

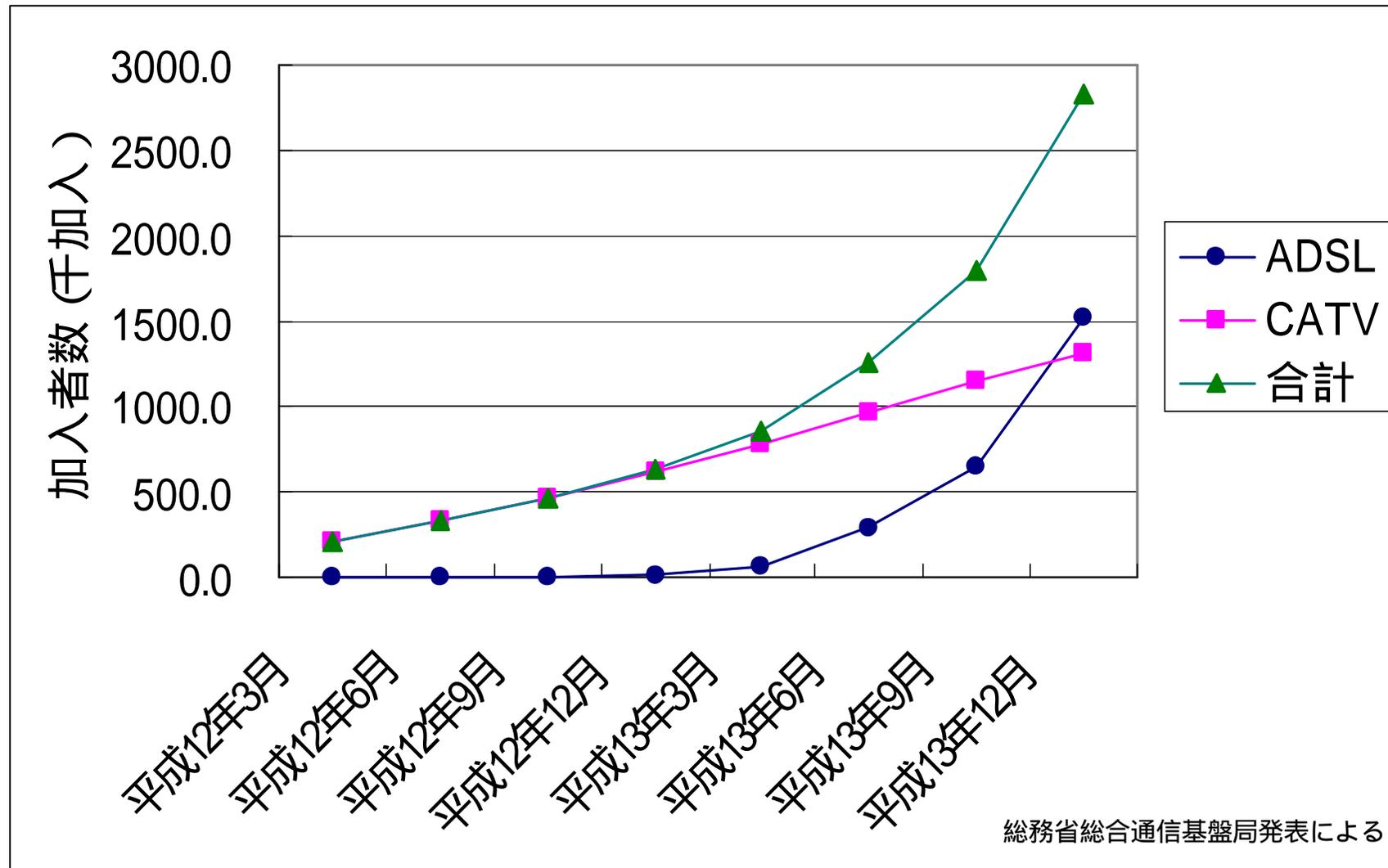
# プロトコントを支える バックボーン技術 - MPLS

平成14年 2月28日  
古河電気工業株式会社  
ファイテルネットワーク研究所

安田 圭一

[yas@inf.furukawa.co.jp](mailto:yas@inf.furukawa.co.jp)

# ブロードバンドアクセス加入者数



# e-Japan戦略

## 超高速ネットワークインフラ整備及び競争政策

### (1)基本的考え方

略

### (2)目標

1. 競争及び市場原理の下、5年以内に超高速アクセス(目安として30～100Mbps)が可能な世界最高水準のインターネット網の整備を促進することにより、必要とするすべての国民がこれを低廉な料金で利用できるようにする。(少なくとも3000万世帯が高速インターネットアクセス網に、また1000万世帯が超高速インターネットアクセス網に常時接続可能な環境を整備することを目指す。)
2. 短期的には、1年以内に有線・無線の多様なアクセス網により、すべての国民が極めて安価にインターネットに常時接続することを可能とする。これに必要なあらゆる手段を速やかに講ずる。
3. インターネット端末やインターネット家電が普及し、それらがインターネットに常時接続されることを想定し、十分なアドレス空間を備え、プライバシーとセキュリティの保護がしやすいIP v6を備えたインターネット網への移行を推進する。
4. 無線アクセス網からのデータがインターネット網(IP v6)に効率よく接続された最先端の高速無線インターネット環境を実現し、シームレスな移動体通信サービスを実現する。高度道路交通システム(ITS)や地理情報システム(GIS)などと連携した高度な移動体通信サービスを普及・促進する。
5. 国内インターネット網の超高速化に併せて、国際的なインターネット・アクセスの超高速化を目指す。

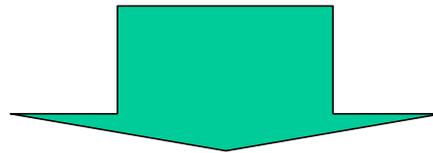
抜粋 :首相官邸ホームページ

# 何故、ブロードバンド MPLSか？ <sup>We can.</sup>

---

## ブロードバンドの特徴的傾向

- 低価格で広帯域の確保があらゆるユーザ層へ
- 常時接続
- サービスの多様化  
トラフィックの多様化 ストリーミング、VoIP、IP-VPN...



## ネットワークの効率良い運用の必要性

- トラフィックエンジニアリング
- セキュリティ
- 顧客ニーズに対応したマルチサービスの実現

# MPLSの歴史

---

- **1994年**                    **CSRのInternet-DraftがIETFに提出**  
                                 **CSR = Cell Switch Router (東芝)**
- **1996年**                    **IP Switch (Ipsilon)**  
                                 **Tag Switch (Cisco)**  
                                 **IETFでTag Switch BOFが開催**
- **1997年**                    **IETFでMPLS WGが開催**
- **1999年**                    **RFC 2547 BGP/MPLS VPNs**
- **2001年**                    **RFC2547bis (Internet-Draft)**  
                                 **LDP等基本ドキュメントがRFC化**

# MPLSの特徴

---

- **MPLS = Multi Protocol Label Switching**  
従来のIP中継技術は、IPヘッダ内の宛先IPアドレスをもとに中継先を決定したのに対して、ヘッダに付加されたラベルをもとに中継先を決定する中継技術 (ラベルスイッチ)
- ラベルについてはシグナリングプロトコルによって交換しラベルスイッチパス (LSP) を決定する。  
シグナリングは、LSP (Label Distribution Protocol) と RSVP (Resource Reservation Protocol) の2種類が標準化

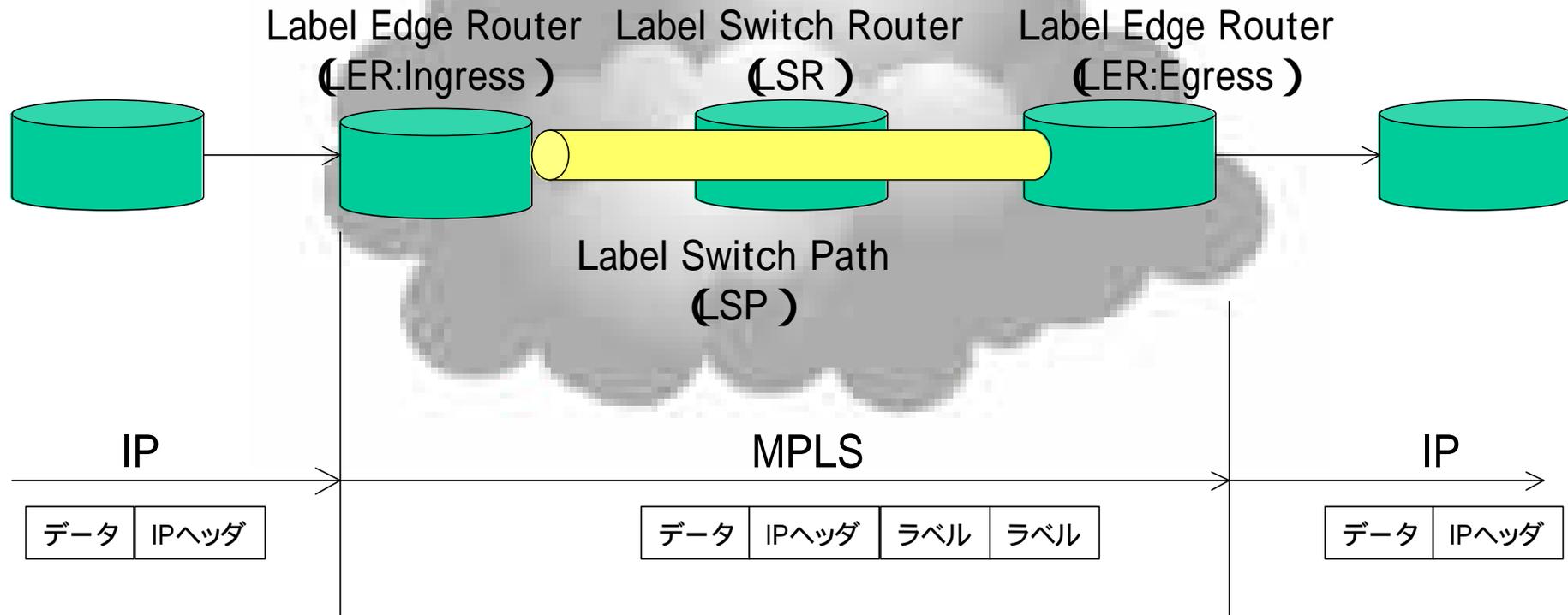
# MPLSの特徴

---

- **IP-VPN (RFC2547bis)**  
MPLS網内ではラベルでのみ中継処理するため、VPNユーザのトラフィックを中継するのに適している。  
ユーザのプライベート網で管理されているIPアドレスをコアルータでの判断が不要。
- **Traffic Engineering**  
複数のラベルパスを異なる経路で形成して、それぞれのパスに対してトラフィックの振り分けが可能。
- **MultiProtocol**  
Layer 2フレーム、IPv6パケットなどの中継も容易。

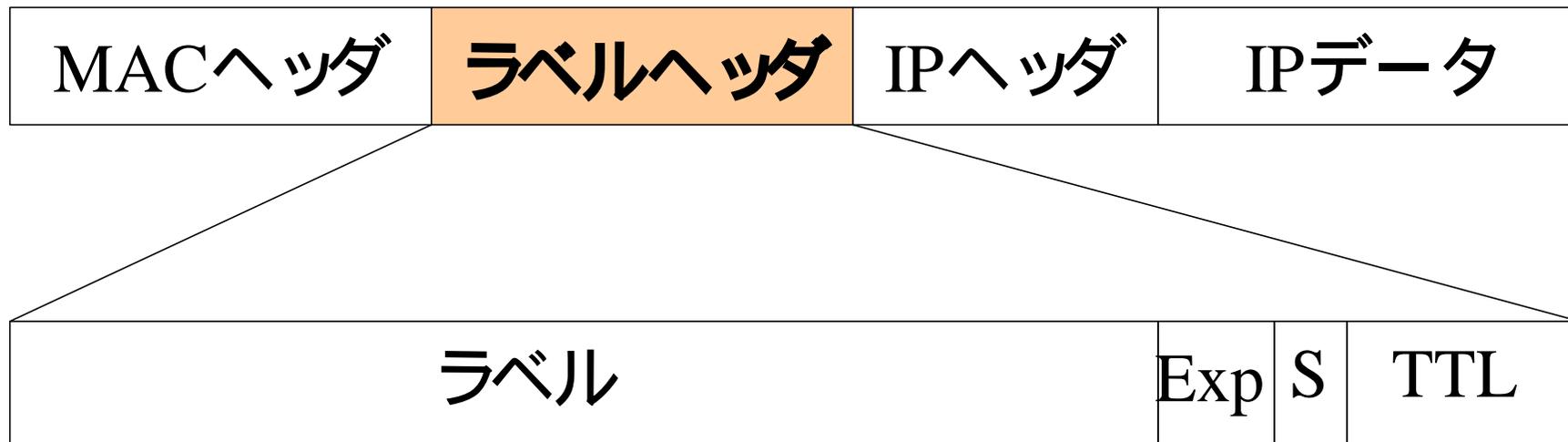
# MPLSの仕組み

## MPLS網



# MPLSラベルフォーマット

Ethernetフレームの例)



ラベル 20ビット

Exp :Experimental Use 3ビット DiffServで使用

S :Bottom of Stack 1ビット複数ラベル時に使用

TTL: 8ビット

# LSPの確立方法

---

- ルーティングテーブルに基づく方法  
OSPF等でルーティングテーブルに学習されたPrefix  
に対してラベルを割り当てLSPを確立方法  
例) LDP
- 明示的にLSPを指定する方法  
Ingressルータ側でEgressルータまでのLSPを設定し  
確立する方法  
例) RSVP、CR-LDP

# メトロエッジルータFITELnet-Gシリーズ

---

- フルワイヤースピード
  - GbEポート,アクセスリスト,QoSの設定時 ,IP Multicastにおいてもフルワイヤースピード
- MPLS
  - エッジとコアの両機能をサポートMPLSにおいてもフルワイヤースピード
- RIC の成果を実現したQoS
  - 1000フロー / GbEポート,64フロー / FEポートの高速処理
  - マルチキャストでのダイナミックなQoS保証と経路制御を可能にするHQLIP+SRSVP方式



**ボックス型**  
FITELnet-G12

RIC (Real Internet Consortium ): <http://www.real-internet.org/>

超高速 高機能次世代インターネットコンソーシアム .古河電工はプロトコル方式の開発並びに実装および検証を担当 .

# FITELnet-G12のMPLS機能

---

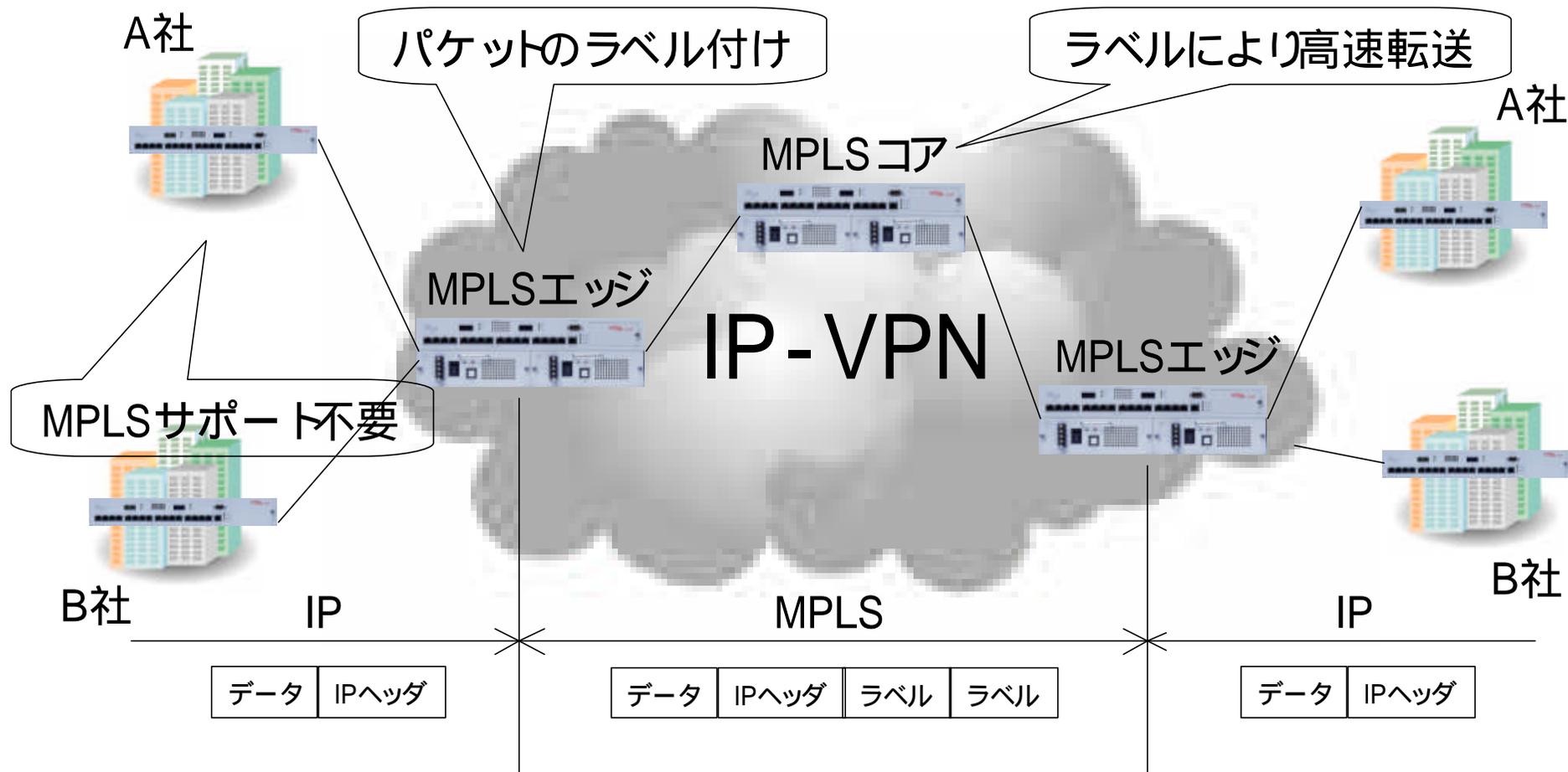
- シグナリングプロトコル
  - LDP
  - RSVP-TE (予定)
  
- LDPラベルモード
  - Label Distribution : Unsolicited/On Demand
  - Label Retention : Conservative
  - Label Distribution Control : Independent/Ordered
  
- IP-VPN
  - RFC2547/2547bis
  - Layer2 VPN(Draft-Kompella/Draft-Martini) (予定)

# VPNの比較

VPN	IP-VPN	L2-VPN (広域LANサービス)	インターネットVPN
網	キャリア	キャリア	インターネット
ユーザー インタフェース	レガシー (BRI ,PRI ,ATM ) イーサネット	イーサネット	レガシー (BRI ,PRI ,ATM ))
セキュリティ	MPLS	VLAN/MPLS	IPsec
ネットワーク プロトコル	IPのみ	IP以外も利用可	IPのみ
ルーティング プロトコル	BGP-4等の制限あり	制限なし	Staticのみ
QoS / CoS	あり	なし	できない
運用コスト	比較的安価	比較的安価	安価

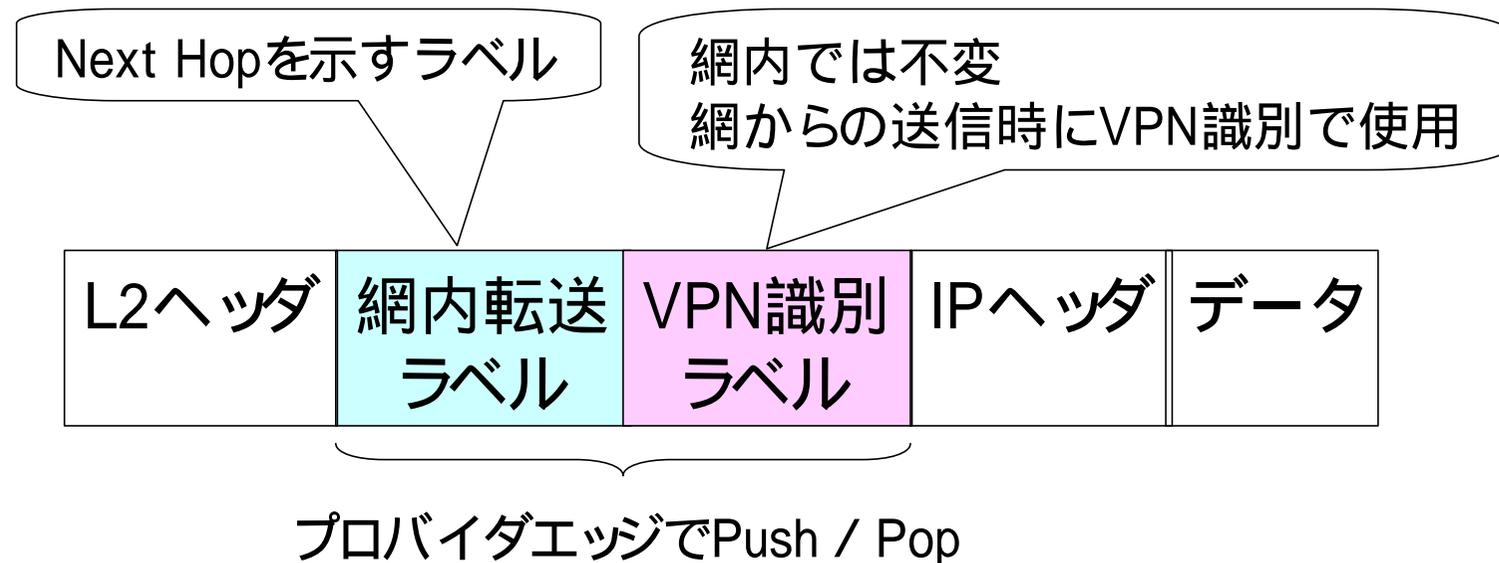
# IP-VPN網の構成

- MPLSのコアルーターとエッジルーターで構築



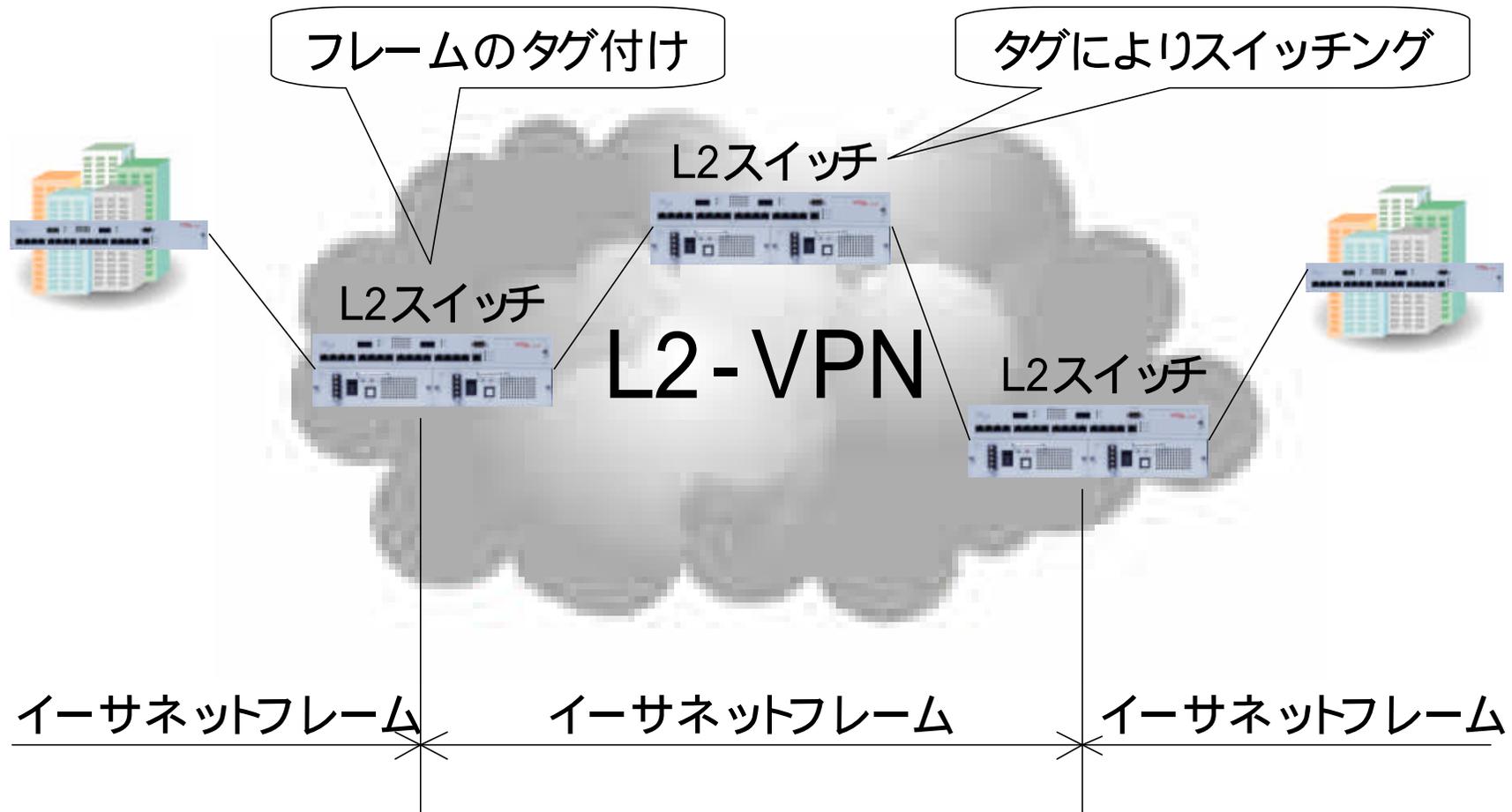
# IP-VPNの技術

- MPLS :Multi Protocol Label Switching
  - IPパケットのトンネリング技術の1つ
  - ラベルパスによりIPレベルでのコネクションを実現
  - IP-VPNではラベルを2スタックで使用



# L2-VPN網の構成

- L2スイッチで構築



# L2-VPNの技術

---

- VLAN :Virtual Local Area Network
  - 仮想的なLAN構築技術の1つ
  - VLAN TagでVLANを識別
  - 1つの物理ポートに複数のVLANを割り当て可能
    - Tag VLAN

宛先 アドレス	送信元 アドレス	VLAN Tag	フレーム タイプ	データ
------------	-------------	-------------	-------------	-----

MACヘッダ

# MPLSベースのL2-VPN

---

- Point-to-Point
  - 従来のFrameRelay、ATM専用線網と等価なサービスをMPLS網経由で実現
- Point-to-Multipoint
  - 広域Ethernet LAN間接続サービスをmpls網経由で実現

# MPLSベースのL2-VPNの方式

---

- データプレーン
  - Draft-Martini
    - (draft-martini-l2circuit-encap-mpls-04.txt )
- シグナリング (2方式 )
  - Draft-Kompella
    - BGP-4 MPを使用
  - Draft-Martini
    - LDPを使用

# IP-VPN導入時の留意点

---

- ルーティングプロトコル
  - 網側のルーティングプロトコルに制限あり
    - BGP-4等カスタマエッジでの対応が必要
  
- 優先制御
  - ToSフィールドに値を設定する必要あり
    - カスタマエッジでの対応が必要

# L2-VPN導入時の留意点

- 網は「土管」
  - カスタマエッジ側でQoS等を考慮する必要あり
    - カスタマエッジはL2スイッチやL3スイッチではなくレータ機能の充実した機器が必要

## FITELnet-Bシリーズ



装置名	中継インタフェース	
	Gigabit Ethernet	Fast Ethernet
FITELnet-B10	2	16
FITELnet-B8	1	16
FITELnet-B4	-	8

Gigabit Ethernet	伝送距離
1000BASE-SX	550m
1000BASE-LX	5km
1000BASE-LH	18km
1000BASE-ELH	40km

# 標準化の動向

---

- **基本的なプロトコルは標準化済み**
  - RFC3031:Multiprotocol Label Switching Architecture**
  - RFC3032:MPLS Label Stack Encoding**
  - RFC3036:LDP Specification**
  - RFC3209:RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels**
- **付加機能の検討**
  - MPLS TEの継続検討**
    - Fast Reroute**
  - Diff-servとの連携**
    - Label-inferred LSP(L-LSP)**
    - EXP-inferred LSP(E-LSP)**
    - Diff-Serve aware TE**
- **その他**
  - 次世代IX研究会**

# 次世代IX研究会概要

---

- 次世代IX研究会(<http://www.distix.net/>)
  1. 目的  
次世代IX技術(MPLS-IX)に関する研究開発を多くの研究者、事業者等の連携のもとに推進するとともに、本技術の普及促進を目的とする。
  2. 体制  
幹事役員            江崎 浩先生 (東京大学助教授 )  
                         菊池 豊先生 (高知工科大学 助教授 )  
                         中川 郁夫氏 (INTEC W&G )  
                         永見 健一氏 (株式会社東芝 )

# 次世代IX研究会概要

---



## • ルータ相互接続WG

### 第1回相互接続実験

- 日程 2001年10/15 (月) - 10/19 (金)

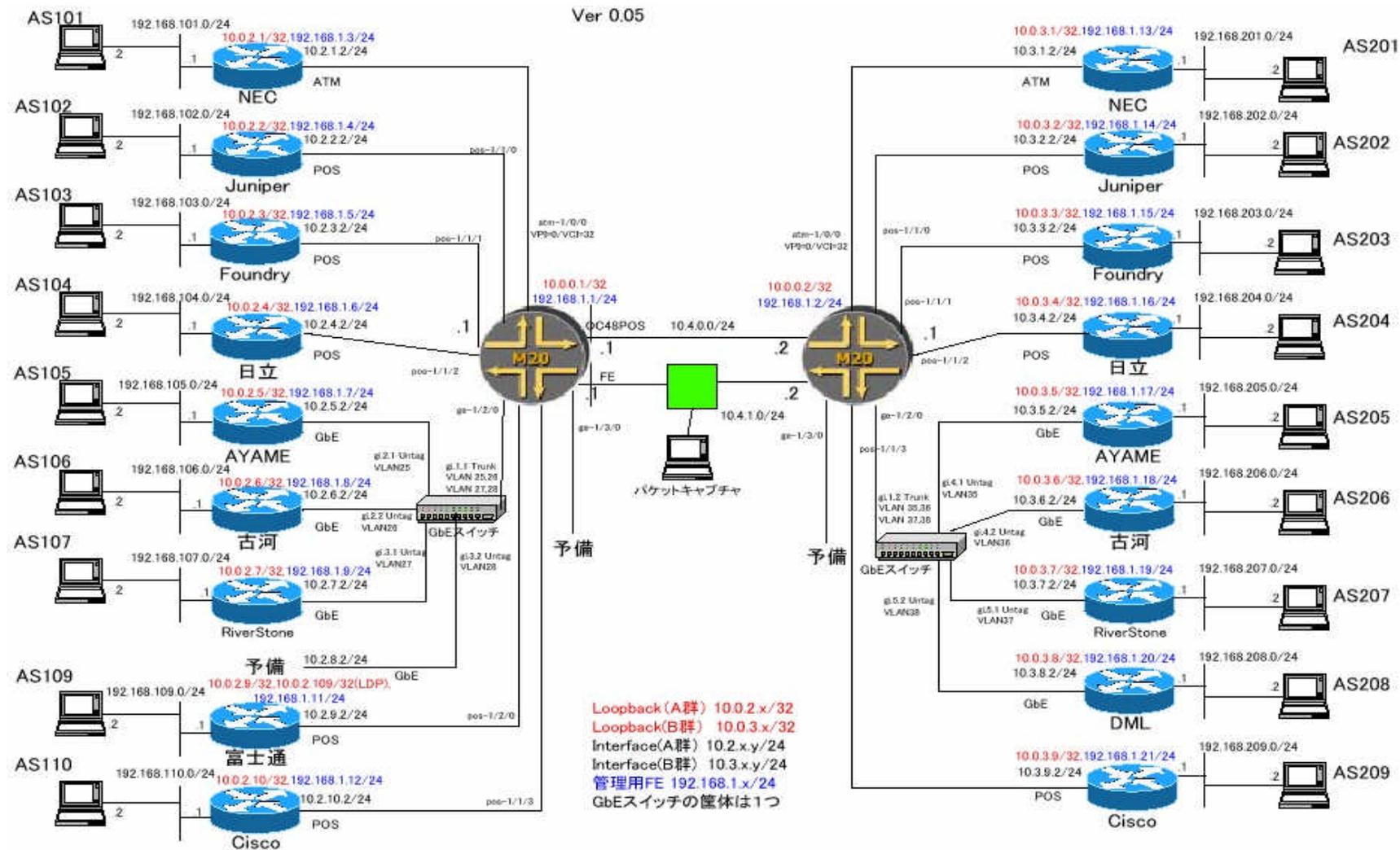
### 第2回相互接続実験

- 日程 2002年1/28 (月) - 2/1 (金)

### 第3回相互接続実験 (予定)

- 日程 2002年5/13 (月) - 5/17 (金)

# ネットワーク構成



# MPLSの問題点

---

- **MTUサイズ**

MPLSのエッジルータでパケットにラベルを付加する際、  
パケット長はラベル長 (4バイト)分長くなる。

Ethernetの最大長 (1500バイト)のフレームがきた場合、  
ラベル付パケットは1504バイトになり、MTU長を越えて  
しまう

**LER/LSRで、MPLS用のMTUを大きくすることで解決。**

# MPLSの問題点

---

- MPLS網でのTTLの処理が不明確 (ベンダー依存)
  - ラベルヘッダのTTLをIPヘッダのTTLにコピー
  - IngressあるいはEgressで1のみ減算

日本テレコム松嶋氏等日本の研究者がIETFに提案中

LSPを1ホップとして扱うことで解決。

Draft-satoru-mpls-1hop-lsp-01.txt

# MPLSの問題点

---

- MPLS網内部でICMPの送信方法が不明確 (2通り定義)
  - (1) IGPの経路情報に従う
  - (2) LSPに沿って送信しEgressルータからICMPを送信する

Ciscoが方式 (2)を実装。  
上記方式 (2)で対応予定。

# MPLSの問題点

---

- LSPとルーティングプロトコルの連携がない  
LSP上でのみBGP経路のトラフィックを中継したい場合でも、LSPが切れてもBGP経路が存在する。

次世代IX研究会で検討。

TTL値 = 1でのEBGPマルチホップ機能で対応

!

```
router bgp 206
```

```
neighbor 10.0.0.1 enforce-multihop
```

```
neighbor 10.0.0.1 remote-as 101
```

```
exit
```

!

# 最新動向

---

- **Fast Reroute**  
**リンク障害時の高速切り替え技術 (リンクプロテクション)**
- **QoS/CoS**  
**Diffservとの連携**  
**Diffserv-aware-TE**
- **Layer2 IP-VPN**  
**Layer2サービスをMPLSコア網上にエミュレーション**
- **IPv6 over MPLS**
- **GMPLS**

# 参考資料

---



- MPLSとその応用の最新動向 (Internet Week 2001 )  
松嶋 聡氏 (日本テレコム株式会社)  
池尻 雄一氏 (NTTコミュニケーション株式会社)
- 次世代IX研究会ホームページ ([www.distix.net](http://www.distix.net))
- MPLS Japanホームページ ([www.mpls.jp](http://www.mpls.jp))

## 古河電気工業株式会社 - ブースNo. : 665

出展製品



ギガビット対応メトロエッジルータFITELnet- G12 高性能カスタマエッジルータFITELnet- B10  
IPsec対応ブロードバンドルータFITELnet- F40 VPNボックスINFONET- VP100  
電子認証対応VPNリモートアクセスルータMUCHO- EV / PKVPNリモートアクセスルータMUCHO- EV  
ISDN / 冗長構成対応アクセスルータFITELnet- E30 ISDN / 専用線対応アクセスルータFITELnet- E20

