

MPLS - 概要

■ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- 様々な種類のデータ(音声、文字、画像など)を1つのネットワークで通信可能にするマルチメディアに適した通信方式
- 既存のLANの大幅な帯域拡張と高速化の手段として、LANのバックボーンにATMを利用する方法が一般的
- 単独でIPルーティングはできない
 - 送信元と宛先間で、個別にVC/VPという論理パスを設定して通信を行う
- https://www.allied-teleasis.co.jp/library/nw_guide/tech/atm.html

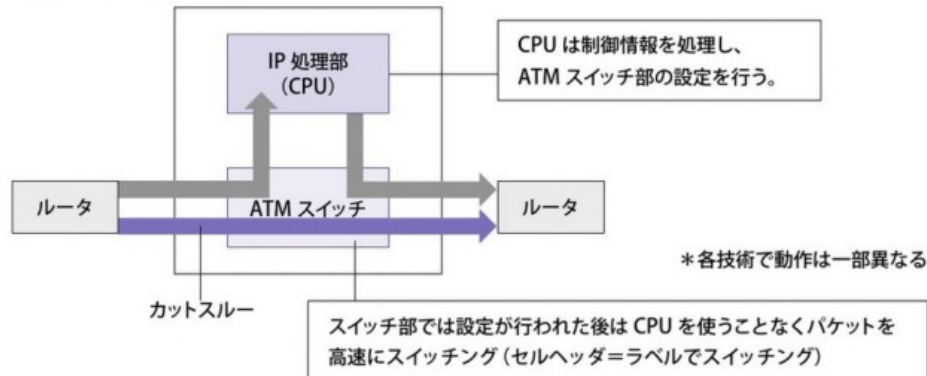
■ MPLS (Multi-Protocol-Label-Switching)

□ ATM x IPルーティング

□ IPスイッチ (MPLSのはじまり)

- IP処理部でルーティングテーブル作成、ルーティング処理を行う
- ルーティングテーブルの情報をATM部へ送る
- **ATM部ではセルヘッダのみを参照してフォワーディング**できる
- IPパケットのフォワーディングをソフトウェア処理からハードウェア処理に (IPアドレスを参照しないのでIP以外のプロトコルでも使える)

■図 6-1 IPスイッチの概念

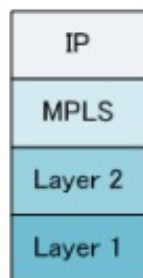


■ MPLS (Multi-Protocol-Label-Switching)

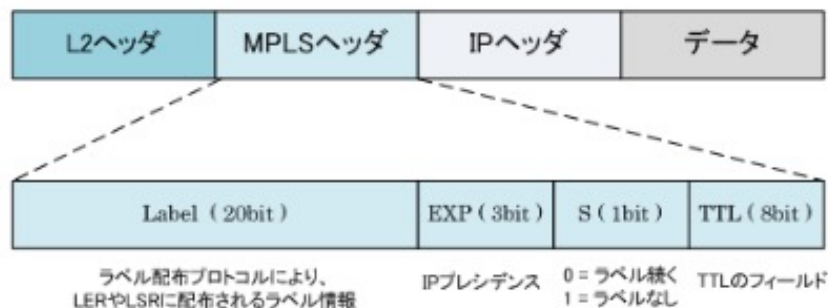
□ IPスイッチ (MPLSのはじまり) (続き)

- その後、IPパケットのフォワーディングそのものをハードウェア化する**ASIC**(Application Specific Circuit)が発展し、ATM技術の必要性が薄れる
- 通信全体の中に占めるIPトラフィックの比率が激増し、ルータを用いてネットワーク構築をする方が効率的に

MPLSの階層



MPLSのラベル (32 bit) フォーマット



■ MPLS (Multi-Protocol-Label-Switching)

◆ 2つの流れで発展

1. ATMベースのMPLS [セルモード]

- 既存のATMネットワークをIPネットワークへ変貌させる

2. IPベースのMPLS [フレームモード] (現在主流)

- 柔軟なトラフィック制御やVPN制御をラベル情報とIPアドレスを対応させてラベルパスを形成することで実現
- 4byteのMPLSヘッダのみを参照したスイッチングが行われるため、ルータの処理を軽減した高速転送を実現(ASICにより薄れる)

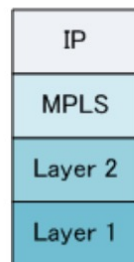
□ <https://www.infraexpert.com/study/mpls1.html>

□ <https://milestone-of-se.nesuke.com/nw-advanced/mpls-vpn/mpls-summary/>

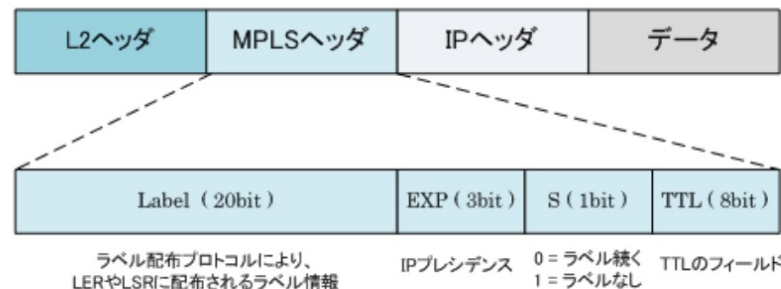
■MPLS

- 20byteのIPヘッダを参照したIPルーティングではなくて、4byteのMPLSヘッダのみを参照したラベルスイッチングが行われるため、IPルーティングよりルータの処理を軽減した高速転送を実現。
 - 今日では、高速転送を目的とした利用ではなく、ラベルを用いた付加サービスの提供で利用される。
- MPLS網では、IPルーティングが確立していることが前提。
 - IGPでの土台作り。

MPLSの階層



MPLSのラベル (32 bit) フォーマット



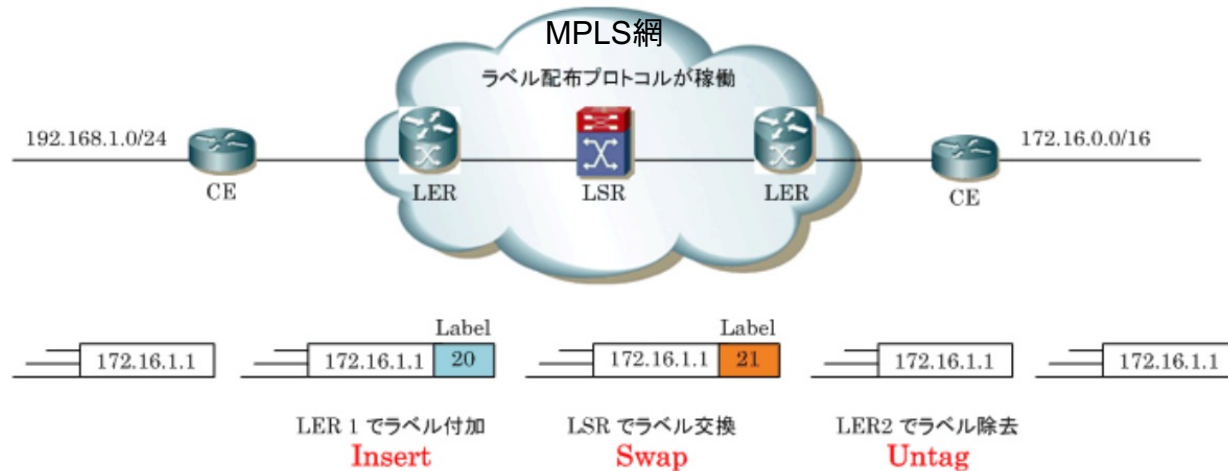
※ ラベルの付加方法には**フレームモード**（パケットモード）と**セルモード**の2種類がありますが、上図はフレームモードが前提。

MPLS – 用語 (1)

7

MPLSにおける各ルータの役割

CE: Customer Edge, MPLSを有効にしない。



■ LER (Label Edge Router)

- パケットのラベルの取り付け, 取り外しを行う。

■ LSR (Label Switching Router)

- ラベル付けされたパケットを受信して, ラベルテーブルに従って, ラベルの付け替えを行い転送していく。

MPLS – 用語 (2)

■ FEC (Forwarding Equivalence Class)

- MPLS網で同じ宛先のパケットや同じ扱いをさせるパケットの集まり
 - 宛先IPアドレス
 - マルチキャストグループアドレス
 - IPヘッダのToS値 etc...

■ LSP (Label Switched Path)

- ラベルを参照してパケットを転送する出発地から目的地までのパスのこと. 両方向の経路で通信を行う場合はLSPが2つ必要になる.

MPLS – パケット転送までの流れ

1. FECに対してラベルを割り当てる.
2. ラベル配布プロトコルによりラベル情報を交換
 - LDP (Label Distribution Protocol)
 - TDP (Tag Distribution Protocol)
 - RSVP (Resource reservation Protocol)
 - MP-BGP (Multi-Protocol Border Gateway Protocol)
 - etc...
3. ラベル情報をもとにパケット転送
 - ラベル値: 16 ~ 1048575

MPLS – ラベルについて

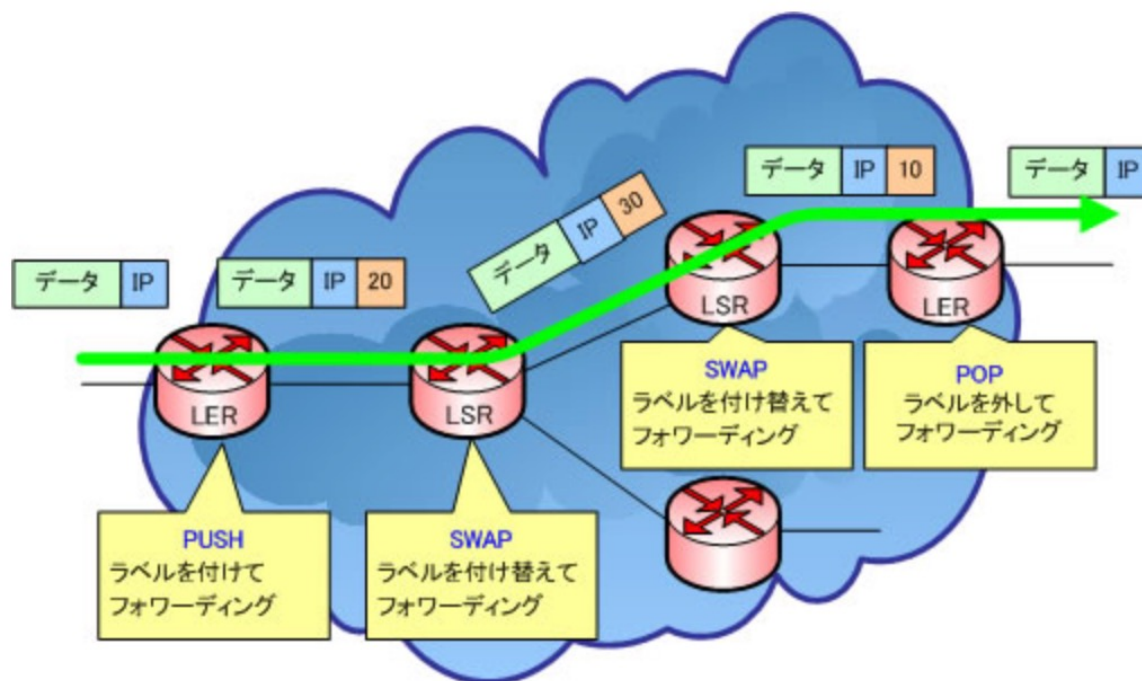
■ PUSH: LERでラベルを付けて転送する.

■ SWAP: LSRでラベルを付け替えて転送する.

■ POP: LERでラベルを外して転送する.

※ ラベル値の割り当てと, その配布はラベル配布プロトコルが自動的に行う.

※ ラベルはスタックする(2つ以上付ける)ことも可能. LSRは外側のラベルのみを参照する. VPNサービスで使われる.



■ LDP (Label Distribution Protocol)

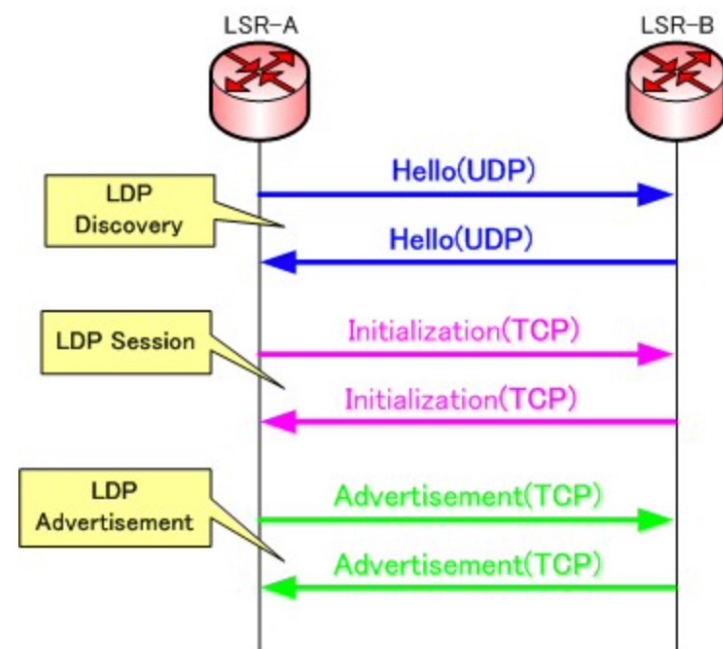
□ ネイバーとラベル情報を交換するためのアプリケーション層のプロトコル

□ TCPとUDPの両方を使用 (共にport: 646)

➤ TCP: LDPセッションの確立. ラベル情報の交換, エラー通知.

➤ UDP: LDPネイバーの発見と維持.

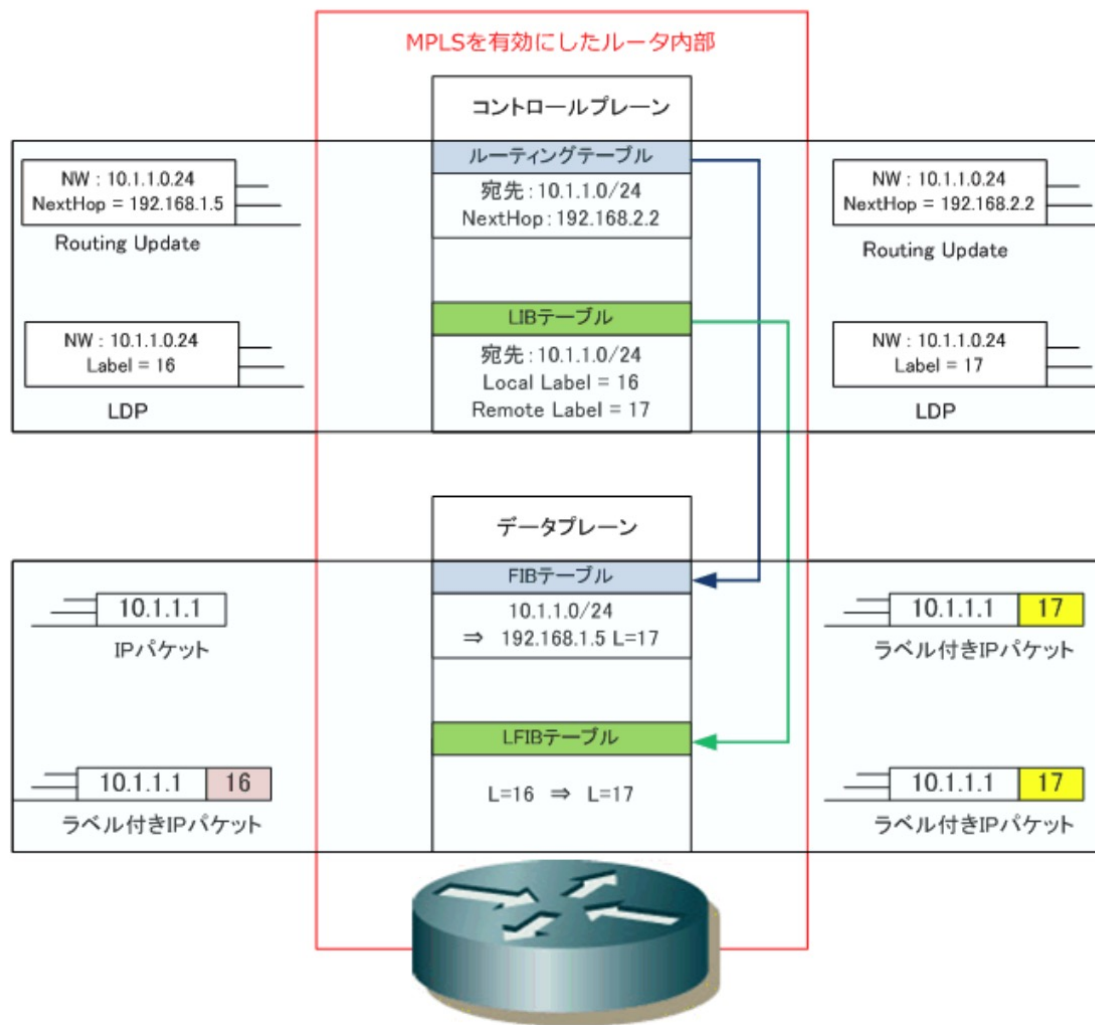
- Discovery: UDP
 - ネイバーの検出. 宛先224.0.0.2を使用
 - 明示的にIPアドレスを指定することも可
- Session: TCP
 - Peer確立.
- Advertisement: TCP
 - ラベル情報の交換.
- Notification: TCP
 - エラー通知.



MPLS - LDPのラベルアサインとアドバタイズメント

- LDPはFECに対して任意のラベル(16~1048575)を割り当てる. このラベルは接続ルータ間でのみ使用されるものなので, ルータ上でローカルに決定される.
 - 0~15は予約済み.
- LDPネイバー確立後, LDPによりローカルに割り当てられたラベルを全てのLDPネイバーに通知する.
- これを元にLIB (Label Information Base)を作成.
 - 詳細: <https://www.infraexpert.com/study/mpls3.html>

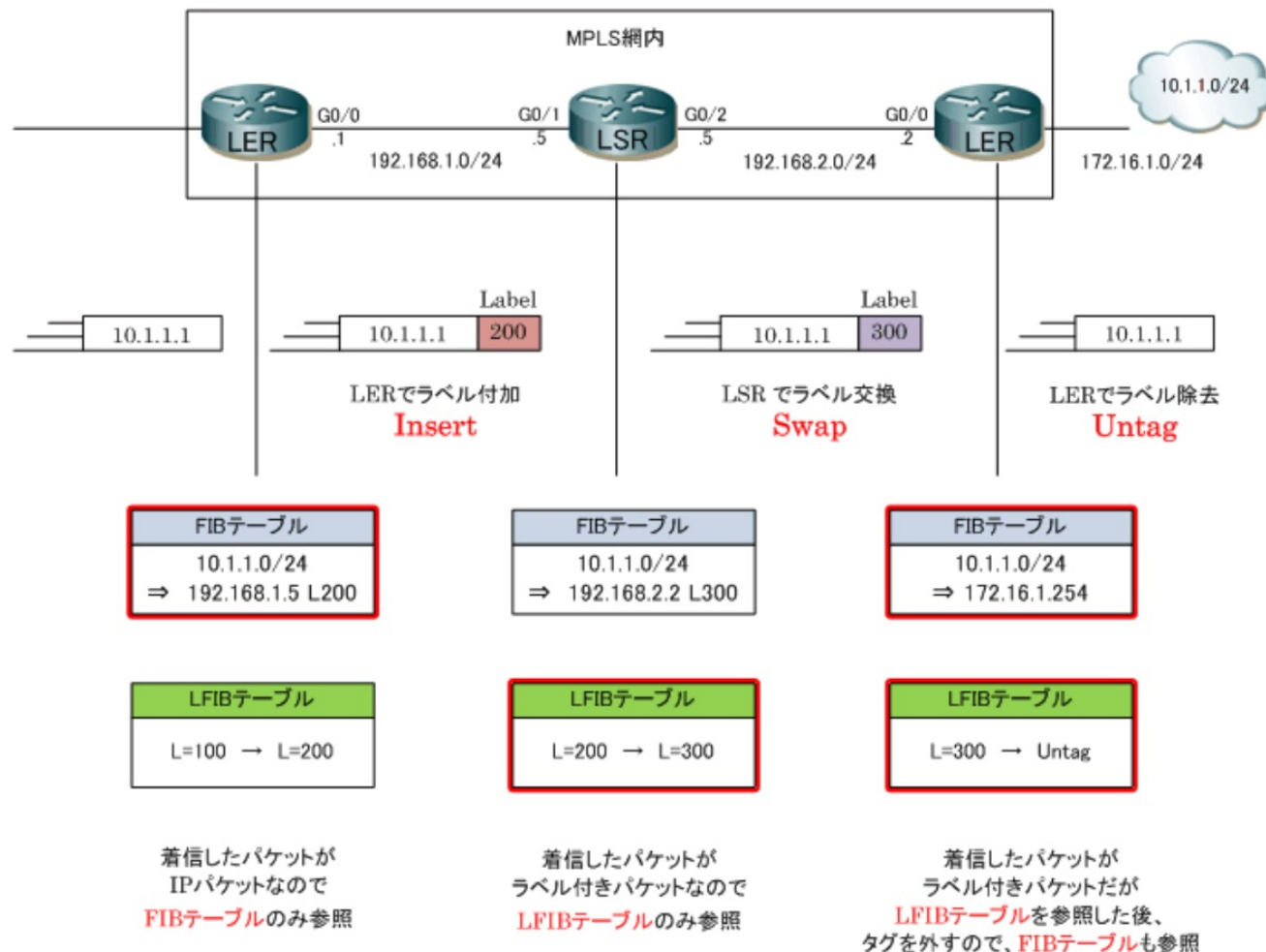
※同じ宛先ネットワークに対するラベルを複数のLDPネイバーから受信すると, 宛先ネットワークがルーティングテーブル上でネクストホップになっているネイバールータからのラベルをパケット転送用の際に使用する.



※ FIBやLFIBはコントロールプレーンの情報から自動的に生成される。

MPLS – まとめ (基本動作)

14



※ 出口側のLER (Egress LSR) はLFIBテーブルとFIBテーブルの両方を参照してから転送する必要があり, ルータへ負担がかかる.

MPLS – まとめ (PHP有効動作)

■前ページでの課題を解決するべく, PHPが存在する. (CiscoルータなどではデフォルトでON)

□LERの1つ前のLSRでラベルを外して転送する技術

- ① ラベルを Implicit Null として、LDPネイバーにアドバタイズ
- ② 最後から2番目のLSRで、ラベルを外し、IPパケットとして転送
- ③ LER (Egress側のLSR) では、FIBテーブルのみを参照し、転送

