

本資料について

本資料は下記著書を基にして作成されたものです。
著書の内容は保障できないため、正確な知識を
求める方は原本を参考にしてください。

著者 松田 次博

著書名 企業ネットワークの設計・構築技法 広域イーサネット/IP電話の高度利用

出版社 日経BP社

出版日 2003年3月24日



企業ネットワークの設計・構築技法
広域イーサネット/IP電話の高度利用

渡邊研究室

01J055 坂本 順一



発表内容

- ✔ VoP (Voice over Packets)
- ✔ 新しいVoIP (IP電話/SIP)
- ✔ 広域イーサネット/IP-VPN

VoP (Voice over Packets)

- パケット、すなわちATM、フレームリレー、IPに電話音声を格納して伝送し、リアルタイムの会話型音声通信を実現することを言う。しかし、現在ではIP (VoIP) が主流となっている。

VoPにおける音声劣化要因

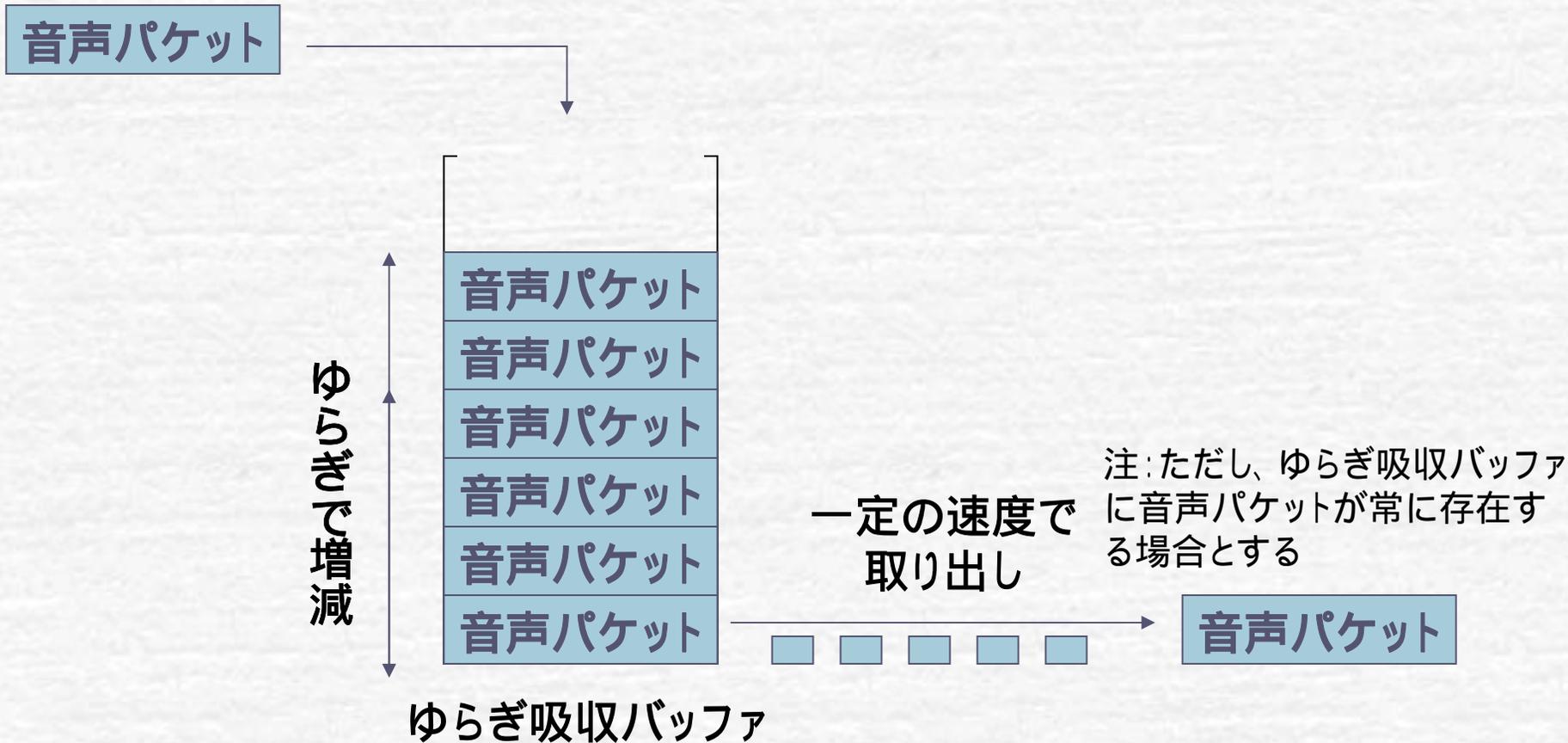
- ✓ 音声パケットの遅延ゆらぎ
- ✓ 遅延
- ✓ パケット・ロス
- ✓ エコー
- ✓ レベル
- ✓ 周辺雑音と無音圧縮

音声パケットの遅延ゆらぎ

- 音声パケットは、ネットワーク上の可変的な遅延により、早く着いたり遅く着いたりといった遅延時間のゆらぎが発生するので、そのまま、音声を再生すると音が途切れることになる。

ゆらぎ吸収バッファによるスムージング

ゆらぎ吸収バッファによるスムージング



遅延

- リアルタイムの会話では、片方での遅延時間の合計が150ミリ秒以内であることが望ましい。(固定電話並み:100ミリ秒以内、携帯電話並み:150ミリ秒以内)
- 送信側の遅延:音声圧縮、パケット化
- 受信側の遅延:ゆらぎ吸収、逆パケット化、音声伸長
- 伝送上の遅延:伝播遅延、伝送遅延、伝送待ち時間、ノード内遅延

パケット・ロス

音声パケットが、伝送上のエラーやノード内のバッファがオーバーフローを起こして、音声パケットが破棄されてしまう。

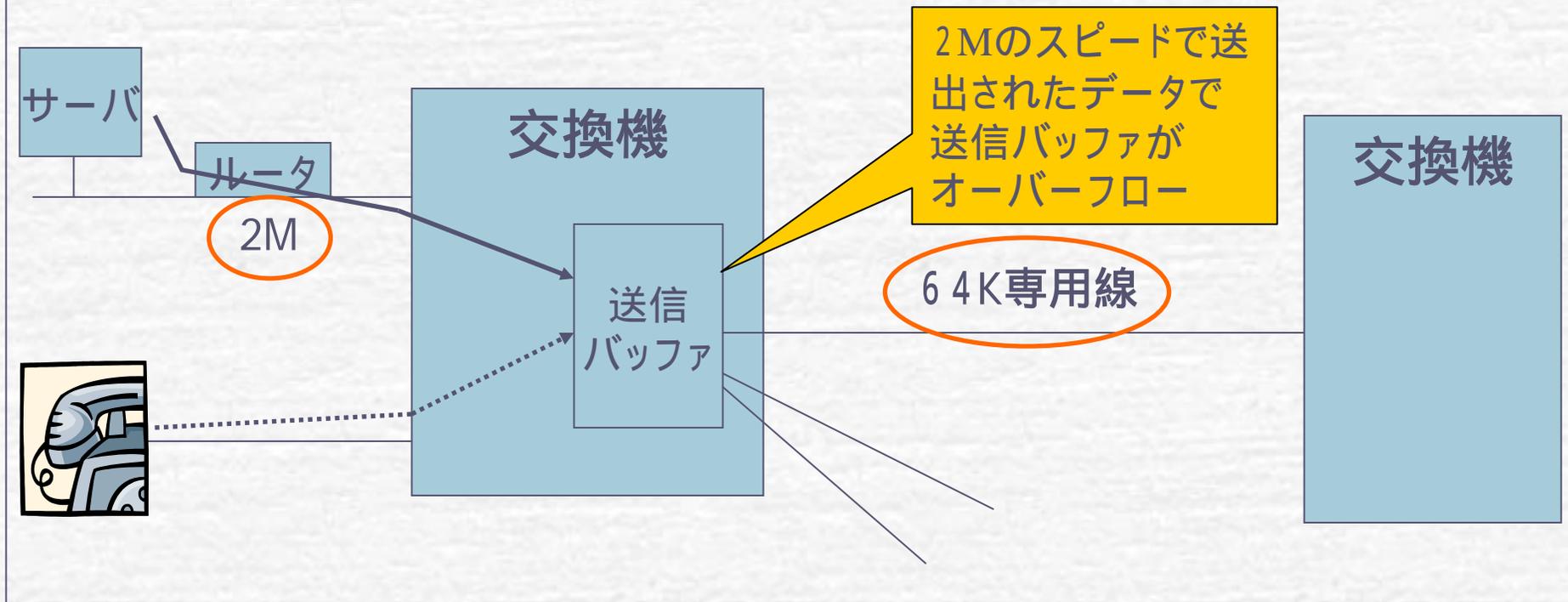
・伝送上のエラー

回線上でノイズなどでパケットを構成するビットが壊れてしまう。しかし、音声パケットの再送は無意味であるためエラーパケットは破棄されるだけ

バッファのオーバーフロー

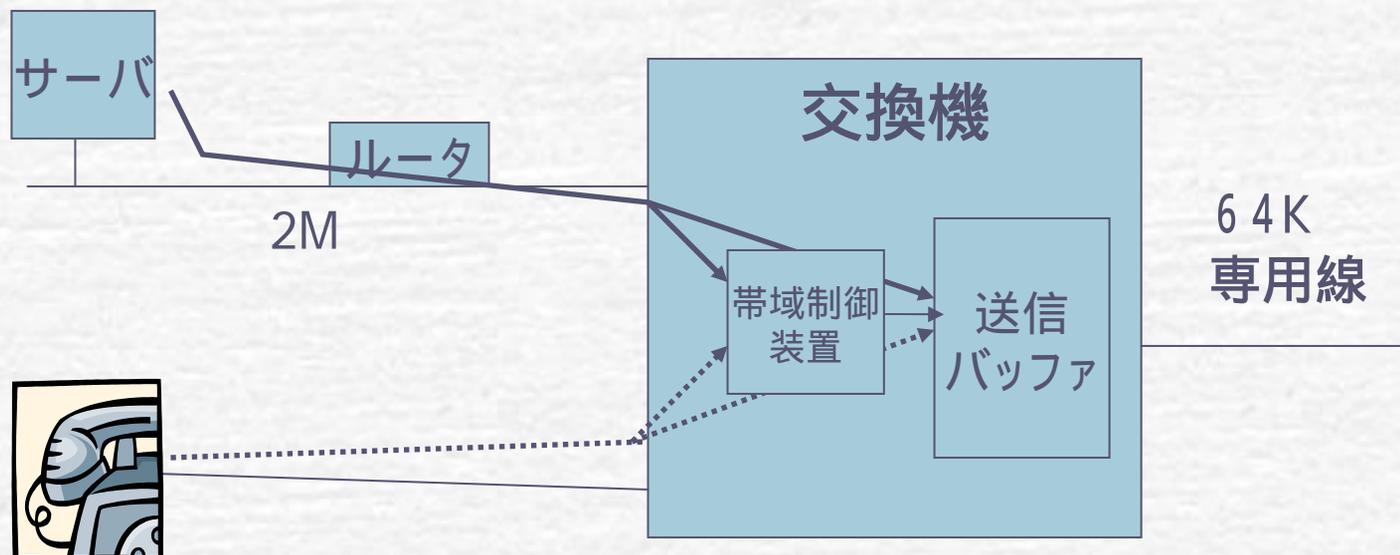
- バッファのオーバーフローによるパケット・ロスは起こりやすい。

パケット・ロスの発生しやすい状況



バッファのオーバーフロー対策

帯域制御装置の設置



- パケットの優先: パケットに優先度をつけることで、データパケットより音声パケットを優先的に送信することで、バッファのオーバーフローによるパケット・ロスを防ぐ

エコー

- 送話者の音声信号が受信者の装置で逆流し、送話者に自分の声が聞こえる現象である。エコーは、ごく短い時間で送話者に聞こえてくるため、問題にならない。しかし、ネットワークの遅延が大きいと問題になる。

・エコー・キャンセラー

通過した音声からエコーのタイミングを予測し、そのタイミングで通過させた音声の逆位相信号をエコーにかぶせて中和させる。

レベル

- 電話音声のボリュームのことを示します。レベル自体は、音声劣化の直接の要因にはならないが、適切なレベル調節をしないと音が小さくて聞こえにくくなったり、音声が大きくて雑音やエコーが出やすくなる。

周辺雑音と無音圧縮

- 周辺雑音は、送話者の周辺の機械音や足音などの雑音のこと、無音圧縮は、送話者の音声がないとき音声パケットを発生させない方式のことである。
- 無音圧縮をしている時に周辺雑音があると、受信者には元の雑音とは異なる「ブツブツ」という途切れ音になって聞こえることがあるので、オフィスなど周辺雑音が多い環境では無音圧縮は適さない。しかし、無音圧縮を使わないと音声パケットの量が倍以上になってしまう。

VoIPとH.323

- VoIPは、インターネット/イントラネットの普及で注目されているが、QoS制御を強化することが必要とされる。
- H.323は、QoS保証のないIPネットワーク上での音声/映像/データ通信のためのプロトコルであり、テレビ会議、ビデオカンファレンスでの利用を想定しているため、音声通信は、H.323の必須とされている機能である。

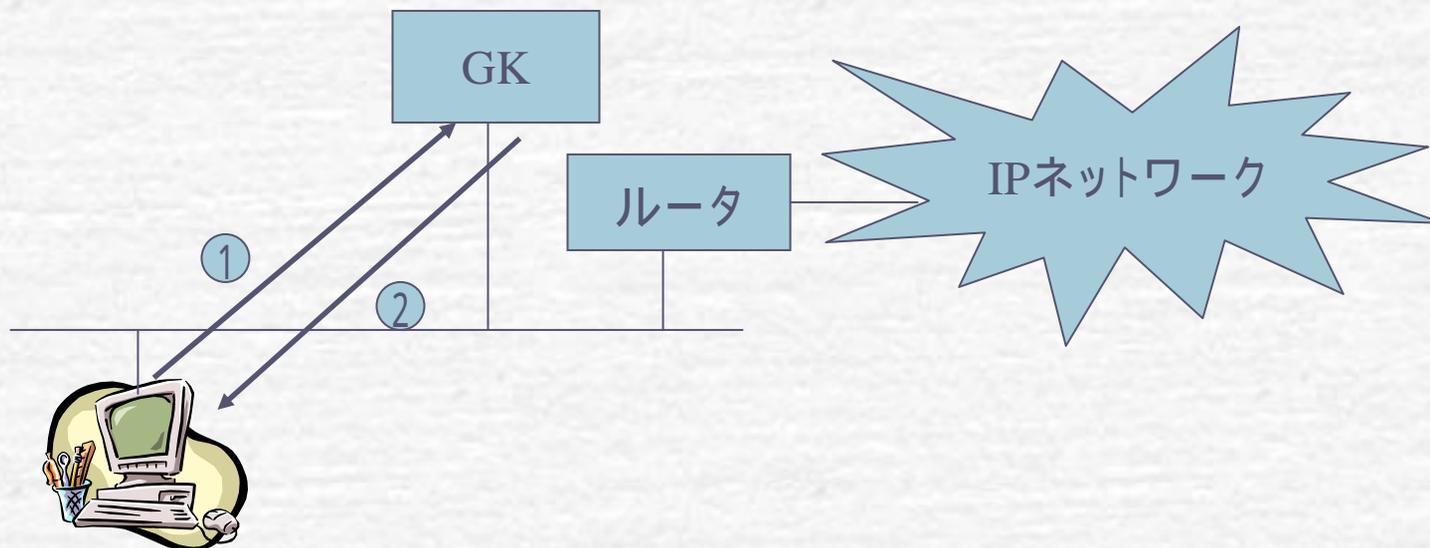
・QoS (Quality of Service) 制御
帯域幅の制御やミリ単位の遅延時間の制御を行う

H.323の基本構成要素

- GK (Gate Keeper) : 端末登録、呼制御、アドレス変換、帯域制御など
- 端末 (Terminal) : LAN上でリアルタイム双方向通信を行うクライアント
- GW (Gateway) : H.323端末と他の端末間のトランスレーション (通訳) (OP機能)
- MCU (Multipoint Control Unit) : 音声/映像処理のために、端末間でネゴシエートや資源管理 (OP機能)

VoIP (H.323) の通信の流れ

1、GK (Gate Keeper) への登録

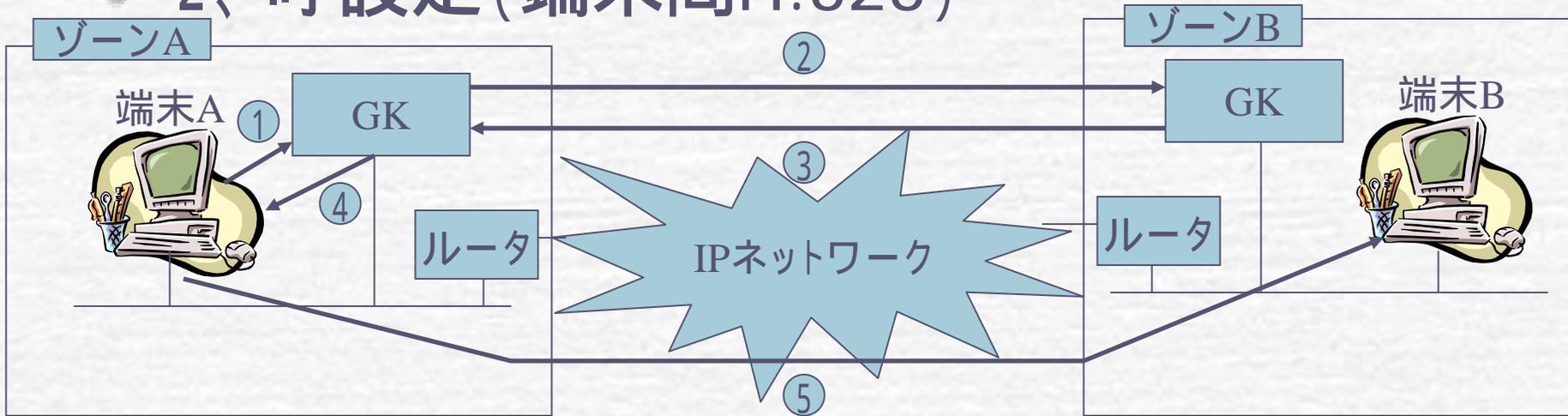


: ネームやIPアドレスをGKに登録要求

: GKが許可する場合は登録確認を返す

VoIP (H.323) の通信の流れ

2、呼設定 (端末間H.323)

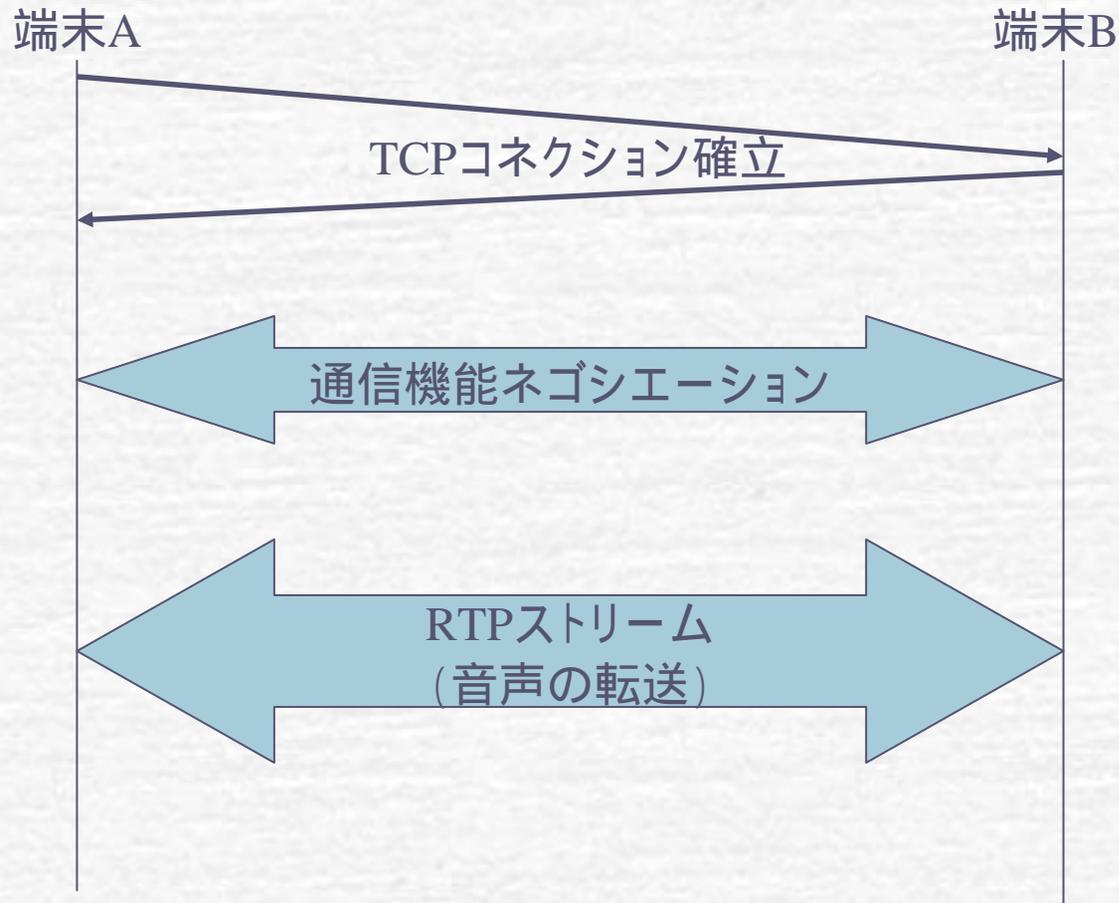


端末Aが、端末Bに電話をかける場合

- : 端末Aは、ゾーンAのGKに接続要求
- : ゾーンAのGKは、端末BのIPアドレスをゾーンBのGKに問い合わせ
- : ゾーンBのGKは、ゾーンAのGKに端末BのIPアドレスを回答
- : ゾーンAのGKは、端末Aに端末BのIPアドレスを接続許可で返す
- : 端末Aは、回答された端末BのIPアドレスでTCP呼設定

VoIP (H.323) の通信の流れ

3、H.323通信の流れ

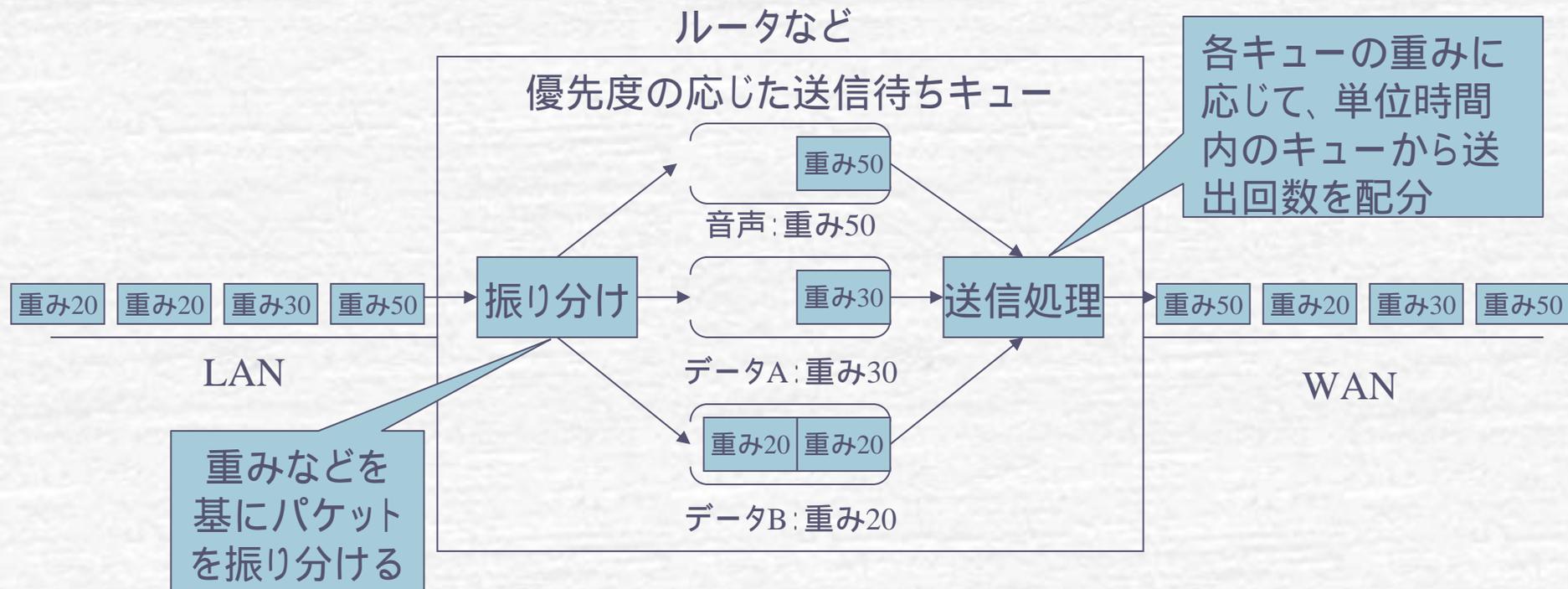


IPにおけるQoS対応技術

- アプリケーション層のRTSP、トランスポート層のRTP/RTCPが、リアルタイム通信用のプロトコルで、QoS対応を可能にしている。
- ネットワーク層、IP層などでIPパケットの優先制御の識別子をもたせて、QoSに対応させる。
- データリンク層では、MACフレームに優先制御用フィールドを組み込んでLANスイッチによる優先制御を行う

WFQ (Weighted Fair Queuing)

- 優先度に応じた送信待ちキューに重み付けをし、重みの高いパケットの送出頻度を高くする。



重みは、IPパケットのTOSフィールドをDiff-servフィールドと定義し、上位6ビットを重み(優先度)とする。

新しいVoIP (IP電話/SIP)

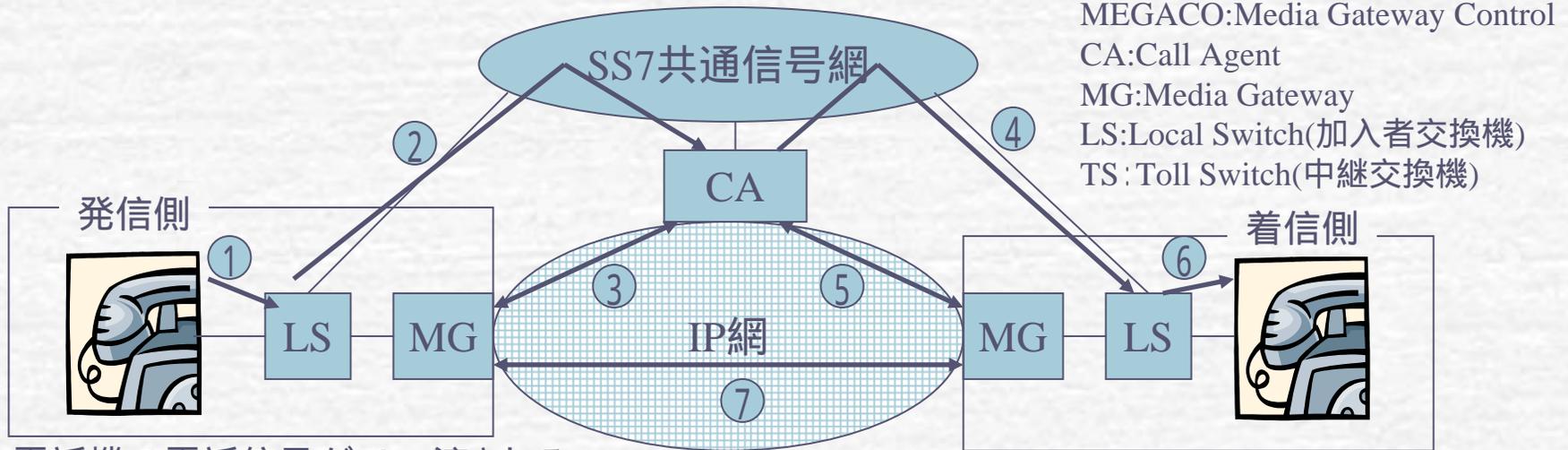
- MEGACO
- IP電話
- SIP (Session Initiation Protocol)

MEGACO

- MEGACOは、IP電話網とレガシーなPSTN（公衆電話網：Public Switched Telephone Network）がしばらく併存するため、IP電話網とPSTNの連携を実現するプロトコルである。

MEGACOによるTS網のIP網への置換

高価なTS網をIP網で代替し、データ網との結合を実現



:電話機の電話信号がLSへ渡される

:LSは、電話番号の情報をSS7でCAへ通知する

:CAは、発信側MGに発信側LSの使用チャンネルを番号を通知。発信側MGが、割り当てるIPアドレスとポート番号をCAに通知し、発信側LSと発信側MGを接続

:CAは、SS7で着信側LSに電話番号を通知する

:CAは、着信側MGに発信側MGのIPアドレスとポート番号を通知。着信側MGが、割り当てるIPアドレスとポート番号をCAに通知し、着信側MGと着信側LSを接続

:着信側LSは、ベルを鳴らす

:着信側が受話器を取ると、着信側LSは、SS7でCAに通知し、CAは、着信側MGのIPアドレスとポート番号を発信側MGに通知し、発信側と着信側のIPアドレスとポート番号の対応づけ。CAは、SS7で発信側LSに受話器が上げられたことを通知し、通話がはじまる。

・SS7
PSTNの呼制御
プロトコル

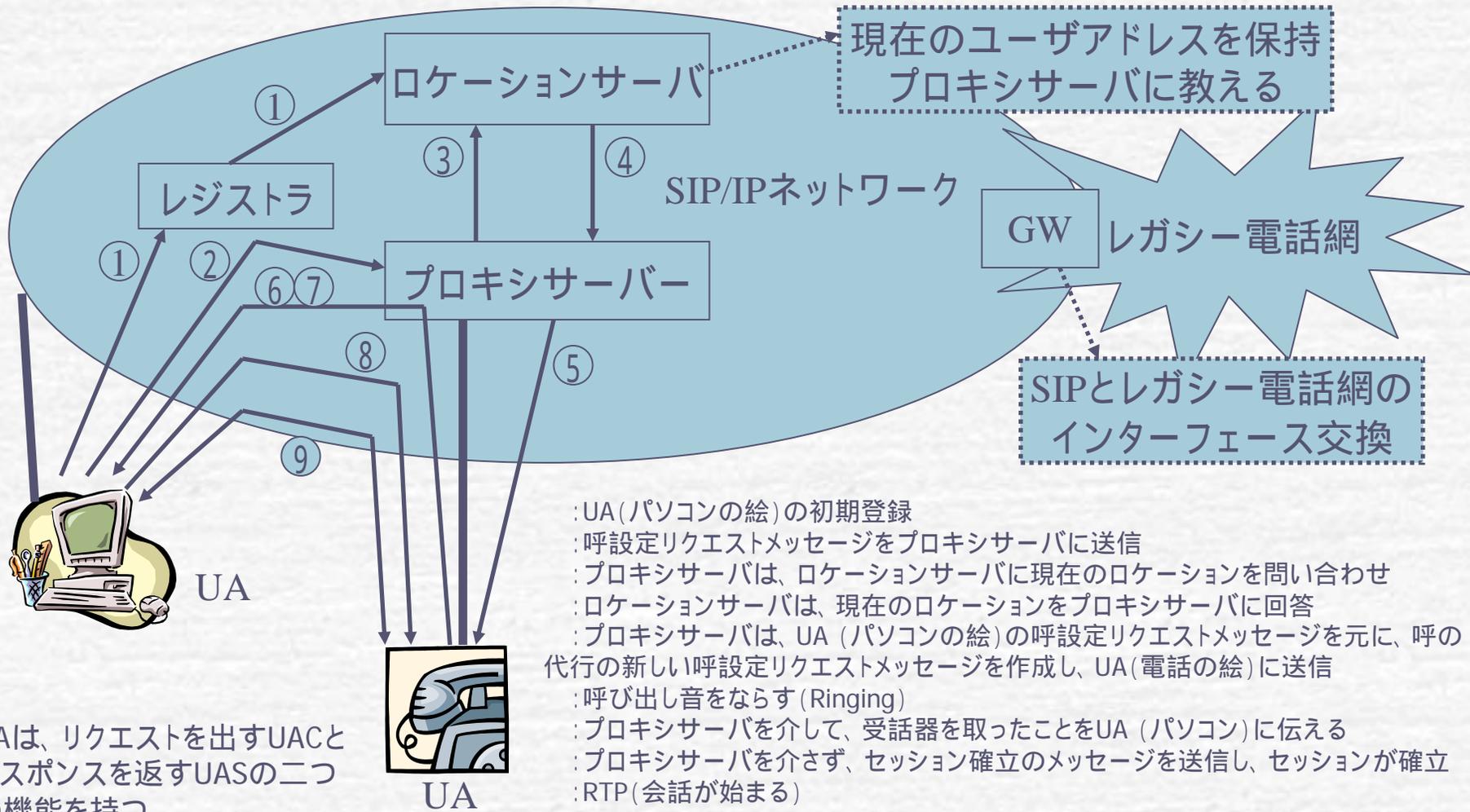
SIPの主な特徴

- H.323は、プロトコルが重く複雑である。しかし、SIPは、H.323と同等の機能を持ち、軽くて使いやすいプロトコルである。また、通話や会話に複数参加でき、ユニキャスト、マルチキャストとも利用できる。

SIPの機能要素

- UA (User Agent) : セッションの接続・切断
- プロキシサーバ: 他のクライアントに代わってリクエストを仲介して送信
- リダイレクトサーバ: SIPアドレスに対応する実際のアドレスをクライアントに回答する
- レジストラ: ユーザ情報をロケーション・データベースに登録・更新

SIPによる電話サービスのイメージ



- : UA (パソコンの絵) の初期登録
- : 呼設定リクエストメッセージをプロキシサーバに送信
- : プロキシサーバは、ロケーションサーバに現在のロケーションを問い合わせ
- : ロケーションサーバは、現在のロケーションをプロキシサーバに回答
- : プロキシサーバは、UA (パソコンの絵) の呼設定リクエストメッセージを元に、呼の代行の新しい呼設定リクエストメッセージを作成し、UA (電話の絵) に送信
- : 呼び出し音をならす (Ringing)
- : プロキシサーバを介して、受話器を取ったことをUA (パソコン) に伝える
- : プロキシサーバを介さず、セッション確立のメッセージを送信し、セッションが確立
- : RTP (会話が始まる)

UAは、リクエストを出すUACとレスポンスを返すUASの二つの機能を持つ

IP電話サービス形態

- 中継型IP電話サービス
- Phone-to-Phone型IP電話サービス
- イー・アクセスのPc-to-Phoneサービス
- フュージョン・コミュニケーションズのSIPによるIP電話サービス

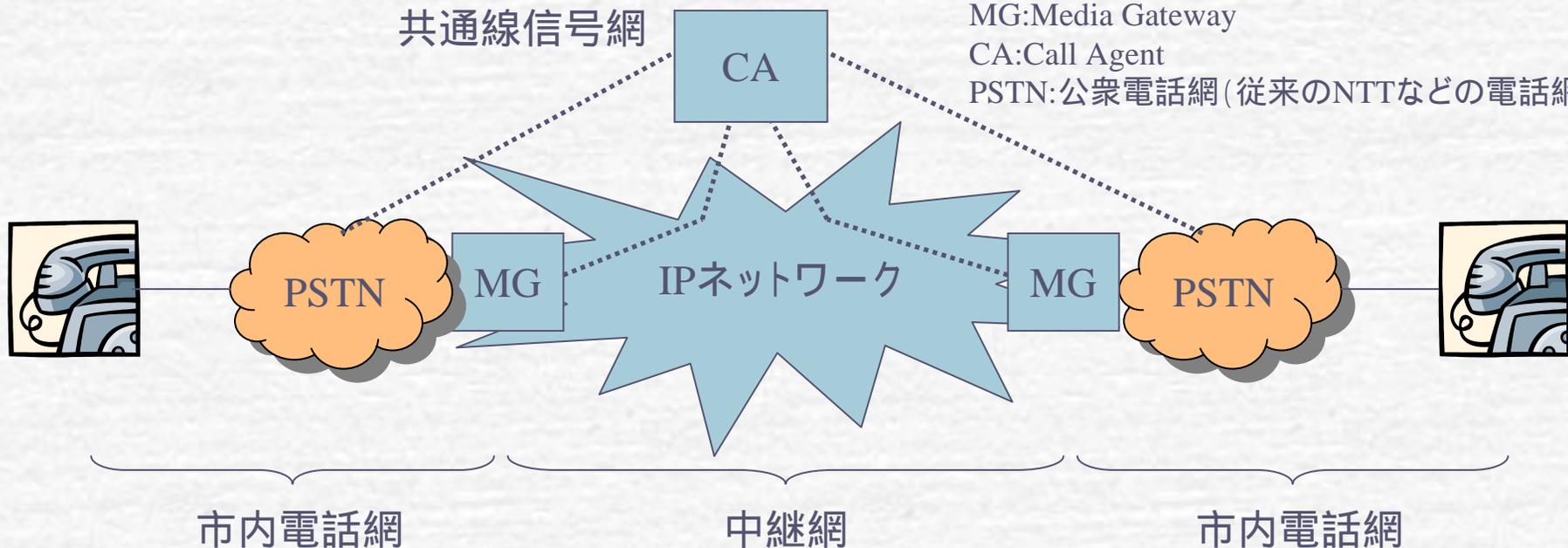
中継型IP電話サービス

共通線信号網

MG:Media Gateway

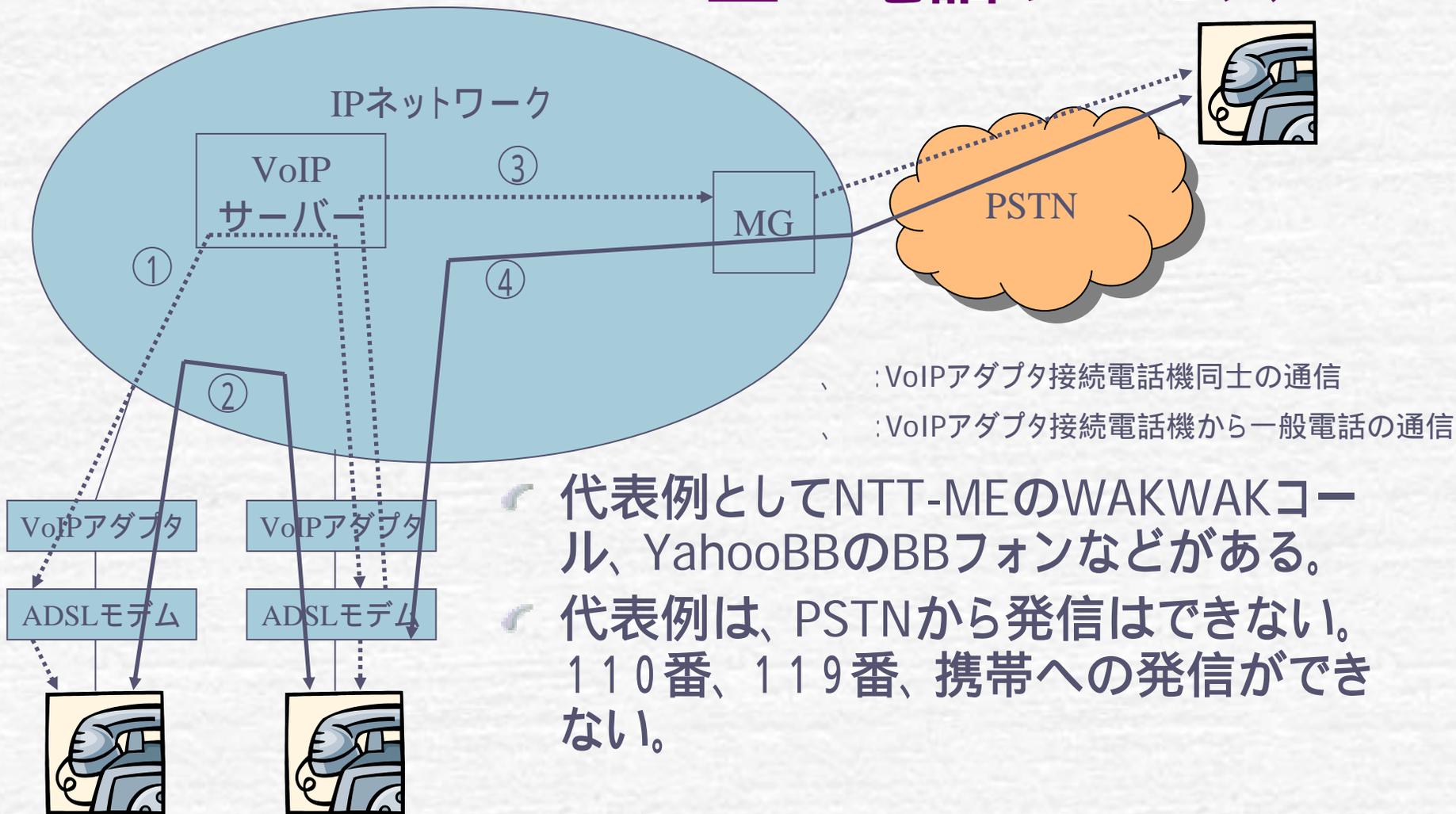
CA:Call Agent

PSTN:公衆電話網(従来のNTTなどの電話網)

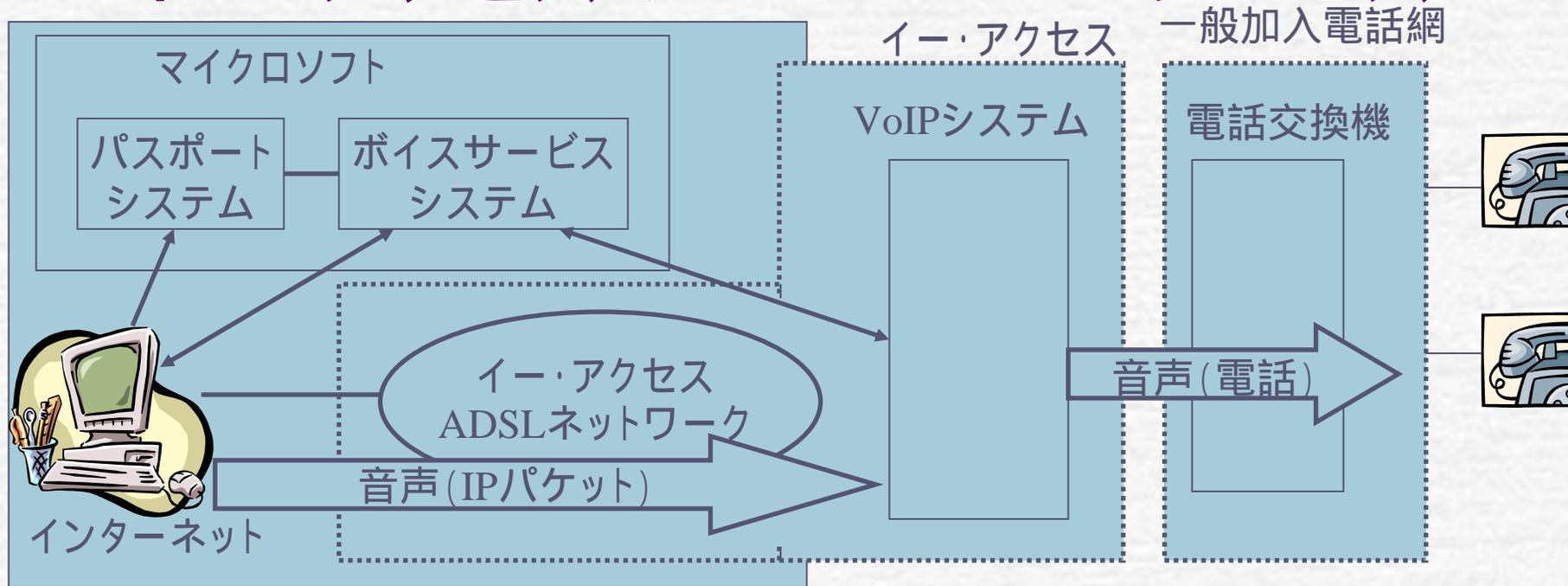


- ユーザーは、ゲートウェイなどの特別な装置を必要とせずに安価で利用できる。
- 中継網が独自で構築されているので、QoSが保証されている。

Phone-to-Phone型IP電話サービス



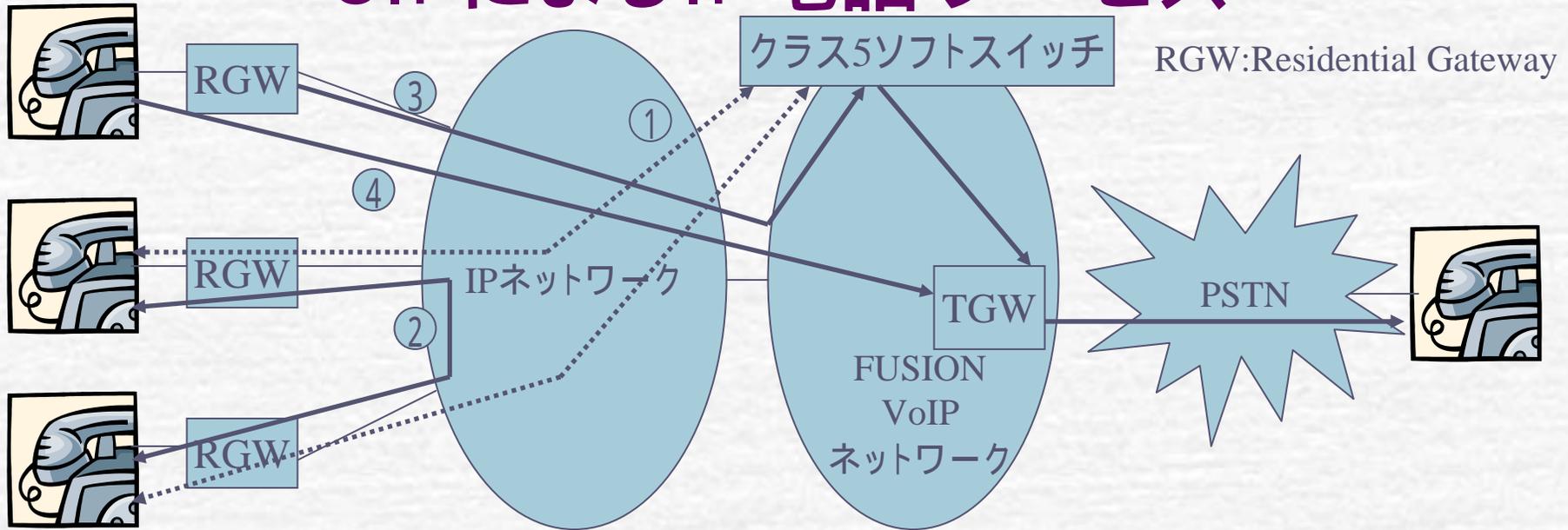
イー・アクセスのPc-to-Phoneサービス



● SIPベースのWindows/MSNメッセンジャーを使っている

- 1: ユーザは、メッセンジャーを介してマイクロソフトのパスポートシステムに登録する。
- 2: 発信番号を入力すると、ボイスサービスシステム (SIPサーバに相当)、VoIPシステム (Media Gatewayに相当)、PSTN間でSIPによるシグナルが行われる。
- 3: 音声 (IPパケット) が流れ、会話がはじまる。

フュージョン・コミュニケーションズの SIPによるIP電話サービス



- :加入者のSIP-PhoneからSIP-Phoneへ発信シグナルを送信
- :セッションが確立すると会話が始まる
- :加入者の電話機から旧来のPSTNへ発信シグナルを送信
- :セッションが確立すると会話が始まる

クラス5ソフトスイッチ:SIPプロキシサーバに相当

ENUM (Telephone Number Mapping)

- レガシーな電話網や多くのIP電話サービス業者のIPネットワークが相互接続され、IP電話サービスが広く使われるためには、事業者間で共通に利用できる標準的な電話番号とIPアドレス間の変換方法が必要であり、それがENUMである。

ENUMで電話番号からIPアドレスを求める手順

通常の電話番号: +81-3-5253-5111

トップレベルドメイン



下位ドメインから電話番号の順序を反対にして並べる

ドメイン名へ変換: 1.1.1.5.3.5.2.5.3.1.8.e.164.arpa



DNSによりドメイン名を着信が予め登録したURIへ変換

URIへ変換: SIP:taro@taro@soumu.go.jp、mailto:taro@soumu.go.jp、tel:+81-3-5253-5111



URIを基に、対応するIPアドレスに変換

IPアドレスへ変換: 172.31.47.254 (8ビットごとの32ビット数字)

- ENUMの機能: 同一の電話番号で、IP網の様々なアプリケーション(電話、e-mail、faxなど)にアクセスすることが可能

広域イーサネット

- ユーザごとに独立のVLAN(仮想LAN)を定義し、他のユーザからアクセスされないようセキュリティを確保している。
- VLAN方式: ポートVLANとタグVLAN
- 網構成: フラット網と階層網
- ポートVLAN: スイッチのポートを特定のVLANに対応づける
- タグVLAN: EthernetフレームにVLANを識別するためのタグを追加してVLANを区別する。また、ユーザ識別にVLANタグにさらに追加した拡張VLANタグで行われ、この拡張VLANタグは標準化されていないのでユーザが自由に定義し使うことができる。

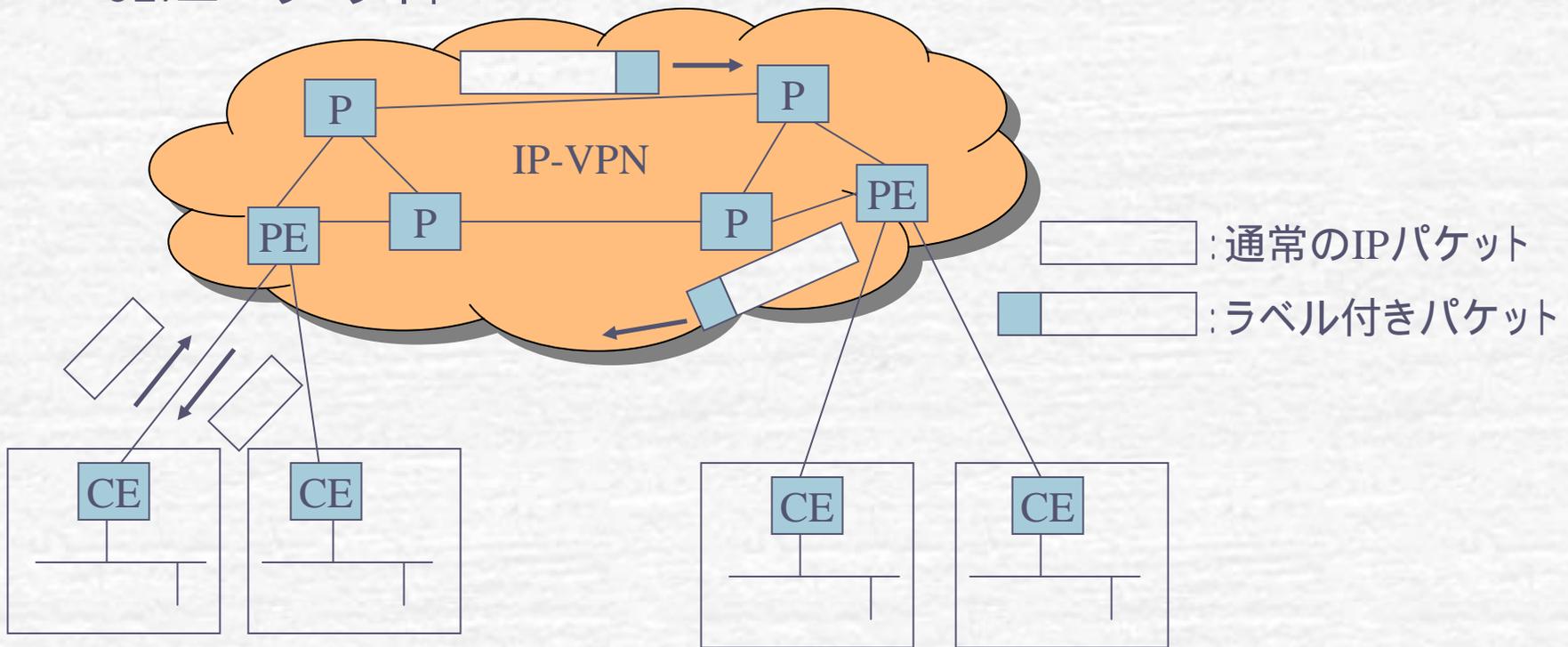
IP-VPN

- IPパケットにユーザを識別するラベルが附加され、ユーザごとのVPNを識別できるようになっている。
- セキュリティが確保され、VPNごとにIPアドレスを自由に使うことができる。(VPNがことなればアドレスが重複しても問題ない)
- PE、P、CEの三種類のルータからなる

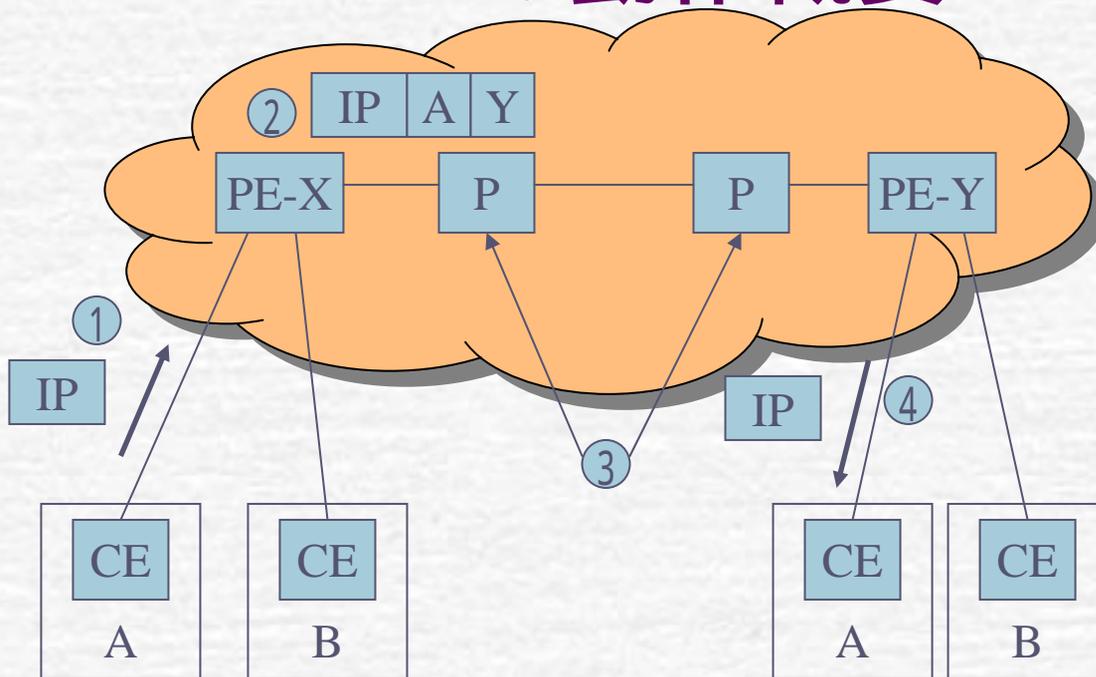
IP-VPNの網構成

- PE: キャリア網側でユーザを収容する
- P: 網内でMPLSによるフレーム転送をする
- CE: ユーザ・サイト

P: Provider Router
PE: Provider Edge Router
CE: Customer Edge Router



MPLSの動作概要



: CEは通常のIPパケットをPE-Xに送信する

: 受信したPE-Xは、AのVPNであると認識し、Aのルーティングテーブルを参照し、宛先PE-Yを特定して、PE-Y向けのラベルYとユーザAを認識するラベルAをパケットに付加して送信する (PEは、収容するユーザごとにルーティングテーブルを持つことでセキュリティを確保している)

: Pは、ラベルYのみを見て転送する

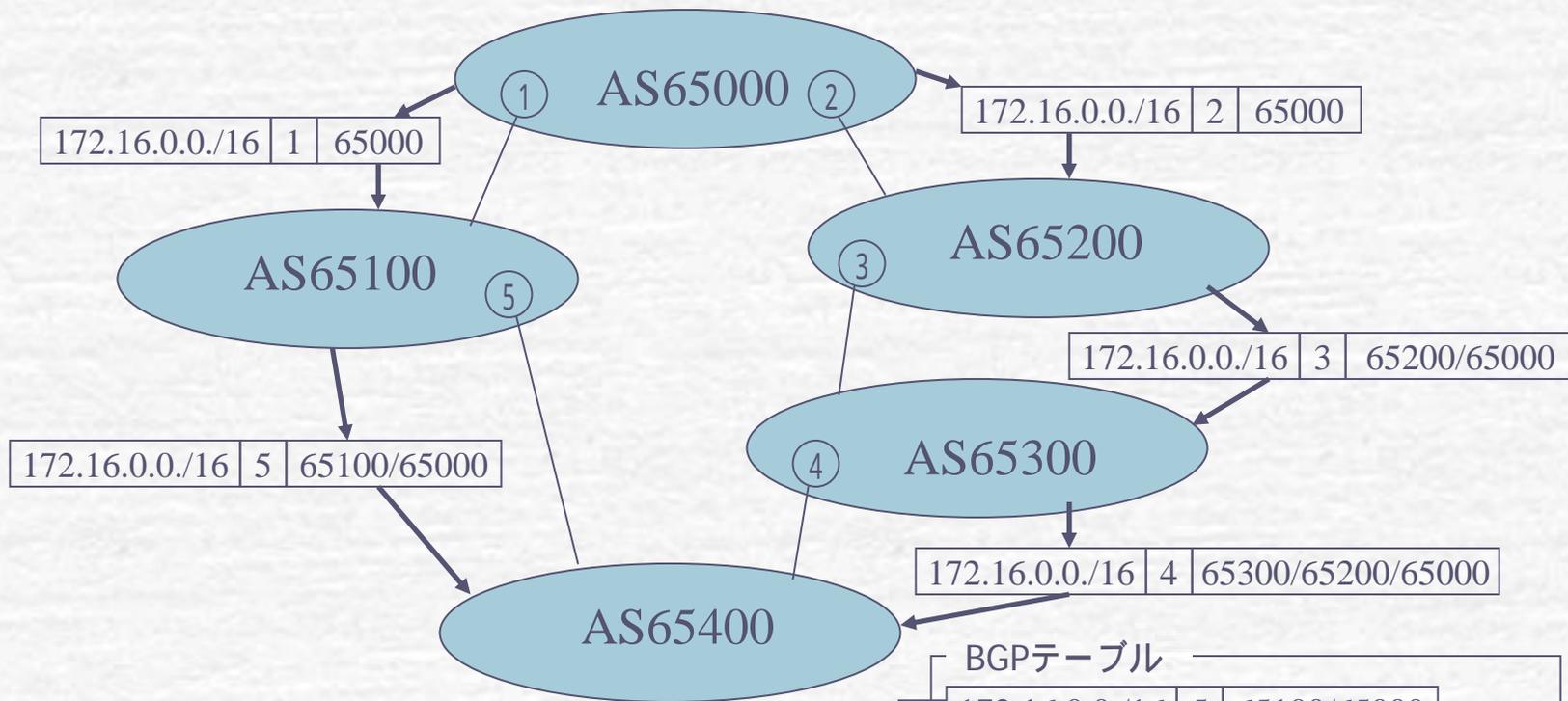
: 受信したPE-Yは、ラベルAからAのルーティングテーブルを参照し、ラベルAを削除してCEへ送信する

BGP-4

- ダイナミック・ルーティングが必要な場合、OSPFやRIPをIP-VPNのルーティングプロトコルとして使用すると、キャリア側ルータの負荷が大きくなるため、IP-VPNでルーティングプロトコルは、BGP-4しか使えない。

BGP-4の原理

172.16.0.0/16



192.168.0.0/16

AS: AS番号で認識される (プライベートAS番号は64512から65536)

ベストパス

経路情報: 宛先ネットワーク | ネクストポップ | ASパス

BGPテーブル

172.16.0.0/16	5	65100/65000
172.16.0.0/16	4	65300/65200/65000

ルーティングテーブル

宛先ネットワーク	ネクストポップ
172.16.0.0/16	5

まとめ

- VoPの音声劣化要因と対策方法
- H.323 (VoIP) の概要と動作、QoS対応技術
- MEGACO、SIP、ENUMの概要と動作
- IP電話サービス形態(四種類)
- 広域イーサネットの基本
- IP-VPNの基本とMPLSとBGP-4の動作

The image features a light blue background with a fine grid pattern. At the top and bottom, there are decorative horizontal bands consisting of multiple overlapping, wavy lines in shades of blue and white, resembling stylized waves or clouds. Centered in the middle of the page is the Japanese text "おわり" (Owari), which means "The End" or "Goodbye".

おわり

用語解説

ATM・フレームリレー: