

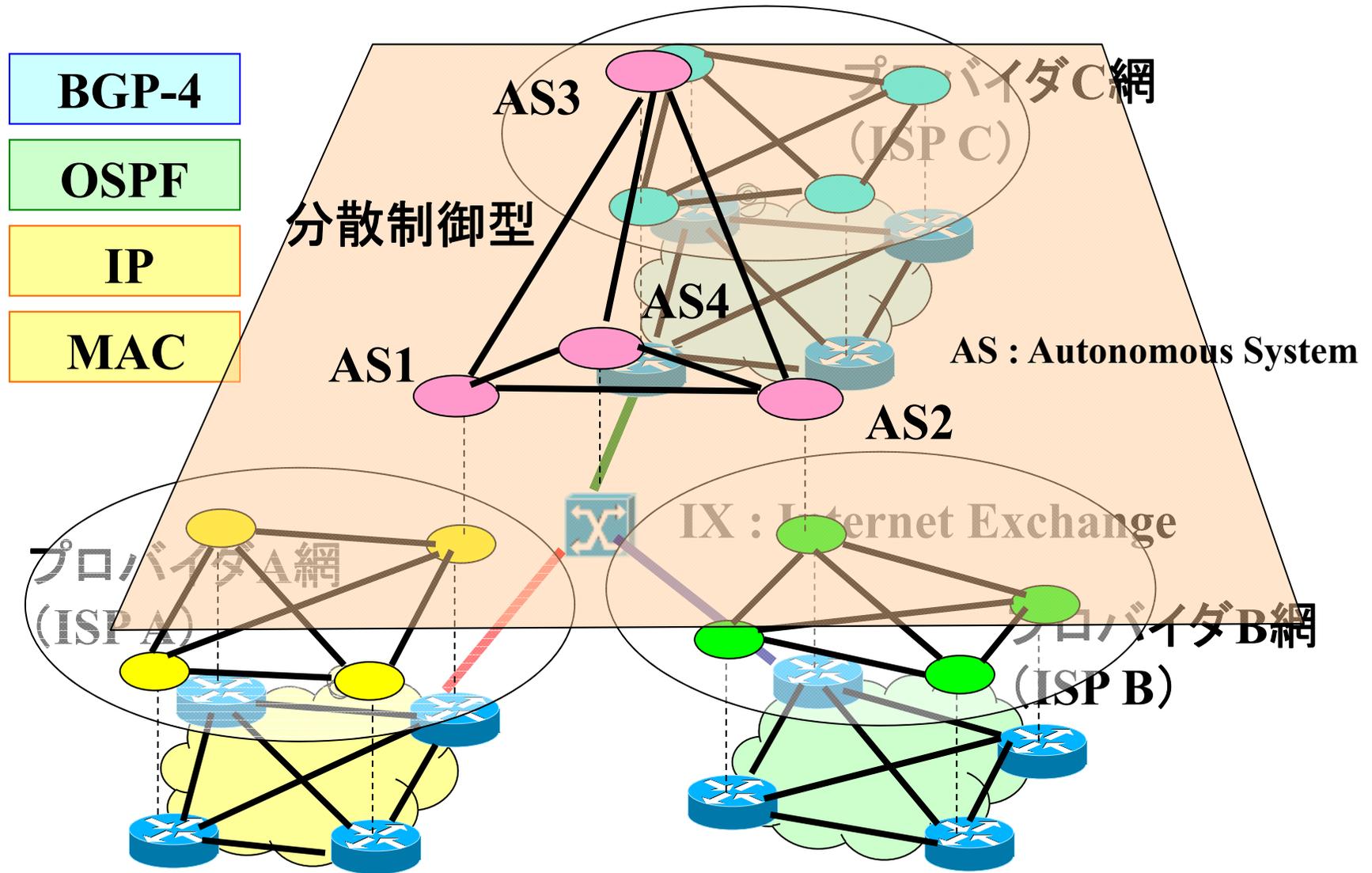
第1章(続き)

電話ネットワークとインターネット(2)

2011年10月24日(月)

インターネットのパケットに ついて復習しよう

インターネット(IP)網の構成



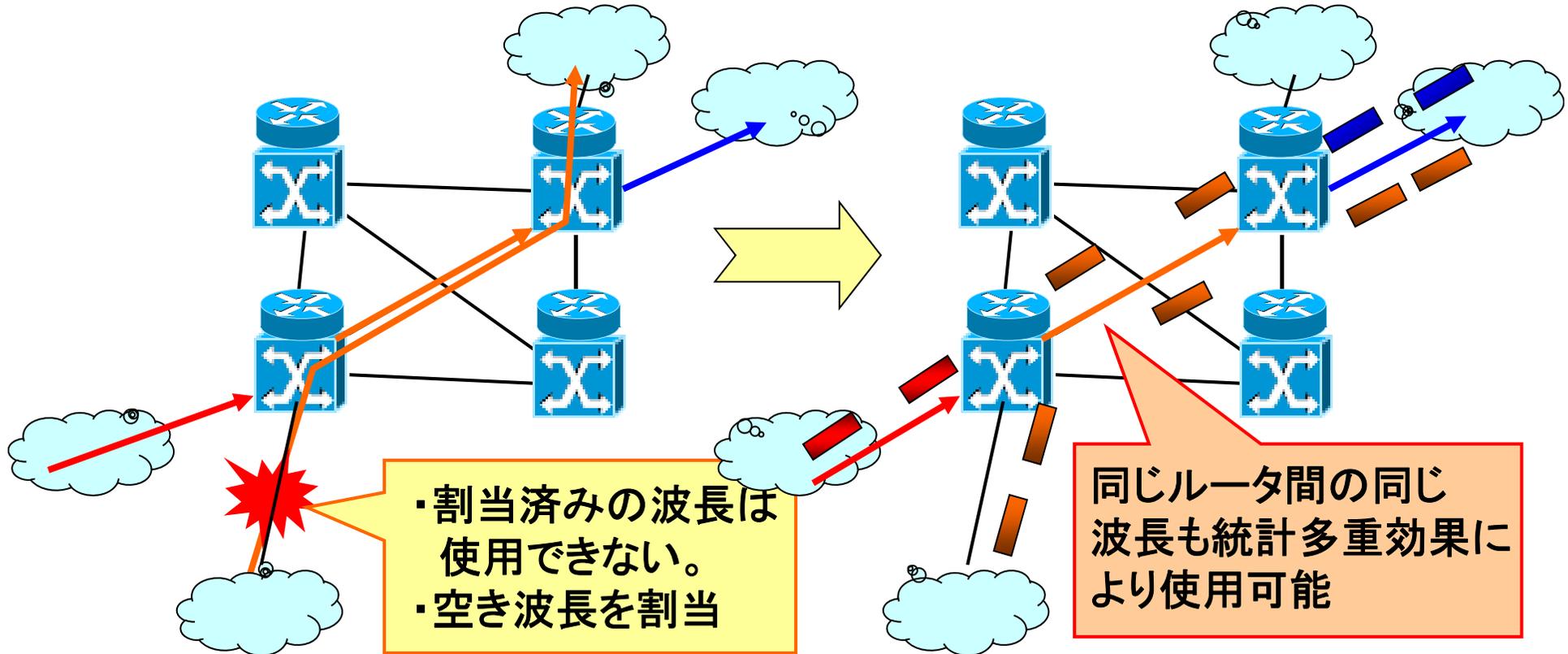
OSPF : Open Shortest Path First
BGP-4 : Border Gateway Protocol version 4

パケット・バイ・パケット型ルーティングの意義

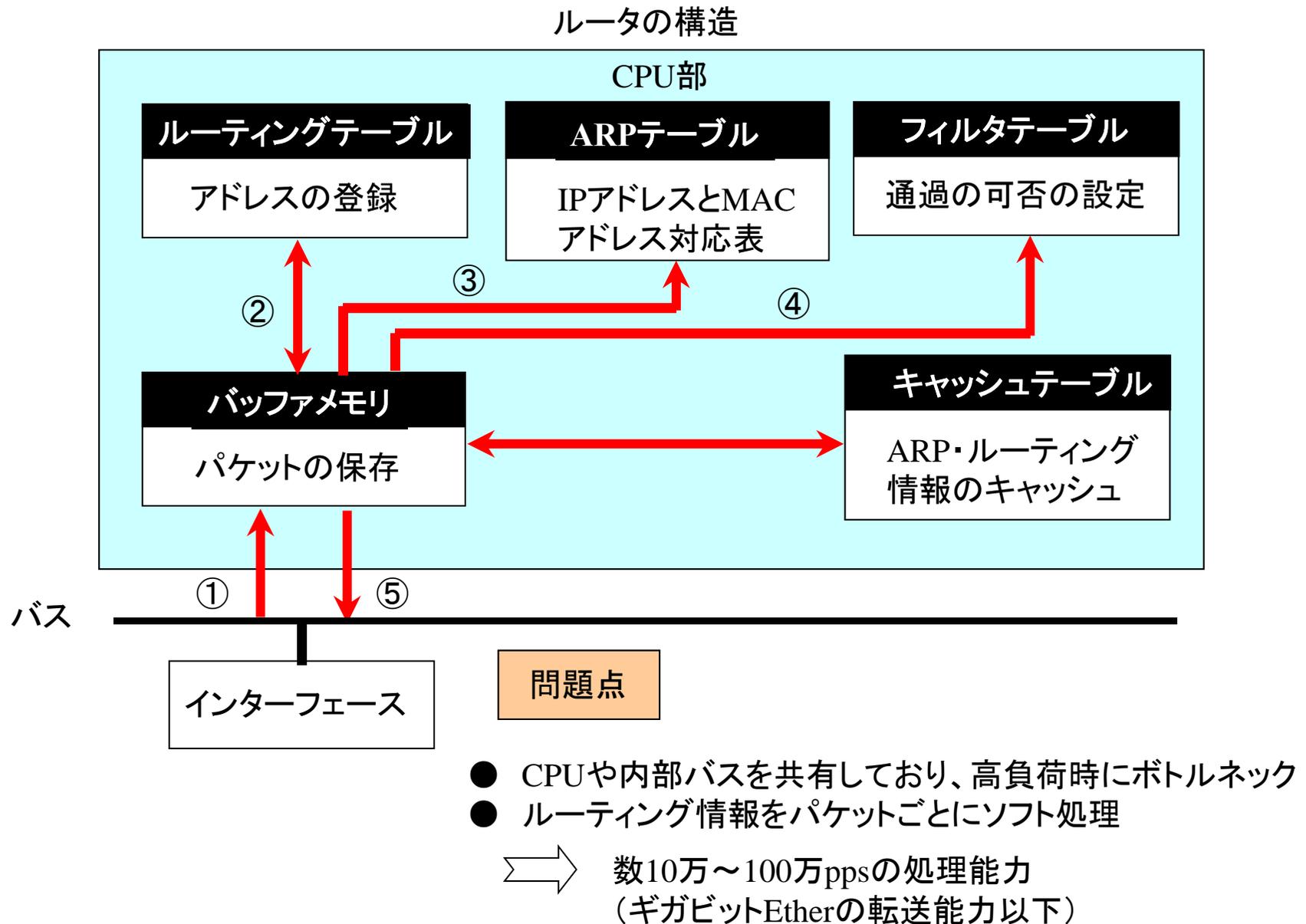
波長の有効活用・高効率パケット転送可能

パス・ルーティング

パケット・バイ・パケット
ルーティング

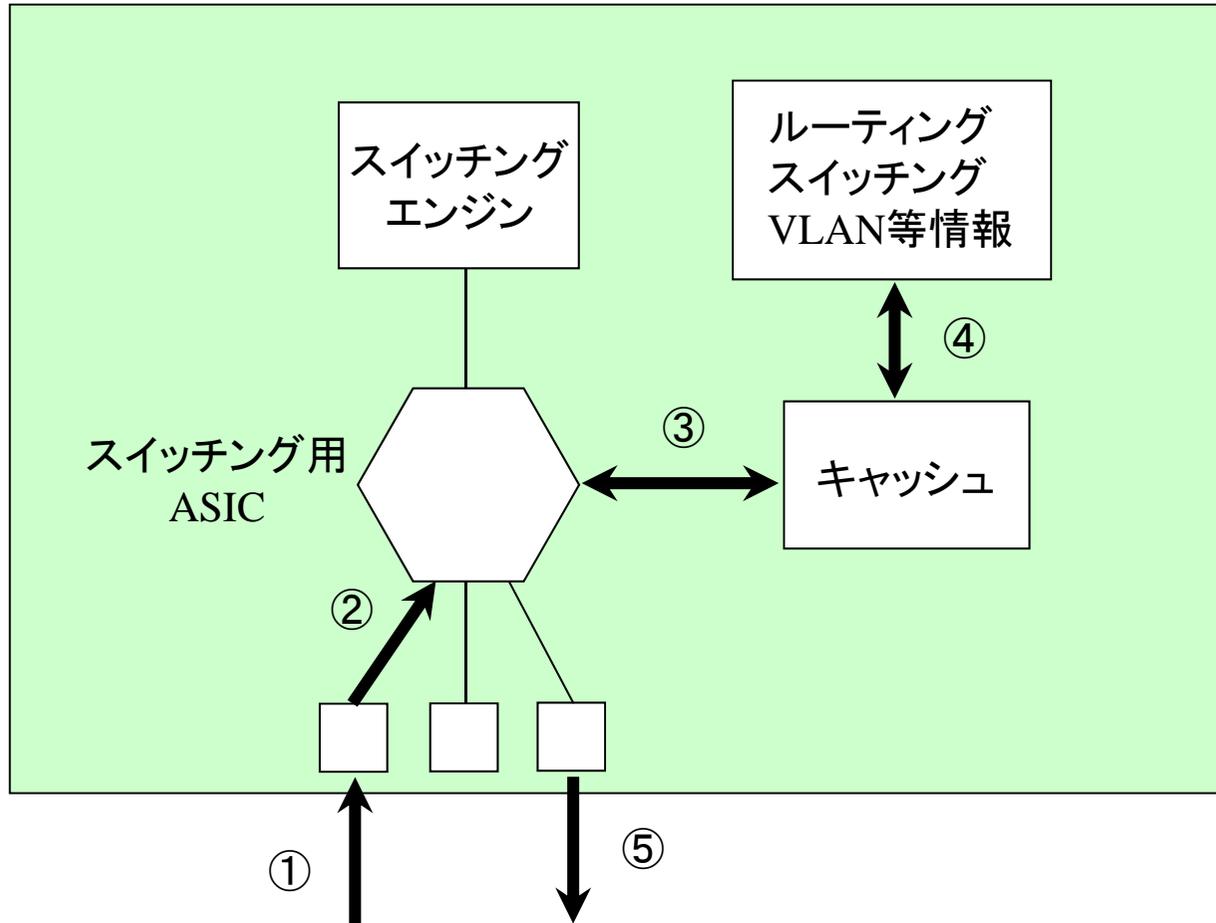


ルータの構成



ルータの高速化技術(レイヤ3スイッチ)

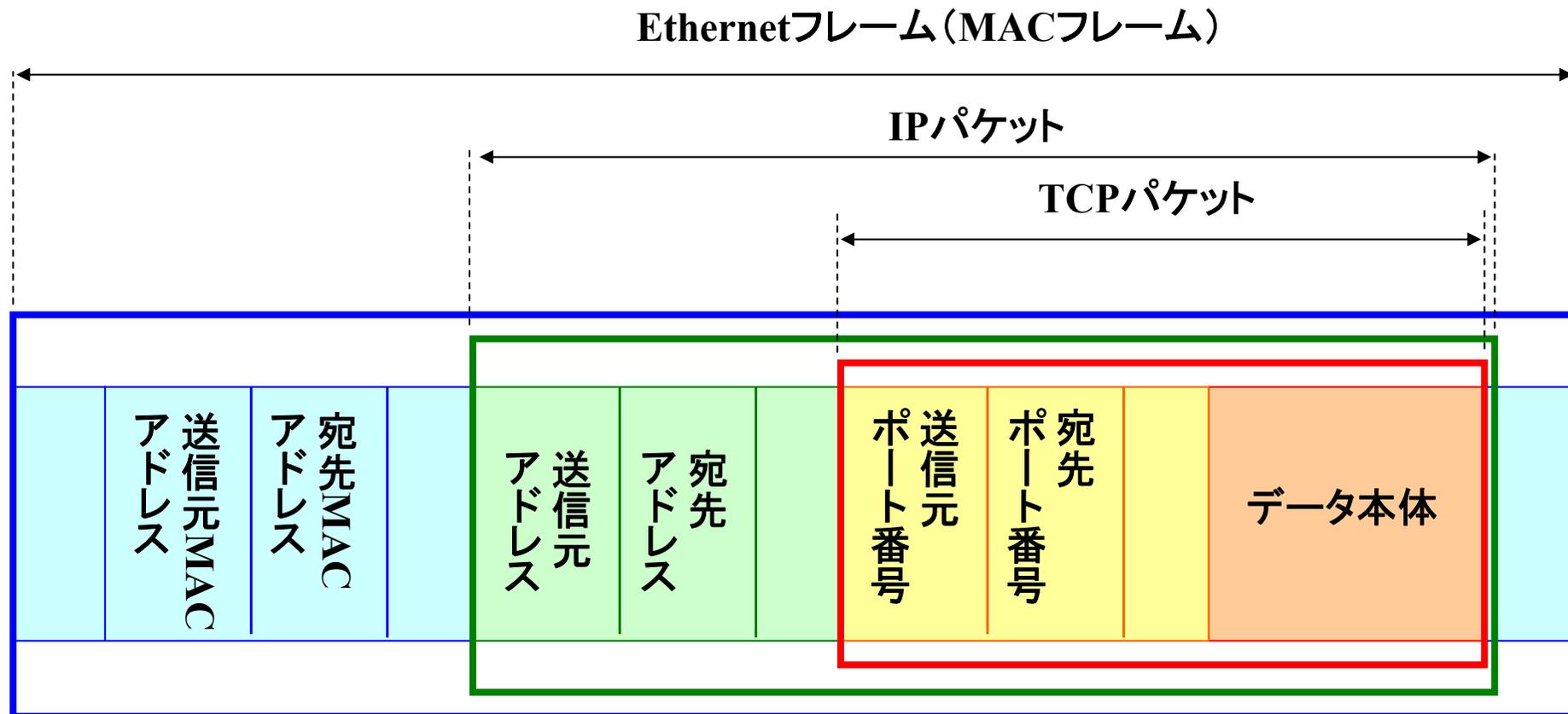
レイヤ3スイッチの構成



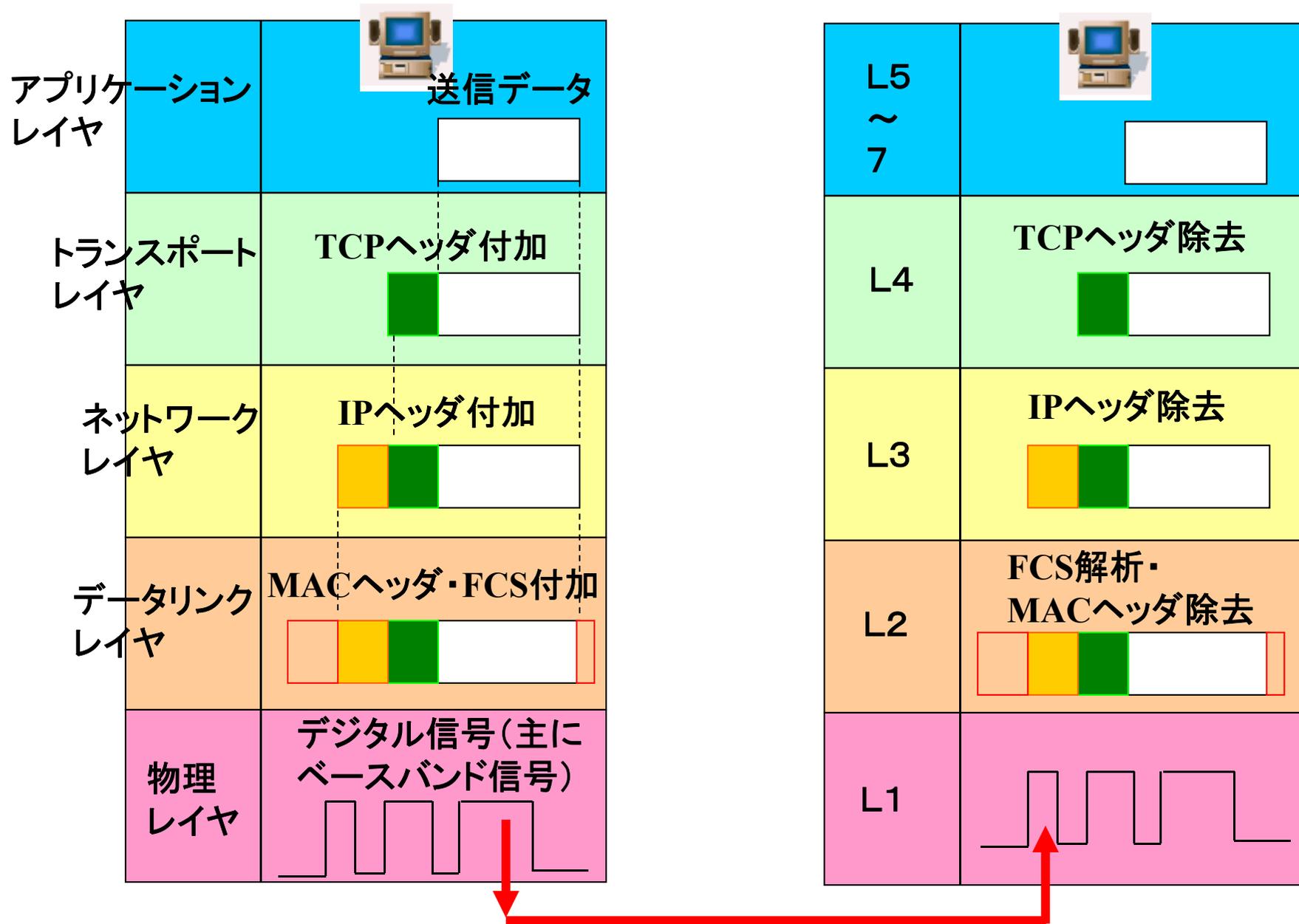
- ASICによる高速パケット転送
- 最初のパケット処理情報に基づきハードによる高速処理

⇒ 10Mppsを超える転送能力の実現

IPパケットの構成



IPパケットにラベルを付加する仕組み



MACヘッダの構成

64～1518バイト(有効フレームの範囲)
ただしGbEでは最後にキャリア・エクステンションが加わり
512～8192バイト

8バイト	6バイト	6バイト	2バイト	46～1500バイト		4バイト
プリアンブル ／SFD	宛先MAC アドレス	送信元MAC アドレス	Type/ Length	ユーザ送信 データ	(PAD)	FCS

64ビット(8バイト)

プリアンブル:同期用のビット。 10101010.....10101011

SFD(8ビット)

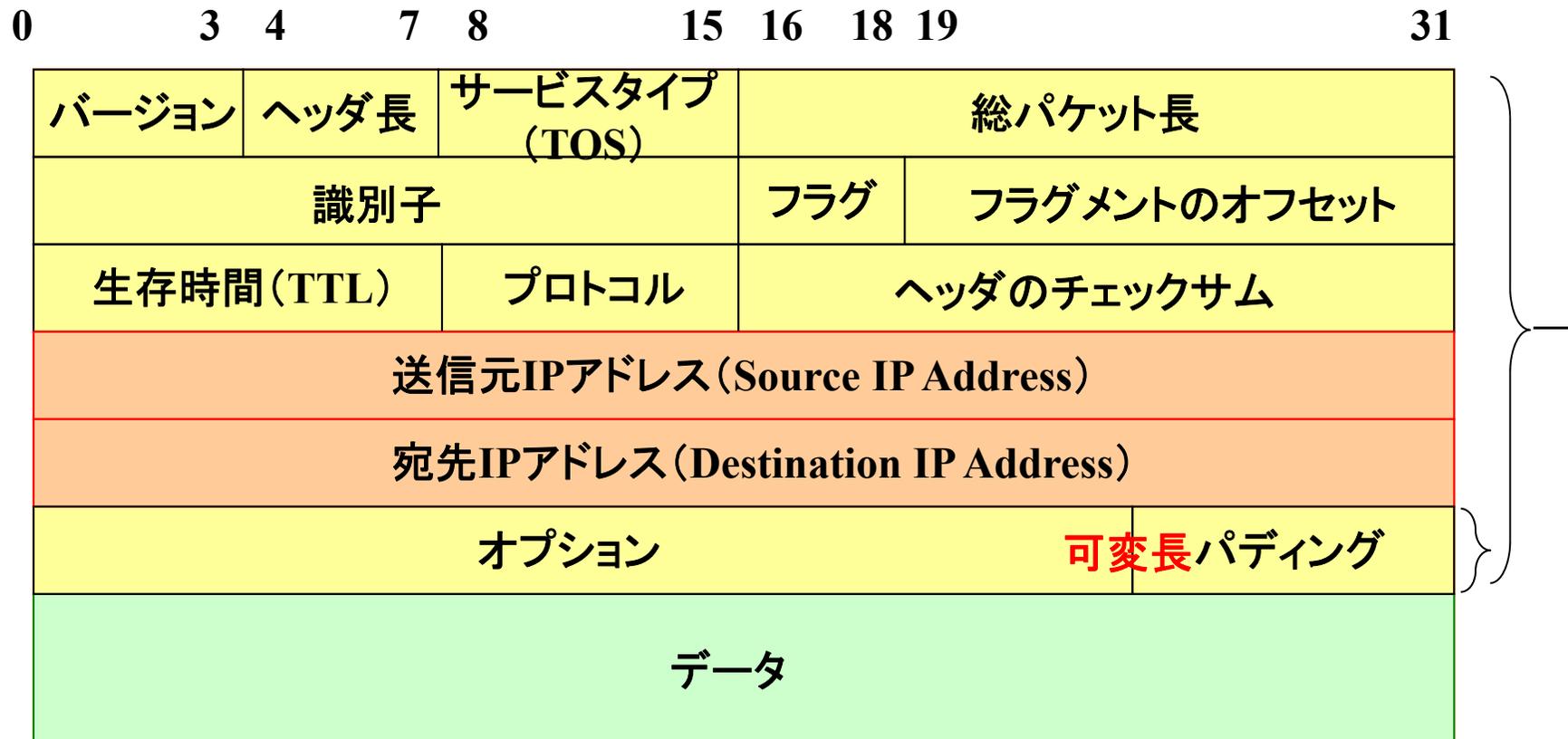
Type / Length : 値1500以下の場合にはLength 解釈(IEEE802.3/T)。

1536以上の場合にはType解釈(Ethernet)。

PAD: Padding Bit。データ長の調整用ビット(32ビット単位になるよう)。

FCS: Frame Check Sequence。フレームの検査用ビット。

IPv4ヘッダの構成

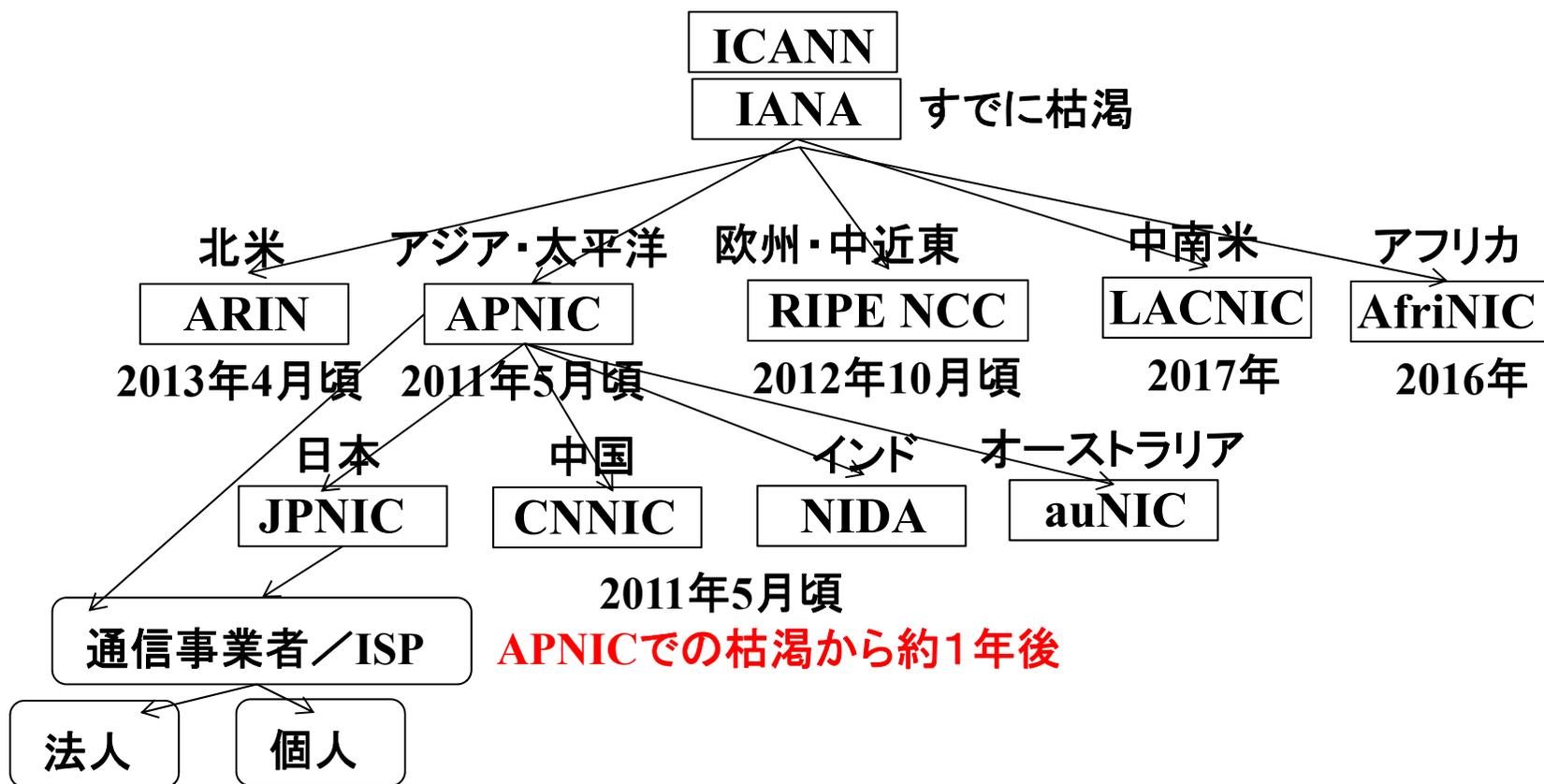


32ビット(4バイト) × (5+オプション分)

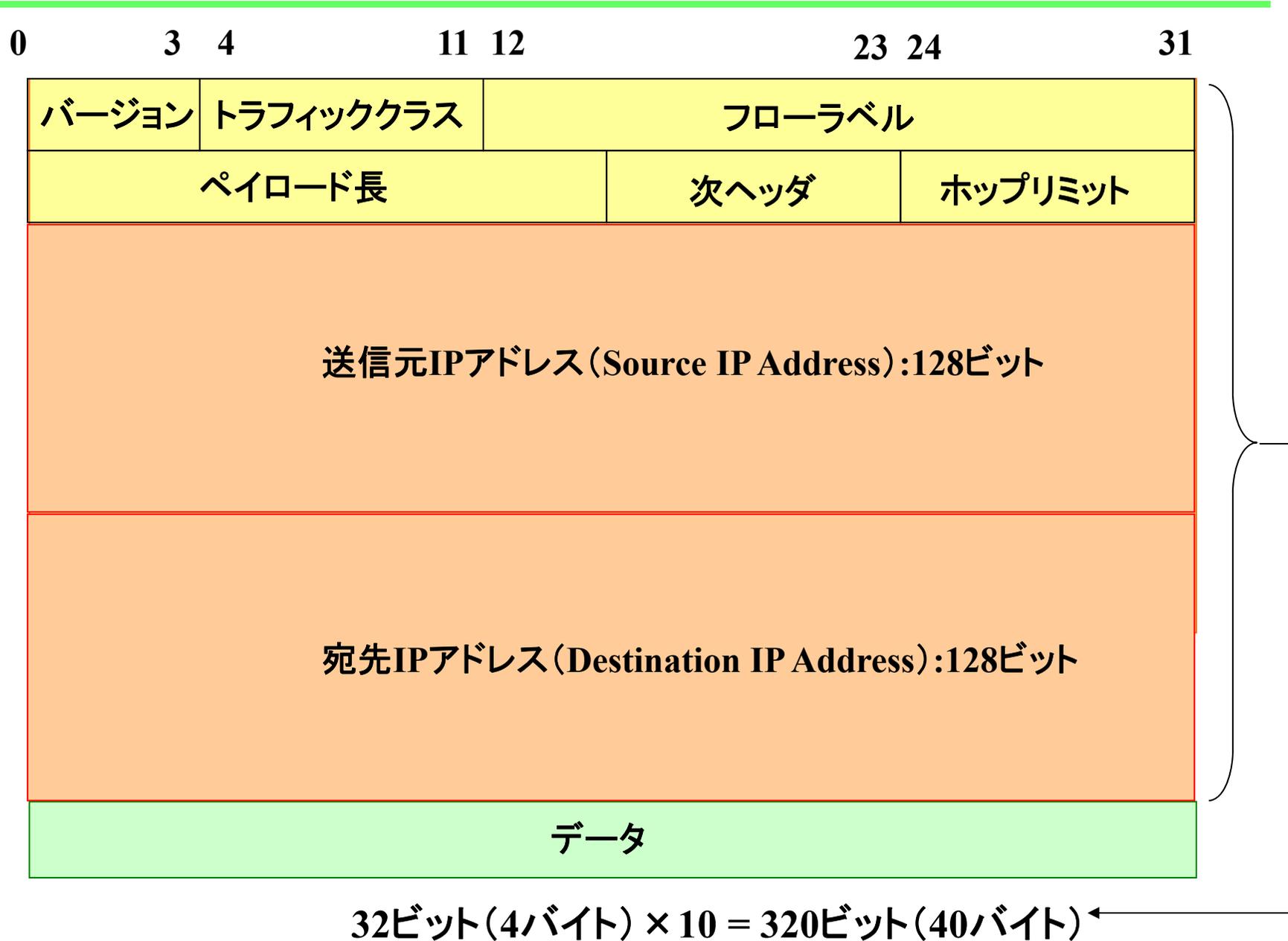
IPv4アドレスの枯渇とIPv6対応

日経エレクトロニクス 2011年4月4日号『ついに枯渇のIPv4アドレス IPv6で新事業が開花へ』
p.80 図2より

- IANA在庫が枯渇
- 2012年半ばには利用者へのIPv4アドレスが不足になる可能性

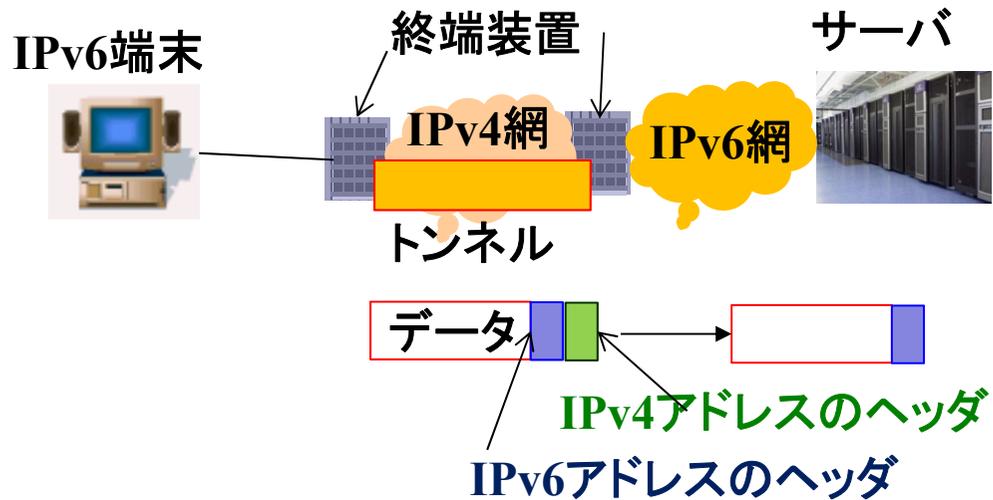


IPv6ヘッダの構成



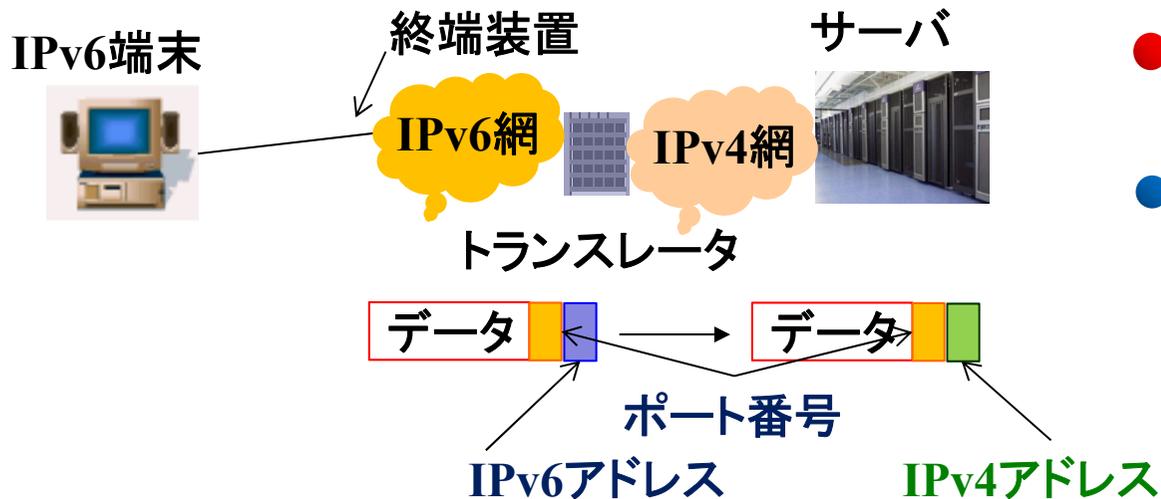
IPv6端末のIPv4網超えの接続

トンネル(カプセル化)方式



- IPv4のアクセス網をそのまま使用可
- トンネルの終端機能を端末に実装すれば、端末側の終端装置不要
- 仕様乱立

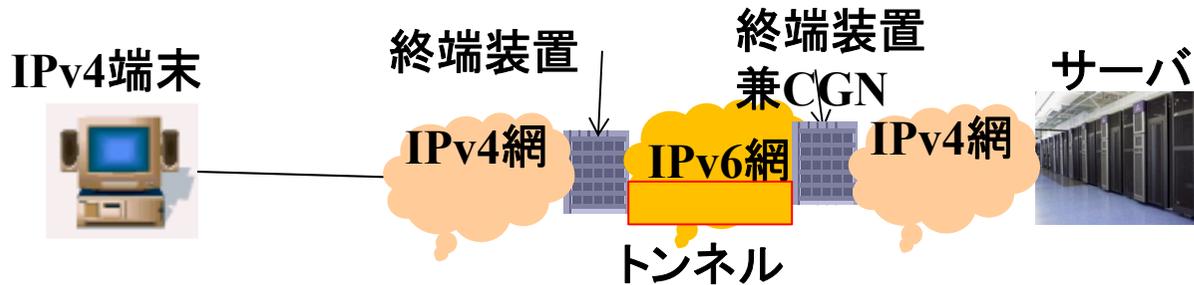
NAT方式(NAT-PT)



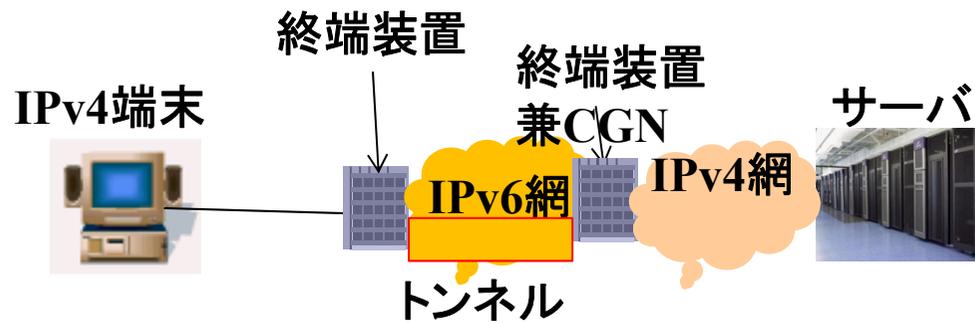
- IPv4のコンテンツ資源にアクセス可
- トランスレータの処理負荷大

IPv4端末のIPv6網超えの接続

トンネル方式とNAT方式の組み合わせ (Dual-Stack lite)



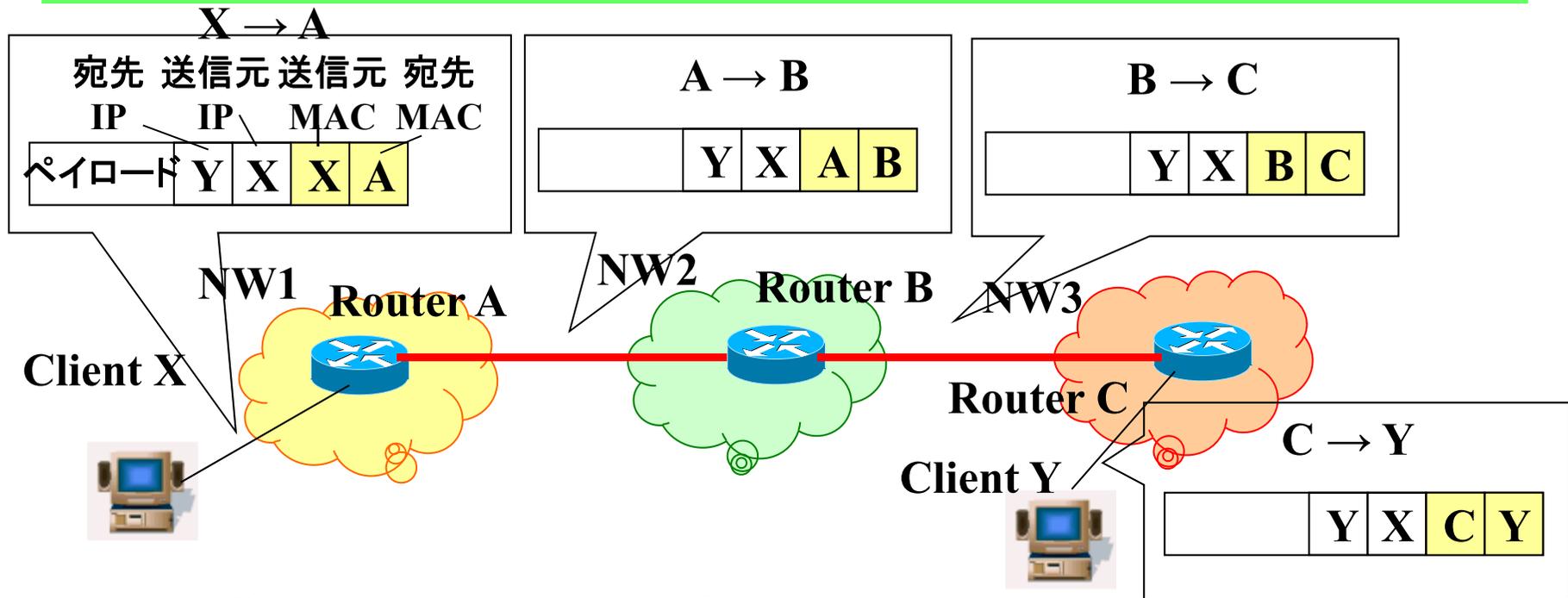
トンネル方式



TCPヘッダの構成



IPパケット転送の手順



Router Aの
ルーティングテーブル

宛先	ネクスト ホップ
NW1	Router A
NW2	Router B
NW3	Router B

Router Bの
ルーティングテーブル

宛先	ネクスト ホップ
NW1	Router A
NW2	Router B
NW3	Router C

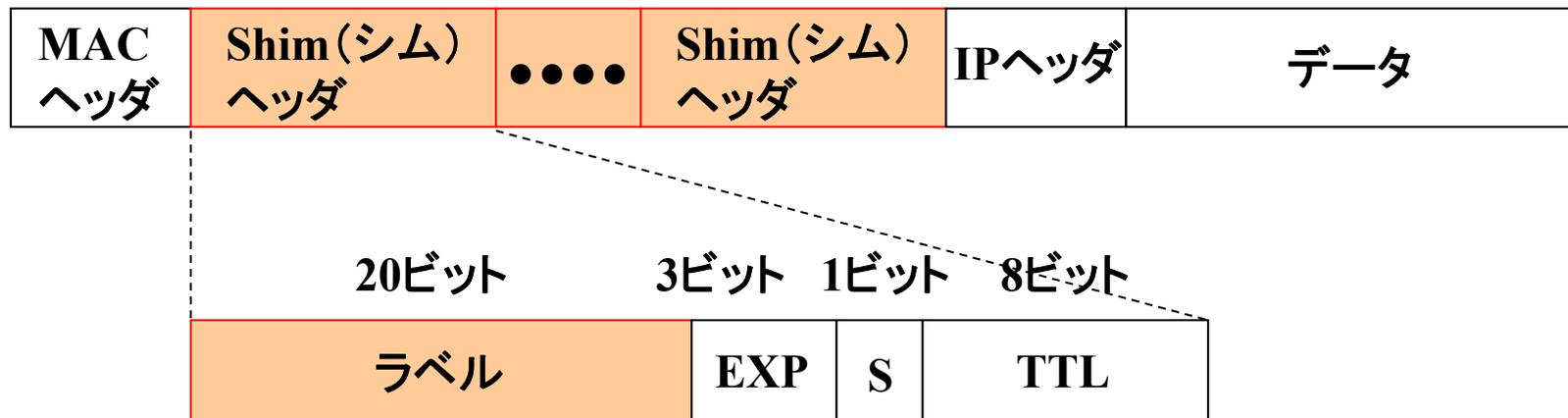
Router Cの
ルーティングテーブル

宛先	ネクスト ホップ
NW1	Router B
NW2	Router B
NW3	Router C

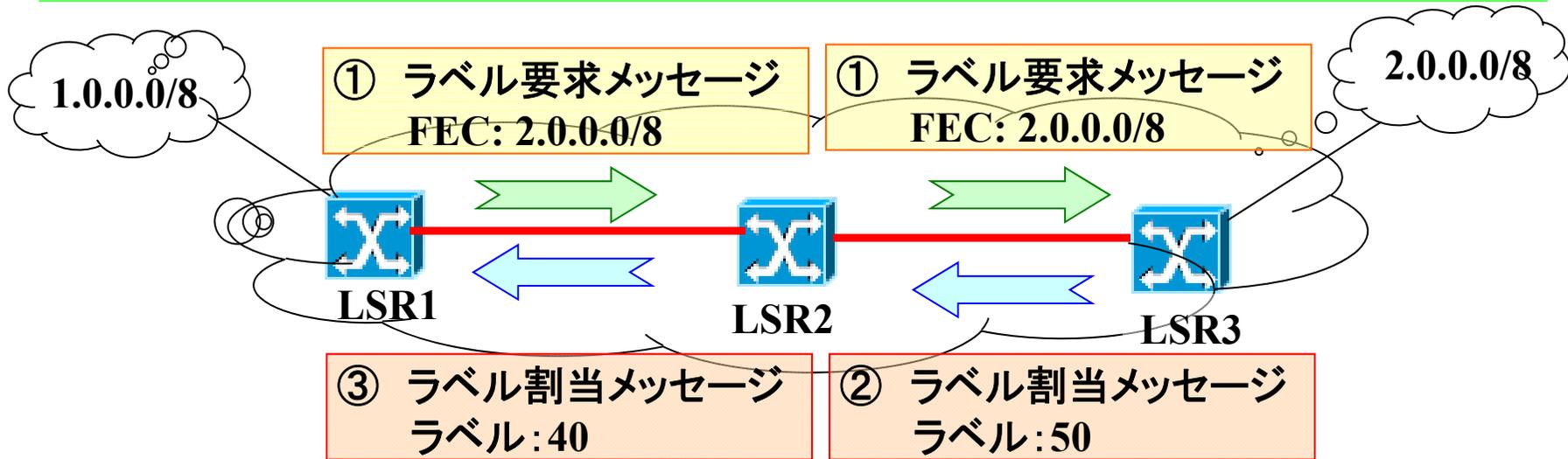
MPLS技術 (Multiprotocol Label Switch)

- ・ネットワークアドレスに相当するアドレスをラベルとして付加し、そのラベル参照を行いIPアドレス解析を不要とすることで高速転送を可能とする技術
- ・IPアドレスなどを元に同じ転送先のパケットをクラス分け(Forwarding Equivalence Class: FEC)し、同じ分類のパケットに対しては逐次ヘッダ解析を行わずに転送し、高効率転送を可能とする。
- ・ラベル要求・割当のためのシグナリング
- ・ラベルに基づくパケット転送

MPLSのラベル構成



MPLSのラベル・スイッチ・パスの確立



LSR1ルーティング・テーブル

宛先	ネクスト ホップ	コスト	出力 IF
2.0.0.0/8	LSR2	3	A

LSR2ルーティング・テーブル

宛先	ネクスト ホップ	コスト	出力 IF
2.0.0.0/8	LSR3	2	C

LSR3ルーティング・テーブル

宛先	ネクスト ホップ	コスト	出力 IF
2.0.0.0/8	LSR2	1	E

LSR1 MPLS
フォワーディングテーブル

入力 IF	FEC	出力 IF	出力用 ラベル
—	2.0.0.0/8	A	40

LSR2 MPLS
フォワーディングテーブル

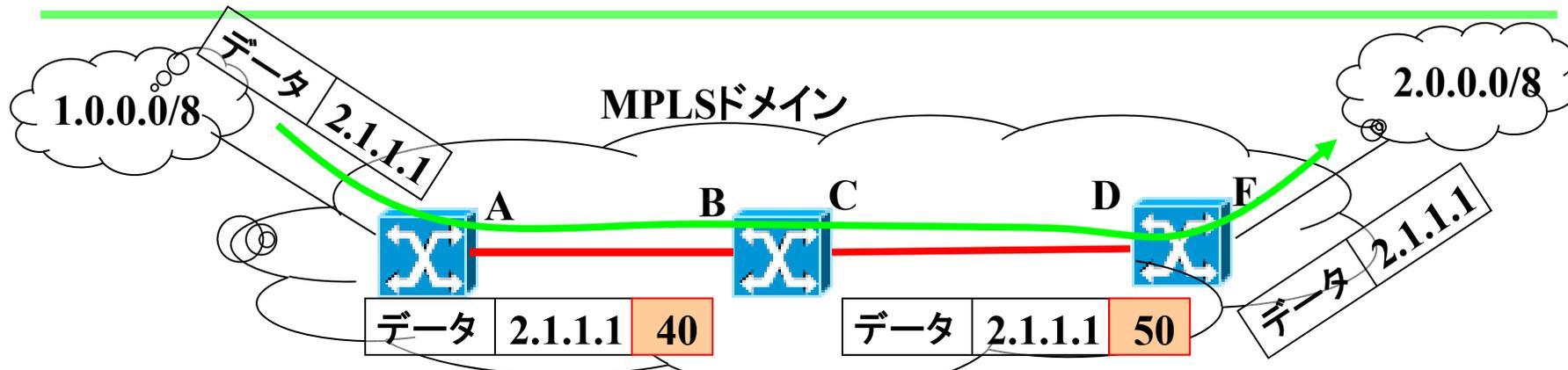
入力 IF	入力用 ラベル	FEC	出力 IF	出力用 ラベル
B	40		C	50

LSR3 MPLS
フォワーディングテーブル

入力 IF	出力用 ラベル	FEC	出力 IF
D	50	2.0.0.0/8	E

2.0.0.0/8

MPLSにおけるラベル・スイッチングの動作



LSR1 MPLS
フォワーディングテーブル

入力 IF	FEC	出力 IF	出力用ラベル
—	2.0.0.0/8	A	40

LSR2 MPLS
フォワーディングテーブル

入力 IF	入力用ラベル	FEC	出力 IF	出力用ラベル
B	40	2.0.0.0/8	C	50

LSR3 MPLS
フォワーディングテーブル

入力 IF	出力用ラベル	FEC	出力 IF
D	50	2.0.0.0/8	E

LSR1の処理手順

- ① ラベルなしパケット受信
- ② FECの識別
- ③ FECに対応するNHLFEをFTNにより選択
- ④ 出力ラベル追加・転送

LSR2の処理手順

- ① ラベル・パケット受信
- ② ラベル値に対応するNHLFE内の出力情報をILMにより選択
- ③ NHLFEに従ったラベル変更・転送

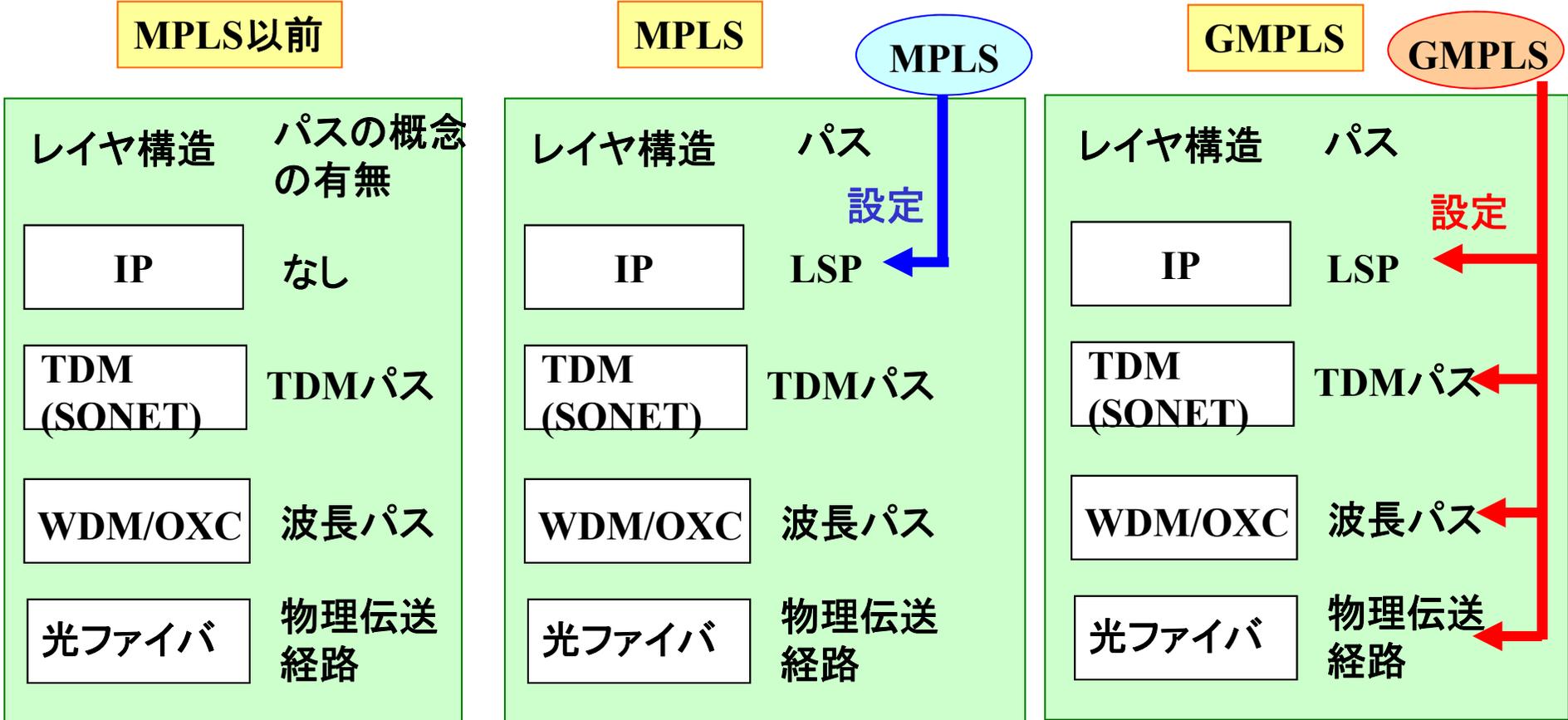
LSR3の処理手順

- ① ラベル・パケット受信
- ② ラベル値に対応するNHLFE内の出力情報をILMにより選択
- ③ ラベル削除・転送

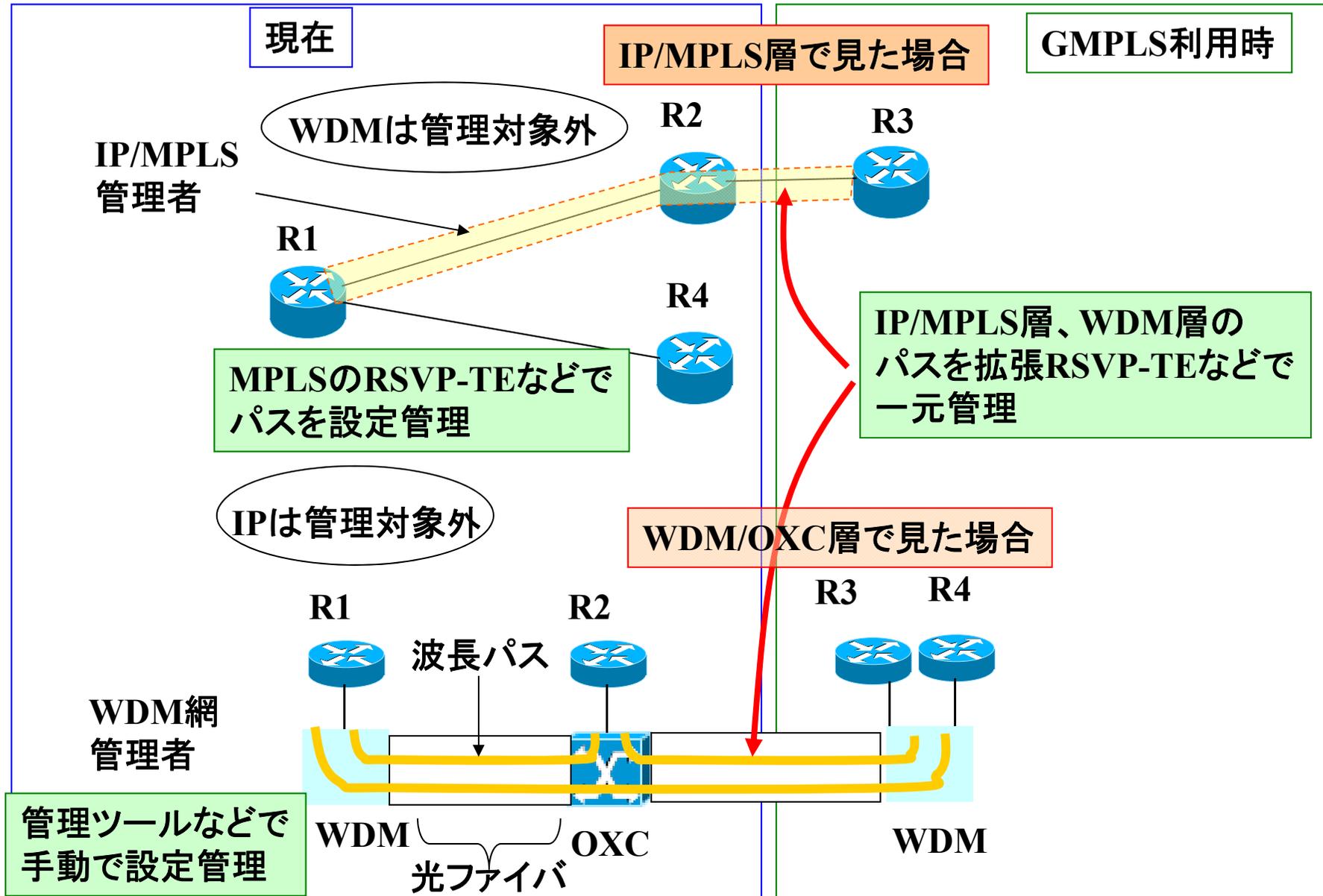
FEC: Forwarding Equivalence Class, NHLFE : Next Hop Label Forwarding Entry
FTN: FEC to NHLFE Map, ILM: Incoming Label Map

GMPLS (Generalized MPLS)の位置付け

・IPレイヤにパスの概念を導入したMPLSの技術を、下位層に拡張する技術



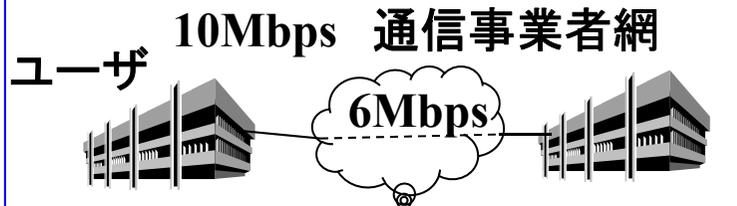
GMPLSによる運用コストの低減



GMPLSによるユーザのメリット

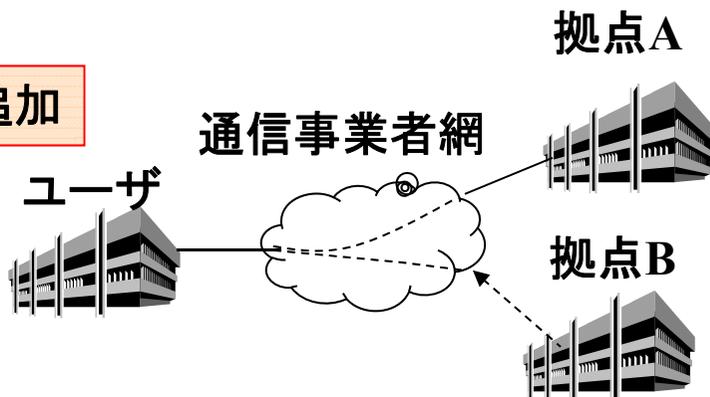
帯域オンデマンド

現在



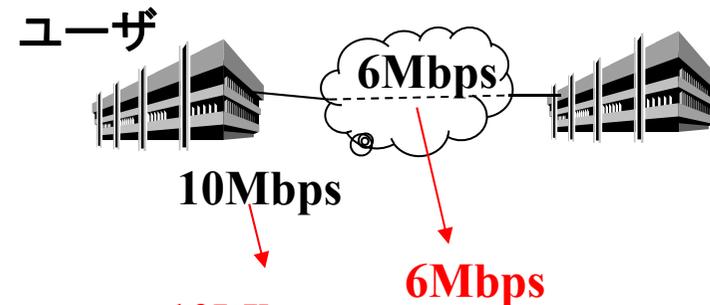
- ・帯域は契約時に決定
- ・帯域変更は契約変更の対象

新規追加

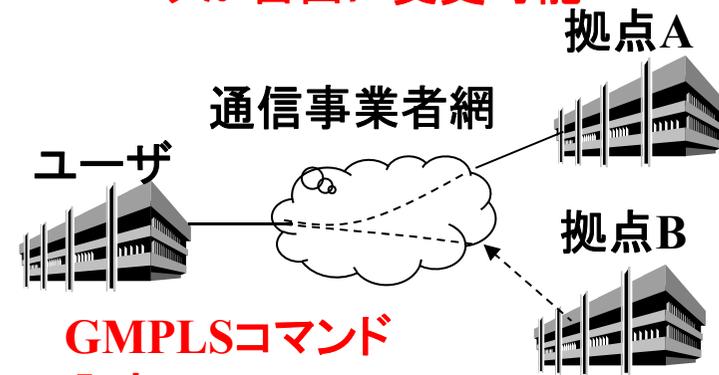


- ・拠点追加の際、IP層の設定や波長パスの設定など設計見直しに時間を要する

GMPLS利用時



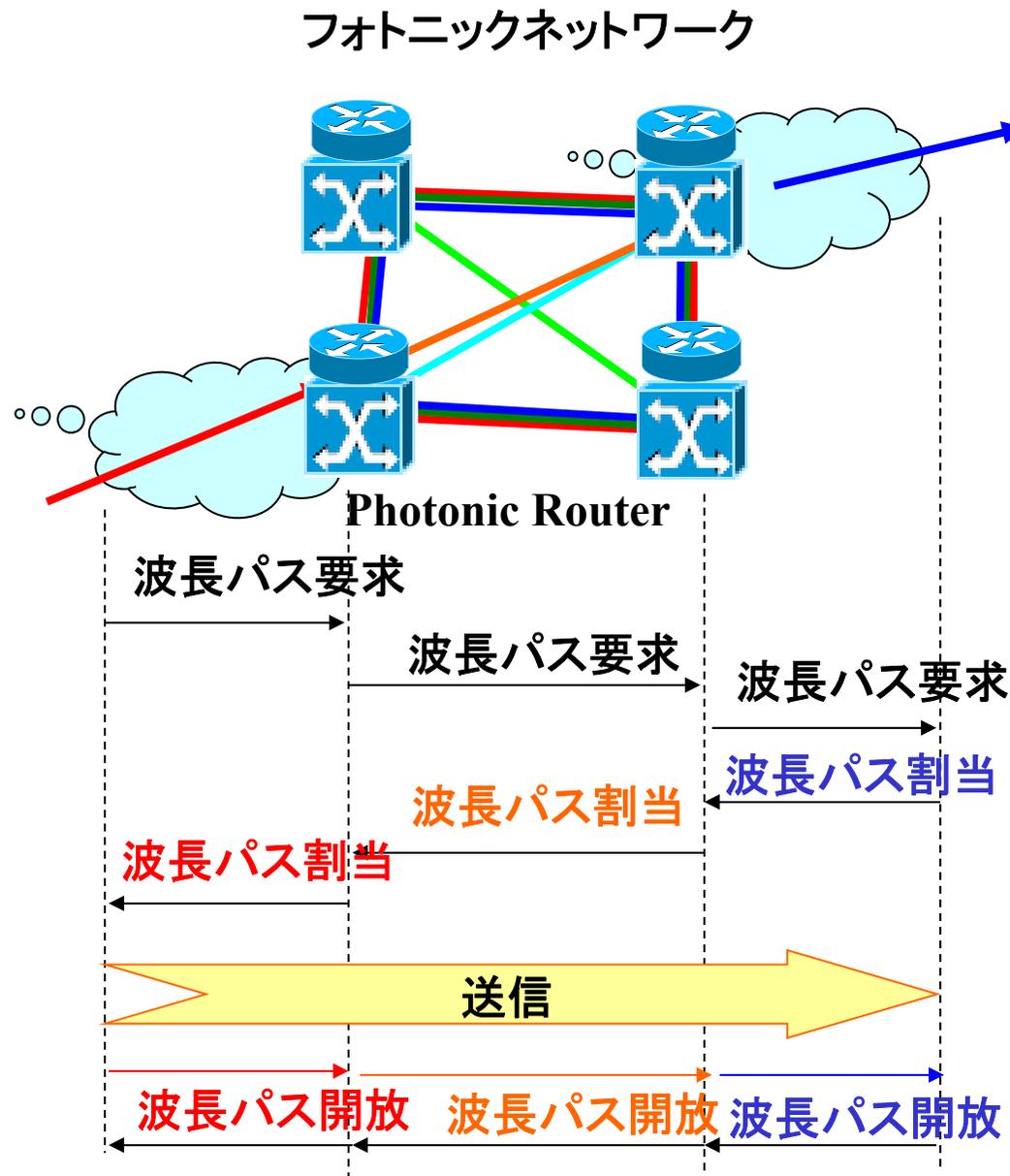
10Mbps
ユーザが自由に変更可能



GMPLSコマンド
入力

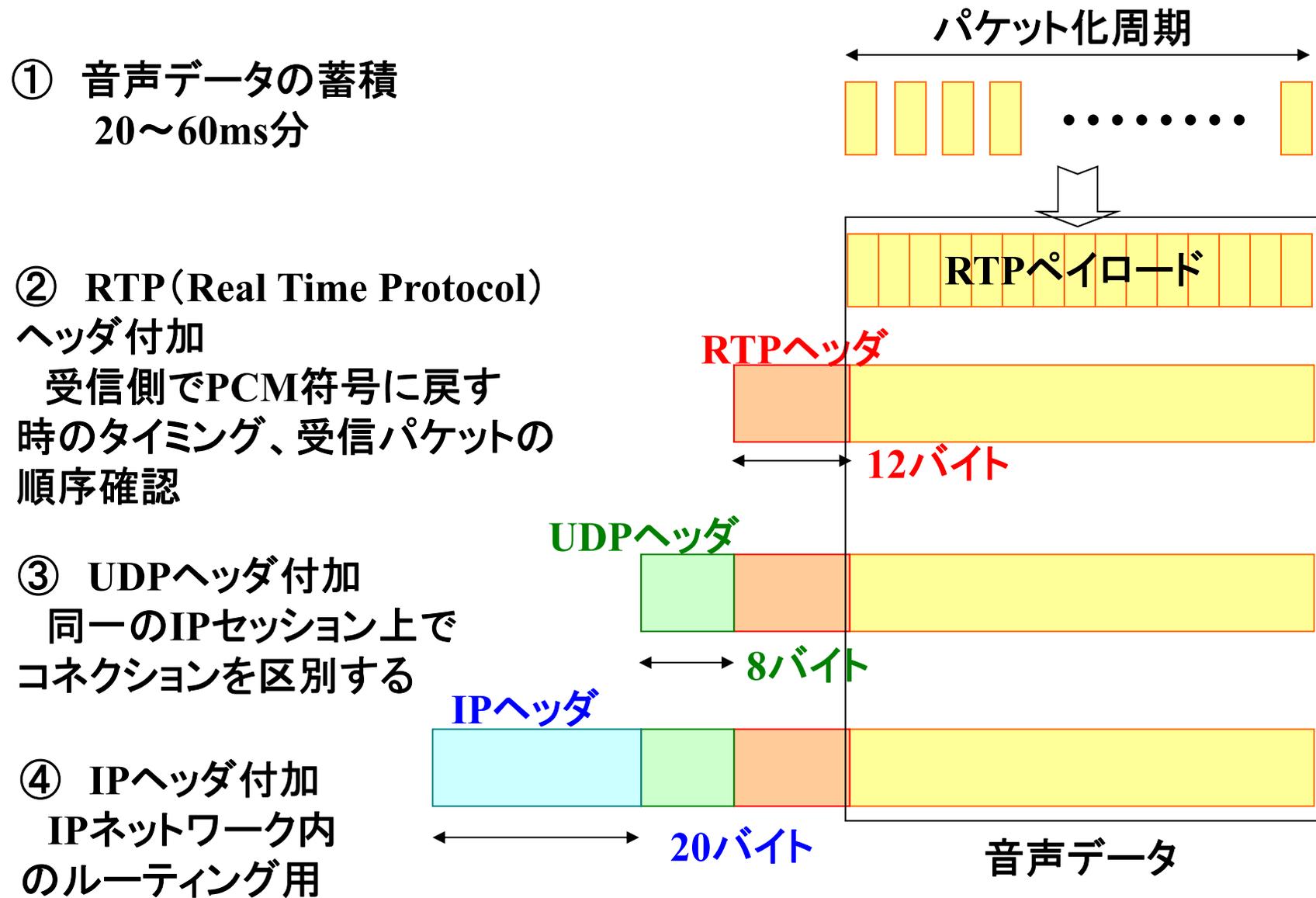
即座に波長パスの帯域などを計算してパスを新設

GMPLSの波長パス要求から開放までの手順



IP電話の仕組み

音声信号をIPパケット化する流れ



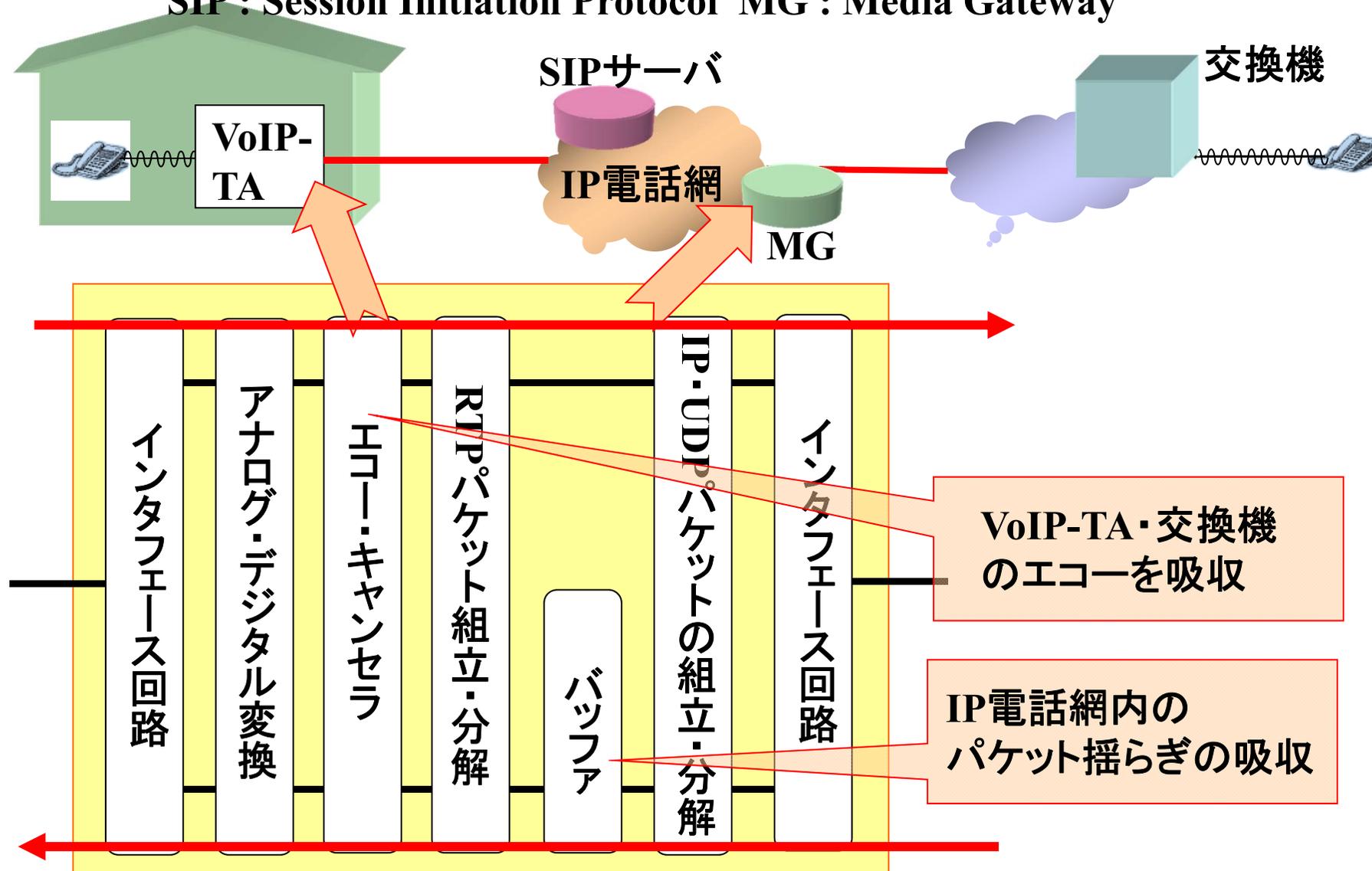
VoIP-TAとゲートウェイ装置の構成

VoIP : Voice over IP

TA : Terminal Adapter

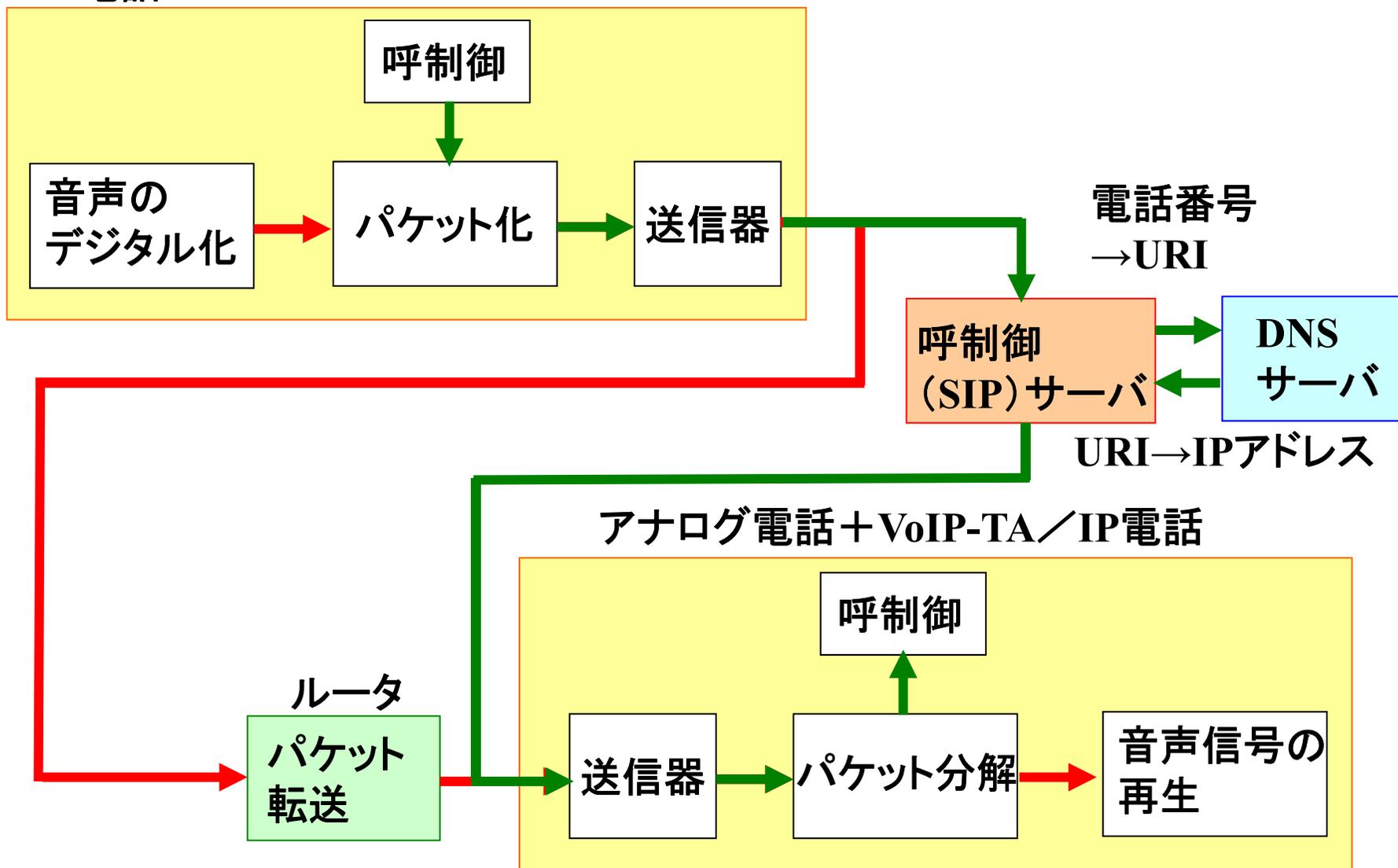
SIP : Session Initiation Protocol

MG : Media Gateway

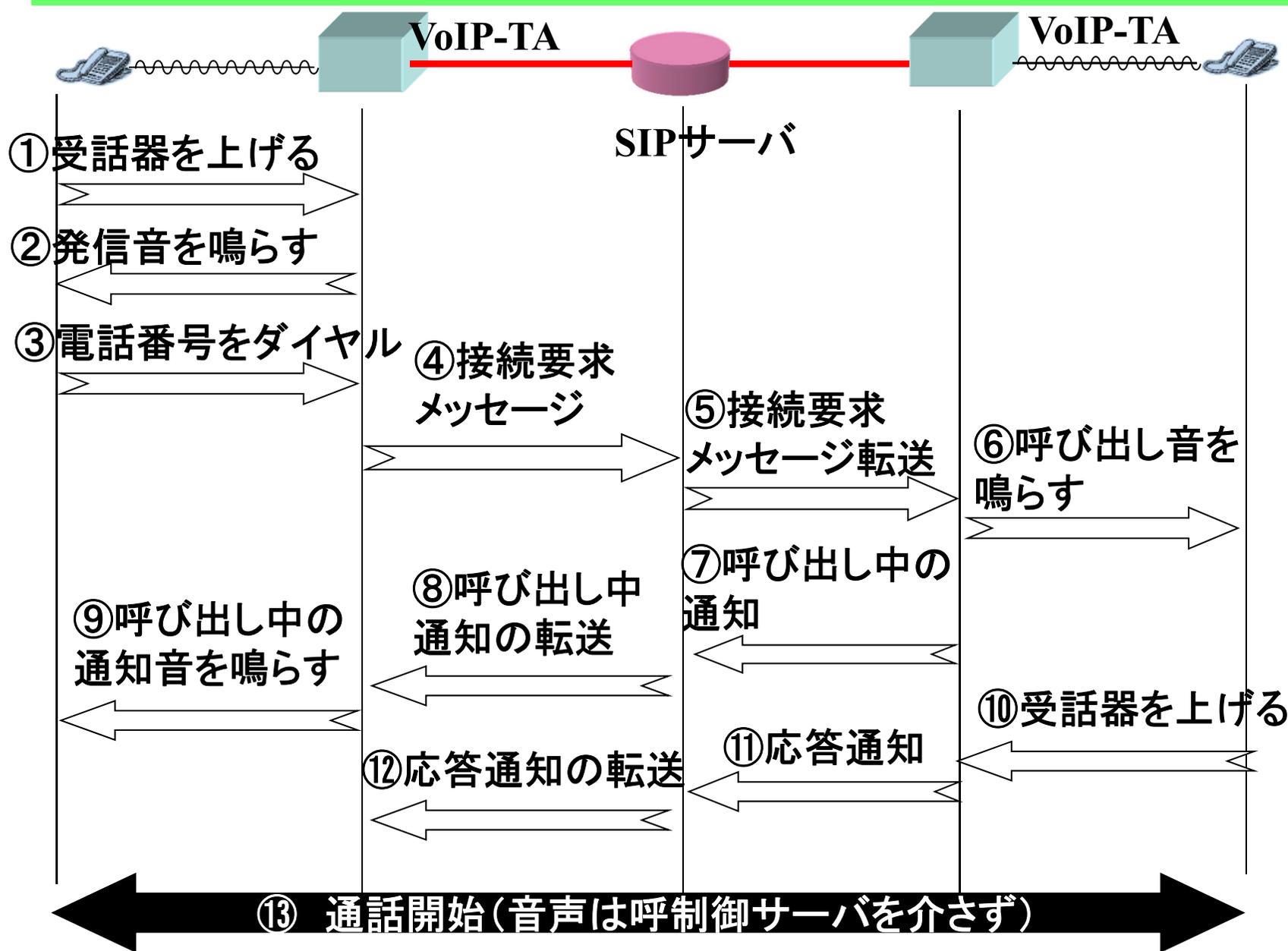


IP電話の仕組み (IP電話同志の接続)

アナログ電話 + VoIP-TA /
IP電話



IP電話が接続できるまでの流れ



SIPによる呼制御

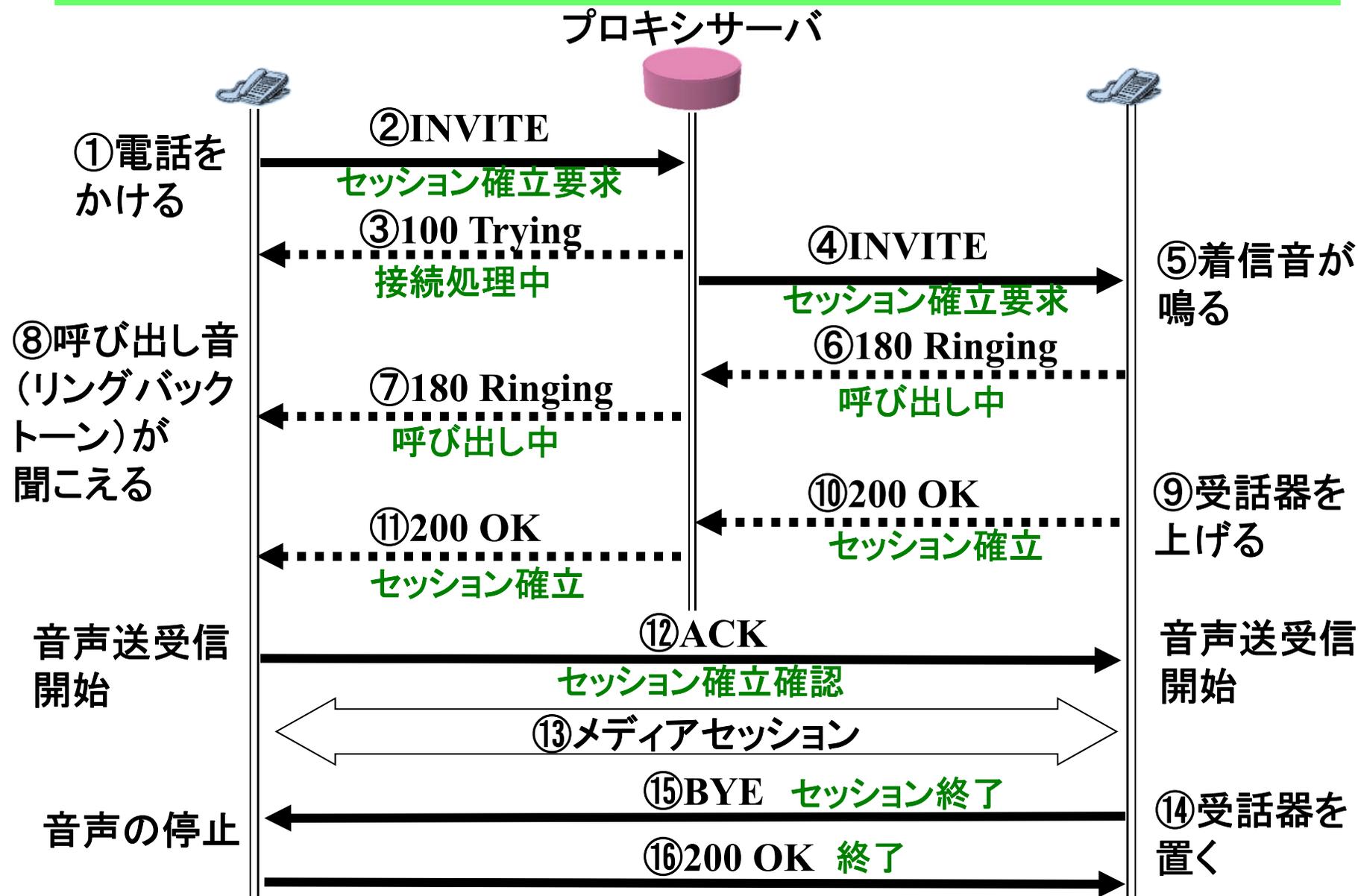


```
INVITE sip : abc@uvw.xyz.co.jp SIP/2.0  
Via : SIP/2.0/UDP ghi.xyz.co.jp  
From : ABC<sip : abc@xyz.co.jp>  
To : DEF<sip : def@xyz.co.jp>  
Call-ID : 39556217@ghi.xyz.co.jp  
CSeq : 1 INVITE
```

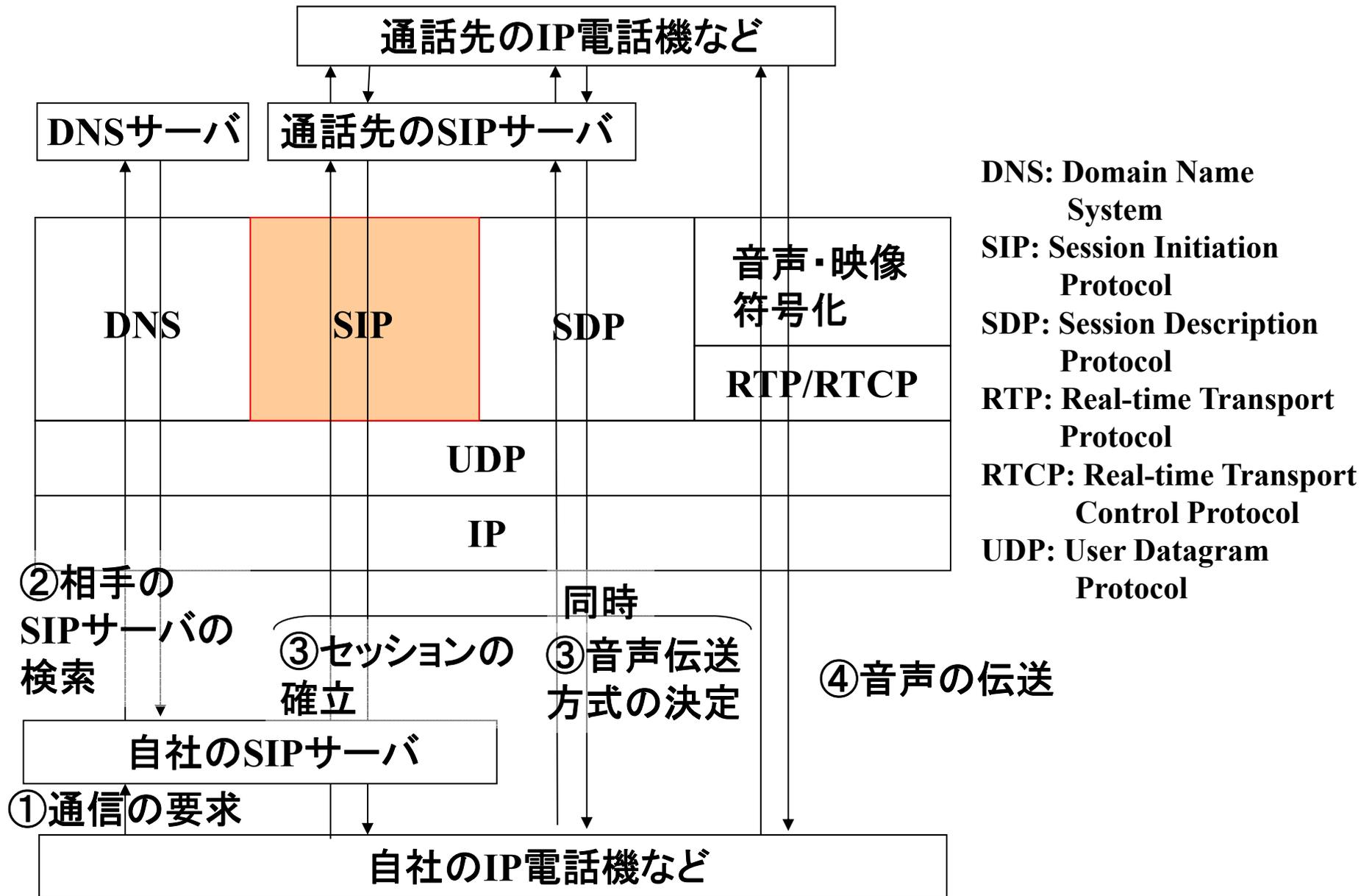
テキスト・データのままIPパケットで転送

SDP: Session Discription Protocol

IP電話の通信でやり取りされるSIPメッセージの例

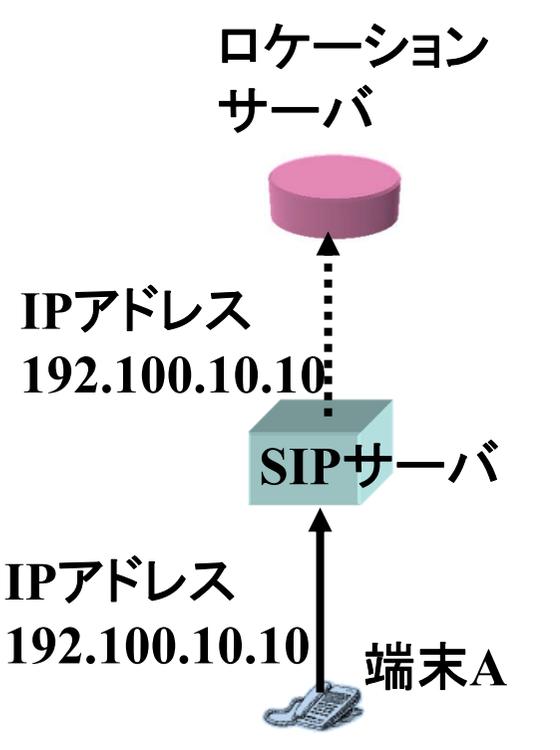
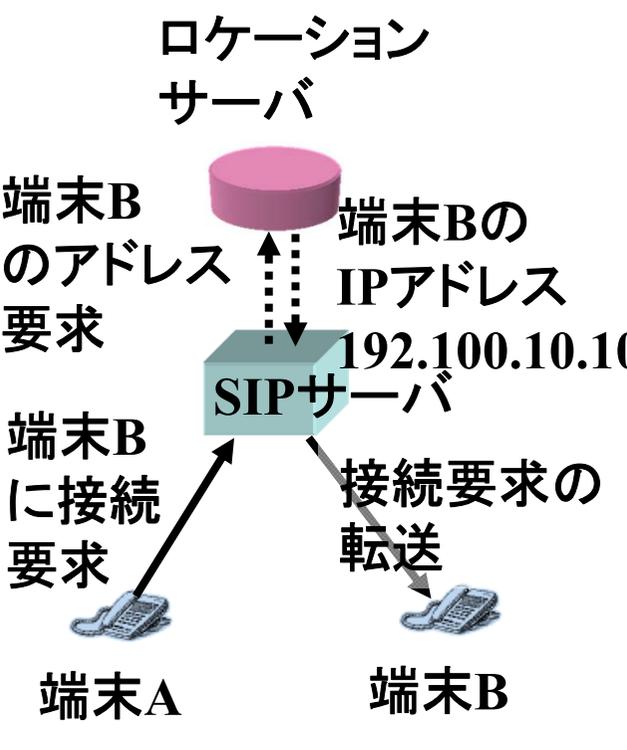
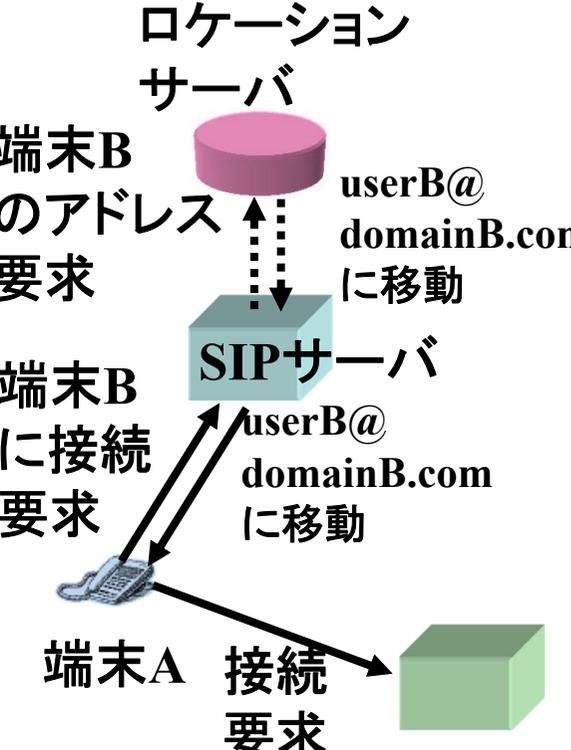


SIPによる呼確立



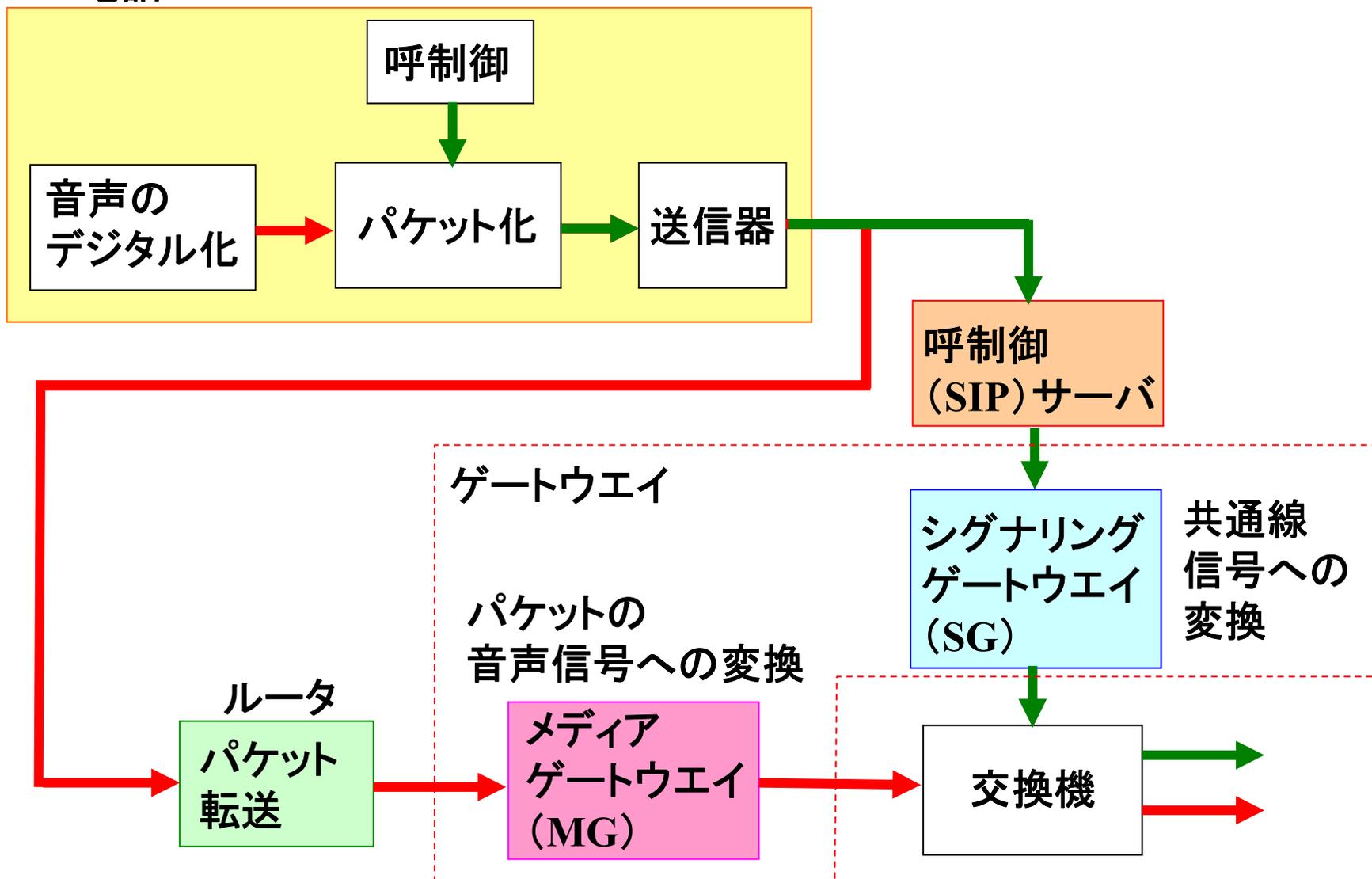
SIPサーバの役割

SIPサーバにはレジストラ・プロキシ・リダイレクトの3つの役割がある。

レジストラ	プロキシ・サーバ	リダイレクト・サーバ
<p>ロケーションサーバ</p>  <p>IPアドレス 192.100.10.10</p> <p>ロケーションサーバ</p> <p>SIPサーバ</p> <p>IPアドレス 192.100.10.10</p> <p>端末A</p>	<p>ロケーションサーバ</p>  <p>端末Bのアドレス要求</p> <p>ロケーションサーバ</p> <p>端末BのIPアドレス 192.100.10.10</p> <p>SIPサーバ</p> <p>接続要求の転送</p> <p>端末A</p> <p>端末B</p>	<p>ロケーションサーバ</p>  <p>端末Bのアドレス要求</p> <p>ロケーションサーバ</p> <p>userB@domainB.comに移動</p> <p>SIPサーバ</p> <p>userB@domainB.comに移動</p> <p>端末A 接続要求</p>
<p>端末からの登録要求を受け、ロケーションサーバへの登録・更新・削除</p>	<p>SIP対応端末からの要求を他のSIP対応端末に転送</p>	<p>SIP対応端末からの要求を受け、移動先アドレスを通知</p>

IP電話の仕組み(簡略版)(2) (IP電話と加入電話の接続)

アナログ電話 + VoIP-TA /
IP電話



加入電話の番号(OABCDEFGHJ 形式(Iは1と紛らわしいため用いない)の番号をOAB～J番号という。)を用いるため、総務省「電気通信番号に関する研究会」が2003年9月にまとめた5条件は以下の通り。

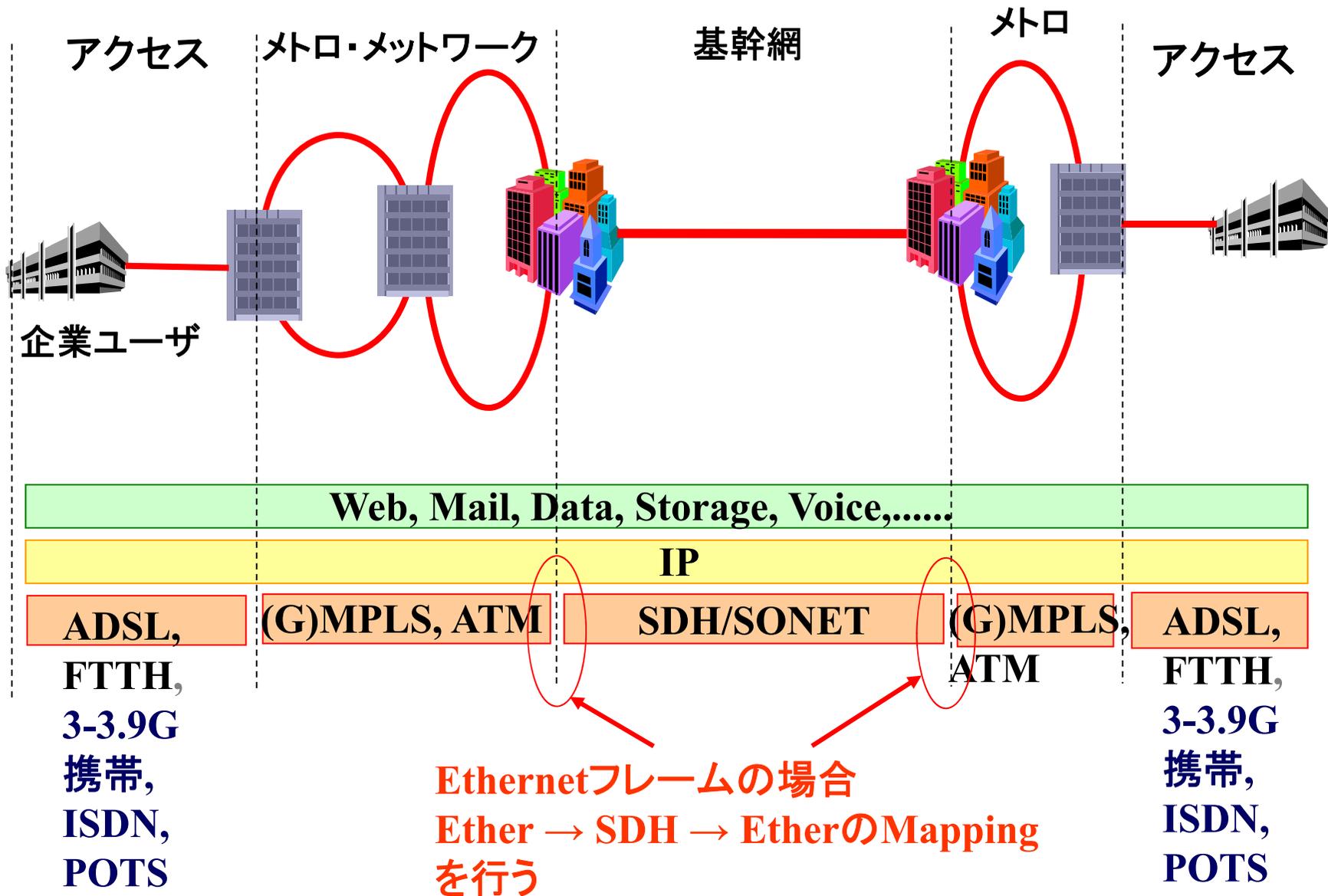
- ① 通信事業者が加入者回線を直接引き込み、その回線を収容する局側装置を所有すること(直収という)。
→ ドライカップやダークファイバを用いたサービスではいけないことになる。
- ② 番号から位置検索ができること。
→ 電話機の場所を移動しても通話が可能なサービスは不可
- ③ 音声品質はクラスAであること。
→ IP電話に求める最上級の音声品質を満足しなければならない。
- ④ 取得するOAB～J番号の地域で需要があり、確実にサービスを提供する。
- ⑤ 緊急電話(110番・119番)がかけられること。
→ 電話番号から相手の住所が特定できなければならない。
加入電話では警察あるいは消防署が回線を切断しないと回線断にならない(回線保留)。

第2章

各種 光通信システム

※ 一部、日経コミュニケーション2009年度『光ネットワークの最新技術』

伝送方式・インタフェースの区分け



各種ネットワーク伝送技術の高速化トレンド

止まらない高速化トレンド(基幹系・Ethernetは鈍化)

