BGP/MPLS-VPN

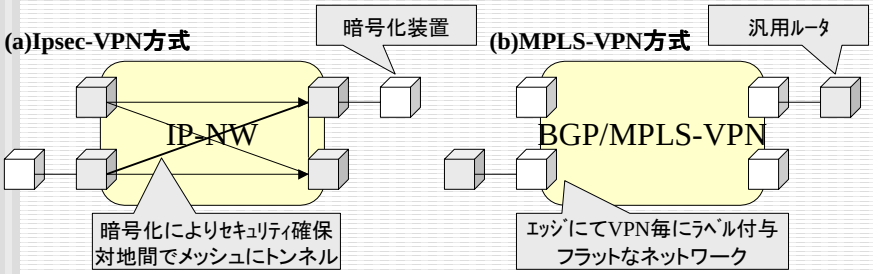
NTTコミュニケーションズ(株)
池尻雄一
<ikejiri@ntt.ocn.ne.jp>

BGP/MPLS-VPNとは

- MPLSの技術を利用してIP-VPNを実現する技術
- 従来のVPN技術＝オープンネットワーク上で、IPデータ部を暗号化で実現(IP-Secなど：インターネットVPN)
- MPLS-VPN＝MPLS(ラベルによるカプセリング)により、論理的なクローズドネットワークを実現(IP-VPN)
- 昨今のMPLSを使った他のIP-VPN技術と区別してBGP/MPLS-VPNと呼ばれる。

BGP/MPLS-VPNとは

- ルータによる、多様なIFによる提供が可能（ATM～HSDなどの非対称構成も可能）
- 暗号に頼らないセキュリティの確保が可能(FRなどと同等の機能をIPネットワークで実現)
- お客様側への特別な装置が不要

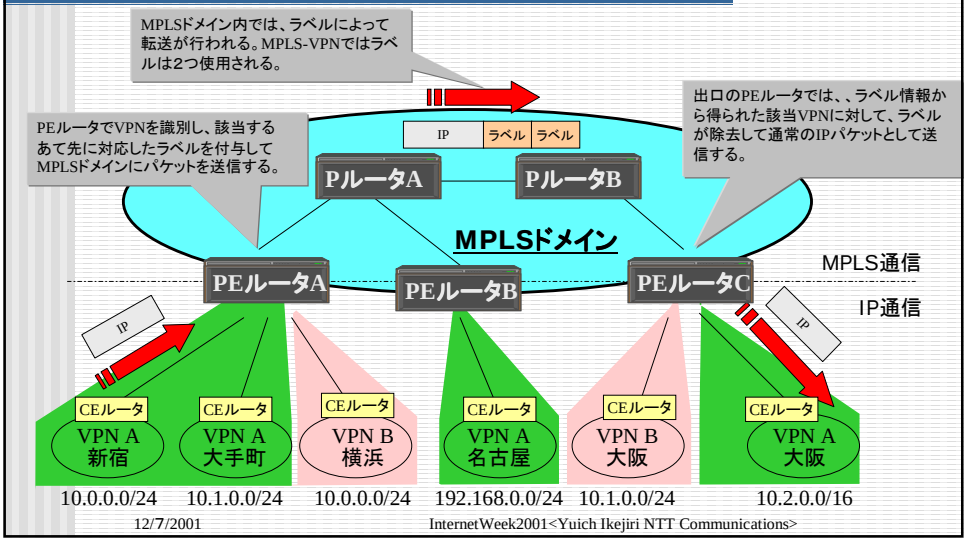


BGP/MPLS-VPNとは

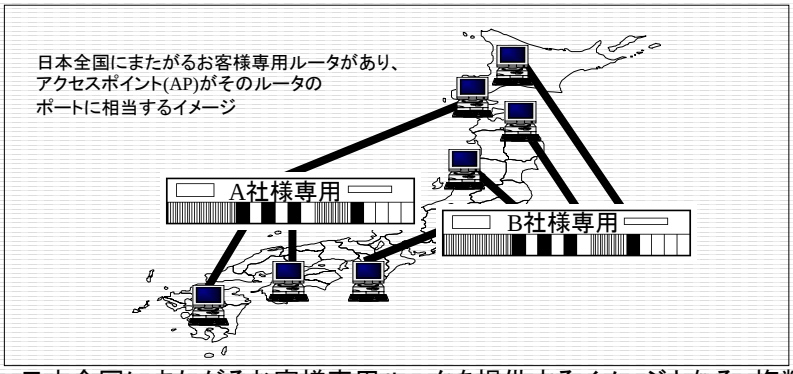
- Cisco社を中心としてRFC2547(Informational)に記されたISPサービスとしてのIP-VPN実現技術
- 網内パケット転送にMPLS(LDP/TDP) 、VPN経路情報交換にBGP(mpBGP:RFC2858) を使用
- ルーティングプロトコルがエッジで終端されるPeerモデルのLayer3 IP-VPN
- VPNごとに異なるルーティングテーブルを持ちお客様ルータとルーティング情報を交換する。
- Layer3ルーティングのISPへのアウトソーシング

BGP/MPLS-VPNの動作概要

BGP/MPLS-VPN動作概念



BGP/MPLS-VPN動作概念



- 日本全国にまたがるお客様専用ルータを提供するイメージとなる。複数のVPNでバックボーンを共用するが、お互いのVPNは論理的に独立している。

特徴(ユーザ側)

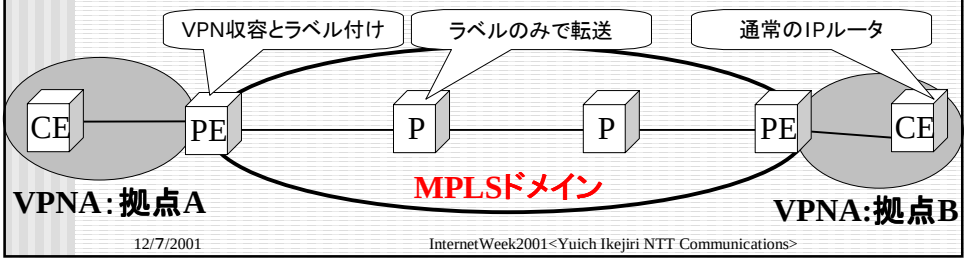
- お客様宅に設置されるルータは通常のルータで良い(MPLSやIP-Sec等の機能はいらない)
- FRやATM等のようなパスの管理が必要ない
- IPアドレスはお客様にて任意に設定可能でありプライベートアドレスを自由に持ちこめる。
- VPN同士の通信は、ルータ内及び網内にて完全に分離されておりFR、ATMと同等のセキュリティが保たれている。

特徴(ISP側)

- 既存のルータによるIPネットワークをそのまま使ってIP-VPNサービスを提供できる。
- 複数のルーティングプロトコルを使ってお客様を収容できるので柔軟なサービスが提供できる。
- 複数のVPNを1台のルータに収容できるため効率の良いIP-VPNサービスを提供できる。
- 異なるVPN間で同じアドレスが使えるためサービス性が良い
- 閉じたネットワークなのでQoS関係のサービスも実現しやすい。

BGP/MPLS-VPN構成ルータ

- PEルータ:Provider Edge Router(お客様を収容するルータ、MPLSエッジルータ)
- Pルータ:Provider Router(MPLSコアルータ)
- CEルータ:Customer Edge Router(PEルータにつながるお客様ルータ)

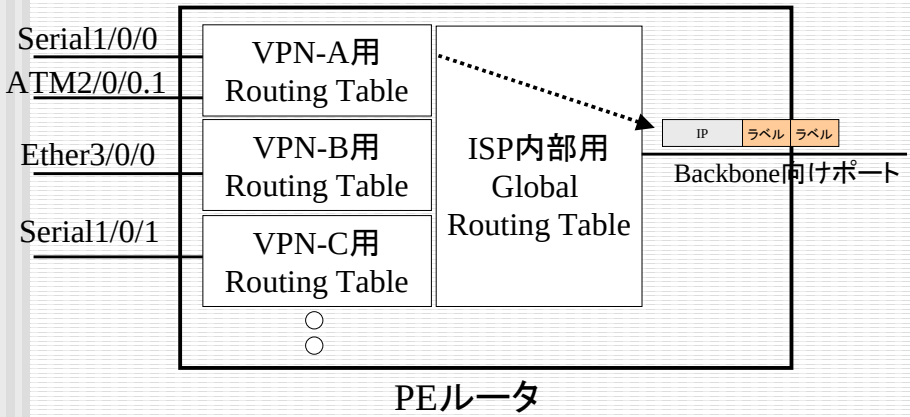


PEルータのしくみ

- 複数のVPNを1台のPEルータに収容するために
  - VRFs:VPN Routing and Forwarding tables
  - VPNごとに異なるルーティングテーブルを持つ
  - 各々CEルータを接続するインタフェースを該当するVRF(VPN)に括りつける
  - VRF同士はルータ内部で分離されており、またバックボーンには、ラベルでカプセリングしてパケットを送出するので、ATM/FRと同等レベルのセキュリティが確保できる。

PEルータのしくみ

- VPNごとにルーティングテーブルを保持する。



ラベルフォーマット

- BGP/MPLS-VPNラベルフォーマット

レイヤ2ヘッダ	網内転送ラベル	VPN識別ラベル	IPヘッダ＋データ

PEルータで挿入され、出口のPEルータを目指してPルータをホップするたびにラベルの値は変わっていく(LDPでhop by hopに決定)

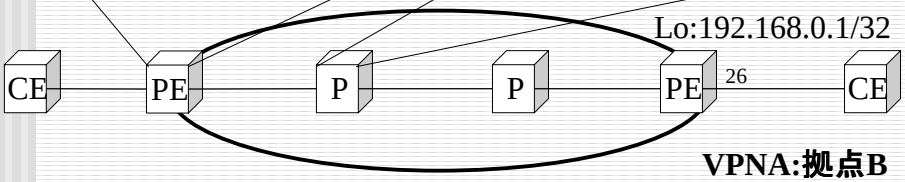
PEルータで挿入され、出口のPEルータに到着するまでは、コアネットワーク内では参照されず値も変わらない。(mpBGPでPEルータ同士で情報交換)

- MPLSラベルスタックを2つ使う
- 32bit固定長ラベル

BGP/MPLS-VPN動作概要

VPN名	Route Dist.	あて先アドレス	VPN識別ラベル	出口のPEルータのアドレス	転送用ラベル
A社	12	10.0.0.0/8	26	192.168.0.1/32	㊷
A社	12	11.0.0.0/8	989	192.168.0.1/32	42

in転送用ラベル	出口のPEルータのアドレス	out転送用ラベル
㊷	192.168.0.1/32	32



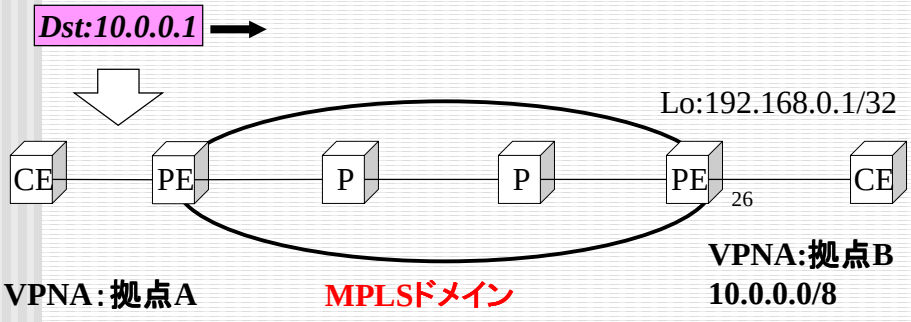
VPNA:拠点B
10.0.0.0/8

VPNA:拠点A

MPLSドメイン

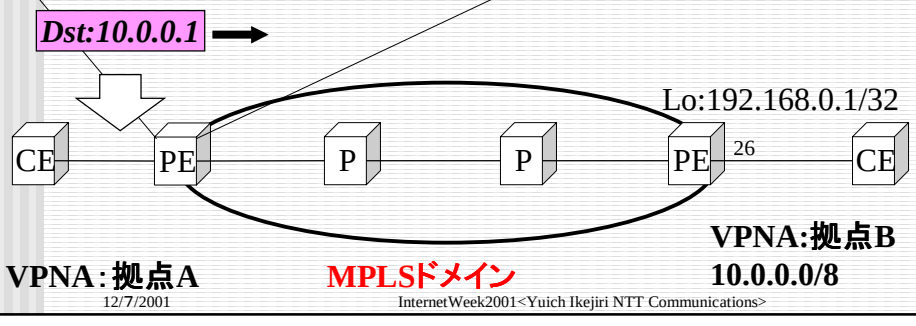
BGP/MPLS-VPN動作概要

VPNA;拠点B:10.0.0.1行きパケット到着



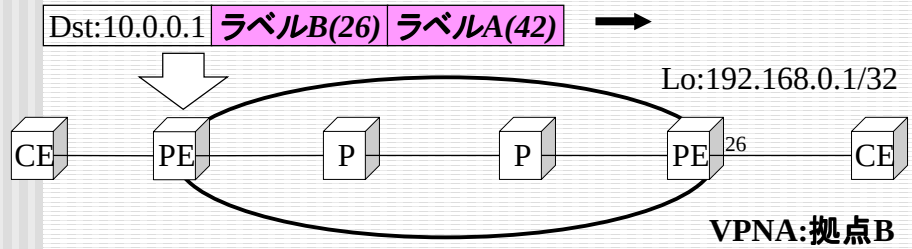
BGP/MPLS-VPN動作概要

VPN名	Route Dist.	あて先アドレス	VPN識別ラベル	出口のPEルータのアドレス	転送用ラベル
A社	12	10.0.0.0/8	26	192.168.0.1/32	㊷
A社	12	11.0.0.0/8	989	192.168.0.1/32	42



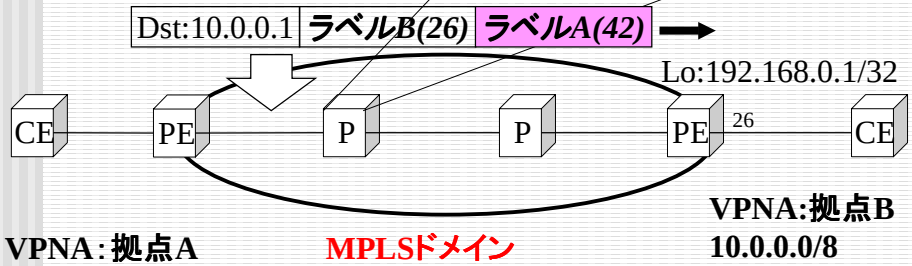
BGP/MPLS-VPN動作概要

①(1)VPNA:10.0.0.0/8の出口のPEルータをBGP next-hopで知る。
(2)該当するBGP next-hopに対応した転送用ラベルAを付与する。
②出口のPEルータより得たVPNA：10.0.0.0/8に相当するVPN識別用ラベルBを付与する。



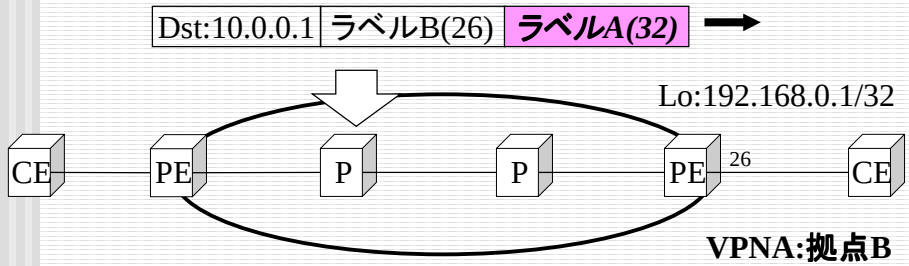
BGP/MPLS-VPN動作概要

in転送用ラベル	出口のPEルータのアドレス	out転送用ラベル
42	192.168.0.1/32	32



BGP/MPLS-VPN動作概要

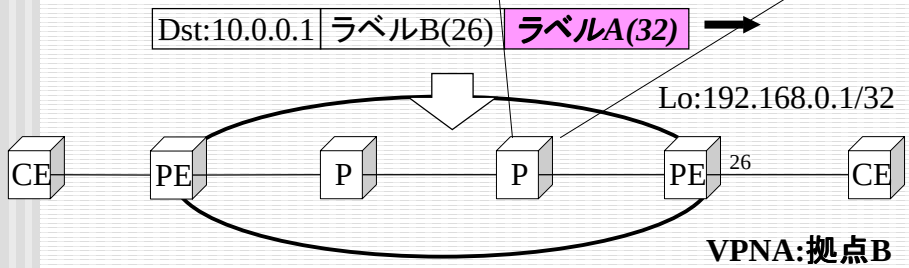
バックボーン内のPルータでは、転送用ラベルAだけを参照
※値はホップバイホップで変わります。



BGP/MPLS-VPN動作概要

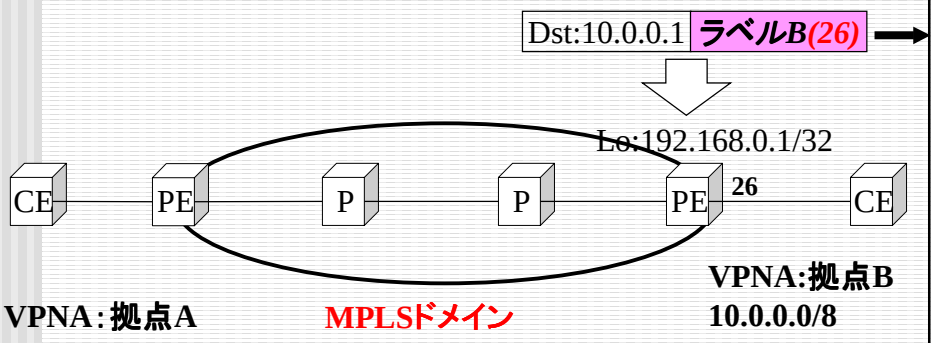
- 最後のPルータでは転送用のラベルを取ります

in転送用ラベル	出口のPEルータのアドレス	out転送用ラベル
32	192.168.0.1/32	-



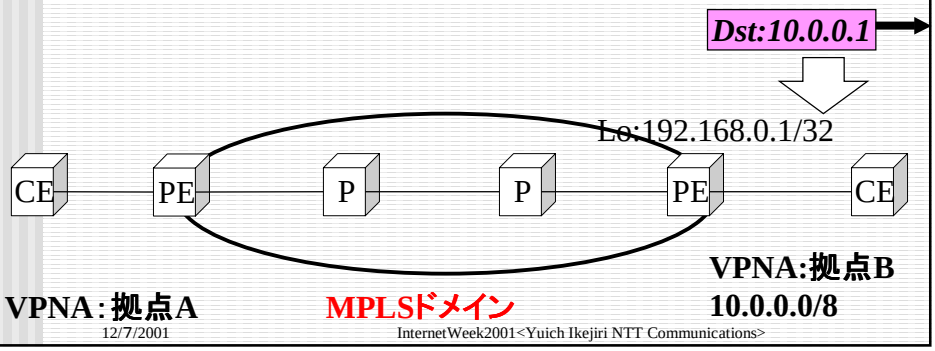
BGP/MPLS-VPN動作概要

出口のPEルータでは、ラベルBの値を頼りにVPNを識別
＆出力インタフェースを決定しCEルータへパケットを転送

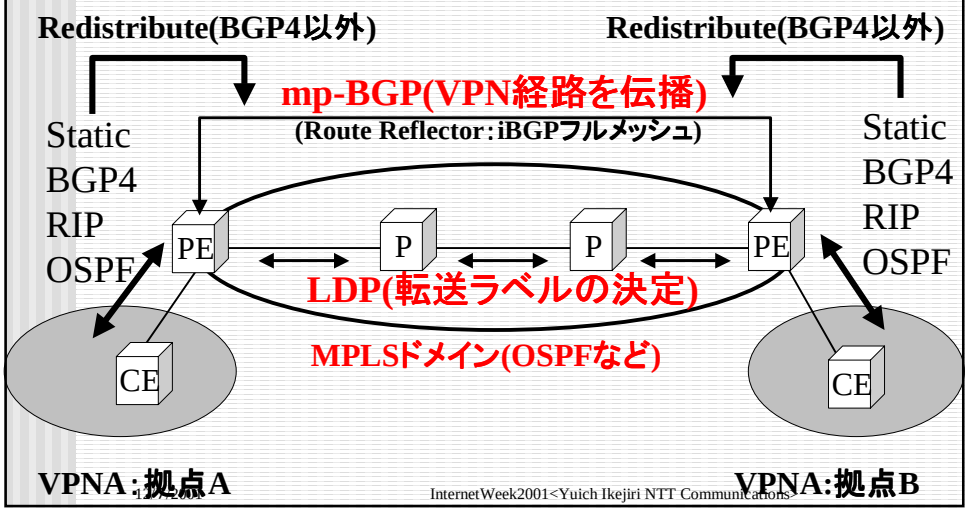


BGP/MPLS-VPN動作概要

ラベルがはずされ通常のIPパケットとして
CEルータに到着する



BGP/MPLS-VPNプロトコル構成

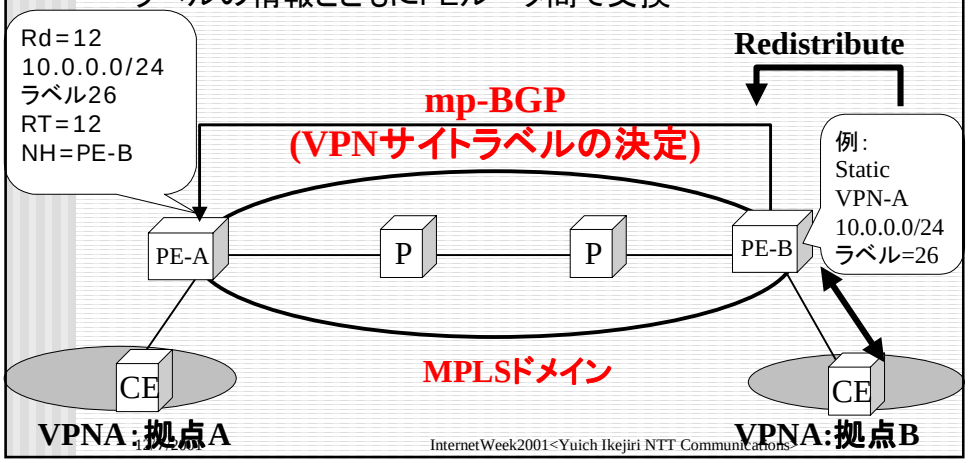


BGP/MPLS-VPNラベル決定方法

- PEルータ･Pルータ間でOSPFにて経路のやり取りをし、その経路情報にラベル情報を対応(LDP)
- 特にPEルータのLoopbackアドレスが最終的にVPNの出口を示すので重要

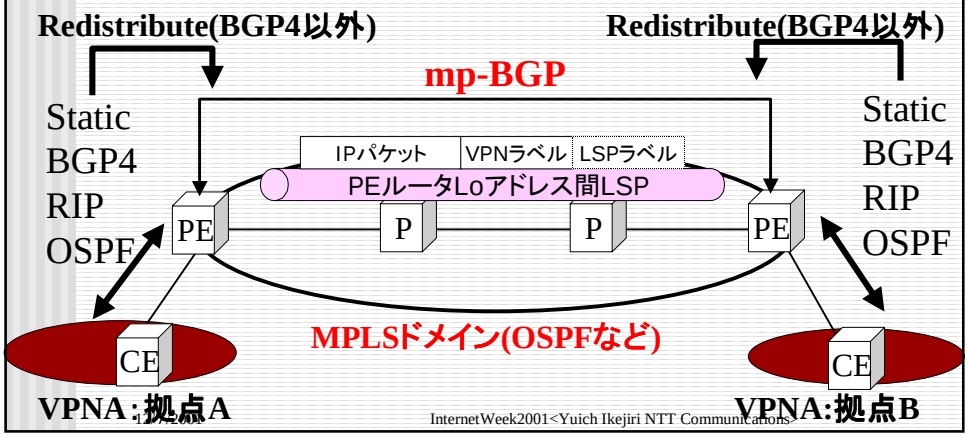
BGP/MPLS-VPNラベル決定方法

- PE-CE間のルーティングプロトコルで得たVPN経路情報をラベルの情報とともにPEルータ間で交換



BGP/MPLS-VPNラベル決定方法

- PEルータ間のLSPをVPN識別用ラベルでカプセル化されたパケットが通るイメージ



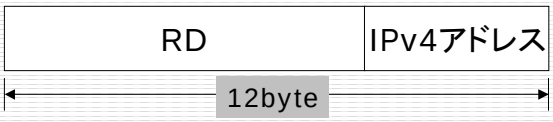
BGPにおけるVPN経路情報

BGPにおけるVPN経路

- RFC2858 Multiprotocol extensions for BGP-4を使用
- MP_REACH_NLRI(Type Code 14)
- MP_UNREACH_NLRI(Type Code 15)
- AFI=1 & SAFI =128
- MPLS-labeled VPN-IPv4 address

BGPにおけるVPN経路

- mp-BGPにおける経路扱い
  - VPN-IPv4 Address Family
  - 通常のIPv4アドレスに8byteの識別子Route Distinguisher(RD)を付与し、12byteのアドレス空間に拡大
  - VPN-IPv4 Address(12byte)
    ＝RD(8byte)＋IPv4(4byte)



BGPにおけるVPN経路

- **mp-BGPにおける経路扱い**
  - **RD(8byte)のFormat**

Type 2byte	Value 6byte

  - **ISP間の識別も可能なValue Field Format**

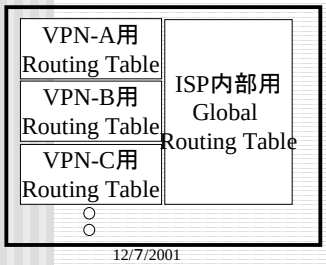
Type 0 = ASN(2-byte):任意の番号(4-byte)
例：9598:1
Type 1 = IP address(4-byte):任意の番号(2-byte)
例：192.168.0.1:1

Extended Community

- Extended Community Attribute(Type Code 16)が新たに定義
- その中の一つがRoute Target(RT)
- VRFよりBGPにアナウンスされる経路には、必ず一つ以上のRTを付与する。
- Export Targets:ローカルPEにてCEからの経路の付与
- Import Targets:リモートPEからの経路をローカルVRFに落とし込む際の選択に使用
- VPN間通信、AS間通信の実現

Extended Community

RTをもとにVPNv4-prefixをどのVPNのRouting Table突っ込むかを選択(Import)

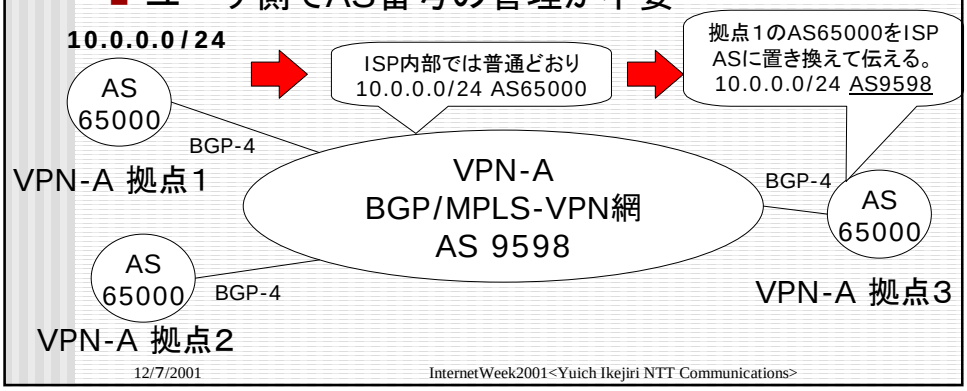


BGPテーブル

RD:9598:1(VPN-A)
10.0.0.0/24 RT:9598:1(Export)
10.0.1.0/24 RT:9598:1(Export)
RD:9598:2(VPN-B)
10.0.0.0/24 RT:9598:2(Export)
10.0.1.0/24 RT:9598:2(Export)
RD:9598:3(VPN-C)
10.0.0.0/8 RT:9598:3(Export)

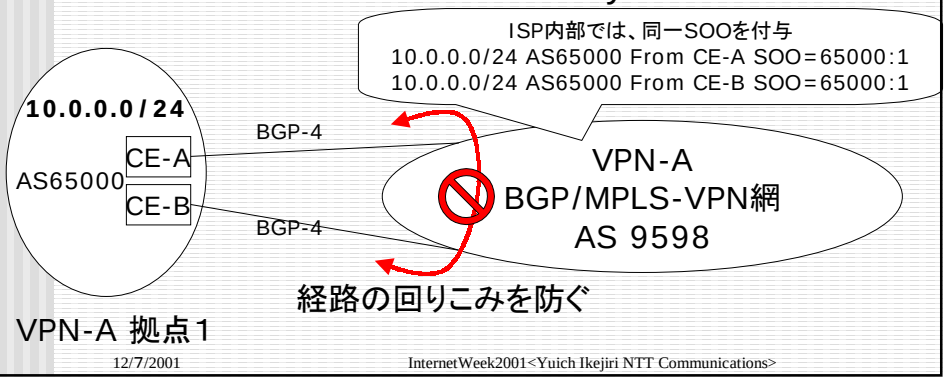
AS Override

- 同一VPN内で複数の拠点で同一のAS番号を用いてPE-CE間を接続するための技術
- ユーザ側でAS番号の管理が不要



SOO(Site Of Origin)

- AS Overrideと併用され冗長構成拠点の同一AS間のループを防ぐ
- RTと同じExtend Communityの一つ



BGP/MPLS-VPN設定例

PEルータConfig例

- VPNの定義

```
ip vrf VPN-TEST
 rd 9598:1
 route-target import 9598:1
 route-target export 9598:1
```

- インタフェースのVPNへ括り付け

```
Interface Serial1/0/0
 ip vrf forwarding VPN-TEST
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
```

PEルータConfig例(Cont.)

- mpBGP部分の設定(CEルータStatic):抜粋

```
router bgp 9598
 no bgp default ipv4-unicast
 neighbor 192.168.0.1 remote-as 9598 →他PEルータ向けPeer
!
 address-family ipv4 vrf VPN-TEST       →VPN用設定
 redistribute static
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
!
 address-family vpnv4                   →route-target情報用
 neighbor 192.168.0.1 send-community extended
!
```


PEルータConfig例(Cont.)

- VPN用Static設定

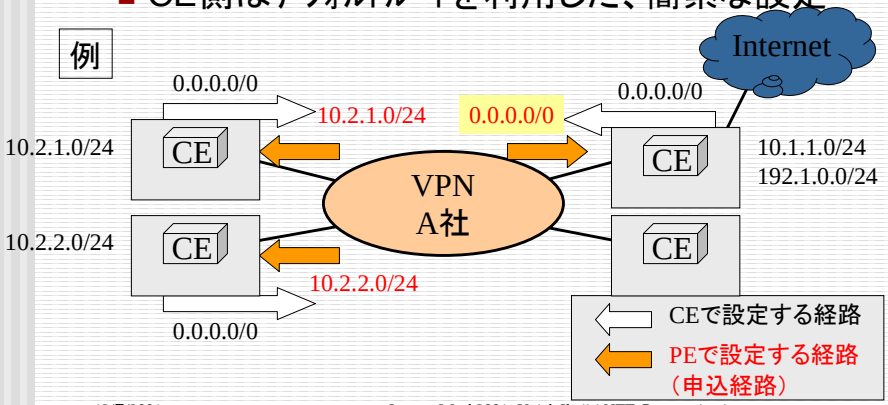
```
ip route vrf VPN-TEST 10.0.0.0 255.0.0.0 Serial1/0/0 10.0.0.2
ip route vrf OTHER-VPN 10.0.0.0 255.0.0.0 Serial1/1/0 10.0.0.2
```

- VPNが異なれば同じアドレスでも設定可

BGP/MPLS-VPNユーザ構築例

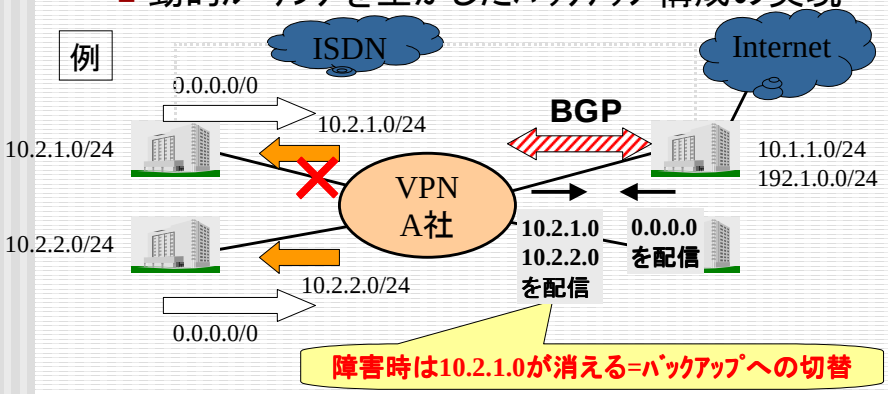
MPLS-VPNユーザ構築例

- Staticの考え方・・・主に拠点向き
  - CE側はﾃﾞﾌｫﾙﾄﾙｰﾄを利用した、簡素な設定



MPLS-VPNユーザ構築例

- BGPの考え方・・・主にｾﾝﾀ向き
  - 動的ﾙｰﾁﾝｸﾞを生かしたﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ構成の実現



BGP/MPLS-VPNまとめ (実際と新技術)

BGP/MPLS-VPN技術の実際

- Informational RFCからdraft-ietf-ppvpn-rfc2547bis-00.txt にて改定中
- IETF PPVPN-WGにてIP-VPN実現1手法として提案
- Cisco社中心から、現在では、複数のメーカの実装が出始めている。
- 同じMPLSを使ったVPN技術としてVR方式やルーティングのアウトソーシングを受けないLayer2 MPLS-VPNなど新しい技術がどんどん現れ、IP-VPNを実現するための唯一の解ではなくなってきている。

BGP/MPLS-VPN技術の実際

- ISP内部の設計に関しては、バックボーンは軽くなったが、エッジルータはVPNをハンドルするため負荷がかかる傾向
- ISPにてルーティングのアウトソーシングを受けるためISPとしては、経路数が莫大に増える可能性
  - 1VPN*1000経路×200VPN=20万経路！
  - リフレクタを分ける、PEルータ収容を分ける、BGP Peer構成を分ける等のスケーラビリティ対応要

BGP/MPLS-VPN関連新機能

- BGP/MPLS-VPN事業者間接続
  - Inter-mpls-vpn機能を使ったMPLS-VPNのeBGPによる事業者間接続
- Carrier's Carrier機能
  - ISPのバックボーンをMPLS-VPNを使って作る機能
  - 既存のIPネットワークをMPLS-VPNの統一プラットフォーム上に実現できる。
- BGP/MPLS-VPNとTraffic Engineeringとの組合せ
  - 特定のVPNに対してTEの機能を適用して、Qos(Diffserve)やFRR等の機能を提供