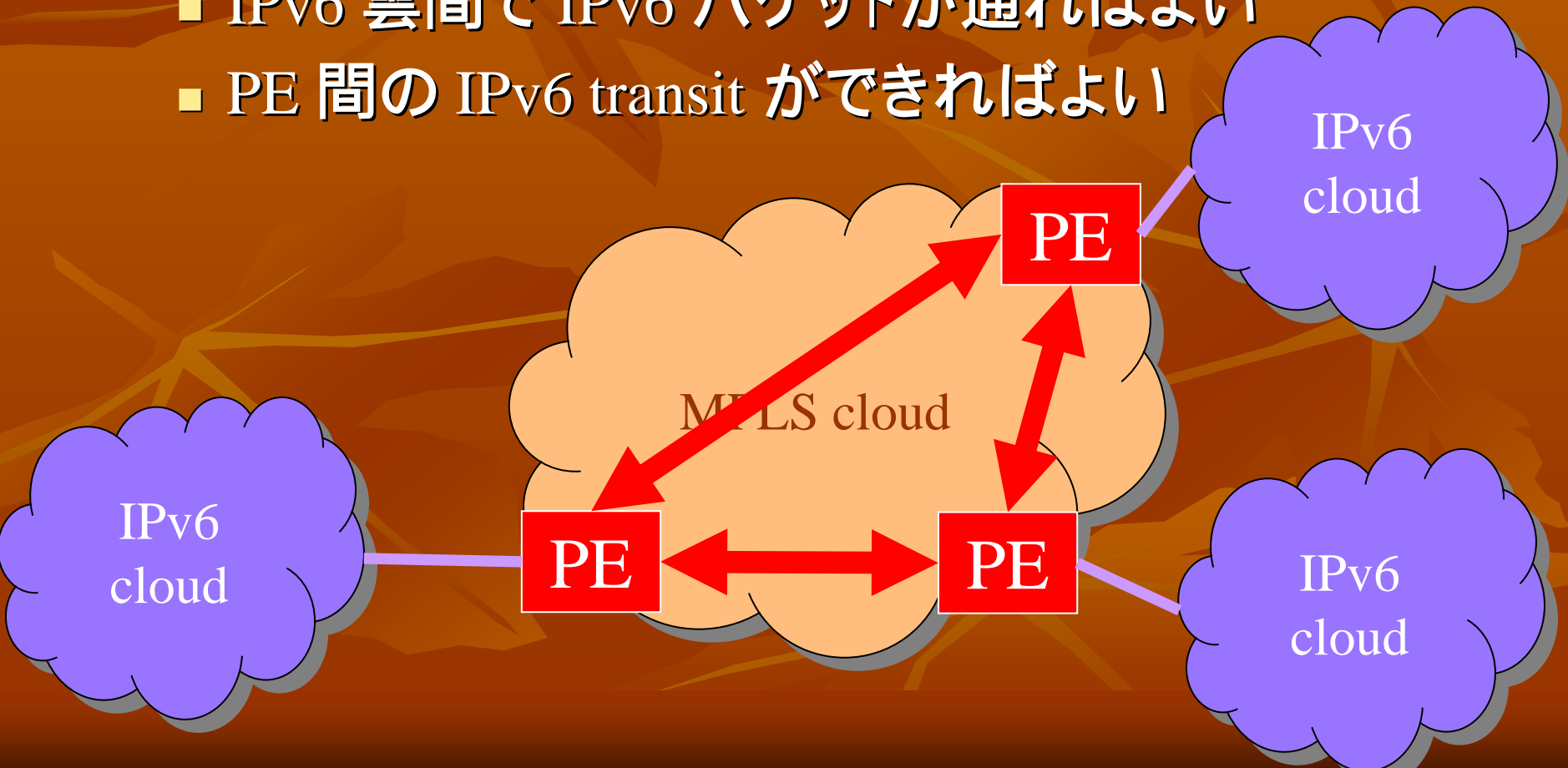
北陸先端科学技術大学院大学
あやめ Project

Agenda

- 6PE による IPv6 on MPLS
 - 概要
 - あやめの実装と実験
 - Operational Issue
- 6PE のその次は?
 - IPv6 Native support へ向けた課題
- 最近のあやめな活動

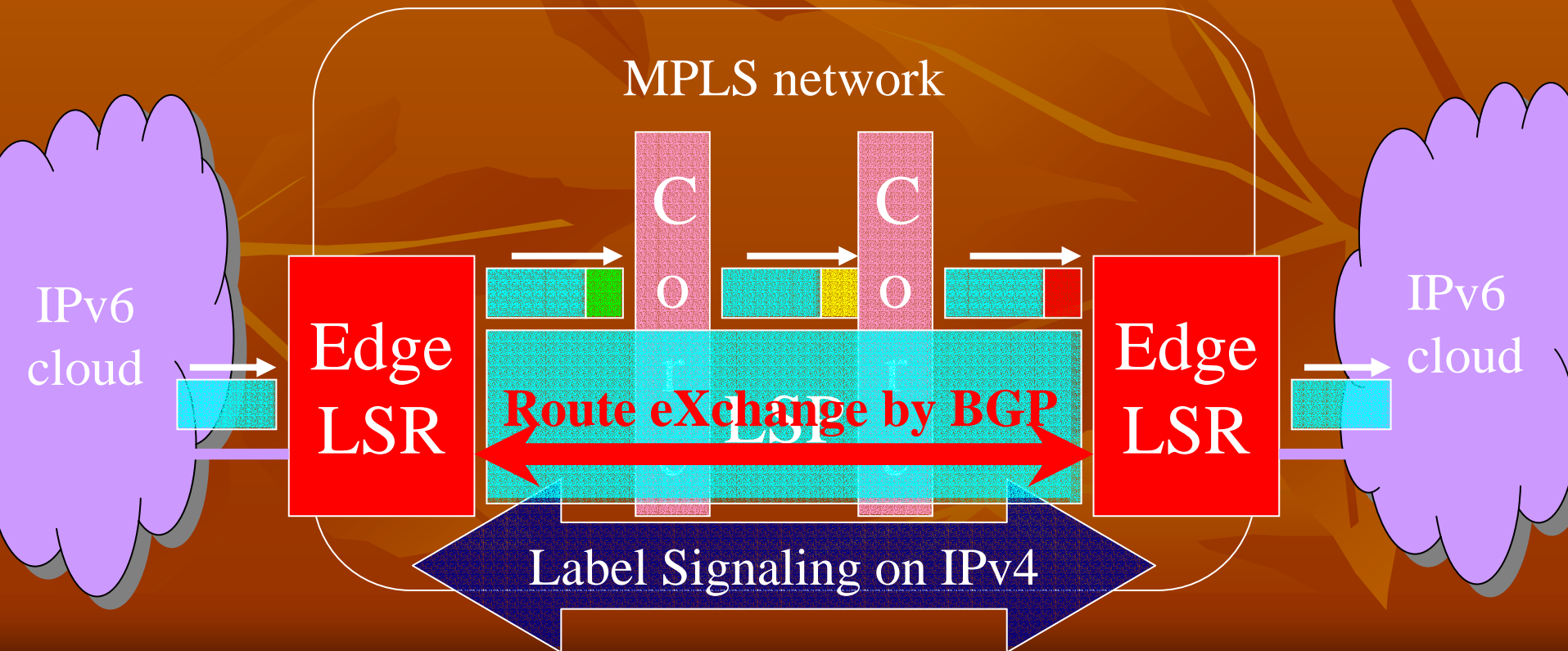
IPv6 on MPLS network (1)

- IPv6 トラフィックを MPLS 網で transit したい
 - IPv6 雲間で IPv6 パケットが通ればよい
 - PE 間の IPv6 transit ができればよい



6PE model

- Edge LSR だけの拡張で、Edge LSR 間の IPv6 transit を実現する



6PE model (2)

■ 利点

- 既設 MPLS 網の有効利用
- 必要なポイントのみへの対応で OK
- 既の実装がある!! 明日からでも使える!!

■ 不安

- 実際のトラフィックとは別のプロトコル上で経路制御が動作 (障害時の動作)
- 実装が複雑か!?

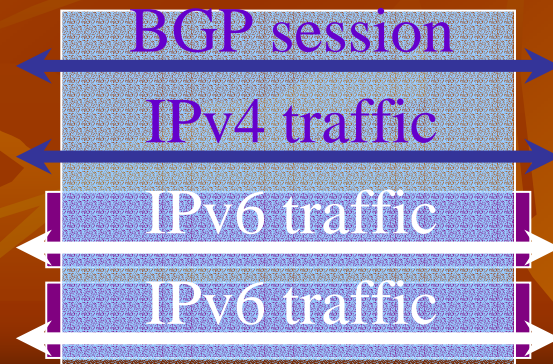
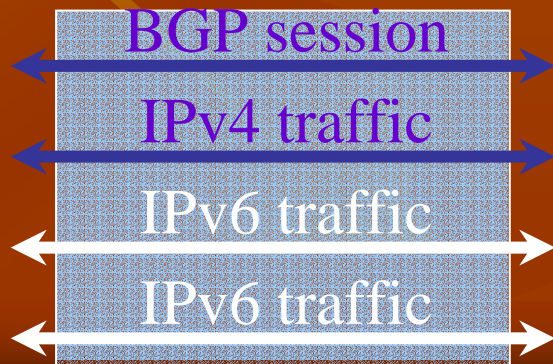
6PE model (3)

- BGP での IPv6 経路交換
 - 広報経路の NEXT_HOP には自 IPv4 アドレス
 - IPv4-mapped IPv6 address を用いたエンコード
 - ラベルの配布 (任意)
 - Using VPN SAFI (128) -- RFC 2547bis
 - Using Label SAFI (4) -- RFC 3107

6PE: Interoperability Issue

single label vs. double label

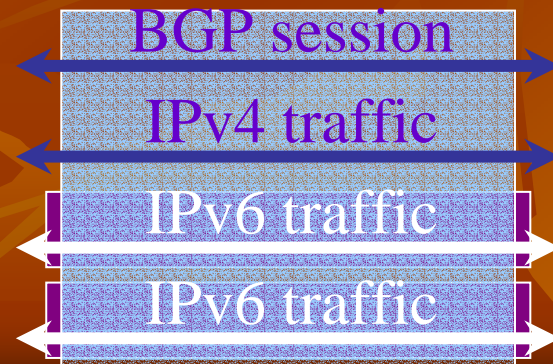
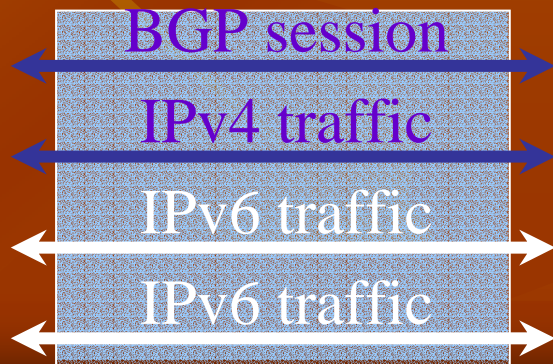
- Single Label:
 - BGP でラベルを広報しない
 - Core 網を流れる IPv6 パケットにはラベルが1段
- Double Label:
 - BGP でラベルを広報する (2547bis / 3107)
 - Core 網を流れる IPv6 パケットにはラベルが2段



6PE: Interoperability Issue

single label vs. double label (2)

- Single Label:
 - Edge LSR 間に張った土管
 - MPLS-IX モデルで IPv6 拡張していくと...
- Double Label:
 - MPLS 網上に IPv6 専用仮想ネットワーク
 - MPLS-VPN モデルから IPv6 網提供を考えると...



6PE: Interoperability Issue

single label vs. double label (3)

- Single Label:
 - 利点:
 - 構造がシンプル / 実装が容易!?
 - Label TAX が安い!?
 - 欠点:
 - Edge LSR で IPv4 / IPv6 の判別に迷う
 - Tunneling over IPv4/GRE tunnel との判別不能
 - PHP の問題を考慮する必要がある

6PE: Interoperability Issue

single label vs. double label (4)

- Double Label:

- 利点:

- Tunneling over MPLS LSP だと断定できる
- Edge LSR で確実に IPv6 だと判断できる
- Edge LSR で label switch 可能 (実装次第)

- 欠点:

- BGP でラベルを扱わないと...
- IPv4 なら single label でも運用できるのに、IPv6 は double labels じゃないと運用できないの?

6PE: Interoperability Issue

single label vs. double label (5)

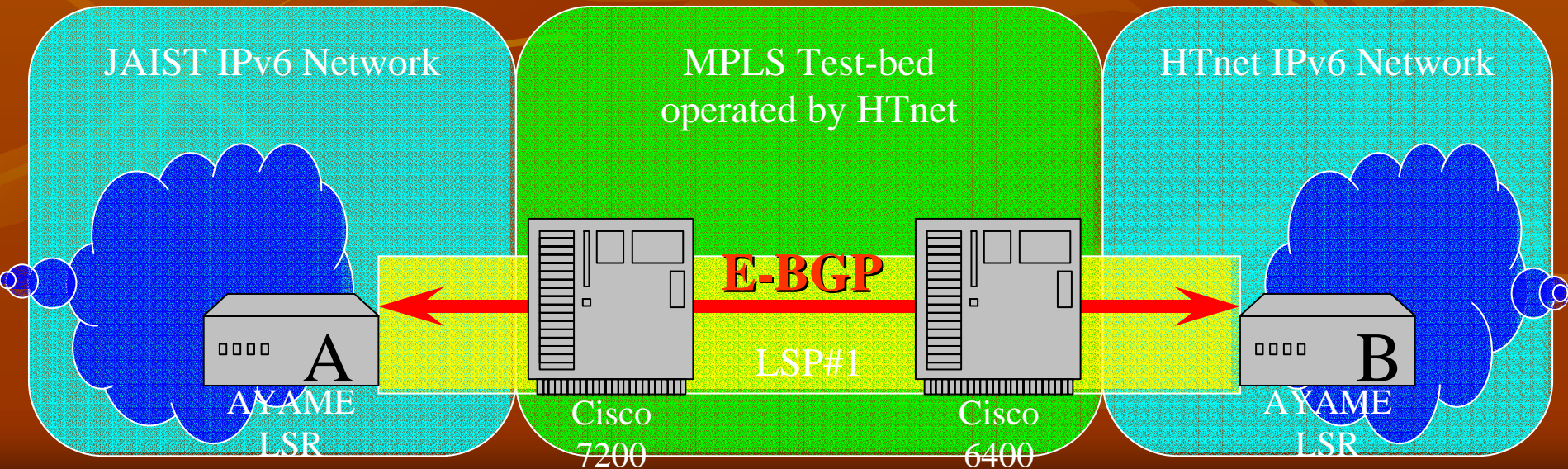
- **まとめると**
 - Single Label
 - Double Labels (RFC 2547bis)
 - Double Labels (RFC 3107)
- **どの方式が主流になるか**
 - Double Labels
 - BGP capability neg. でラベル広告手法は選択可
- **VPN サービスでの IPv6 を扱うにはどうする?**
 - とりあえず IPv6 Exp. NULL でお茶を濁すって訳にいかなくなる。(ベンダー各社様に期待!!)

6PE: あやめの場合

- IPv6 に対応せよ!!との期待を受けいち早く実装し、動作実験を開始
 - 独自方式
 - 実は、Single Label の方式
- Implementation
 - NetBSD Kernel の拡張 (IPv6/MPLS 対応)
 - *Zebra* の拡張

6PE: 運用実験(1)

- 目的
 - 6PE 方式の運用からの知見の取得
 - 我々の実装の安定性の検証
- トポロジ

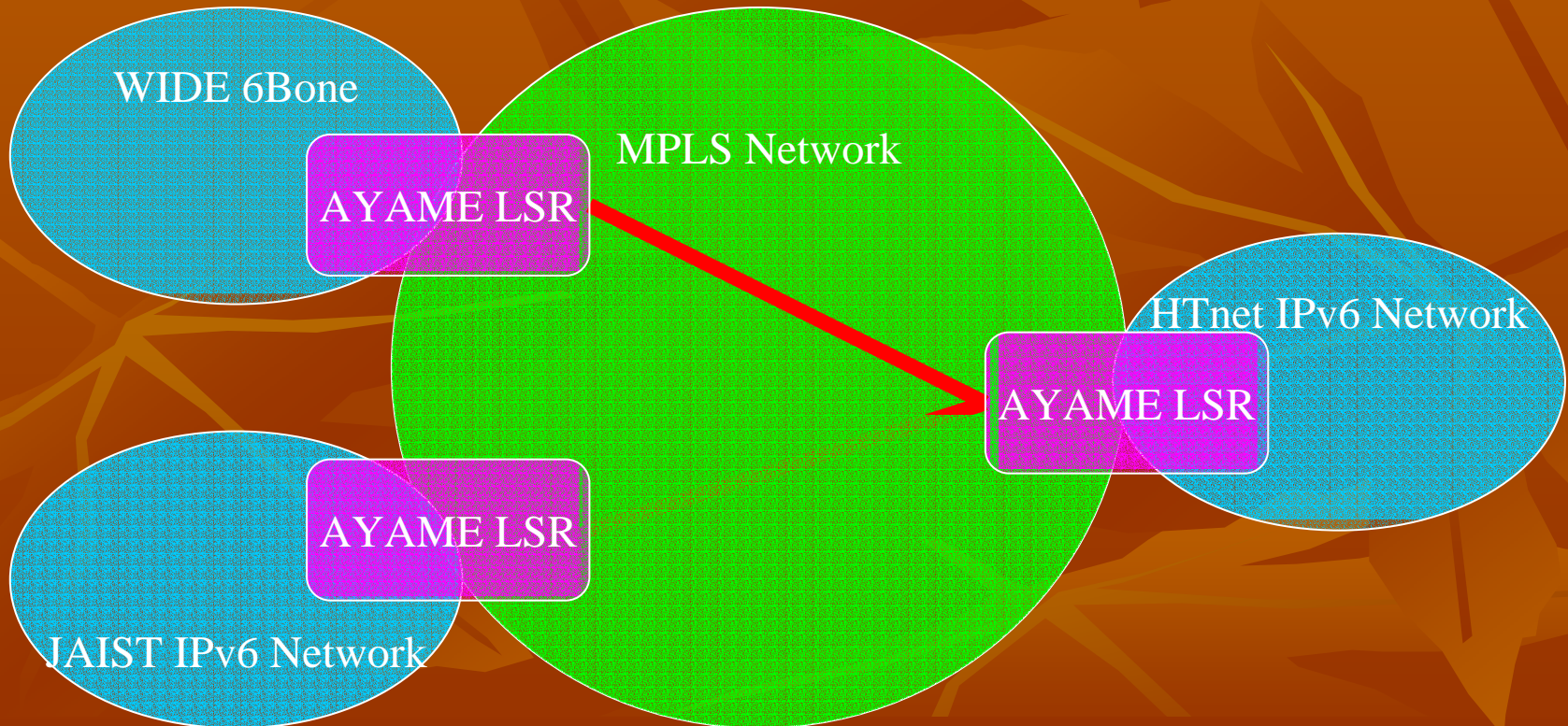


6PE: 運用実験(2)

- 6PE model を用いることで
IPv6 に対応していない MPLS 網を介した
IPv6 転送ができることを確認
- 実装の安定性
 - 実運用ネットワークでの数ヶ月にわたる運用
 - 実運用にも耐えられる安定性

6PE: 運用実験 (3)

- さらにトラフィックのかかる運用
- トポロジ

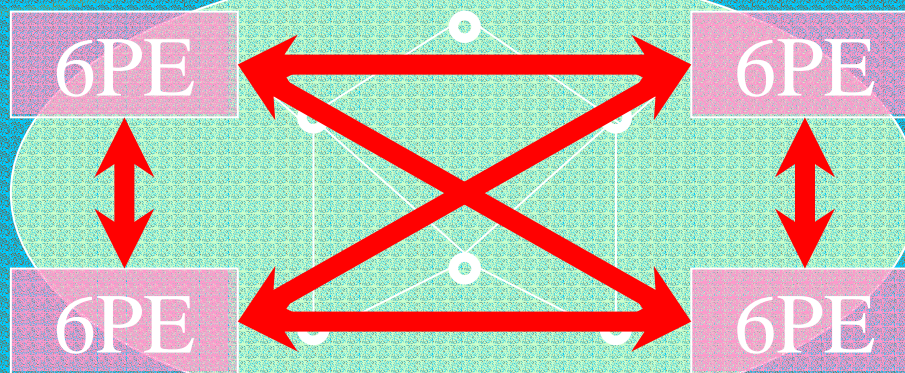


6PE: Operational Issue (1)

- 6PE では、実トラフィックは IPv6 だが、経路交換には IPv4 が使われる
 - 障害時に何が起こるのか?
- “データパス消滅 & 経路交換継続” を防ぐ
 - データパス(LSP)を死守する!!
 - データパス消滅時に経路交換を止める
- MPLS-IX モデルでの運用
 - データパス(LSP)消滅とともにeBGPセッションが落ちることで経路が正しく消える

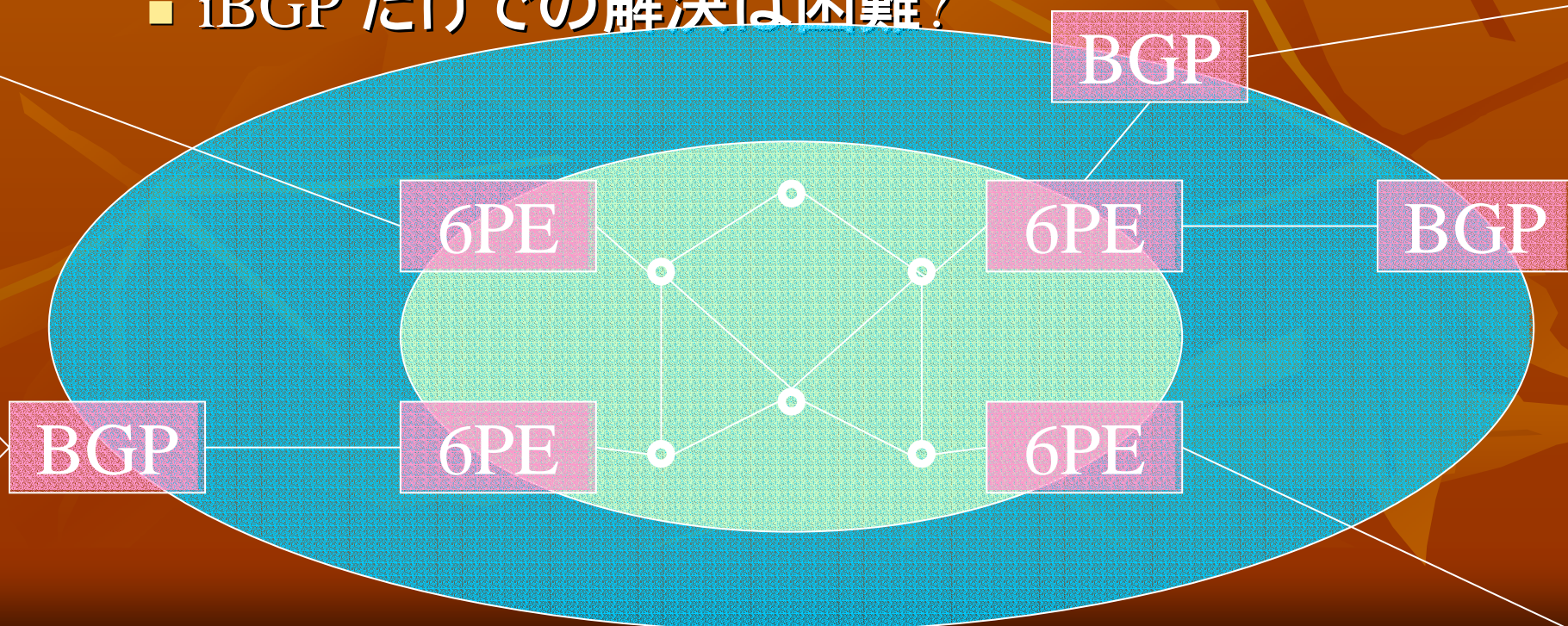
6PE: Operational Issue (2)

- iBGP での経路交換
 - “TTL 1 の iBGP & フルメッシュ” で MPLS-IX モデルと同様な状況を作る
 - そんなの可能?



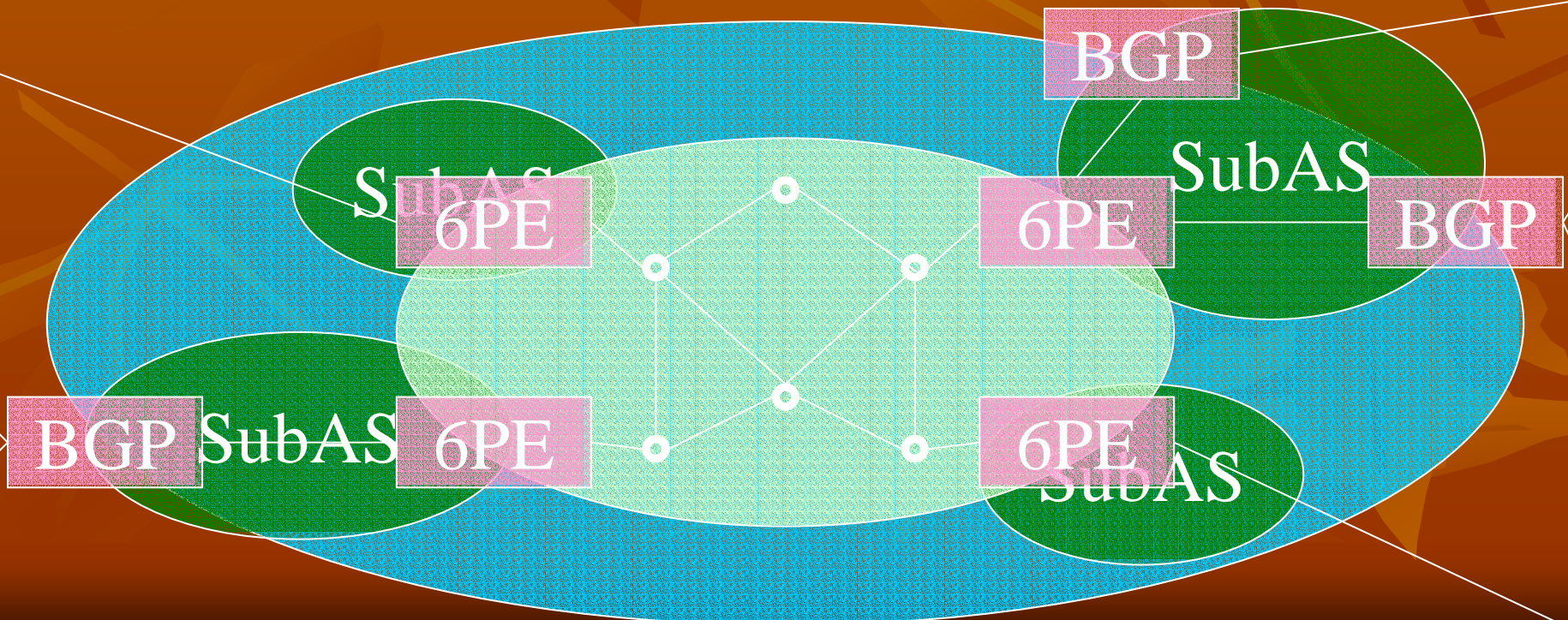
6PE: Operational Issue (3)

- iBGP での経路交換
 - MPLS 網に接続しない BGP ルータの存在
 - 6PE な BGP attribute を送って来られても困る
 - iBGP だけの解決は困難?



6PE: Operational Issue (4)

- SubAS への分割による解決 (例)
 - 6PE LSR 毎に SubAS に分割し、6PE LSR 間は eBGP 接続とする



6PE: Operational Issue (5)

■ SubAS 分割による解決

■ 解決

- LSP 消滅時の経路制御の問題
- MPLS 網に非接続の BGP ルータに関する問題

■ 検討課題

- ほんとに綺麗に分割できるようなトポロジか?

■ 問題

- 経路制御が複雑になる
- AS 内経路制御が BGP となり、経路メトリックの微調整が困難

IPv6 Native support

- IPv4 is going to become **HISTORICAL!**?
- MPLS 網での IPv6 サポート
 - 6PE さえあれば、IPv6 パケットは transit できる
 - 網自体の制御に IPv4 をいつまで使い続ける?
- MPLS 網の制御を IPv6 化するためには?
 - L3 経路制御機構 (IGP / EGP) の IPv6 対応
 - ラベル配布シグナリングの IPv6 対応
 - 監視系などの IPv6 対応

IPv6 native support (2)

- L3 経路制御機構 / 監視系
 - 基本的なものは既にほぼ出揃った
 - IPv6 の普及に伴い、急速に実装がすすんでいる
- ラベル配布シグナリング
 - ほとんど動きがない
 - 実装が進んでいるという噂も聞かない?
(実は既にサポートしているベンダさん居ますか?)
 - プロトコルスペック的には大丈夫そう
 - IPv6 address のための TLV など定義済
 - 作れば動くのだろうか?

IPv6 native support (3)

- ラベル配布シグナリングの IPv6 対応
 - とりあえず、“IPv6 も” 定義してみたとの感が...
 - “IPv4 のような” 網構成なら動くような気もする
 - IPv6 っぽい構成に手を出すと、
 - リンクにアドレスを付けない
(リンクローカルアドレスのみで動かす)

IPv6 native support (4)

- (例) LDP / CR-LDP とリンクローカルアドレス
 - アドレスメッセージで隣接 LSR のアドレスを知る
 - リンクローカルアドレスを渡されても...
 - どのインタフェイスのアドレスか判別不能
 - L3 経路制御は、
普通リンクローカルで動いている
 - RIB の gateway を見ても、どの LSR なのか判別不能
 - とか言うことになるんじゃないだろうか...

IPv6 native support (5)

- まじめに考えなきゃマズイんじゃないだろうか
 - 考えただけでも動かなそうな気がする
 - 実装してみると、きっともっと動かない
- いつまで制御に IPv4 を使い続けますか?

おまけ: AYAME の最近の取り組み

- IPv6 support
 - ここまでで話したようなことなど
- MPLS Multicast
 - 手を付けられるところから始めよう
- 細粒度トラフィック制御 / 動的 SLA 提供
 - MPLS Japan 2001 で取り上げました
- Misc.
 - エンドユーザに LSP が届くと何が起こるか?
 - 各種運用 / 人柱 (Operation Issue の収集)

戯言: (おまけ)

ネットワーク性能にシビアな人々

- ジッタ / RTT / ホップ数 などにシビアな人々
 - エンドユーザからの問い合わせの増大
 - ちょっとでもパケットを落とそうものなら...
- ネットワーク性能にシビアなアプリケーション
 - VoIP?
 - ネットワークゲーム
 - プロトコルがなっていない!?
- 彼らは precedence service を求めている?
 - やっぱり動的 SLA とか...

*** おしまい ***

AYAME Project

<http://www.ayame.org/>