

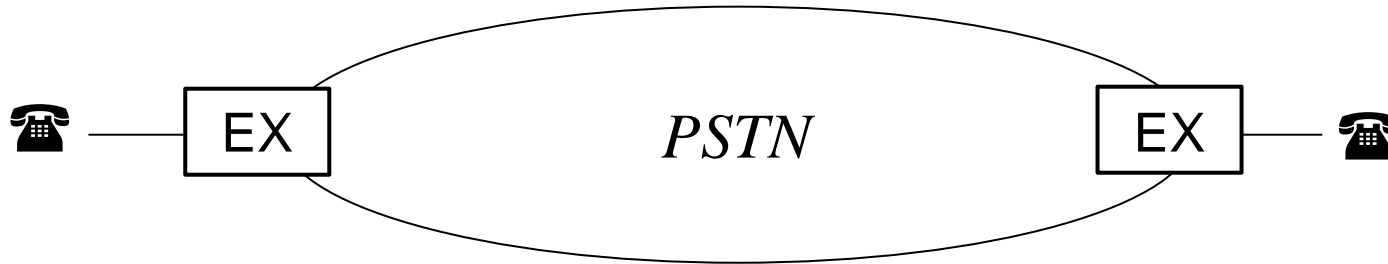
VoIP Tutorial

2002. 7.26

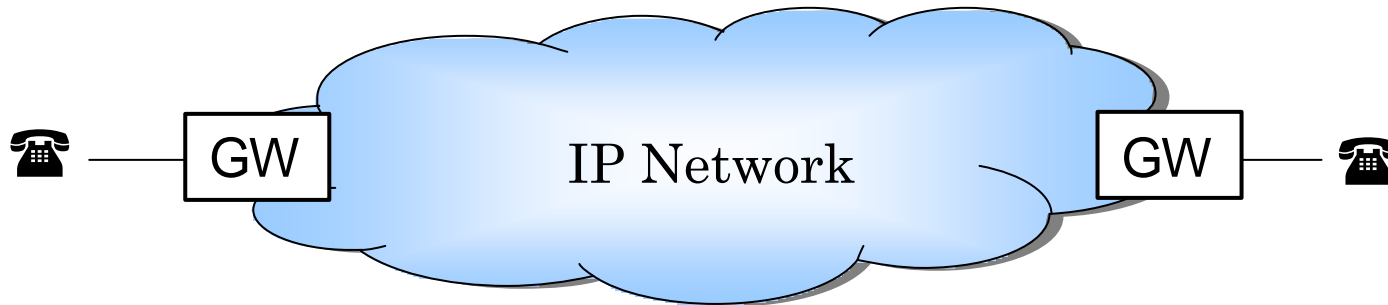
Y.Tanaka / JT

0. VoIPとは？

- ・回線交換ネットワーク



- ・VoIPネットワーク

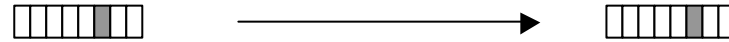


・音声をIPネットワーク上で転送する方式、あるいはその技術をVoIP (Voice over IP) という

cf. インターネット電話、IP電話 (IP Telephony)

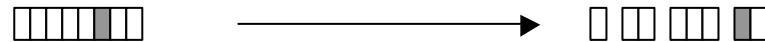
回線交換とVoIPの違い

回線交換



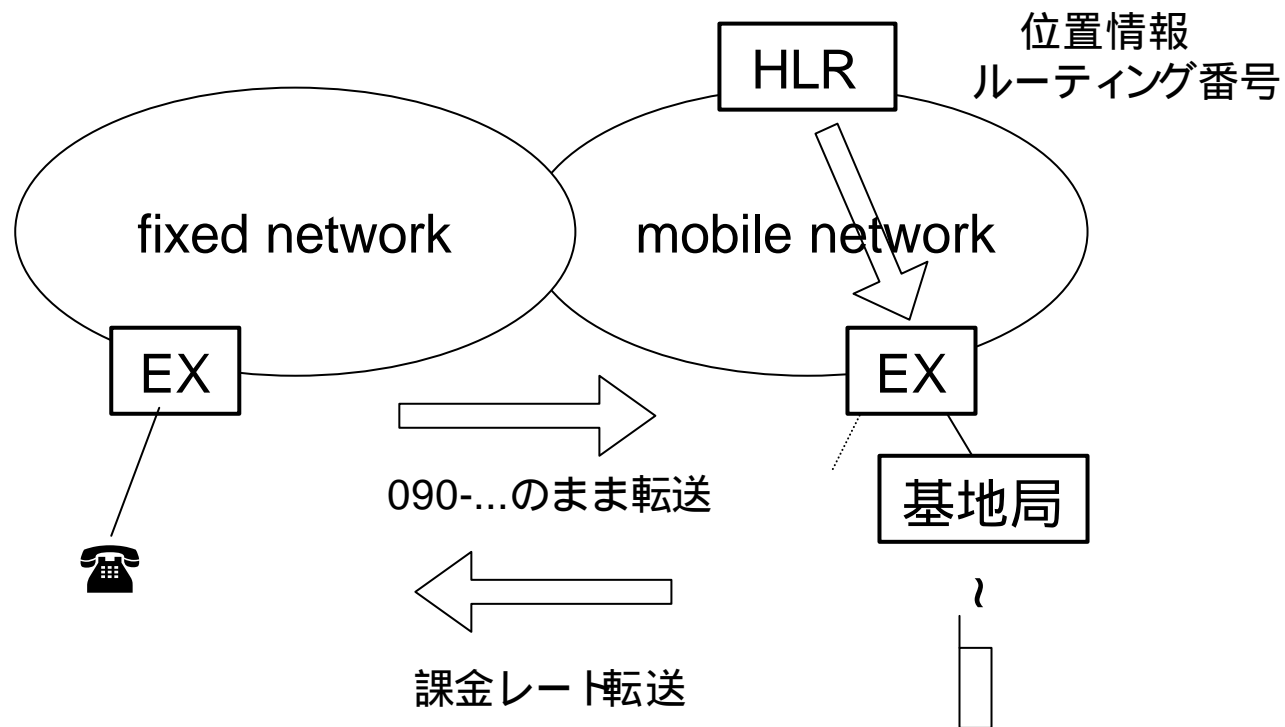
- ・送受信側であらかじめ時間的に同期をとり、決められた時間軸 (TS: Time Slot)上で情報を送受信する。
- ・交換機では時分割交換、シリアル交換を組み合わせて該当の TSを正しく目的地へ転送する。

VoIP



- ・音声をパケットに変換後、IPパケット単位で転送される。
- ・中継時にパケットの送信間隔 / 順序などは意識されない。

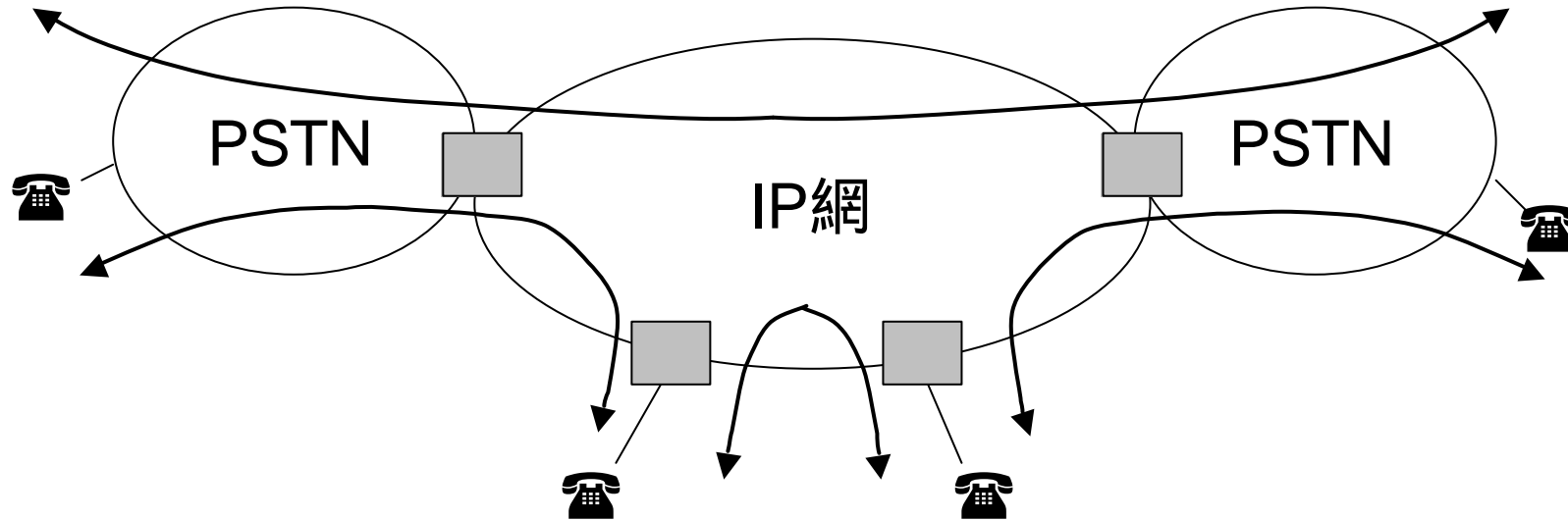
固定網と移動網



- 移動体事業者のみが該当端末の位置情報を知り得る。
- 固定電話発の場合でも料金設定は移動体事業者が行っている。
(呼毎に信号により移動体事業者から指定)

VoIPの分類

機能面での分類



- (1) クライアント(IP端末)接続機能 (■)
- (2) PSTN-IP間相互接続機能 (■)

・VoIP (Voice over IP), IP電話 (IP Telephony) の用語を問わず、
接続に必要な機能はこの2機能に集約される。

(1)(2)それぞれの機能の組合せ如何によって個々の 通話/接続形態 (~)が発生する。

各形態の接続の例：

IP端末間の通話

IP端末 ~ 電話端末間の通信

電話網の中継部分をP化

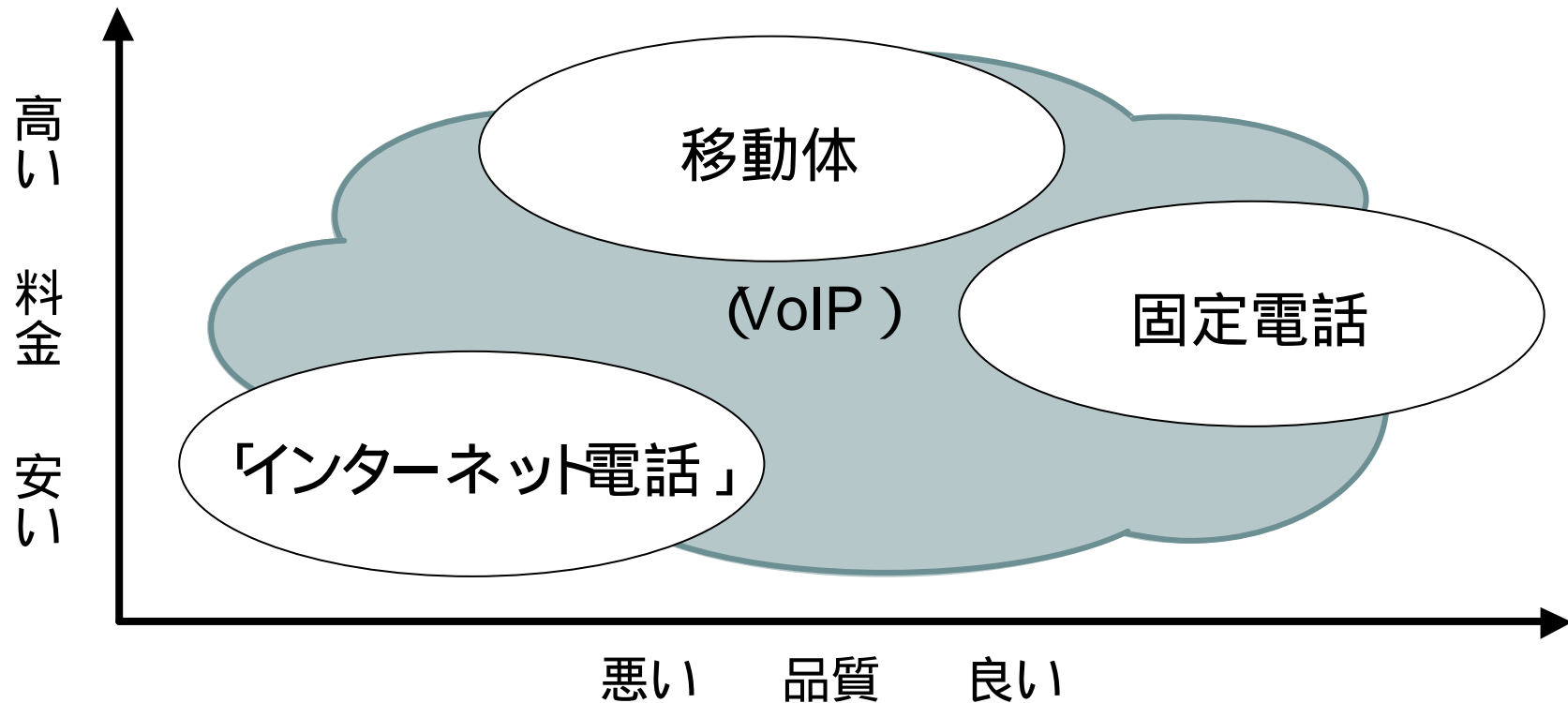
これらはマーケット主体の観点で、(1)(2)のそれぞれにおいて
・どの程度の加入者/トラフィックが見込めるか
・その比率はどうか、今後どう推移するか
を考察した結果として得られるサービス計画である。

定性的には・・・

- (1): 今まで取り込めなかったユーザタイプに対して新たな市場も期待できる
 - × 今後pureP2Pに移行する方向で通信サービスとしては成立しづらい
- (2): 登録課金等は従来のサービスでのスキームが大部分流用できる
 - × コスト的には必ずしも安くないため投資と訴求度の関係が微妙

サービス性での分類

既存音声サービスの分類



- “VoIP”自体がどれか特定のカテゴリに属するわけではない。
- ネットワークや機器の実情に合わせて柔軟にネットワーク構築できる点がVoIPの特徴のひとつといえる。

既存音声サービスの特徴

(1) 固定電話

- ・ISDNに代表される高品質多機能サービスが売り
- ・緊急特番 (1XX) 等ライフラインとしての役割が多い
- ・比較的高価
- ・代理店手数料等経費がかさみ、構造的赤字要因を抱える

(2) 移動体系

- ・料金の高さ、ある程度の機能的制約を補って余りある利便性が売り
- ・実はユビキタスネットワークを先に具現化してしまっている
- ・よりさらに高価
- ・端末販売での手数料が経費を圧迫

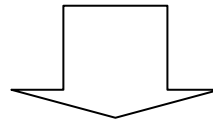
(3) 「インターネット電話」

- ・定額/無料を含めた料金の安さが売り
- ・発信のみ、あるいはメンバー内のみ、のような制約を設ける場合がある
- ・通話品質は と同等かその前後 (バックボーン等の設計次第)
- ・その割にネットワークコストは必ずしも安くはない
- ・前例にとらわれないマーケティング戦略を仕掛けることが可能

VoIPが提供する「サービス」とは？

VoIPは・・・

- ・設備的には必ずしも安くない
- ・従来の音声サービスと比べ、往々にして機能的制約を与える場合がある
- ・データ系のアプリケーションサービスとの親和性が高い



(1)~(3)に現存するサービスでの置き換えではなく
新たな市場を開拓できるサービス展開でなければ意味が無い

新たな市場の例：

P2Pアプリケーションとしての展開

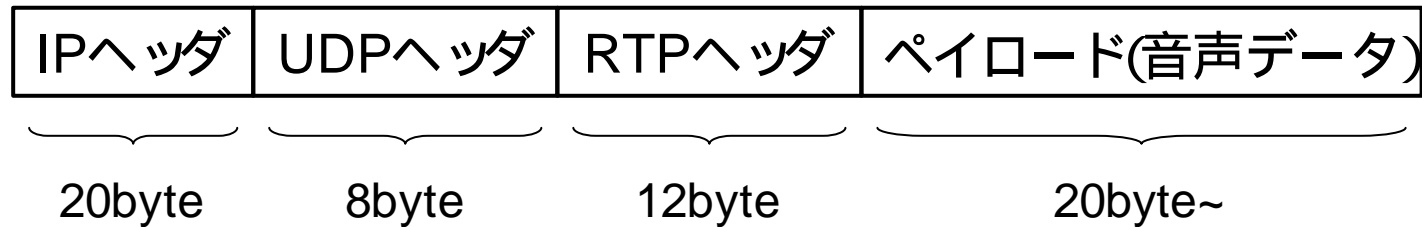
- ・ブロードバンドによりアプリケーション自体がP2P寄りに展開される

無線LAN上での音声サービス (4Gの現実解？)

- ・当初はビル内/SOHO向けソリューションでノウハウを蓄積する
- ・モバイルとの相乗効果

1. VoIPのメディア

- 一般的に、VoIPのメディア転送にはUDP/RTPが使用される。
(転送負荷の低減、メディア系は再送が無意味、等の理由)



- 回線交換などと比べると伝送効率は落ちる。

CODEC

元来アナログ信号である音声をデジタル化する際の符号化 / 復号化の装置やデバイスをCODEC (COder/DECoder)と呼ぶ。

主なCODEC種別

種別	帯域	備考
G.711	64kbit/s	A-law, μ -lawの種別あり
G.729	8kbit/s	Annex A, B, AB用の各種あり
G.723	6.3kbit/s	G.723.1が一般的

- G.xxxはベースとなるITU-T勧告名。
- 一般的に回線交換ではG.711 (国内では μ -law)、VoIPではG.729が使われることが多い。

パケット化周期とペイロード長

CODECの種別により、音声の符号化およびパケット化の周期に違いが出る。

たとえばG.729 (8kbps)ならば1秒あたり8,000bit = 1,000byteの音声データ転送が必要となる。パケットあたりのペイロード長が20byteの場合、1秒間に必要なパケット数は $1,000 / 20 = 50$ パケット。したがってパケット化周期は $1 / 50 = 0.02[\text{sec}] = 20[\text{msec}]$ となる。

パケット化周期とペイロード長の関係

CODEC	ペイロード長	パケット化周期
G.711(64kbps)	160byte	20msec
	320byte	40msec
G.729 (8kbps)	20byte	20msec
	40byte	40msec

- 一般的にパケット化周期 / ペイロード長を短くした方が音質は良くなるが、ヘッダ部分が相対的に大きくなり効率が落ちる他、ネットワークへの負担も大きくなる

遅延

- ・遅延とは通話中に音声を発してから耳に聞こえるまでの時間である。
- ・VoIPは一般の電話に比べて遅延が大きく、この大きさが音声品質に多大な影響を及ぼす。

VoIPの遅延の要因としては以下のものが挙げられる。

パケット化遅延

GWで音声をPパケットに変換する際、またその逆の場合に発生する遅延であり、GWの性能に依存する。

伝送遅延

純粋なパケットの伝送遅延。狭帯域区間においては、それ自体が遅延の要因となる。

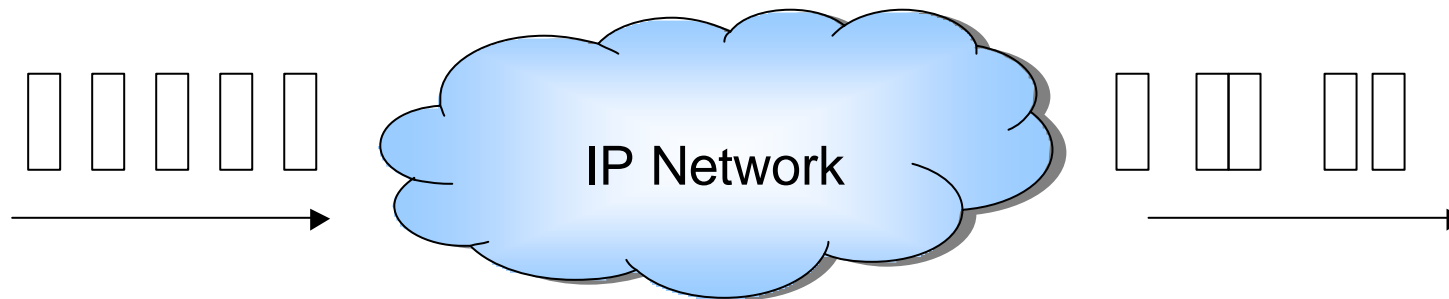
IP ノードでのキューイング遅延

ネットワーク上では様々なパケットが飛び交っている。他のトラフィックの影響によりキューイングによる遅延が発生する。

さらに・・・

ジッタ (揺らぎ)

- ・送信側GWは一定のパケット化周期で等間隔でパケットを送っているが、着信側の到達間隔は一定にはならない。(逆転する場合もあり)



- ・着信側GWでは、受信パケットの順序を正すほか、送信時と同様に一定間隔でIPパケットを音声に変換する必要がある。
- ・等間隔で再生するため、遅延や揺らぎを見越してあらかじめバッファを設けておく(ジッタバッファ)。バッファ値を越える遅延 揺らぎが発生した場合はパケット廃棄することになる。
- ・バッファ値が大きければ音質は良くなるが、遅延が大きくなる。バッファ値の設定も運用上極めて重要である。(可変のものもある)

音声品質の評価

音声品質に影響を与える要素としては、

遅延 の他に

エコー

パケットロス

などがあり、これらの要因の相互作用により音質が左右されるといえる。

これらの評価手法として、以下のものがある。

方式		特長
MOS	(P.800)	被験者への5段階評価を集計する主管評価
PSQM	P.861	IN/OUT信号を知覚モデルを用いて客観的に評価
PESQ	P.862	PSQMのモデルを改良
R値	G.109	音質劣化要因をパラメータ化し集計

日本では今後R値を基準とする方向であるが・・・

2. VoIPのシグナリング

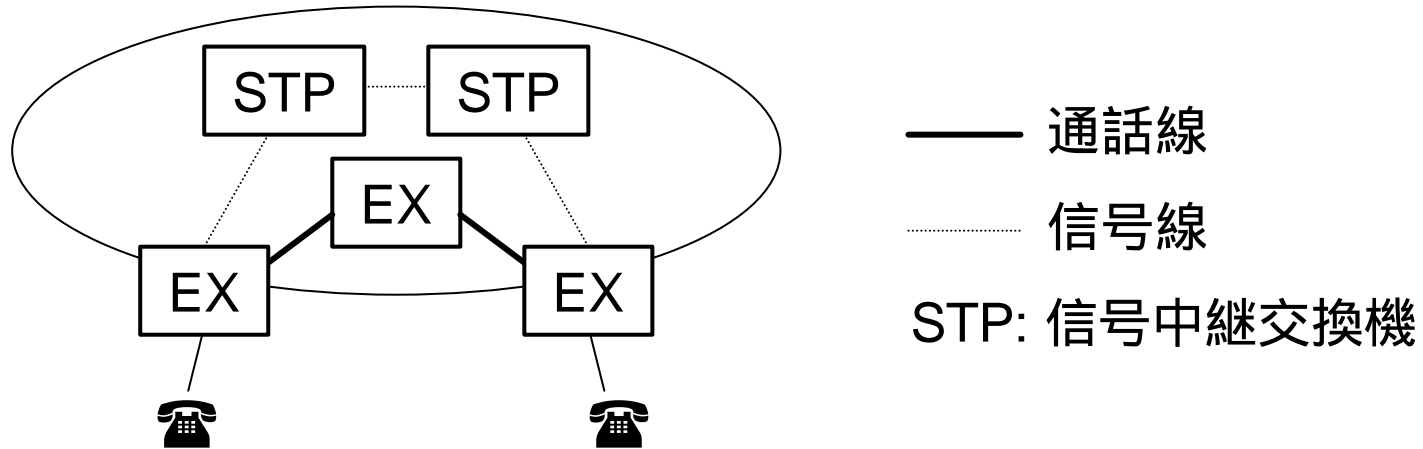
VoIPでは、メディア転送以外にcall flowを制御するプロトコルが必要
主な方式は以下のとおり

方式	ベース	特徴
H.323	ITU-T H.323 etc.	元来LAN内のデータ端末間通信用 現時点では主流といえる
MGCP	RFC2705	大規模GWの制御を目的とする SGCPの拡張
MEGACO	RFC3015 ITU-T H.248	音声以外のストリームも意識している ITU-T + IETF
SIP	RFC2543	元来はマルチメディア会議用 現在bis9まで出ている

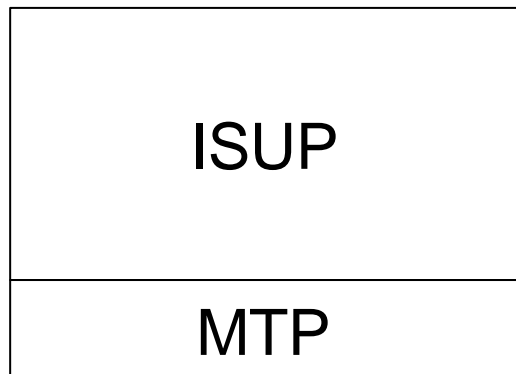
さらに、PSTNとのインタワークを考慮した場合、SS7シグナリングも考慮する必要がある。

- ISUP, SCCP/TCAP (INAP, MAP) etc...

ISUP



ISUP (ISDN User Part) はNo.7 共通線信号方式 (SS7 : Signalling System No.7) のうちISDNの呼制御アプリケーションを担う網間信号インタフェースである。



発呼 / 切断等の呼制御の他に、回線閉塞・回線リセットなどの保守系メッセージを含む。

信号送受信などの下位レイヤ

INAP/MAP

回線対応信号であるISUPに対して、信号線上で固有のトランザクションを送受信するスキームがあり、INサービス (Toll Free, Q2等) や移動体通信に利用されている。

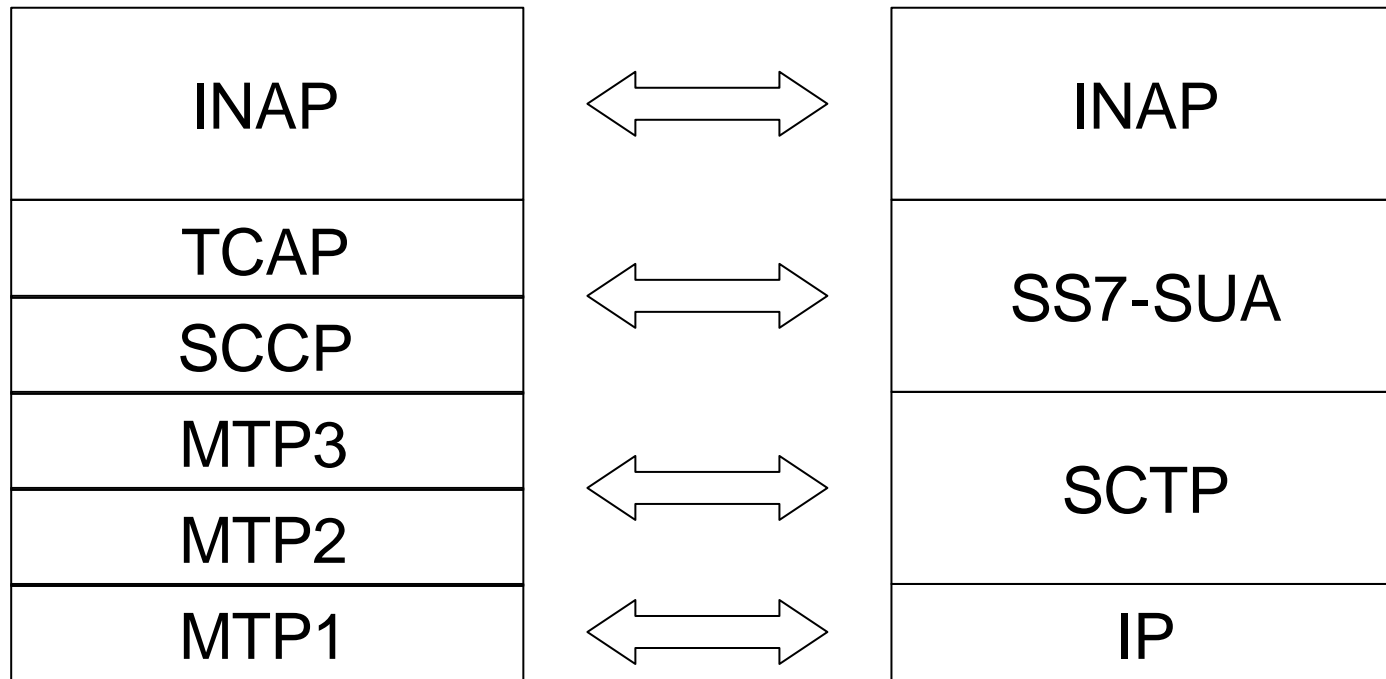
INAP/MAP etc.	固有のアプリケーション領域
TCAP	ダイアログ毎にトランザクション制御
SCCP	コネクションレスでの通信を確保
MTP	信号送受信などの下位レイヤ

INAP: Intelligent Network Application Protocol

MAP: Mobile Application Part

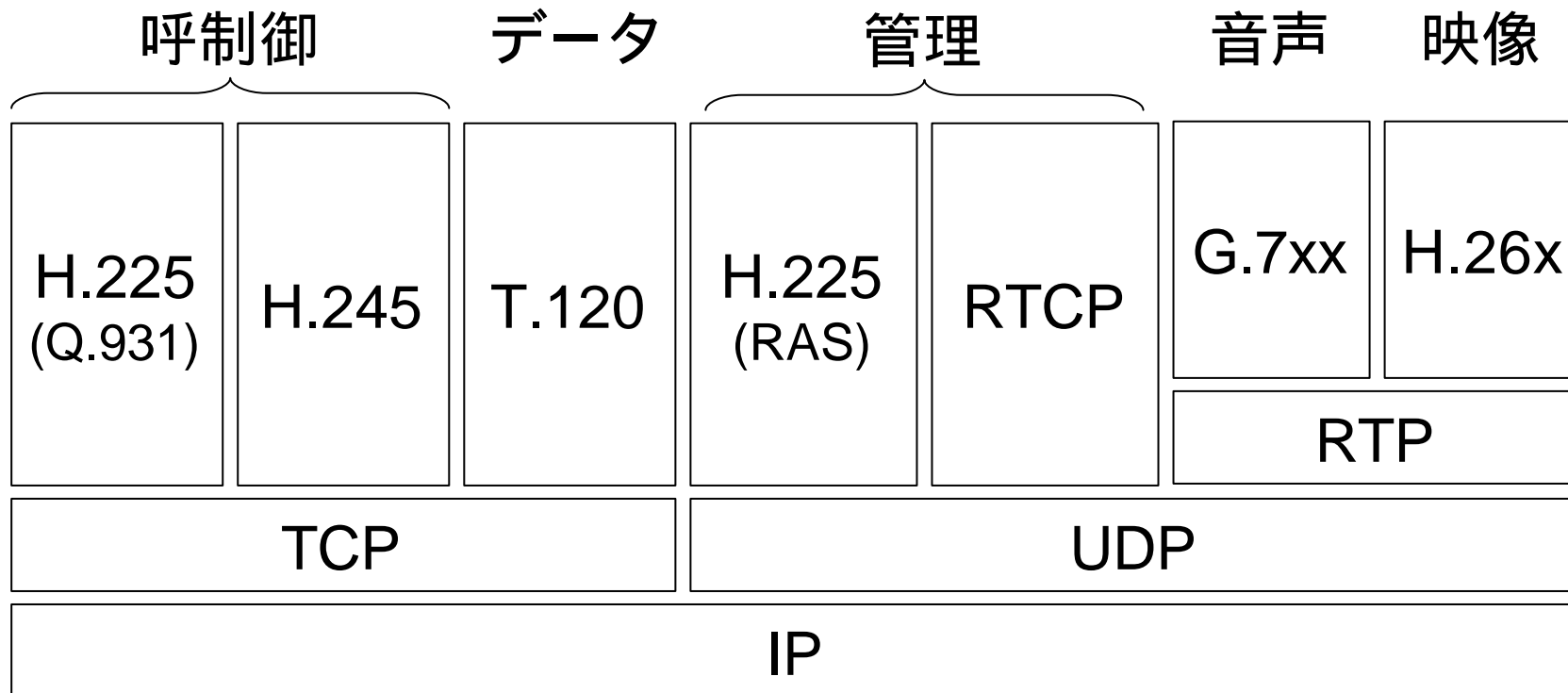
SIGTRAN

- SS7, DSS1など電話交換網で使用されているプロトコルで実現される機能をIP上で提供する方式
- RFC2719, RFC2960などで規定されている。



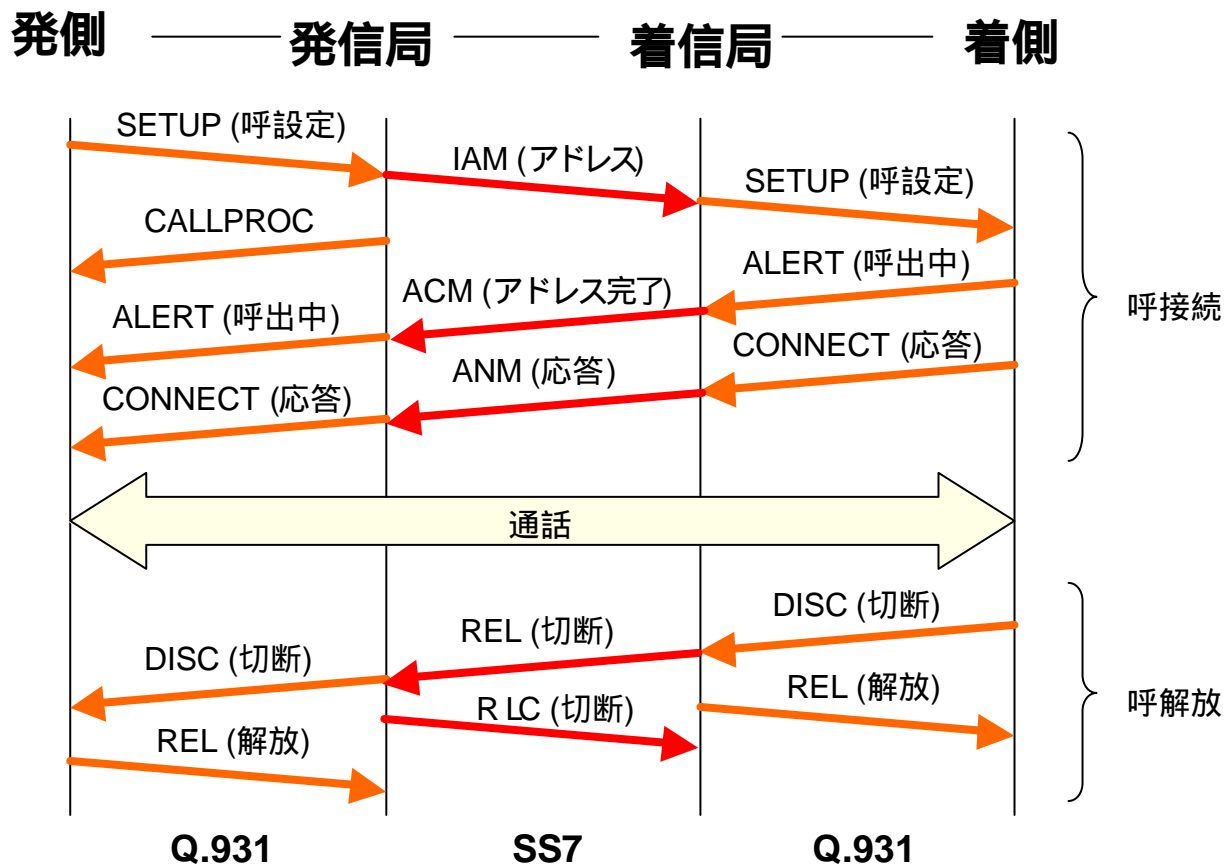
H.323

- ・H.323とはH.225, H.245など関連するプロトコルの総称である。
(H.323プロトコル群)

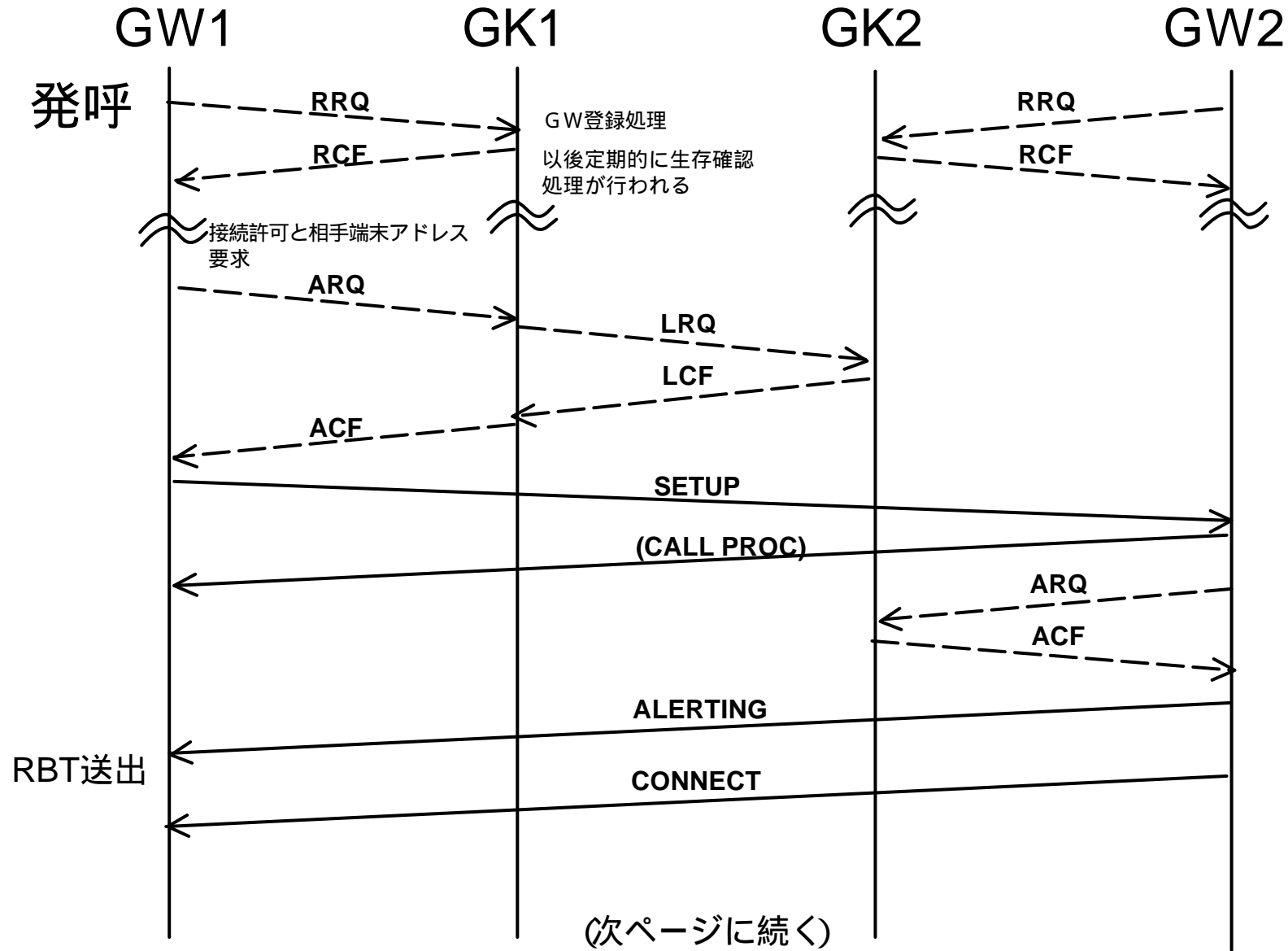


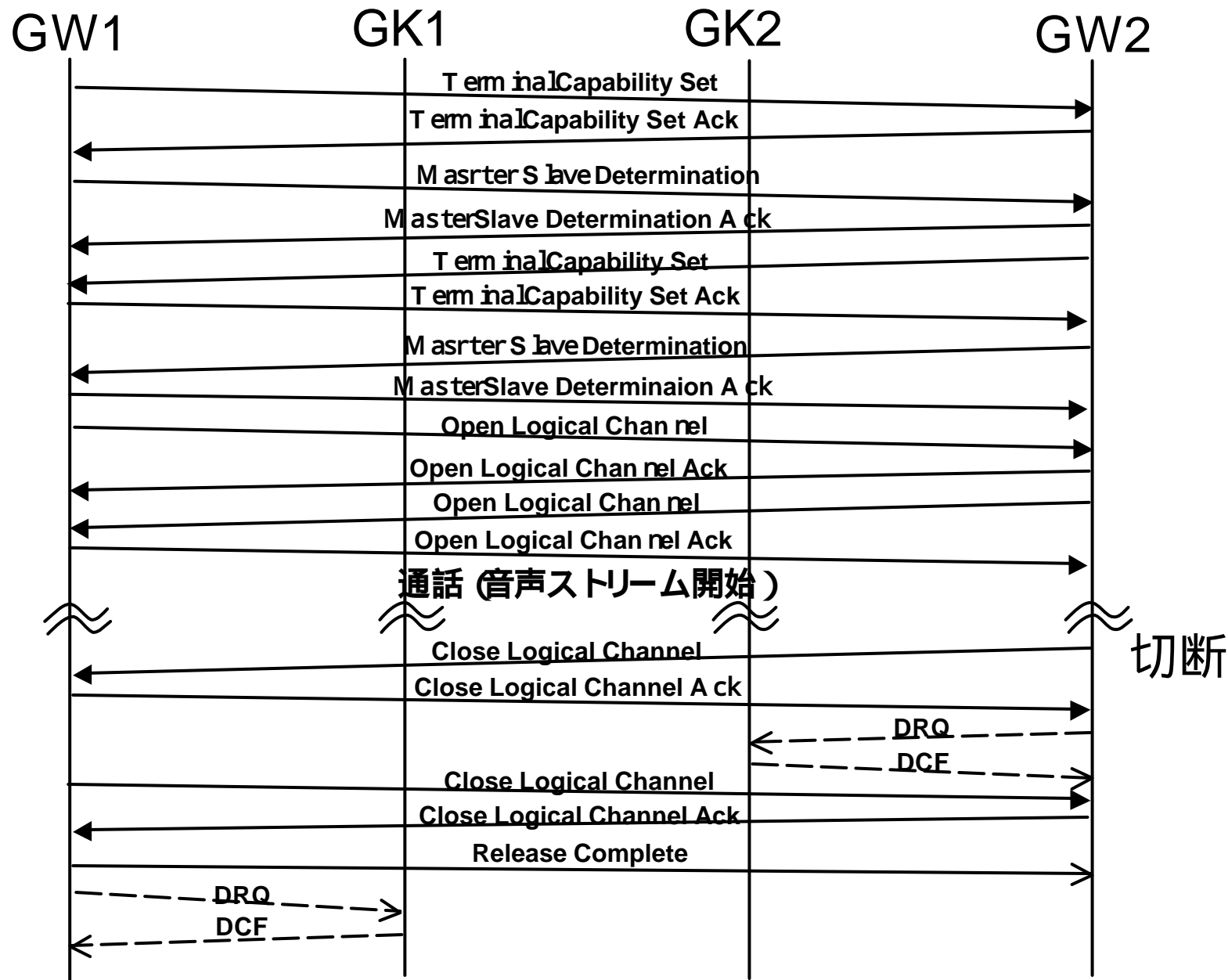
シーケンス

(参考) SDNの交換シーケンス



H.323の動作





メッセージの説明

RASメッセージ

RRQ / RCF / RRJ (登録要求 / 登録確認 / 登録拒否) : ゲートキーパへの登録関連

URQ / UCF / URJ (登録解除要求 / 登録解除確認 / 登録解除拒否) : ゲートキーパへの登録解除関連

ARQ / ACF / ARJ (許可要求 / 許可確認 / 許可拒否) : ゲートキーパへのアドレス解決要求と接続許可関連

DRQ / DCF / DRJ (終了要求 / 終了確認 / 終了拒否) : ゲートキーパとの通信終了通知関連

LRQ / LCF / LCF (アドレス解決要求 / アドレス解決確認 / アドレス解決拒否) : GK - GK間のアドレス解決信号関連

H.225メッセージ

Q.931とほぼ同じメッセージであるが、DISCONNECT及びRELEASEは使用しない。

SETUP	呼設定要求	
CALL PROCEEDING	呼処理中	機種によっては、この信号を受け付けない物もあり
ALERTING	呼出中	機種によっては、この信号で、GWから自身の電話端末側に呼出音送出
CONNECT	応答	
PROGRESS	経過表示	
RELEASE COMPLETE	解放完了	

H.245メッセージ

Terminal Capability Set	CODECの種類、FAX能力等の相互に確認を行う
Master Slave Determination	マスタースレーブの決定
Open Logical Channel	ストリーム通信のPアドレス及びポートの決定
Close Logical Channel	ストリーム通信の終了

H.323のオプション機能

(a)ファーストスタート

通常の交換回線接続では、応答信号で相手との接続を完了します。しかし、発信側の受信回線は、音声を聞くため (BTやトーキー) はじめから接続を完了しています。

H.323では、通常はCONNECT受信までは、音声の接続を行いません。そこで、オプション機能でファーストスタート(ファーストコネクトとも言う)をSETUP上で宣言し、相手もファーストスタートを受ければ、ALERT時に音声接続が接続され、相手側からRBTを受信することが可能となります。現在ファーストスタートが主流となっております。

(b)H.245トネリング

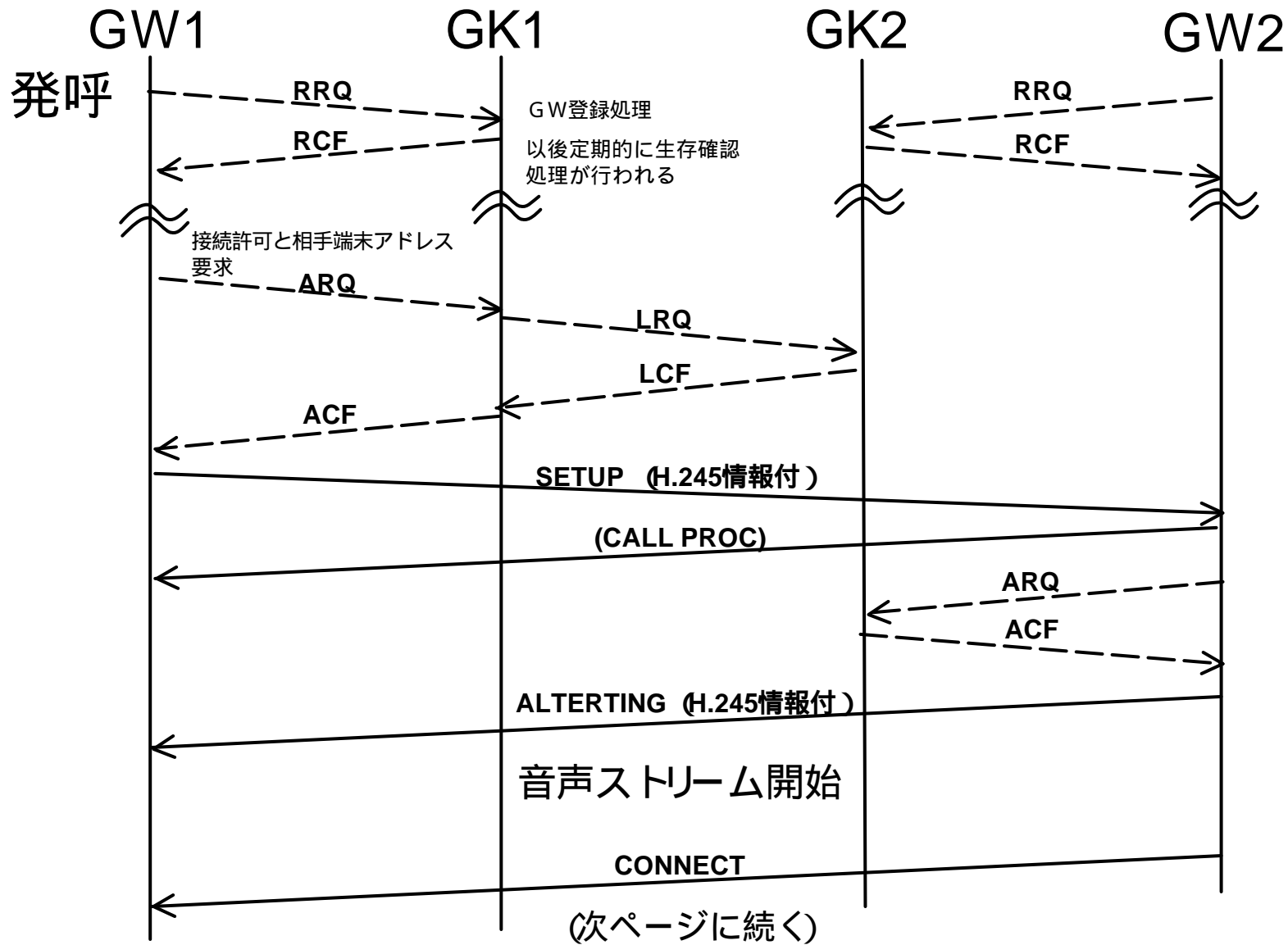
通常の手順では、音声 (音声ストリーム) の接続では、H.245メッセージでの接続が行われますが、メッセージの数を少なくすることができるH.245トネリングを使う場合があります。

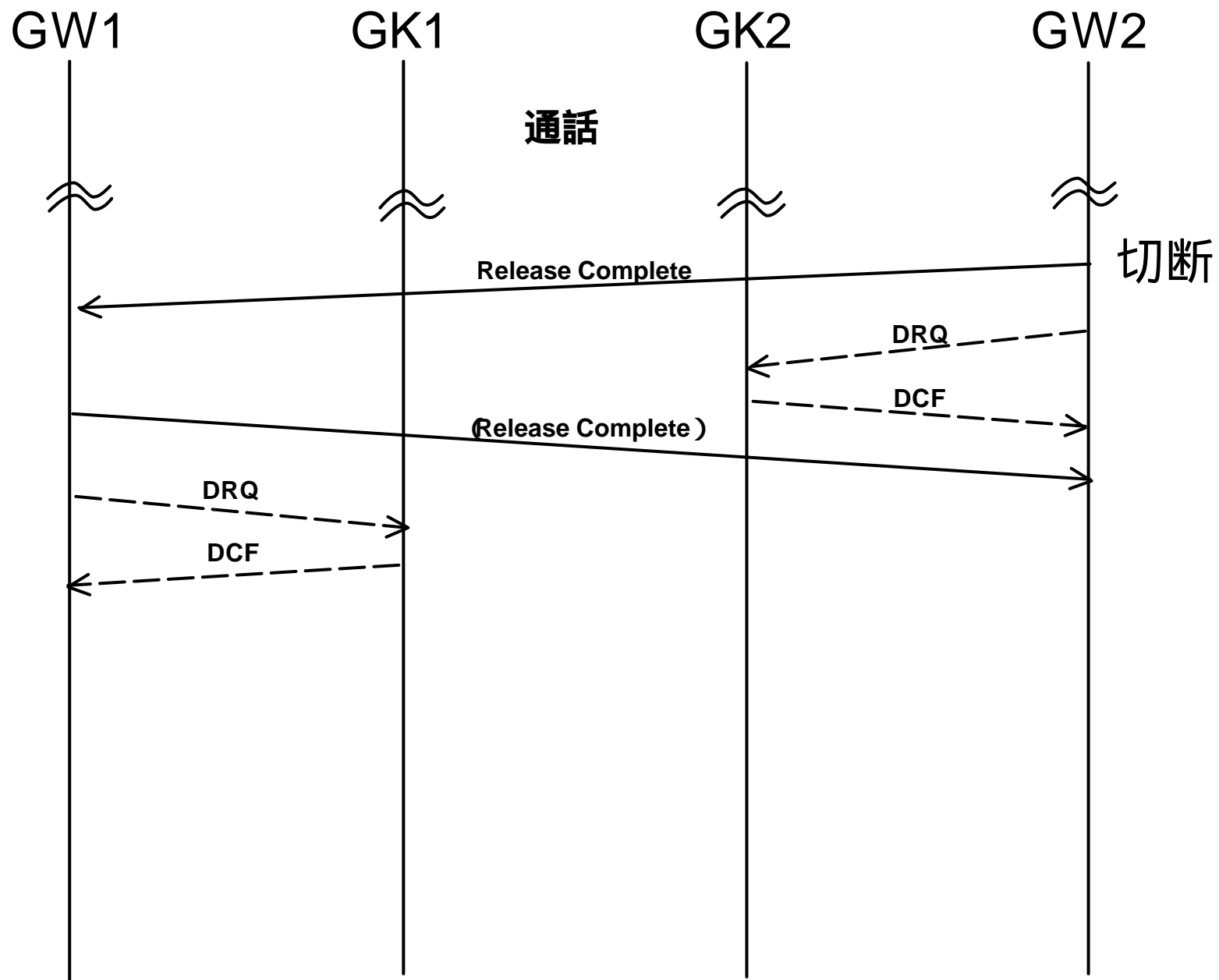
H.225メッセージのSETUP、ALERT、FACILITY上にH.245をのせることによって、見かけ上のメッセージ数を減らすことができます。通常は、単独でH.245トネリングが使われる事は無く、ファーストスタートと一緒に使われます。

(c)GKルーテッド信号

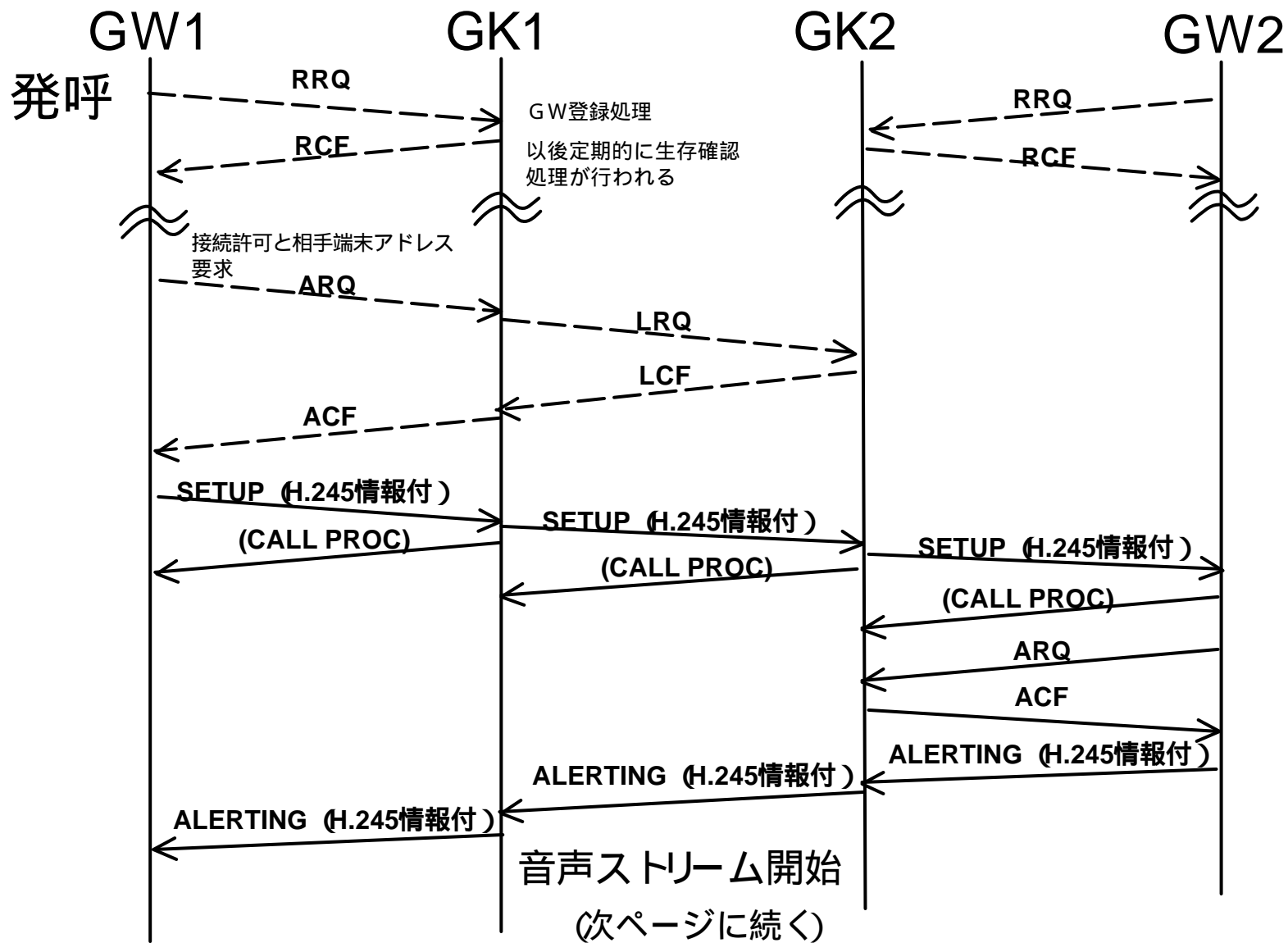
GKへの信号は、通常RASのみですが、セキュリティ等を考慮して、全て (音声ストリームを除く) をGK経由で信号のやり取りを行う方式で、GKの負荷は重くなるが信号の信頼性をアップさせる信号手段である。当社では、この方式を採用している。

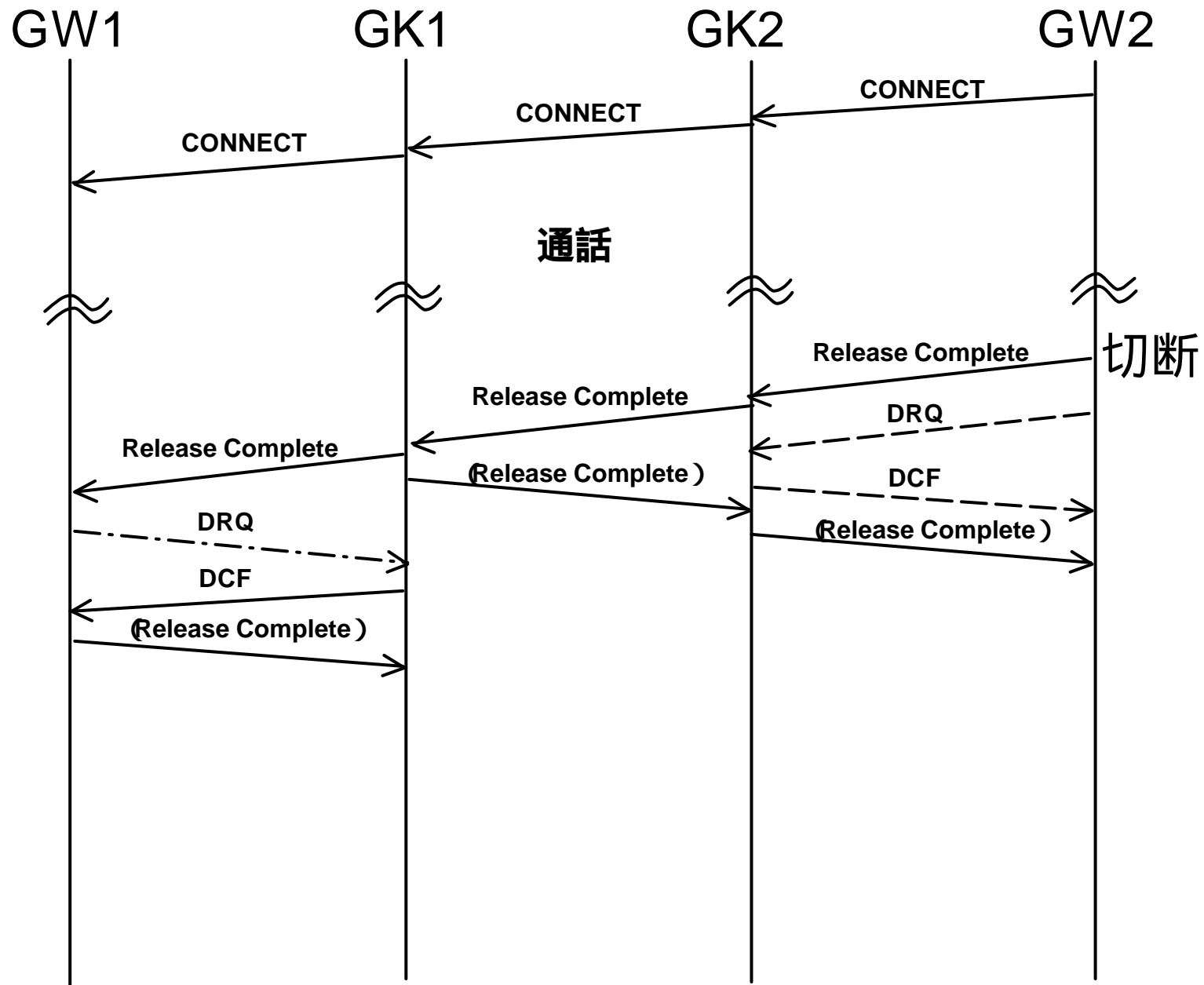
ファーストスタート& H.245トンネリング





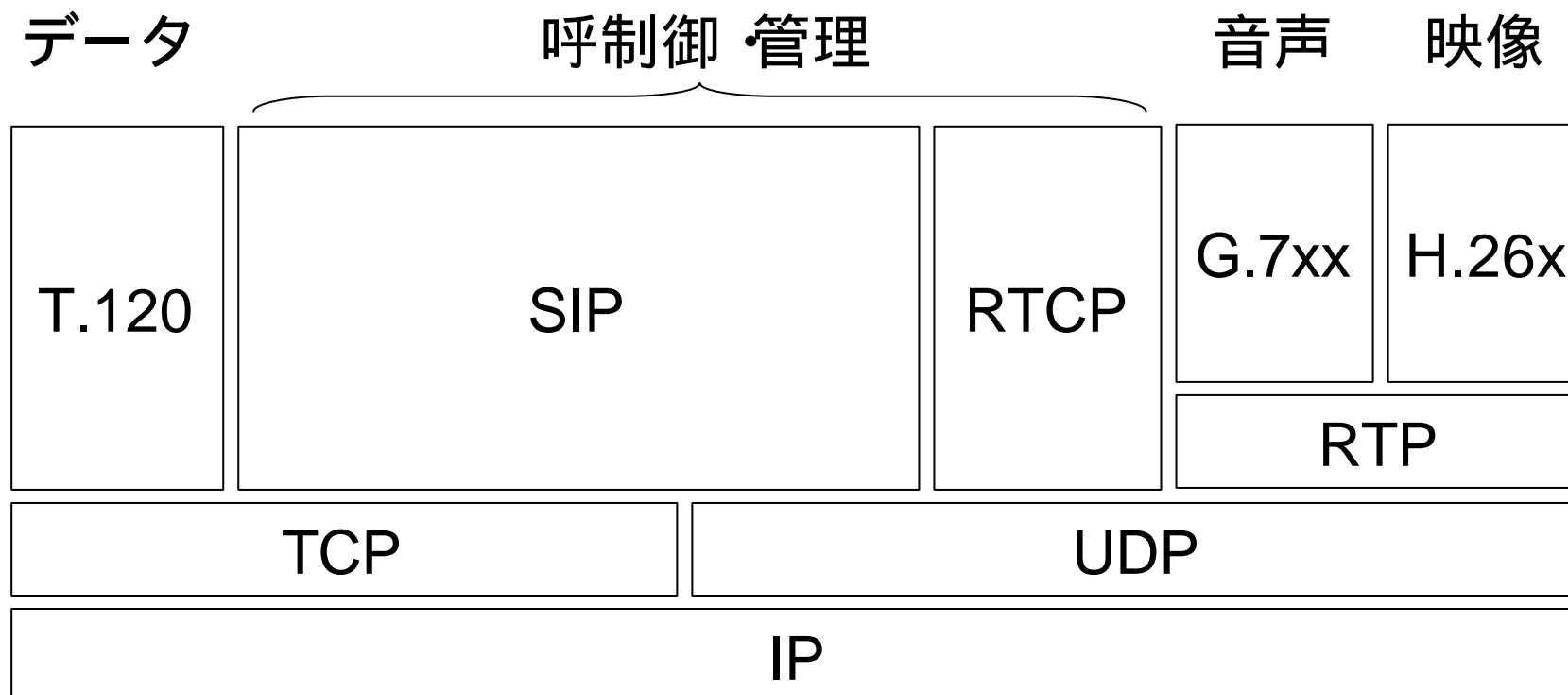
GKルーテッド (ファーストスタート+ H.245トンネリング)





SIP

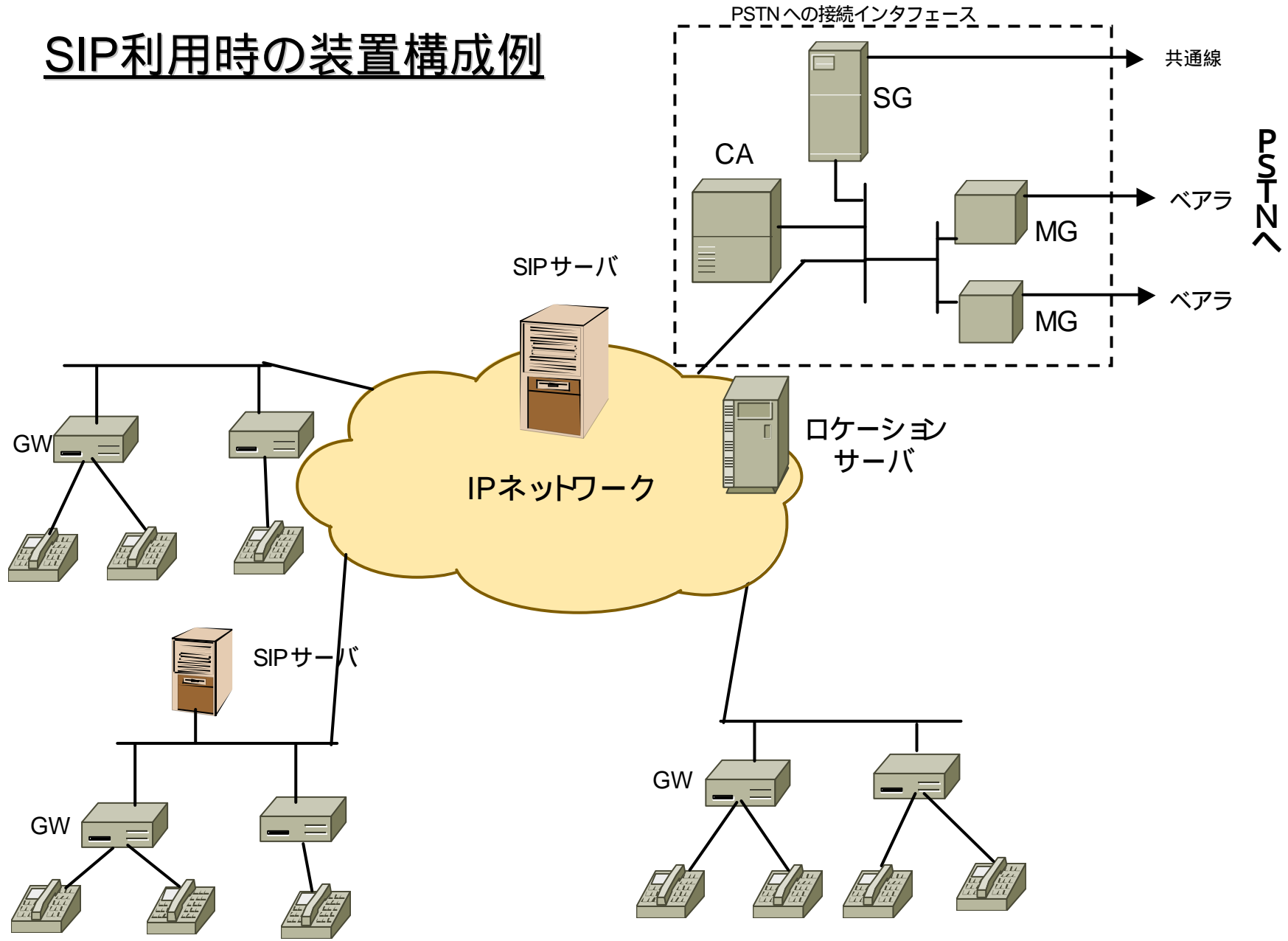
SIP (Session Initiation Protocol) は、サーバーメッセージの種類を簡略化、テキスト構成等で、様々な通信に使いやすいプロトコルであり、VoIPへの適用だけでなくビデオ会議、ボイスメールやWEBとの融合など広範囲な使用方法を前提とした使用を検討している。



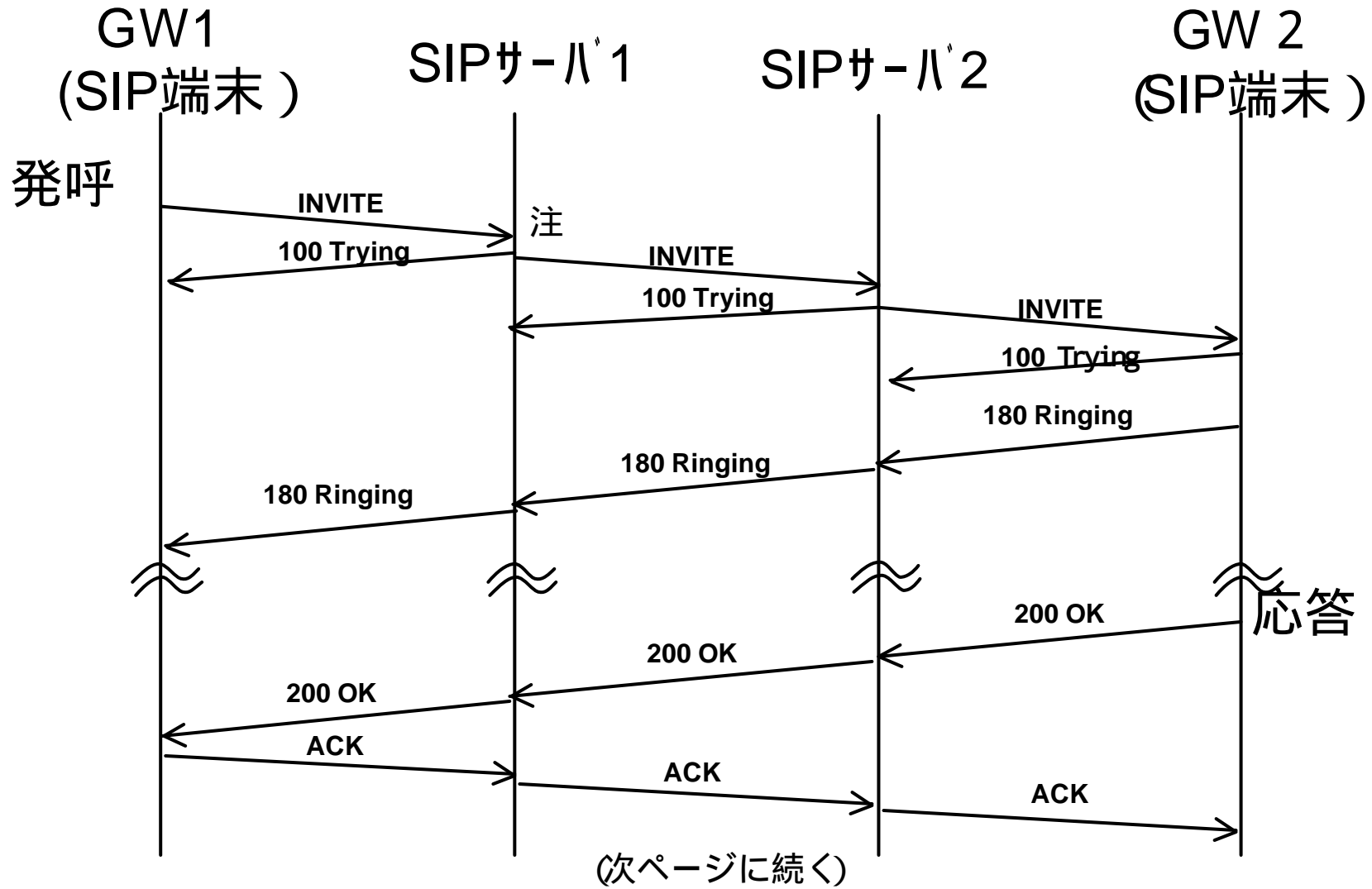
SIPとH.323の違い

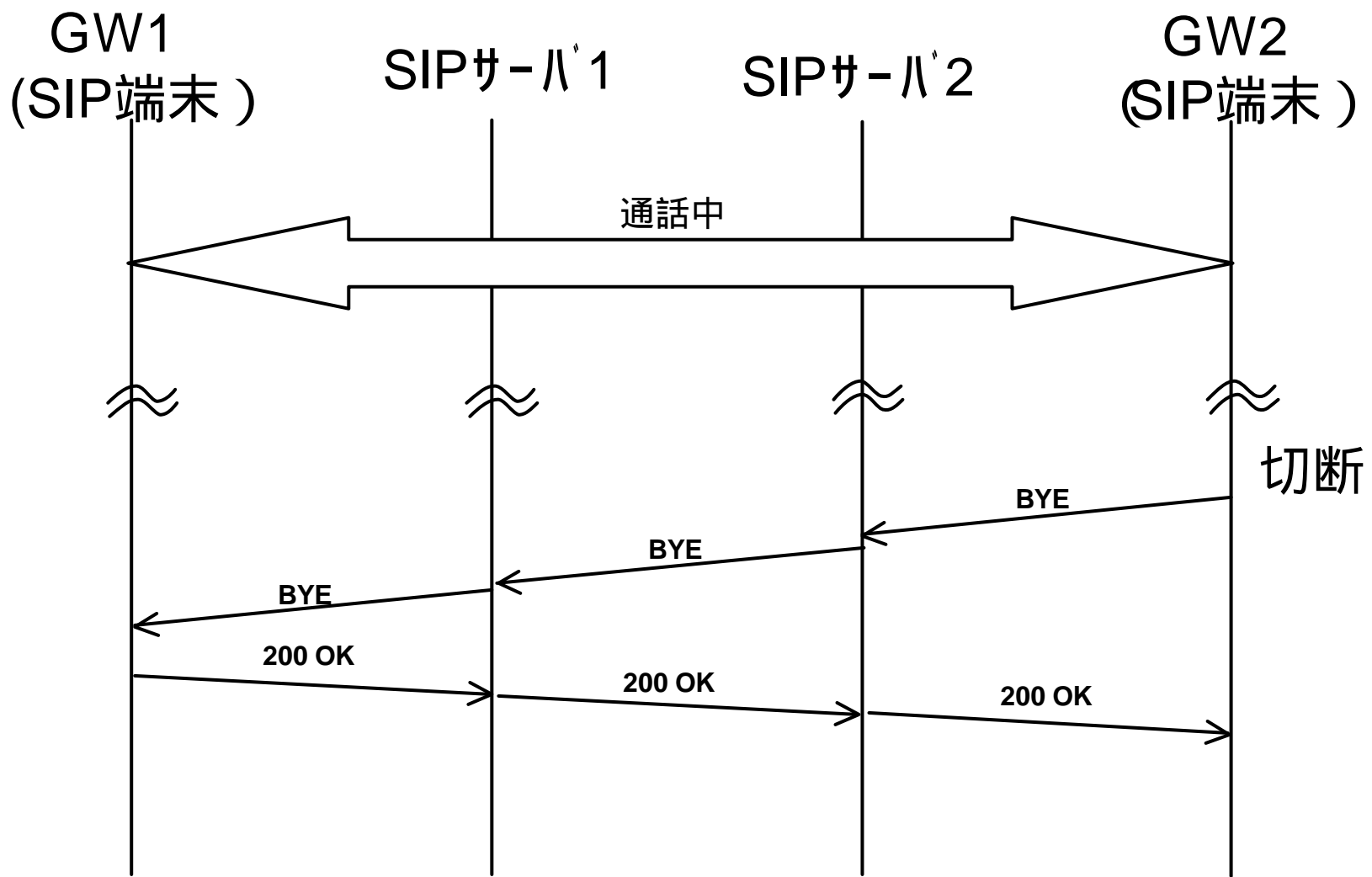
	SIP	H.323
標準化	IETF	ITU-T
ベース	インターネット仕様	LAN通信 / TV会議
データ形式	テキスト	ビットマップ
プロトコル体系	SIP	複数のプロトコルの集合
トランスポート層	主にUDP	主にTCP

SIP利用時の装置構成例



SIPシーケンス





SIPメッセージ

メッセージ

INVITE	セッション参加要求 (接続要求) SIP端末 Aが電話番号又はURLで示される端末へ接続要求
ACK	確認応答 (信号を受信を確認)
BYE	セッションの終了

レスポンスメッセージ

1XX	情報 100 Trying 180 Ringing
2XX	成功 200 OK
3XX	リダイレクト
4XX	クライアントエラー
5XX	サーバーエラー

機能配備

SIPサーバ

SIPサーバには、SIP登録サーバ機能とSIPプロキシサーバ機能がある。SIP登録サーバはSIP端末の登録(電話番号/アドレス)を行うサーバで着信時発信時のスクリーニングを行う。SIPプロキシはSIP端末の代わりに相手との通信を行う。

ロケーションサーバ

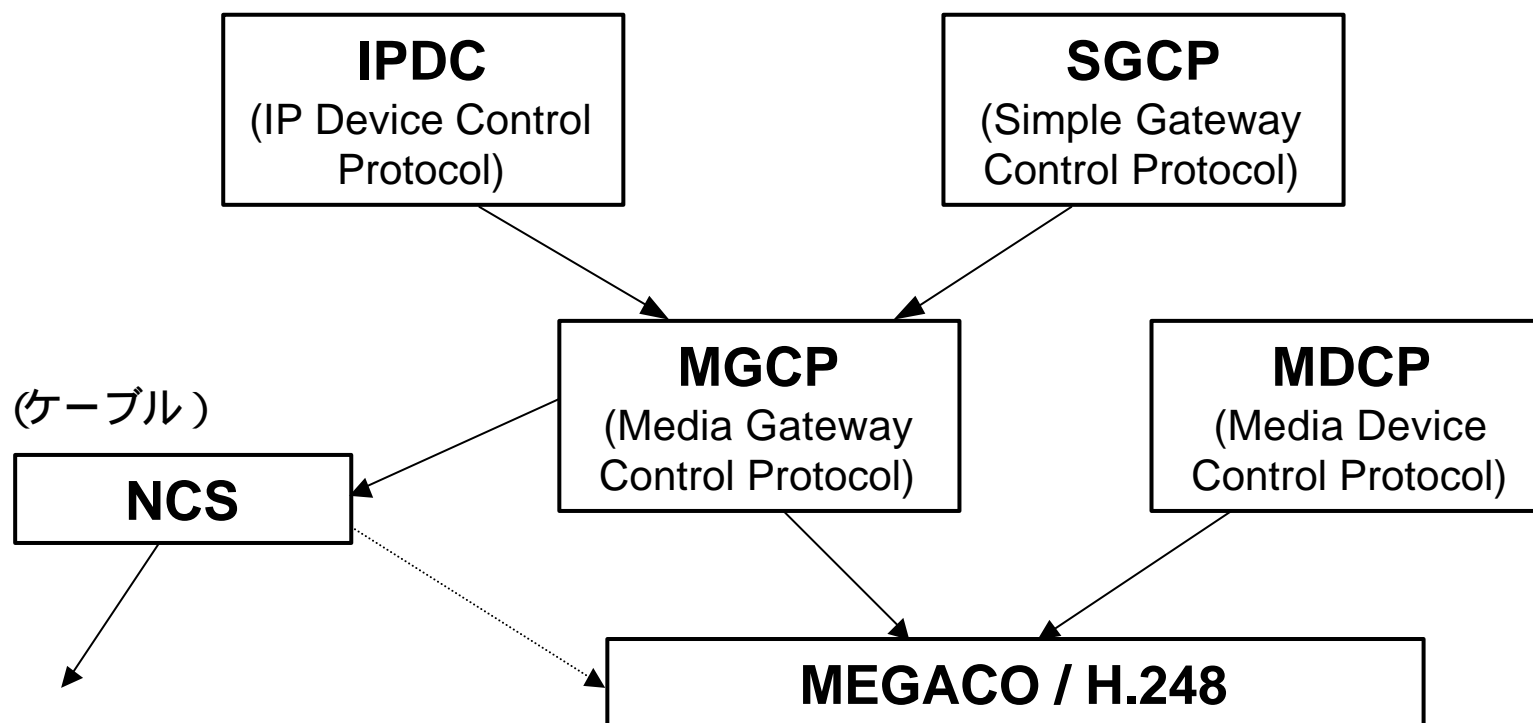
電話番号とアドレスの変換を行うサーバであり、SIPサーバと同一筐体とする場合もある。

<参考> リダイレクトモード

上記の方式(プロキシモード)の他に、SIPプロキシを設置せずリダイレクトサーバを設置する方式(リダイレクトモード)もある。この場合はリダイレクトサーバから返送された情報を元にSIP端末間で直接通信を行う。

MGCP / MEGACO

- ・TGWの制御用にBellcore中心にまとめたSGCPにIPDC, MDCPなどの機能を組み込んだものがMGCP (Media Gateway Control Protocol)。
- ・さらにその拡張版をETF/ITU-Tの共同でまとめたものが、MEGACO/H.248である。



3. まとめ

・VoIPには以下の特性がある。

- 電話網のように専用の網を構築する必要はなく、サービス性・保守性等々に応じて柔軟にネットワークを構築できる。
- パケット落ちや揺らぎ等VoIP特有の音質劣化要因も存在するため、エンド=エンドの通話品質について留意する必要がある。
- シグナリングではH.323に代わってMGCP, SIPが普及しつつある。

・プロトコル、アーキテクチャの方向性にも違いがある。

- MGCP/MEGACOは大規模ソフトスイッチによるGW制御に重きを置いており、PSTNとの相互接続に強い。
- SIPは元来full-IP networkでのp2p通信に適している。SIP-URIでの通信を基本とすればE.164, ENUMでの通信自体が不要。

一口にVoIPといっても方向性はさまざま