

画像情報特論

- IP電話、インターネット電話

情報理工学専攻 甲藤二郎

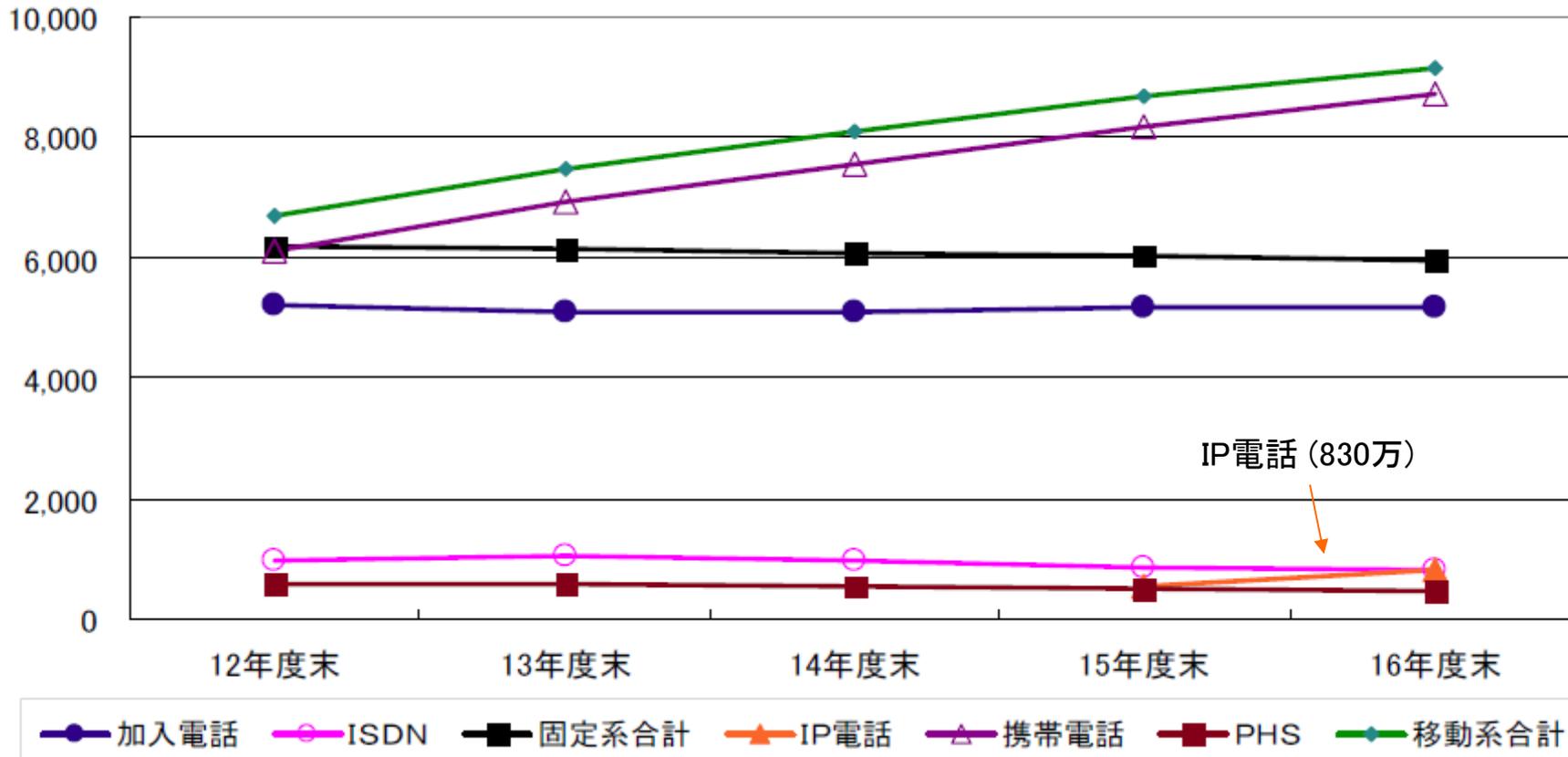
E-Mail: katto@waseda.jp

IP電話

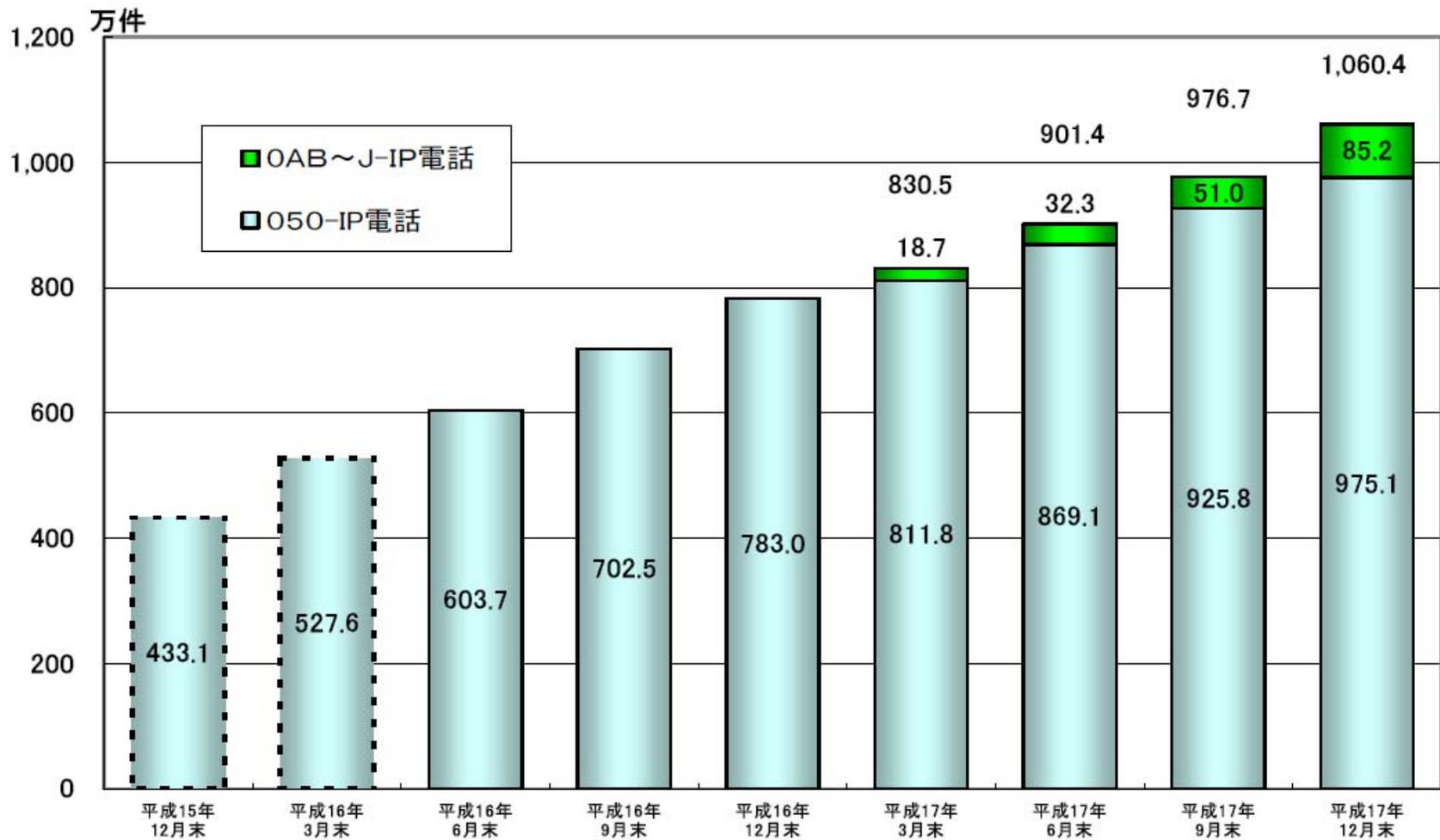
IP電話・統計資料

加入電話等の種類別契約数の推移

(単位: 万件)



IP電話・統計資料



音声通話品質評価指

	クラスA	クラスB	クラスC
R値 (ITU-T G.107)	>80	>70	>50
end-end遅延	<100ms	<150ms	<400ms
呼損率	≤ 0.15	≤ 0.15	≤ 0.15

固定電話、
0ABJ番号

携帯電話

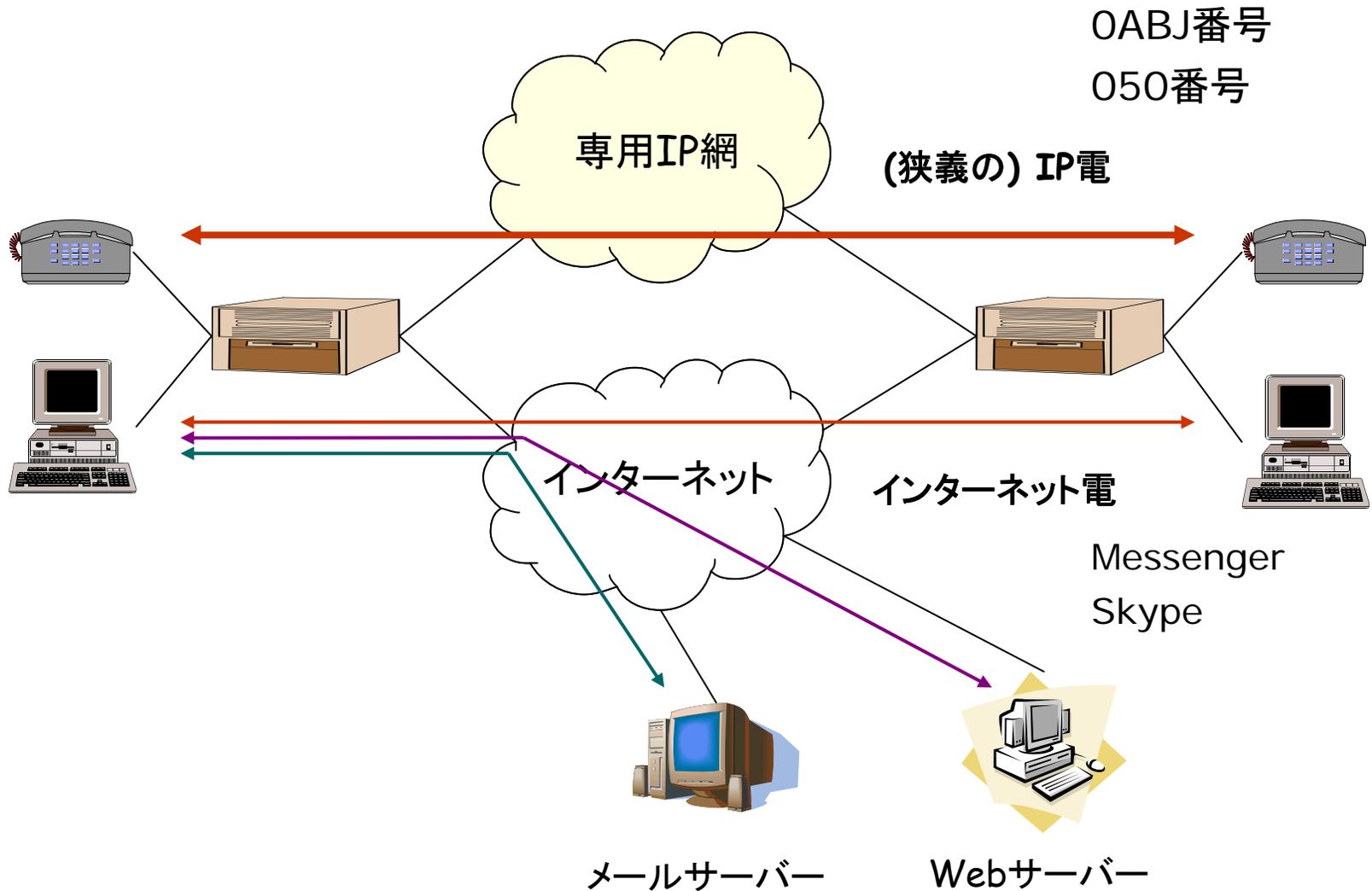
050番号

R値 = R_0 (SNR) - I_s (歪み) - I_d (遅延) - I_e (装置) + A (利便性) : 50 (poor) ~ 100 (best)

電気通信番号の分

種類	概要
OABJ	固定端末系番号（地域識別、緊急電話） 例：加入電話、ISDN、一部のIP電話
OAO	移動端末系番号、IP電話番号（ロケーションフリー） 例：携帯(080/090)、PHS(070)、IP電話(050)
OABO	付加機能用途 例：フリーダイヤル(0120)、料金回収代行(0990)
1XY	自網内加入者サービス番号 例：緊急通報(110、119)、時報(117)、天気(177)
00XY	事業者識別番号 例：0033、0038、0077、0088など

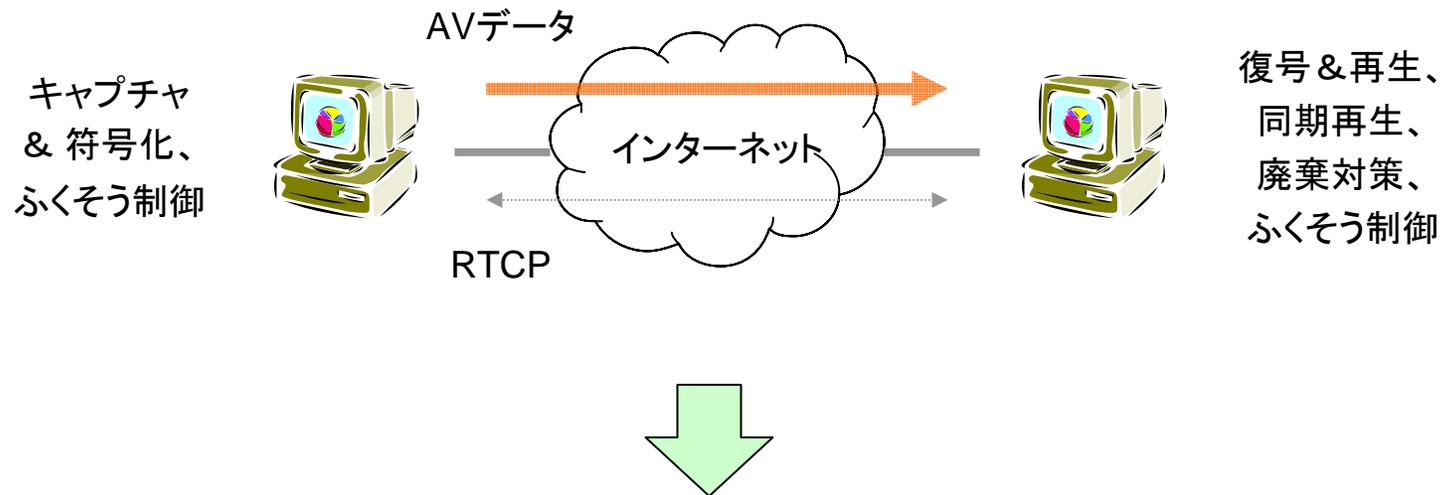
IP電話とインターネット電



シグナリング

シグナリング

- 前回までの講義項目 (TCP/IP + デジタル圧縮 + アダプテーション) に従って、インターネットAVプロトタイプは作成可能 (メディアレベル)。



- しかし「使いやすいシステム・実際のシステム」を実現するためには、セッション制御プロトコル (シグナリング) の充実が必要 (システムレベル)。

+ 互換性・相互接続性の確保 (国際標準化)

プロトコル階層

• セッション制御 (シグナリン)

セッション制御

メディア

レイアウト記述

ビデオ	オーディオ	SMIL
RTP / RTCP (アダプテーション)		HTTP
UDP (TCP)		TCP (UDP)
IP		
各種ネットワーク		

セッション記述

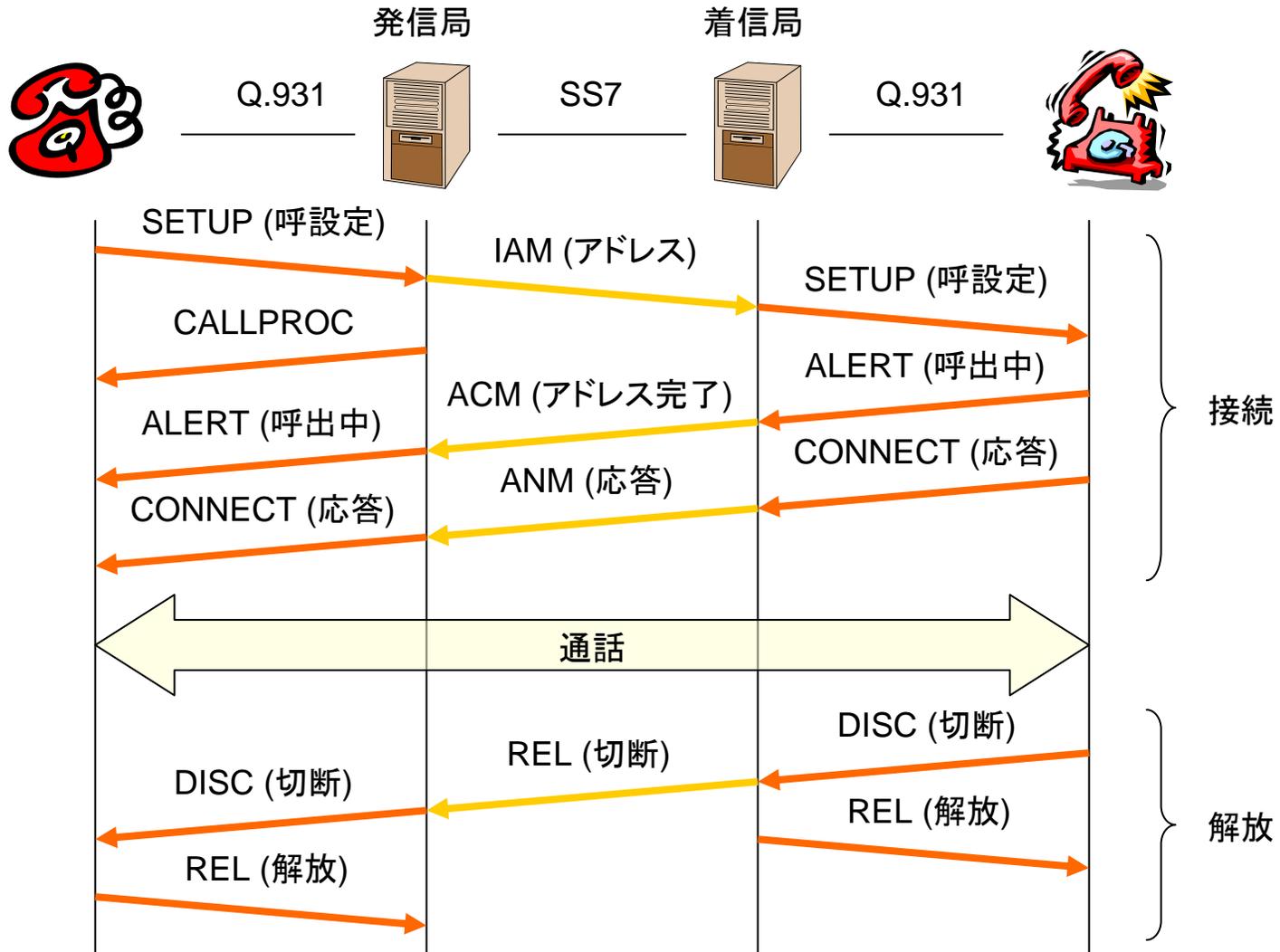
制御手順



電話 (1)

• 電話の仕組み

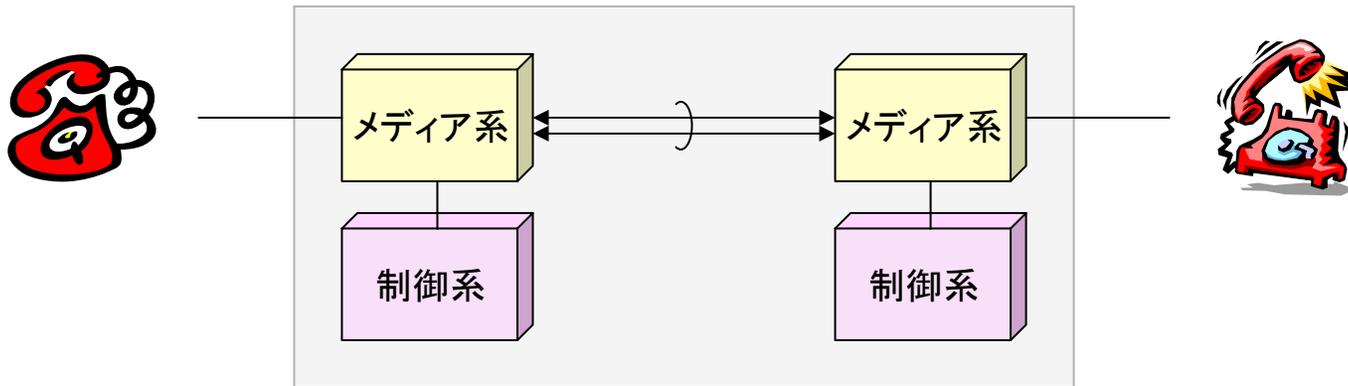
黒電話、ISDN、移動体、PHS



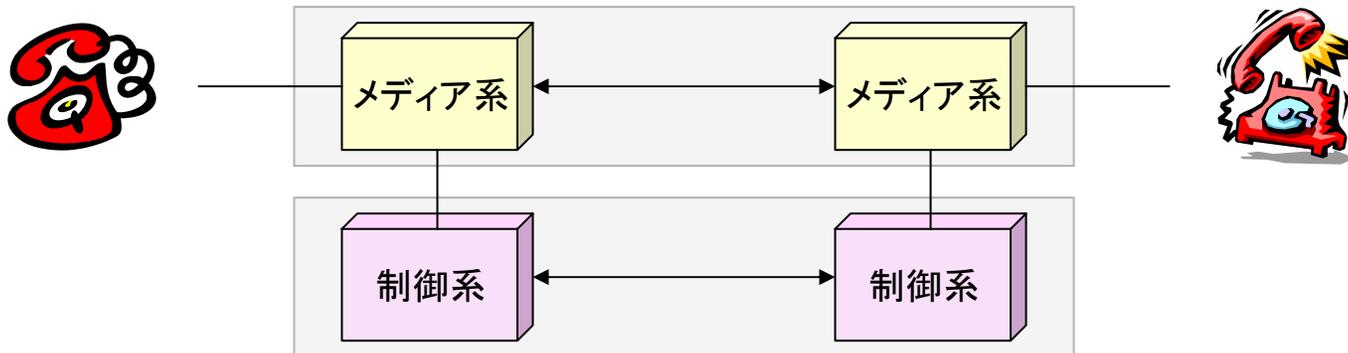
電話 (2)

- 個別線信号方式と共通線信号方

個別線信号方式: メディアと制御信号が同じ通話回線を使用 (過去)

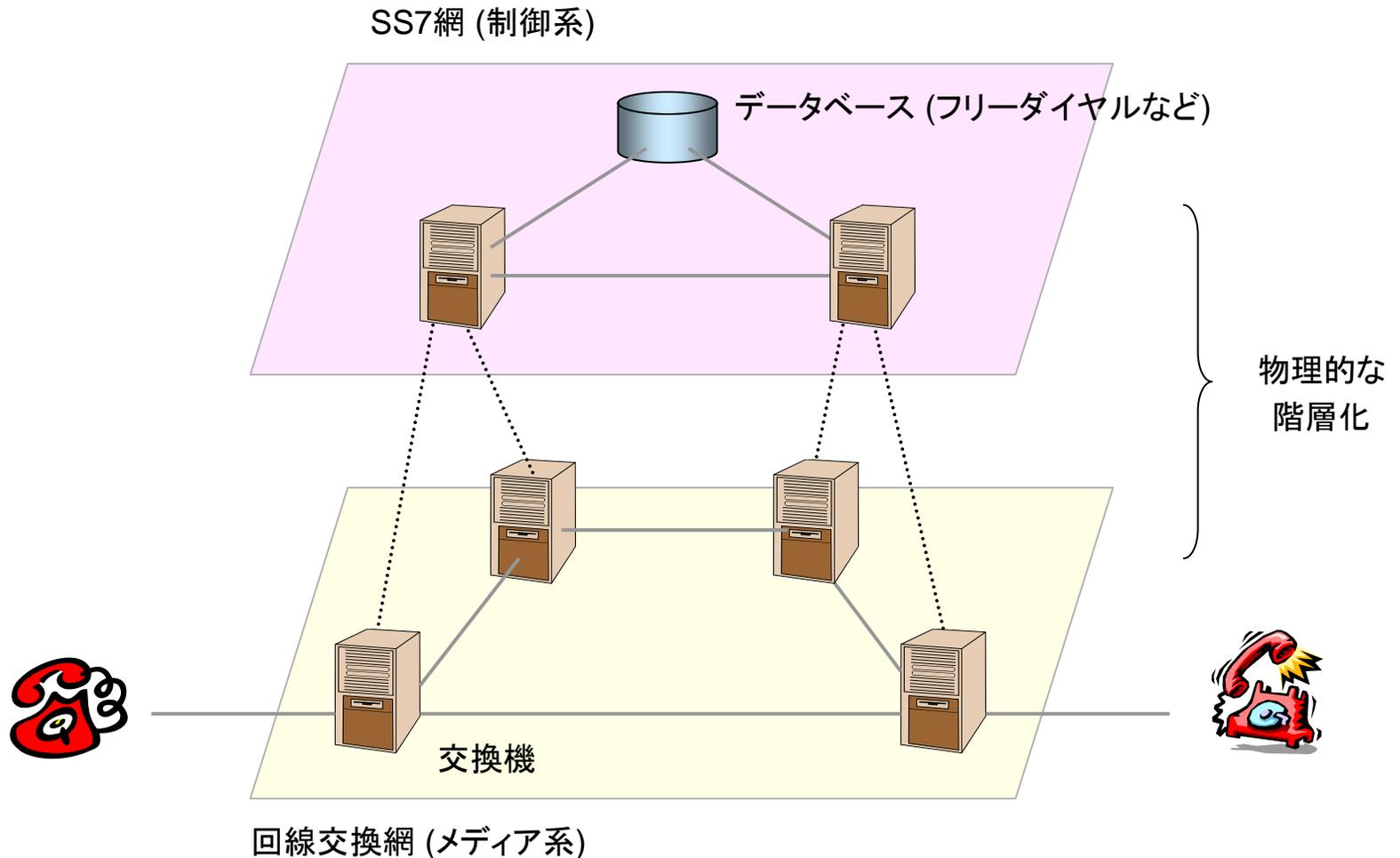


共通線信号方式: メディアと制御信号の回線の分離 (現在)



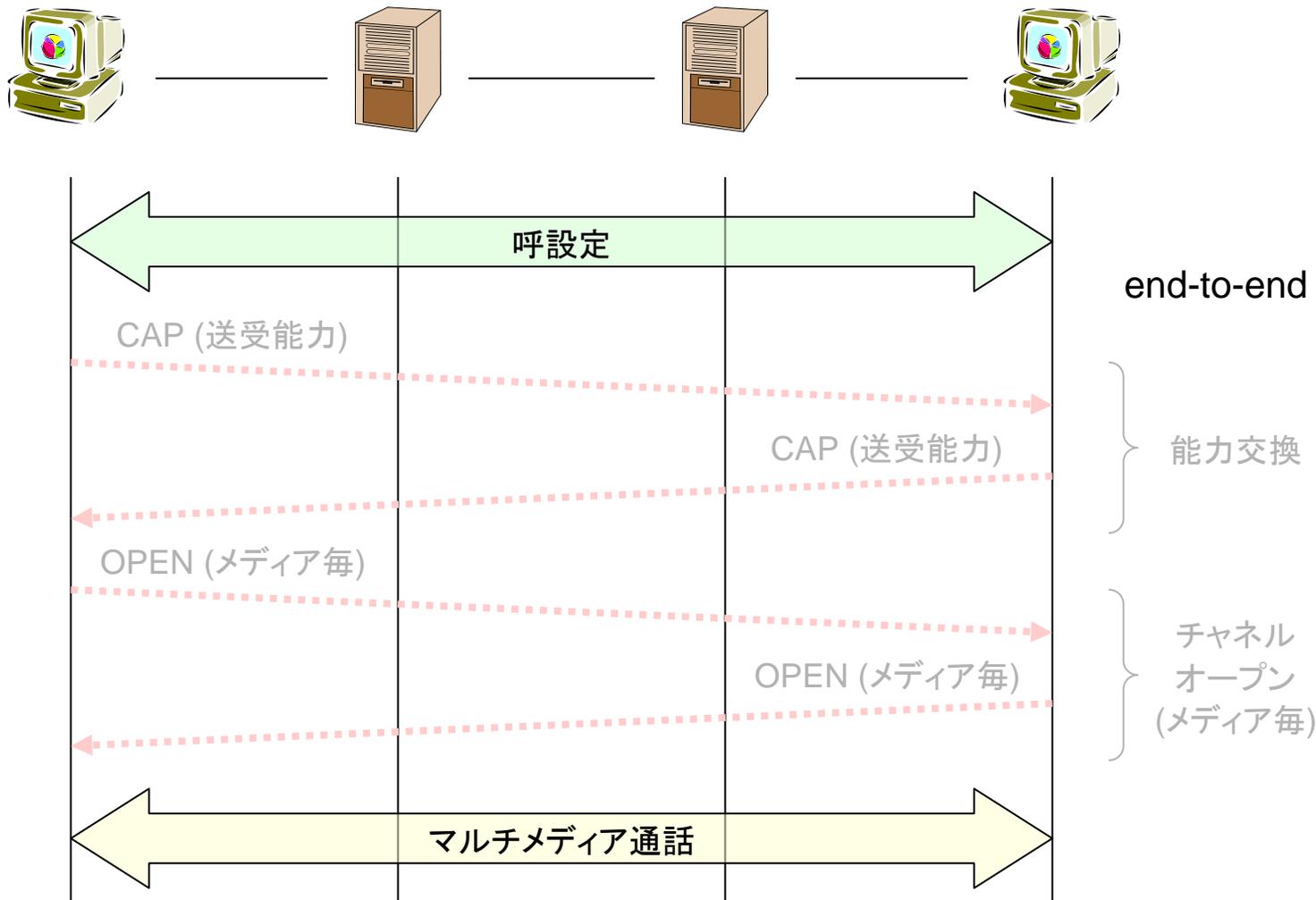
電話 (3)

- SS7 (CCITT No.7 信号方式)



マルチメディア通信 (1)

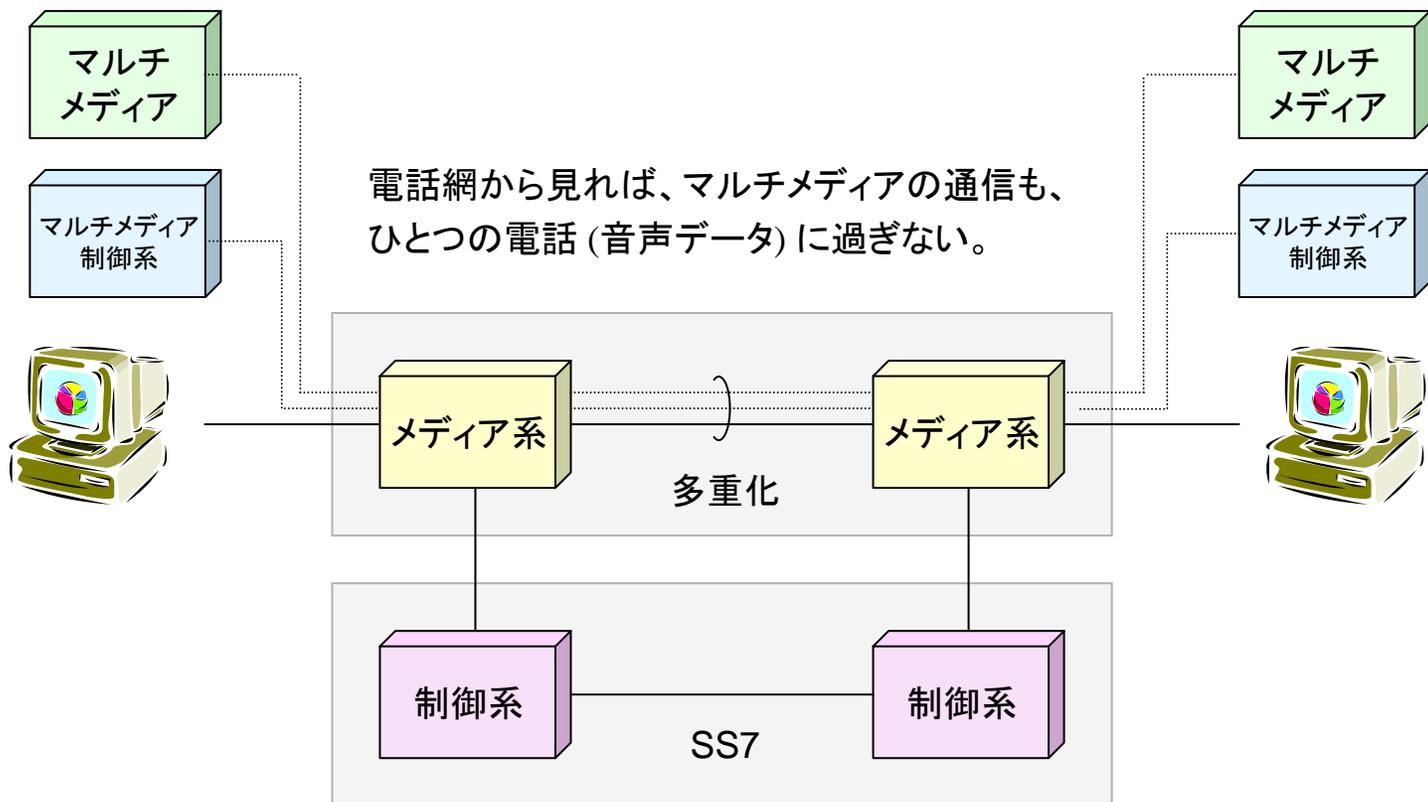
- 呼設定 (+ 能力交換、チャネルオープン)



マルチメディア通信 (2)

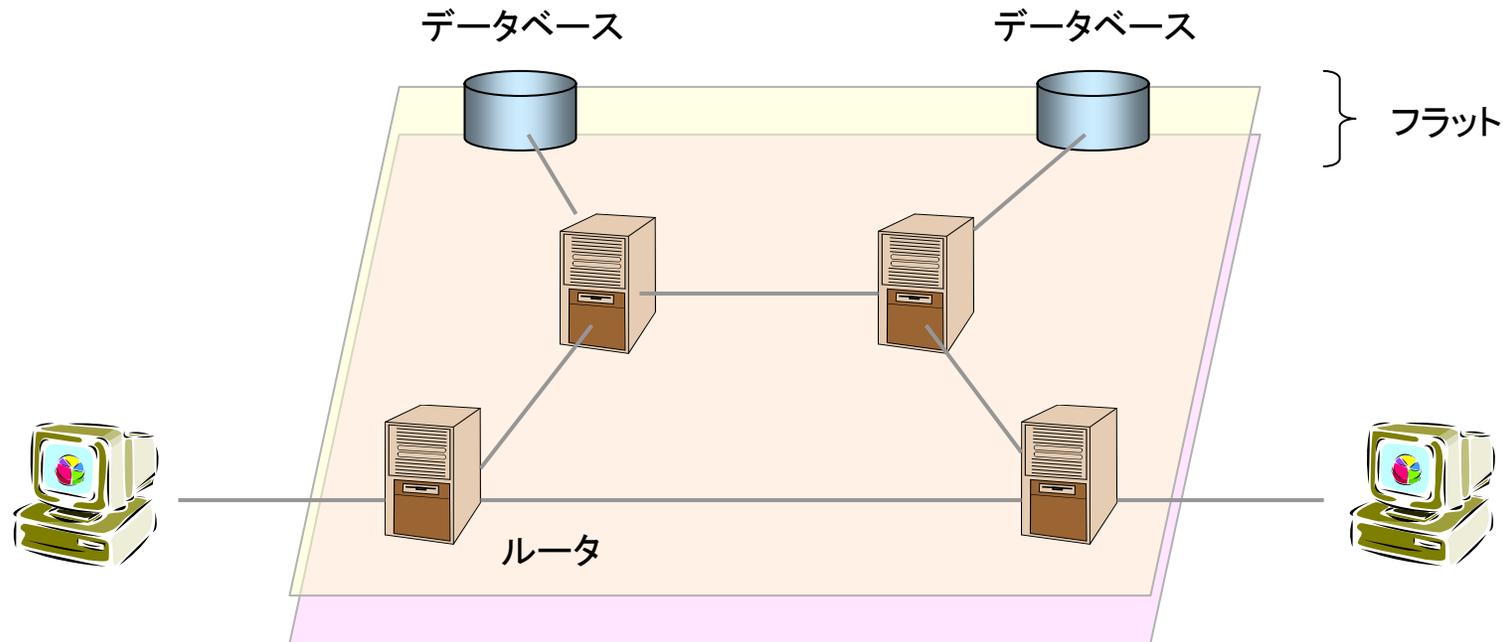
• 電話回線上のマルチメディア通信

電話回線上にマルチメディアデータと制御情報 (能力交換等) を多重化



インターネット (1)

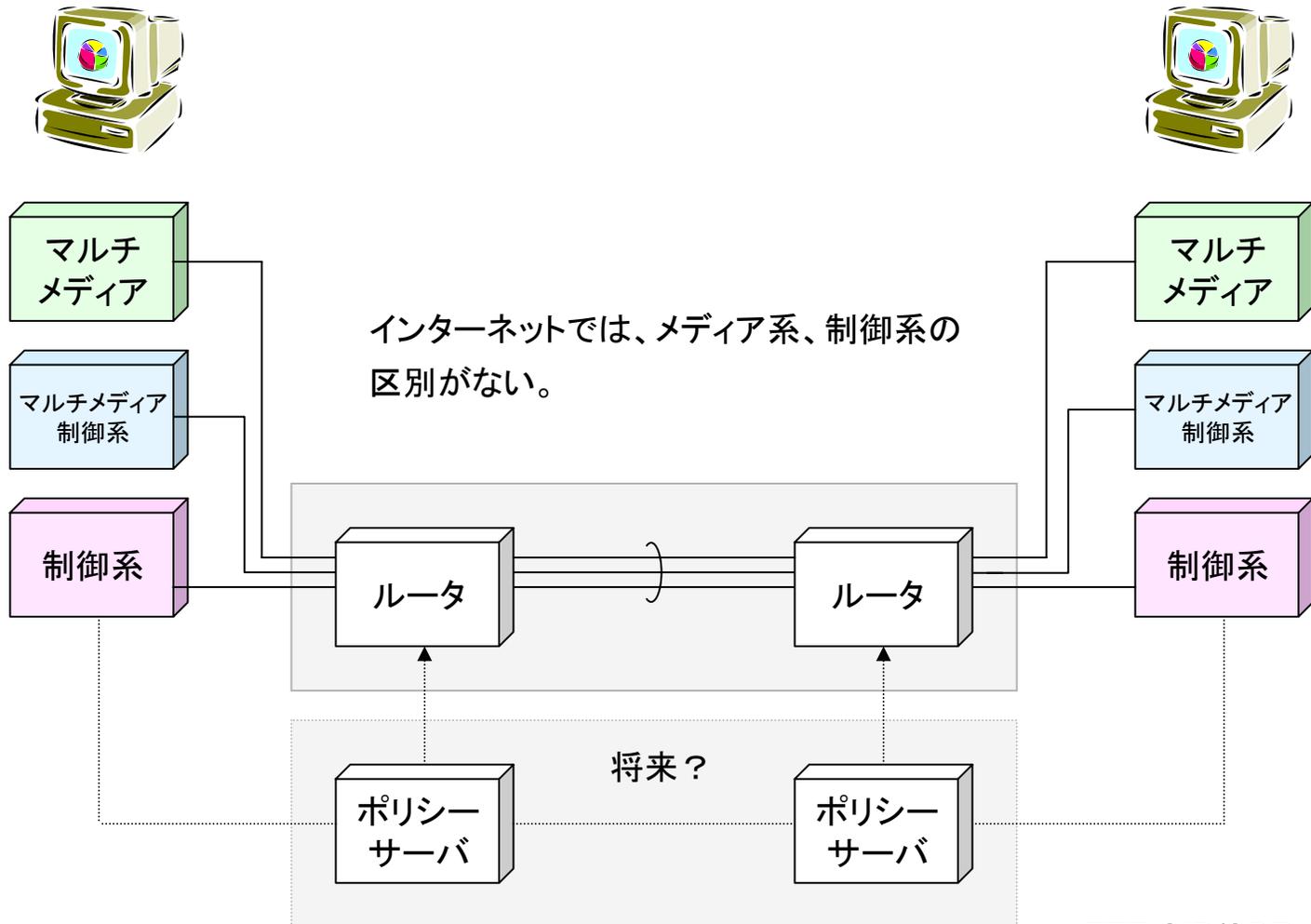
- フラットなネットワーク (メディア、制御混在)



パケット交換網 (メディア系 + 制御系)

インターネット (2)

• インターネット上のマルチメディア通信



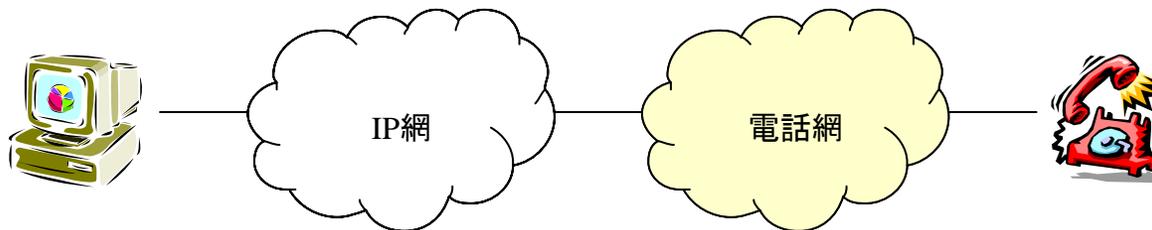
IP電話

• 通話形態

(1) PC-PC



(2) PC-電話

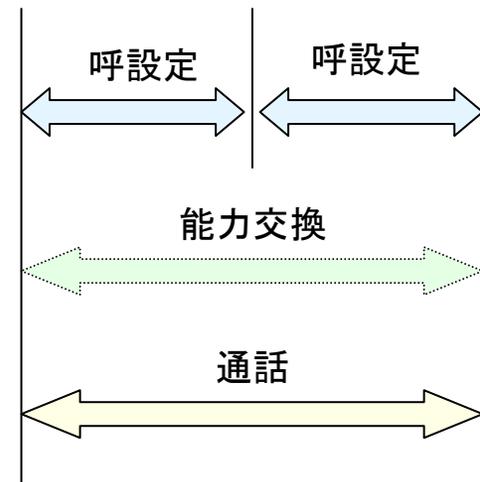
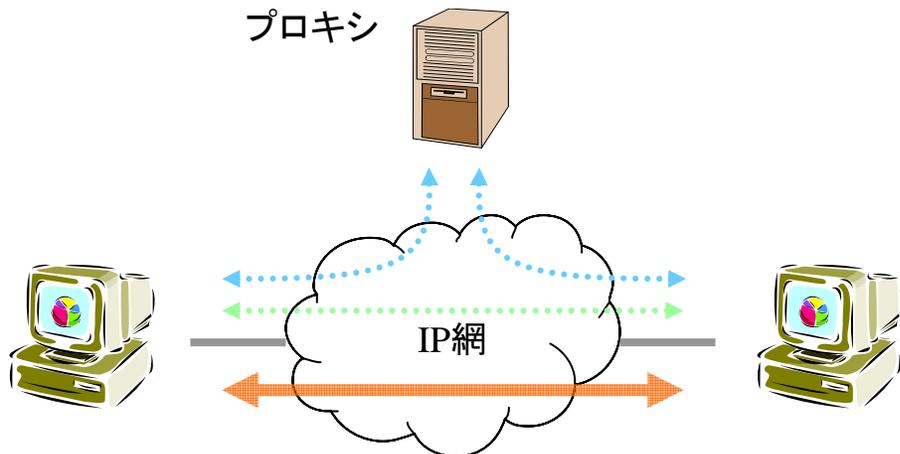
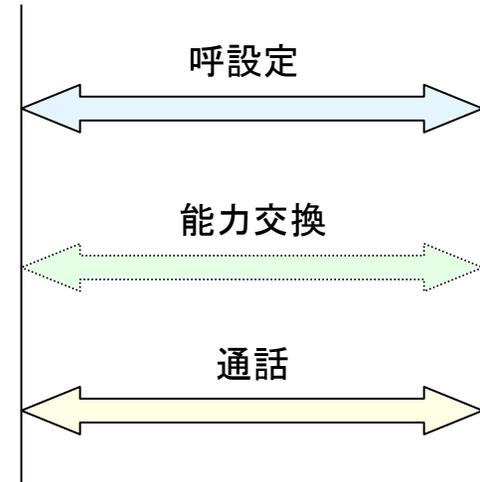
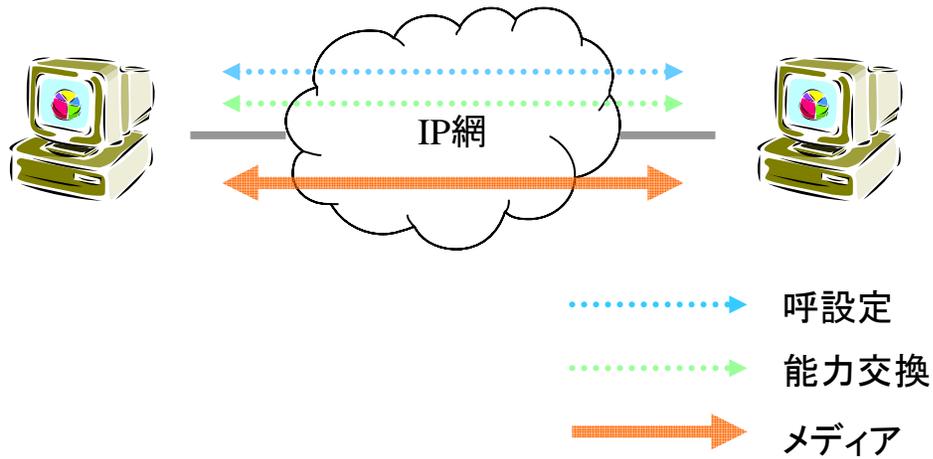


(3) 電話-電話



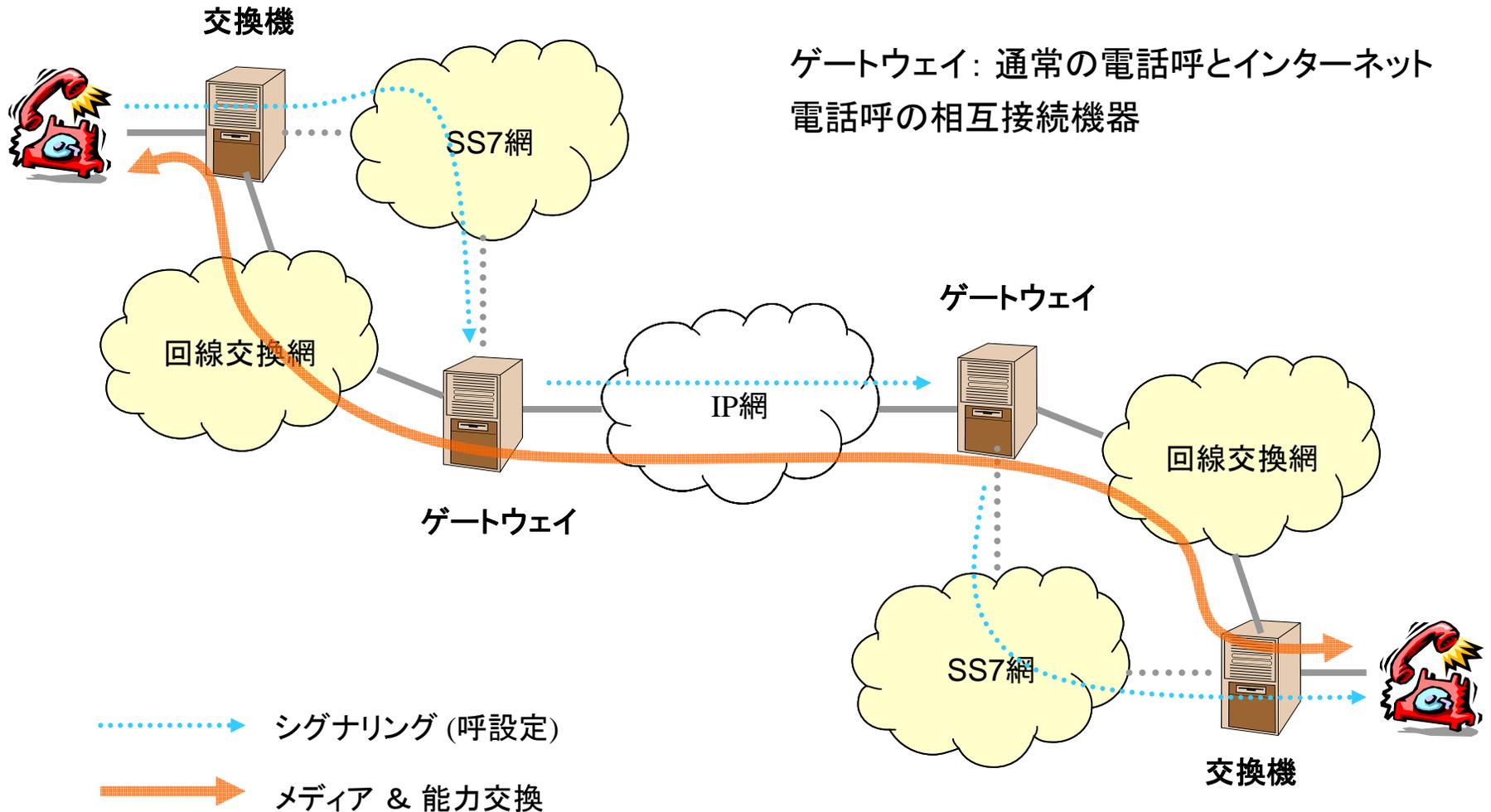
IP電話

• PC-PC型のシグナリング



IP電話

• 電話-電話型のシグナリング



まと

	呼制御	音声	マルチメディア 制御 (能力交換)	マルチメディア データ
電話	SS7 (共通線信号網)	回線交換網 (音声呼に多重化)		
ISDN				
携帯電話				
PHS				
インターネット	パケット交換網 (個々の TCP/IP 接続)			
デジタル放送	N.A.		放送網 (カルーセル)	放送網

IETF SIP/SDP

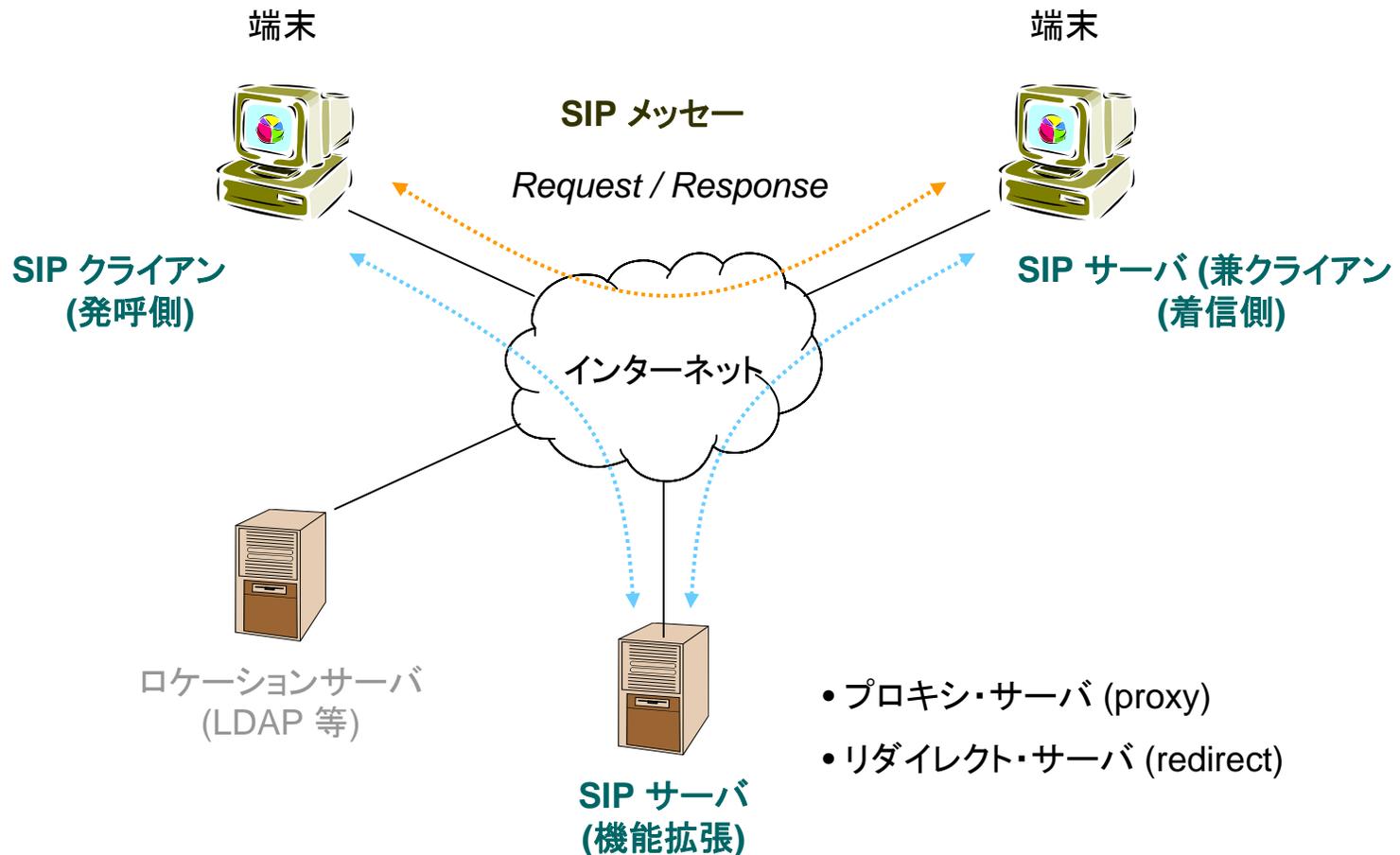
プロトコル階層

• IETFのIP電話・インターネット電話

メディア		セッション制御	レイアウト記述
ビデオ	オーディオ	SDP	SMIL
RTP / RTCP		SIP	HTTP
UDP (TCP)		TCP (UDP)	
IP			
各種ネットワーク			

SIP (1)

- ・セッション制御プロトコル (サーバ・クライアント・モデル)



SIP (2)

・ SIP リクエスト (クライアント ⇒ サーバ)

【RFC3261】

メソッド	方向	サーバ要求条件	内容
INVITE	C->S	MUST	セッション参加要求
ACK	C->S	MUST	INVITE 要求に対する応答を受け取ったことの確認
OPTIONS	C->S	MUST	サーバ能力の問合せ
BYE	C->S	MUST (proxy) SHOULD (他)	セッション離脱要求
CANCEL	C->S	MUST (proxy) SHOULD (他)	要求の取り消し
REGISTER	C->S	RECOMMENDED	クライアントのアドレスの登録

【その他の RFC】

INFO	C->S		ミッドコールシグナリング (RFC2976)
PRACK	C->S		暫定レスポンスに対する確認の要求 (RFC3262)
SUBSCRIBE	C->S		ユーザ情報伝達要求 (RFC3265)
NOTIFY	S->C		ユーザ情報の伝達 (RFC3265)
UPDATE	C->S		セッション情報の更新 (RFC3311)
MESSAGE	C->S		インスタントメッセージ (RFC3428)
REFER	C->S		呼の転送 (RFC3515)

SIP (3)

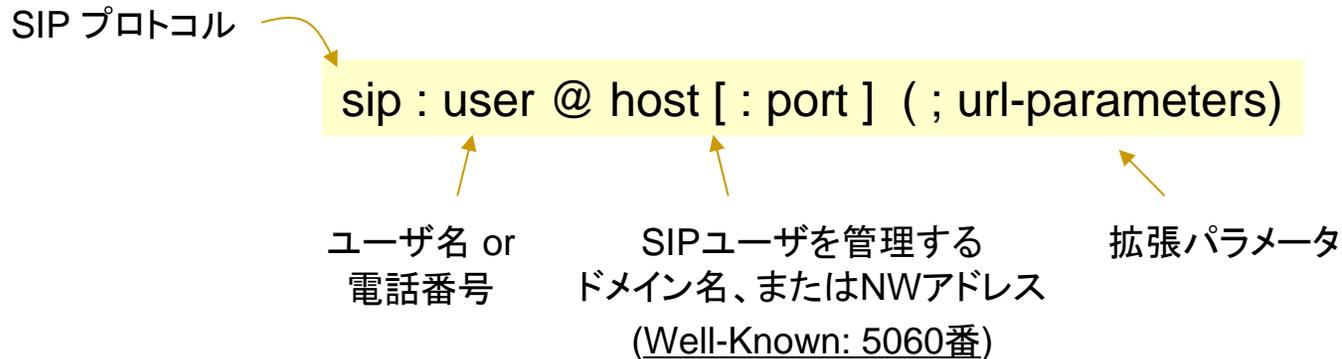
・ SIP レスponse (サーバ ⇒ クライアント)

... HTTP/1.1 拡張

ステータスコード	方向	意味	コード番号とフレーズ (Reason Phrases)
1xx	S->C	情報	“100” : Trying “180” : Ringing
2xx	S->C	成功	“200” : OK
3xx	S->C	リダイレクション	“300” : Multiple Choices “301” : Moved Permanently “302” : Moved Temporarily “305” : Use Proxy
4xx	S->C	クライアント・エラー	“400” : Bad Request “401” : Unauthorized “403” : Forbidden “404” : Not Found “407” : Proxy Authentication Required
5xx	S->C	サーバ・エラー	“500” : Internal Server Error “501” : Not Implemented
6xx	S->C	グローバル・エラー	“600” : Busy Everywhere

SIP (4)

・ SIP-URL



sip: j.doe@big.com

sip: j.doe@big.com; transport=tcp

sip: j.doe@big.com; maddr=239.255.255.1; ttl=15

sip: +1-212-555-1212:1234@gateway.com;user=phone

sip: alice@register.com; method=REGISTER

マルチキャストの例

電話番号の例

SIP (5)

・ SIP メッセージ

メソッド

SIP-URL 等

SIP/2.0

Request = Method *space* Request-URI *space* SIP-Version *CRLF*
* (general-header | request-header | entity-header) *CRLF*
[message-body]

SIP/2.0

ステータスコード

フレーズ

Response = SIP-version *space* Status-Code *space* Reason-Phrase *CRLF*
*(general-header | response-header | entity-header) *CRLF*
[message-body]

SIP (6)

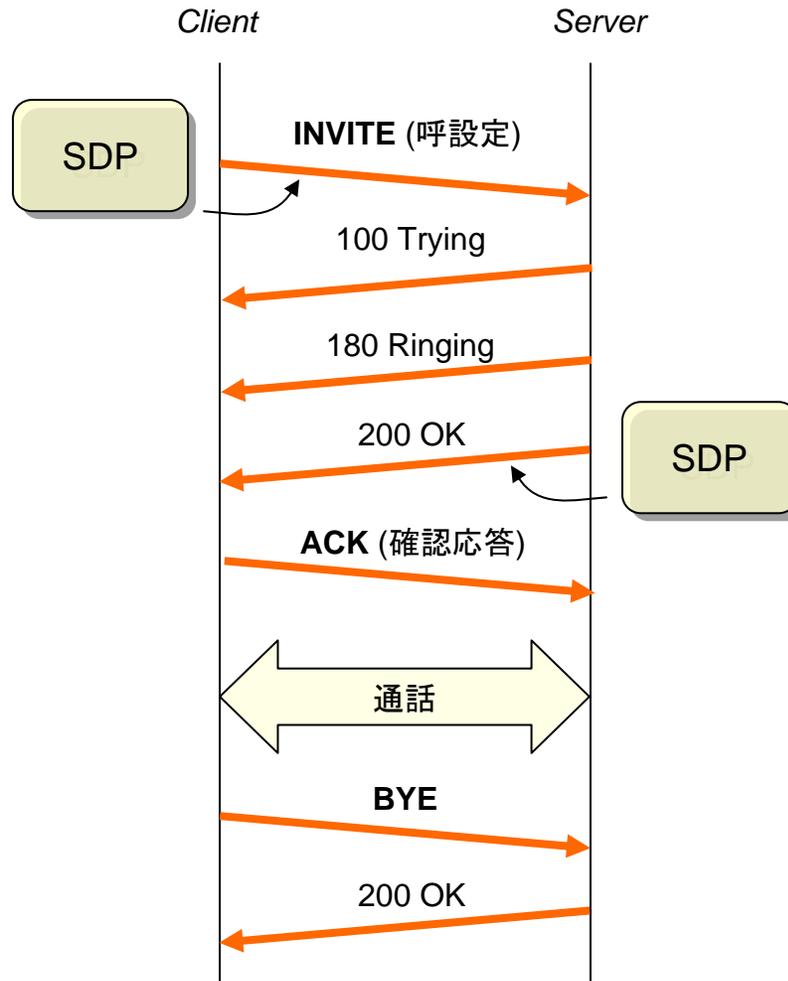
・ SIP メッセージ

general-header = Accept	request-header = Authorization	response-header = Allow
Accept-Encoding	Contact	Proxy-Authenticate
Accept-Language	Hide	Retry-After
Call-ID	Max-Forwards	Server
Contact	Organization	Unsupported
CSeq	Priority	Warning
Date	Proxy-Authorization	WWW-Authenticate
Encryption	Proxy-Require	
Expires	Route	
From	Require	entity-header = Content-Encoding
Record-Route	Response-Key	Content-Length
Timestamp	Subject	Content-Type
To	User-Agent	
Via		

message_body = Session Description (SDP: 後述)

SIP (7)

- 直接モード



SIP (8)

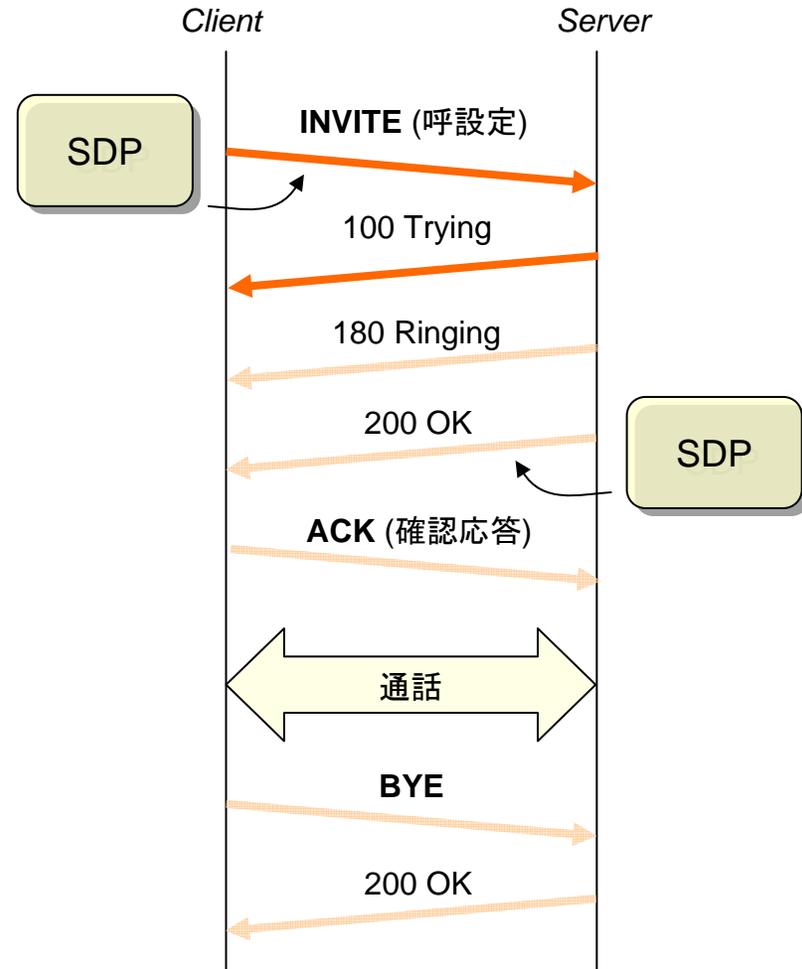
・ 直接モード 詳細

C->S: **INVITE** sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com>
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 1 INVITE
Subject: Mr. Watson, come here.
Content-Type: application/sdp
Content-Length: ...

```
v=0
o=bell 53655765 2353687637 IN IP4 128.3.4.5
s=Mr. Watson, come here.
c=IN IP4 kton.bell-tel.com
m=audio 3456 RTP/AVP 0 3 4 5
```

SDP

S->C: SIP/2.0 100 **Trying**
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 1 INVITE
Content-Length: 0



SIP (9)

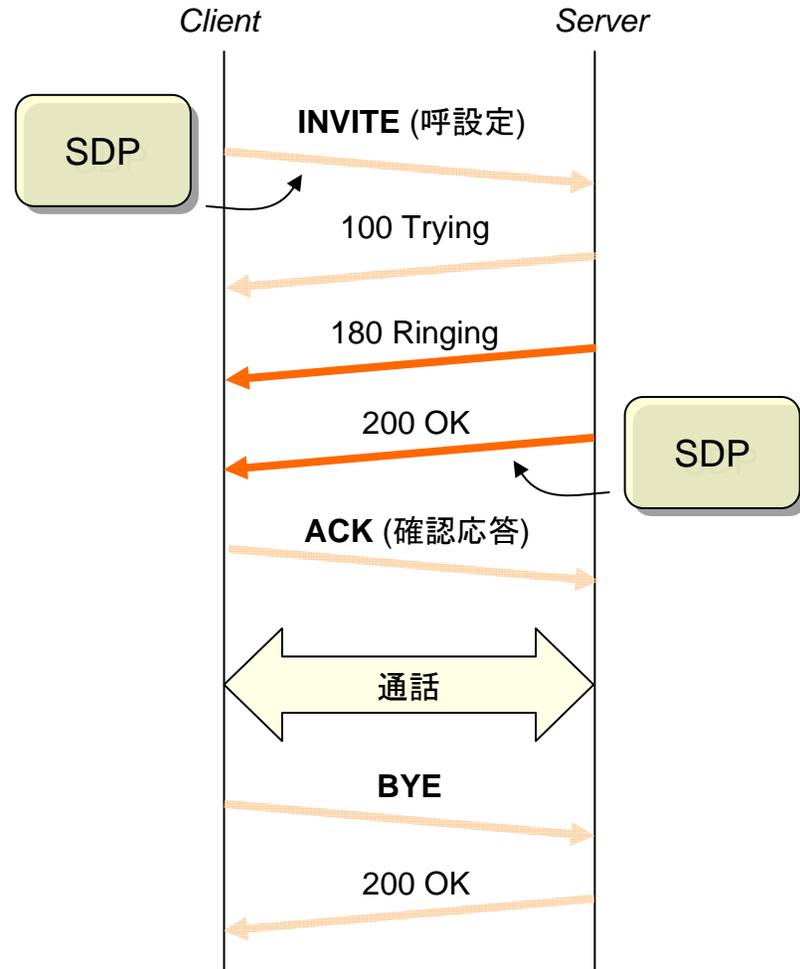
・ 直接モード 詳細

S->C: SIP/2.0 180 **Ringin**
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 1 INVITE
Content-Length: 0

S->C: SIP/2.0 200 **OK**
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: sip:watson@boston.bell-tel.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: ...

v=0
o=watson 4858949 4858949 IN IP4 192.1.2.3
s=I'm on my way
c=IN IP4 boston.bell-tel.com
m=audio 5004 RTP/AVP 0 3

SDP



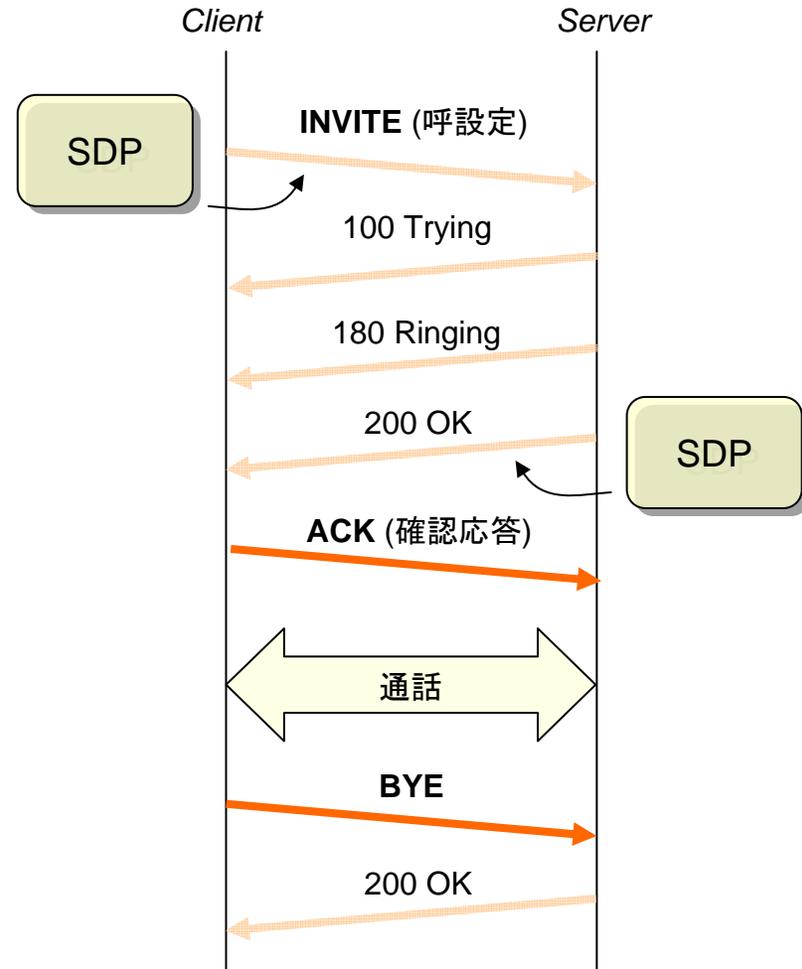
SIP (10)

・ 直接モード 詳細

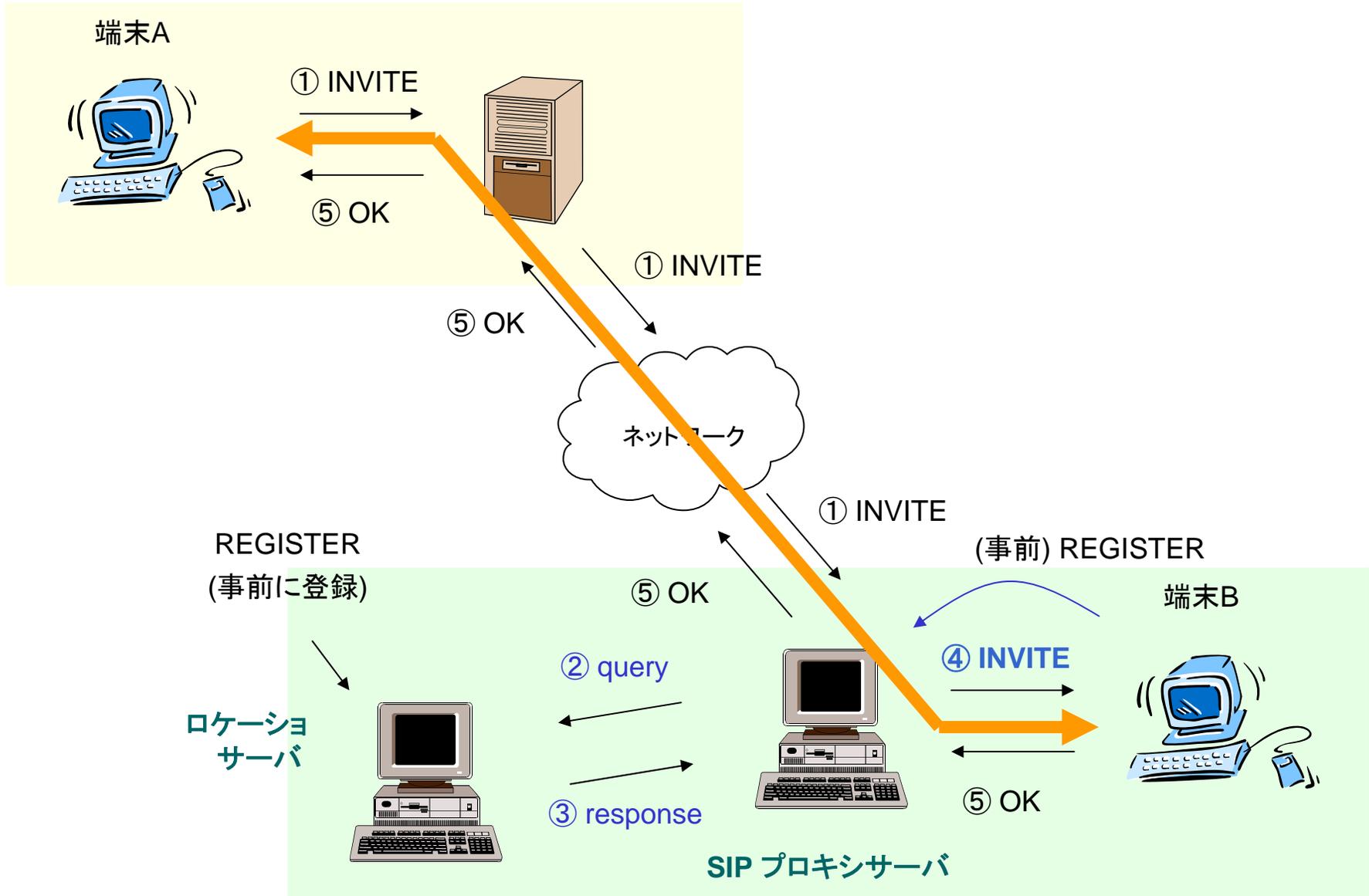
C->S: **ACK** sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 1 ACK

(通話)

C->S: **BYE** sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. A. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 2 BYE

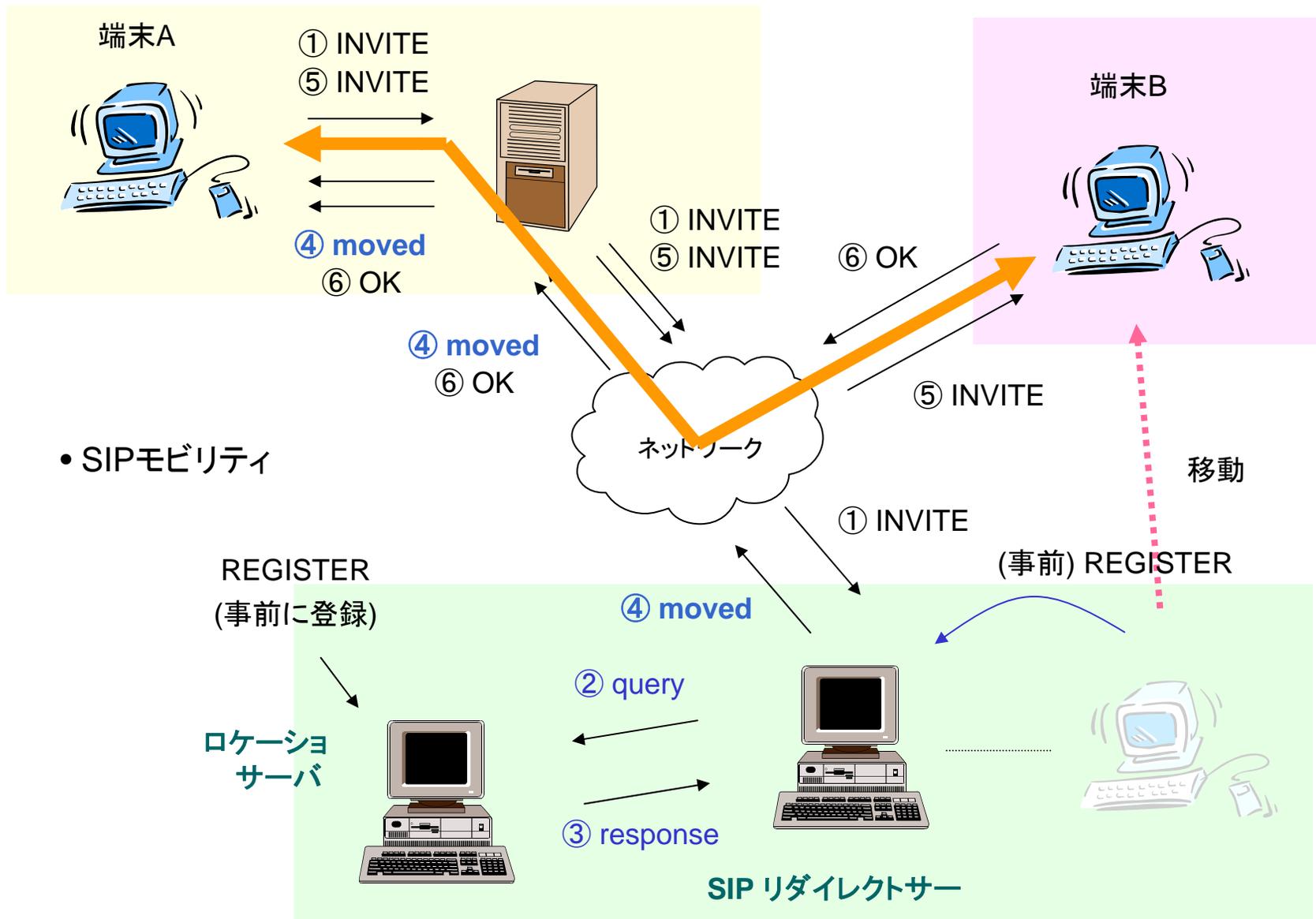


SIP (11) プロキシモード



ACKは省略

SIP (12) リダイレクトモード

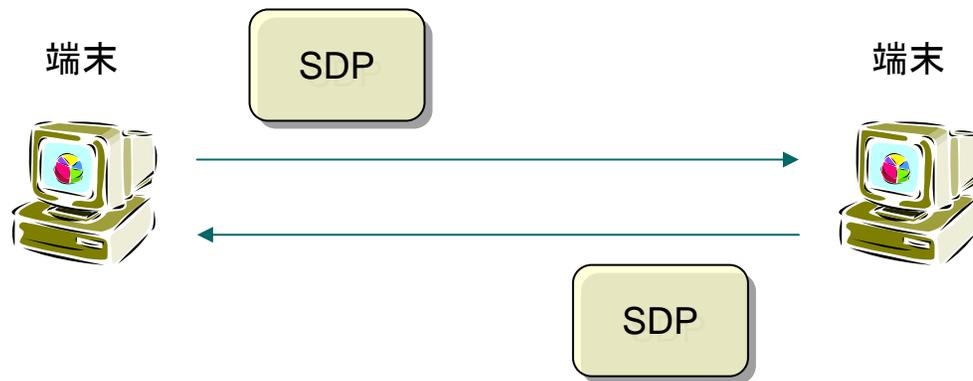


• SIPモビリティ

ACKは省略

SDP (1)

・セッション記述フォーマット



セッション開始のために必要な情報

テキスト記述

- セッション情報:
 - 送信者情報 (IPアドレス、氏名、セッション名、等)
 - 時間情報 (開始・終了時刻、繰返し回数)
- メディア情報:
 - 圧縮アルゴリズム、RTPポート番号、等

SDP (2)

目的	記述
Session description	v= (protocol version) o= (owner/creator and session identifier). s= (session name) i=* (session information) u=* (URI of description) e=* (email address) p=* (phone number) c=* (connection information - not required if included in all media) b=* (bandwidth information) One or more time descriptions z=* (time zone adjustments) k=* (encryption key) a=* (zero or more session attribute lines) Zero or more media descriptions
Time description	t= (time the session is active) r=* (zero or more repeat times)
Media description	m= (media name and transport address) i=* (media title) c=* (connection information - optional if included at session-level) b=* (bandwidth information) k=* (encryption key) a=* (zero or more media attribute lines)

SDP (3)

- 記述

SDP 記述	意味	詳細
v=0 o=katto 844526 842807 IN IP4 133.9.250.196 s=SDP Sample i=SDP Sample Description e=katto@waseda.jp (Jiro Katto) c=IN IP4 224.2.0.1/127 t=2873397496 2873404696 a=recvonly m=audio 50100 RTP/AVP 0 m=video 50102 RTP/AVP 96 a=rtpmap:96 MP4V-ES/90000 a=fmtp:96 profile-level-id=1	V ersion O rigin S ession Name I nformation E -mail Address C onnection T ime A tttributes M edia M edia A tttribute A tttribute	プロトコルのバージョン (現在は0) セッション管理者、セッションID、等 セッション名 セッション情報 電子メールアドレス 接続情報 (例: マルチキャストアドレス) セッション開始・終了時間 セッション属性 (例: 受信のみ) メディア情報 (例: オーディオRTP情報) メディア情報 (例: ビデオRTP情報) メディア属性 (例: 動的ペイロードタイプ) メディア属性 (例: フォーマットパラメータ)

SDP (4)

• 静的ペイロードタイプ

RTPヘッダの
PTフィールド



符号化
アルゴリズム



PT (packet type)	encoding name	audio/video (A/V)	clock rate (Hz)	channels (audio)
0	PCMU	A	8000	1
2	G721	A	8000	1
3	GSM	A	8000	1
8	PCMA	A	8000	1
9	G722	A	8000	1
14	MPA	A	90000	
15	G728	A	8000	1
26	JPEG	V	90000	
31	H261	V	90000	
32	MPV	V	90000	
33	MP2T	AV	90000	
96~127	dynamic			

動的ペイロード
タイプ



SDP (5)

- 動的ペイロードタイプ (MPEG-4 Visual の例)

ポート番号 / 階層数

Simple Profile/Level 1, rate=90000 (90kHz)

m=video 49170/2 RTP/AVP 98

a=rtpmap:98 MP4V-ES/90000

a=fmtp:98 profile-level-id=1;config=000001B001000001B509000001000000012...

PT 番号 (96~127)

Core Profile/Level 2, rate=90000 (90kHz)

m=video 49170/2 RTP/AVP 98

a=rtpmap:98 MP4V-ES/90000

a=fmtp:98 profile-level-id=34

MIME タイプ / クロック周波数 [/ 符号化パラメータ]

Advance Real Time Simple Profile/Level 1, rate=90000 (90kHz)

m=video 49170/2 RTP/AVP 98

a=rtpmap:98 MP4V-ES/90000

a=fmtp:98 profile-level-id=145

SDP (6)

- SDP の使われ方

セッション制御プロトコル	用途
SIP (Session Initiation Protocol)	インターネット電話 (offer/answer)
RTSP (Realtime Streaming Protocol)	インターネット放送 (retrieval)
SAP (Session Announcement Protocol)	インターネット放送 (announcement)
MEGACO (Media Gateway Control Protocol)	メディアゲートウェイ制御 (gateway control)

SIP/SDP セッションの実

Packet List:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
18	20.685553	133.9.250.234	133.9.250.229	SIP/SDP	Request: INVITE sip:katto@133.9.250.229, with session des
19	20.692912	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP	Status: 100 Trying
20	20.793854	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP	Status: 180 Ringing
23	26.929883	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
24	27.431929	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
25	27.503385	133.9.250.234	133.9.250.229	SIP	Request: ACK sip:katto@133.9.250.229:5060
26	27.503822	133.9.250.234	133.9.250.229	SIP	Request: ACK sip:katto@133.9.250.229:5060
1476	41.906306	133.9.250.234	133.9.250.229	SIP	Request: BYE sip:katto@133.9.250.229:5060
1478	41.919481	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP	Status: 100 Trying
1480	42.407312	133.9.250.234	133.9.250.229	SIP	Request: BYE sip:katto@133.9.250.229:5060
1484	42.759780	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP	Status: 200 OK
1485	42.760981	133.9.250.229	133.9.250.234	SIP	Status: 200 OK
1486	42.768199	133.9.250.234	133.9.250.229	SIP	Request: ACK sip:katto@133.9.250.229:5060

Packet 23 Details:

- Session Initiation Protocol
Status line: SIP/2.0 200 OK
- Message Header
 - To: sip:katto@133.9.250.229;tag=954937868
 - From: sip:katto@133.9.250.234;tag=1171186158
 - CSeq: 1 INVITE
 - Call-ID: -1136463554146893190@133.9.250.234
 - Via: SIP/2.0/UDP 133.9.250.234:5060;branch=8509FAEA13C4000000EE25AC7265-3*0
 - Content-Type: application/sdp
 - Contact: sip:katto@133.9.250.229:5060
 - Content-Length: 123
- Session Description Protocol
 - Session Description Protocol Version (v): 0
 - Owner/Creator, Session Id (o): - 1022834342125 1022834348304 IN IP4 133.9.250.229
 - Session Name (s): -
 - Connection Information (c): IN IP4 133.9.250.229
 - Time Description, active time (t): 0 0
 - Media Description, name and address (m): audio 5006 RTP/AVP 3 0 8

Packet Bytes:

0000	00 02 b3 90 19 b8 00 d0	b7 44 94 44 08 00 45 00D.D..E.
0010	01 e7 9a 76 00 00 80 11	9e ac 85 09 fa e5 85 09V....
0020	fa ea 0b 23 13 c4 01 d3	28 b8 53 49 50 2f 32 2e	...#....	(.SIP/2.

Filter: ip.addr == 133.9.250.229 && udp.port == 5060

ITU-T H.323

H.323 とは

- 1996年：H.323 Version 1

「品質非保証LANのためのテレビ電話システム」

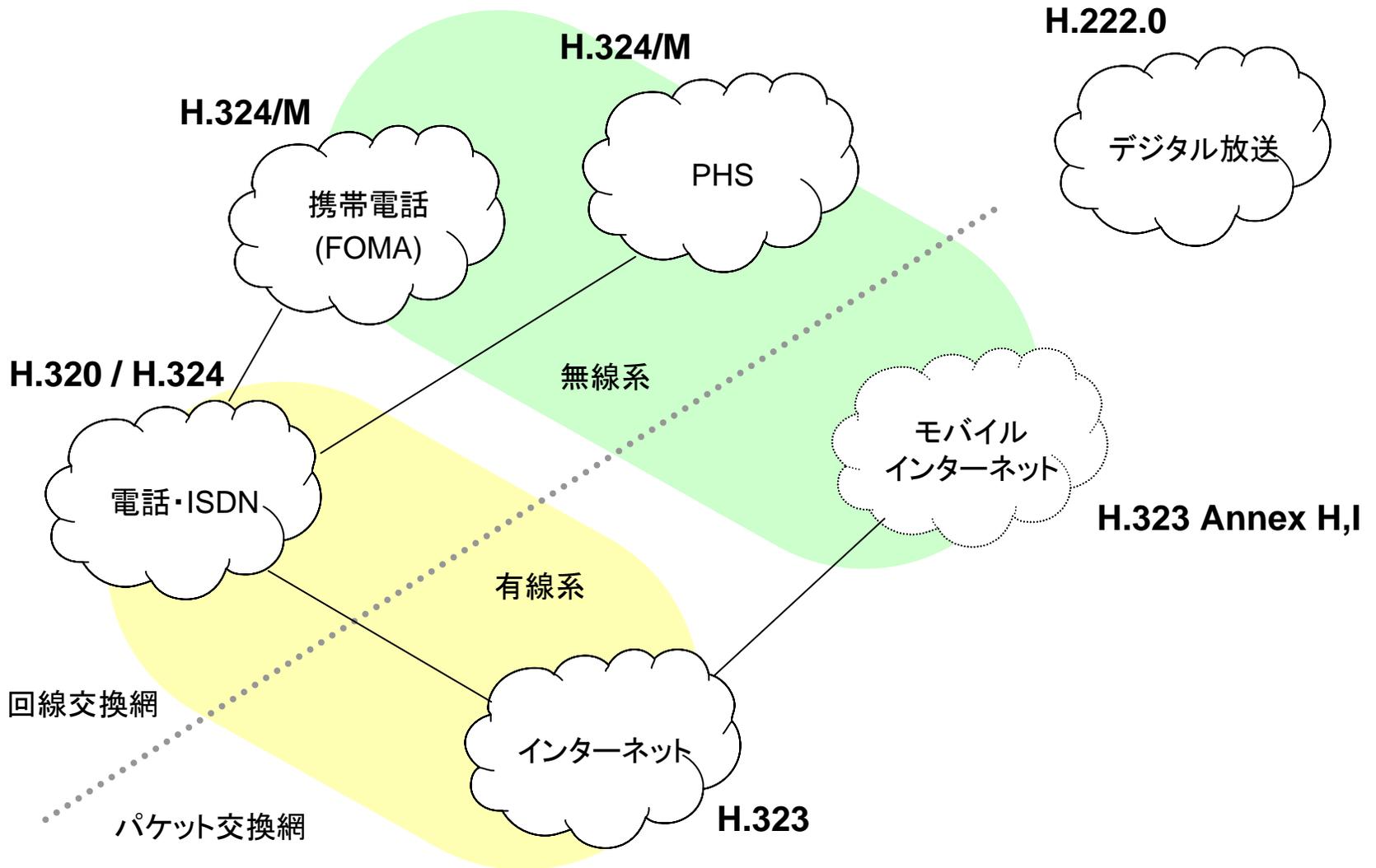
*Visual Telephone Systems and Equipment for Local Area Networks
which provide a Non-guaranteed Quality of Service*

- 1998年：H.323 Version 2 ～ 現在

「パケットベースのマルチメディア通信システム」

Packet-based Multimedia Communications Systems

ITU-T H.32X シリーズ



ITU-T H.32X シリーズ

	呼制御	音声	マルチメディア 制御 (能力交換)	マルチメディア データ
電話	SS7	回線交換網	H.324	
ISDN			H.320	
携帯電話			H.324/M	
PHS			H.324/M	
インターネット	H.323 (over TCP/IP)			
デジタル放送	N.A.		H.222 (MPEG2-TS)	

H.323のプロトコル階層

- セッション制御プロトコル: Q.931, H.245, RAS

音声	ビデオ	制御			データ	
G.72X	H.26X	RTCP	RAS (GK)	Q.931 (呼接続)	H.245 (能力交換)	T.120
RTP						
UDP			TCP			
IP (多重化)						
各種ネットワーク						

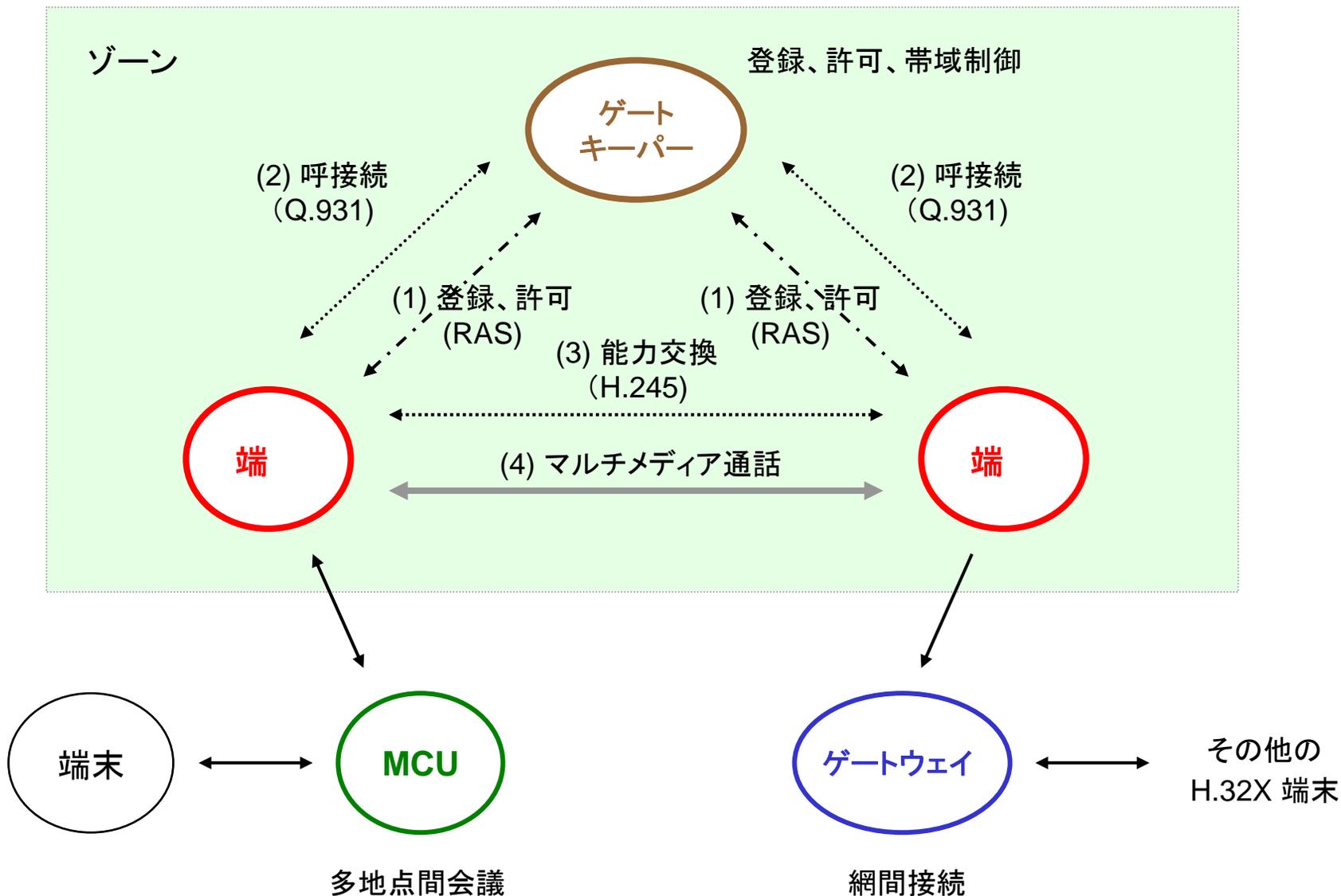
H.323制御メッセージ

制御メッセージ	目的
RAS	端末・ゲートキーパー間でやり取りされるメッセージ (RAS: Registration, Admission & Status) <ul style="list-style-type: none">• エイリアス・IP アドレス変換 (電話番号・メールアドレス → IP アドレス)• ユーザ登録 (SIP のロケーションサーバと同じ)• 接続許可・帯域管理 (アドミッション制御)
Q.931/H323-UUIE	電話網の呼接続に使用される Q.931 メッセージに、H.323 独自拡張の H323-UUIE メッセージをカプセル化 <ul style="list-style-type: none">• 呼制御 (呼出し、接続、呼解放)• 送受信端末の IP アドレス・エイリアス通知• H.245 トランスポートアドレス (IP アドレス+ポート番号) 通知• H.245 メッセージのカプセル化による高速接続 (ファストコネクト, ファスターコネクト, H.245 トンネリング)
H.245	H.32X シリーズ共通のマルチメディアシステム制御メッセージ <ul style="list-style-type: none">• 端末能力交換 (多重化能力、符号化能力)• 論理チャネル (RTP チャネル) のオープン・クローズ• セッション終了コマンド• フロー制御• 多地点間会議制御

H.323 勧告

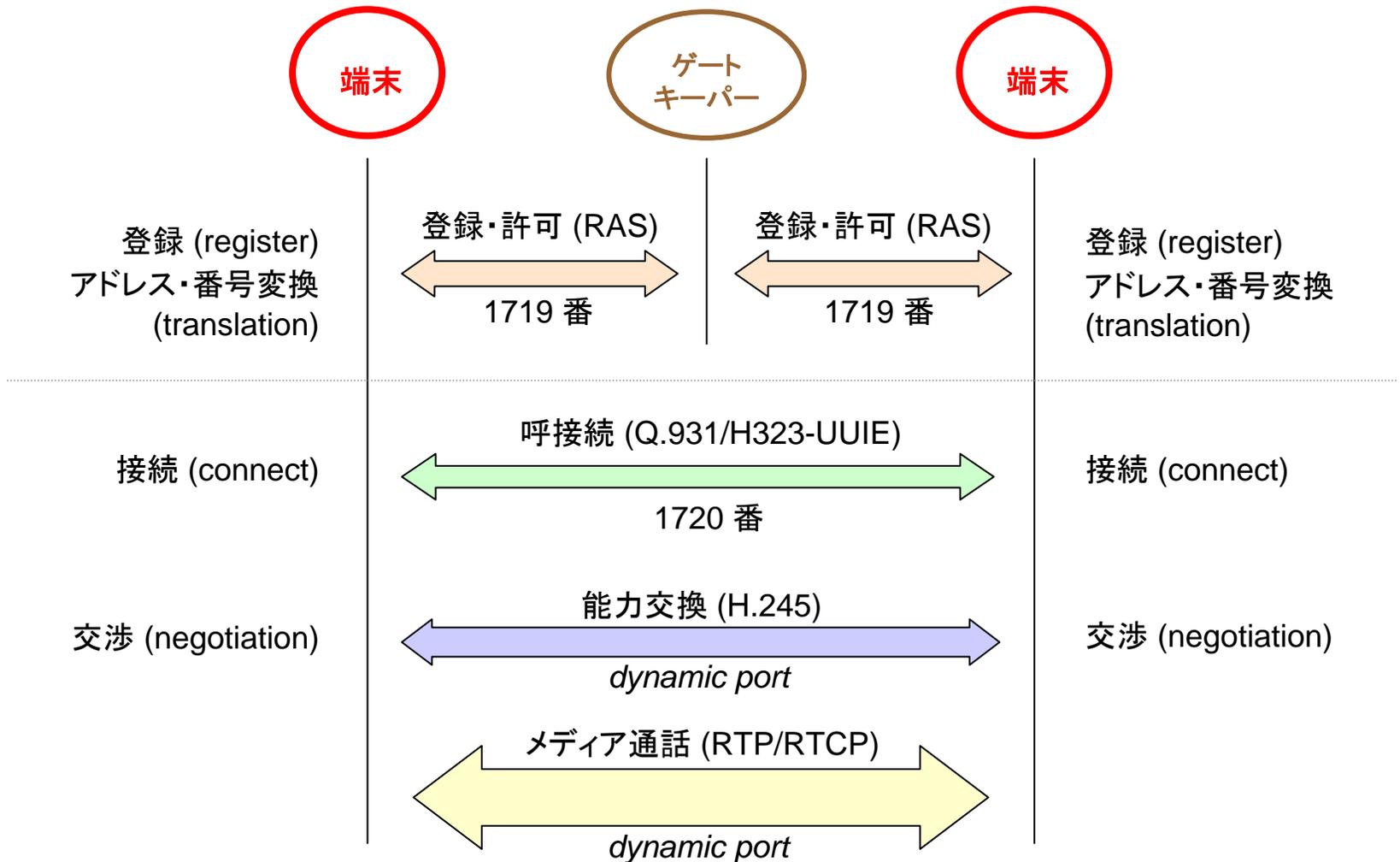
勧告	名称と内容
H.323	Packet-based multimedia communications systems <ul style="list-style-type: none">● 全体のシステム勧告
H.225.0	Call signalling protocols and media stream packetization for packet based multimedia communication systems <ul style="list-style-type: none">● 呼制御メッセージ (Q.931)● ゲートキーパーメッセージ (RAS)● メディアストリームのパケット化 (IETF RTP/RTCP)
H.245	Control protocol for multimedia communication <ul style="list-style-type: none">● H.32X シリーズ共通のセッション制御メッセージ (H.245)
H.248	Gateway Control Protocol <ul style="list-style-type: none">● 電話・H.323 相互接続用メディアゲートウェイ制御プロトコル (IETF MEGACO)
H.332	H.323 extended for loosely-coupled conferences <ul style="list-style-type: none">● H.323 システム多地点間会議拡張 (IETF SDP)
H.235	Security and encryption for H-Series (H.323 and other H.245 based) multimedia terminals <ul style="list-style-type: none">● H.32X 端末のセキュリティ・暗号化に関する勧告
H.246	Interworking of H-Series multimedia terminals with H-Series multimedia terminals and voice/voiceband terminals on GSTN and ISDN <ul style="list-style-type: none">● H.32X 端末間の相互接続に関する勧告
G.72X	<ul style="list-style-type: none">● 音声符号化
H.26X	<ul style="list-style-type: none">● ビデオ符号化
T.12X	<ul style="list-style-type: none">● データアプリケーション

H.323 の構成要素



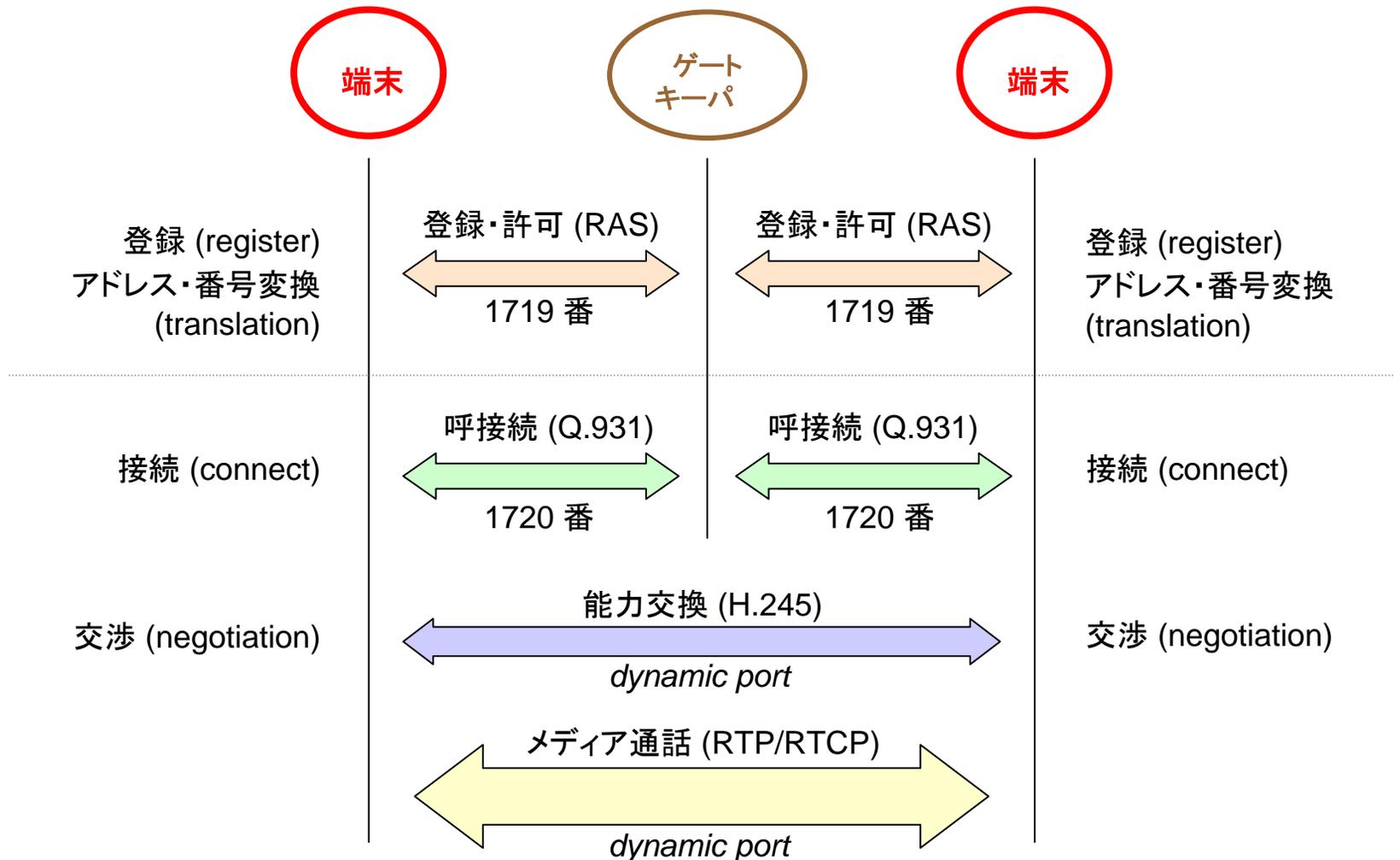
接続モデル (1)

- Direct Call Signalling / Direct H.245 Control



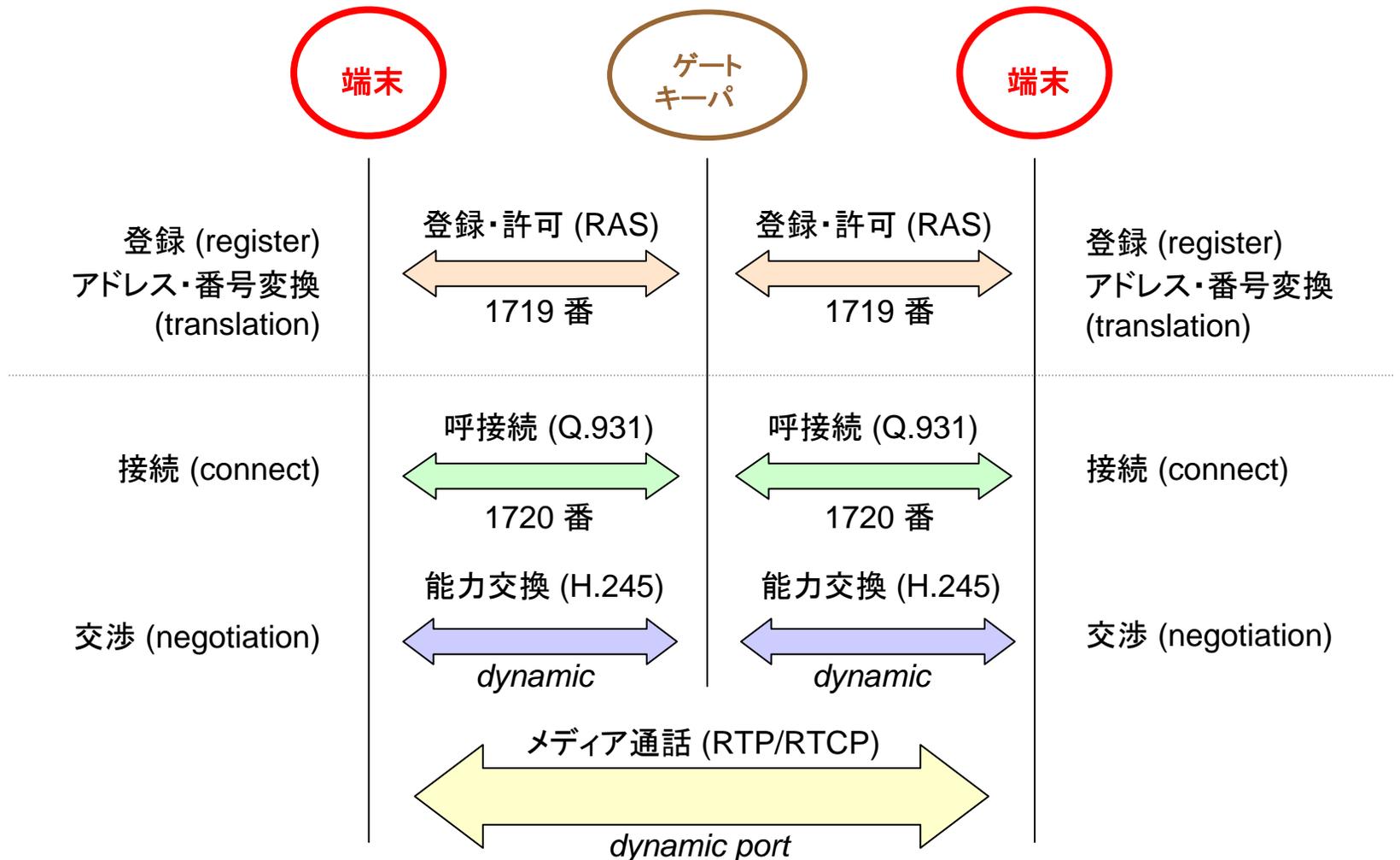
接続モデル (2)

• GK Routed Call Signalling / Direct H.245 Control



接続モデル (3)

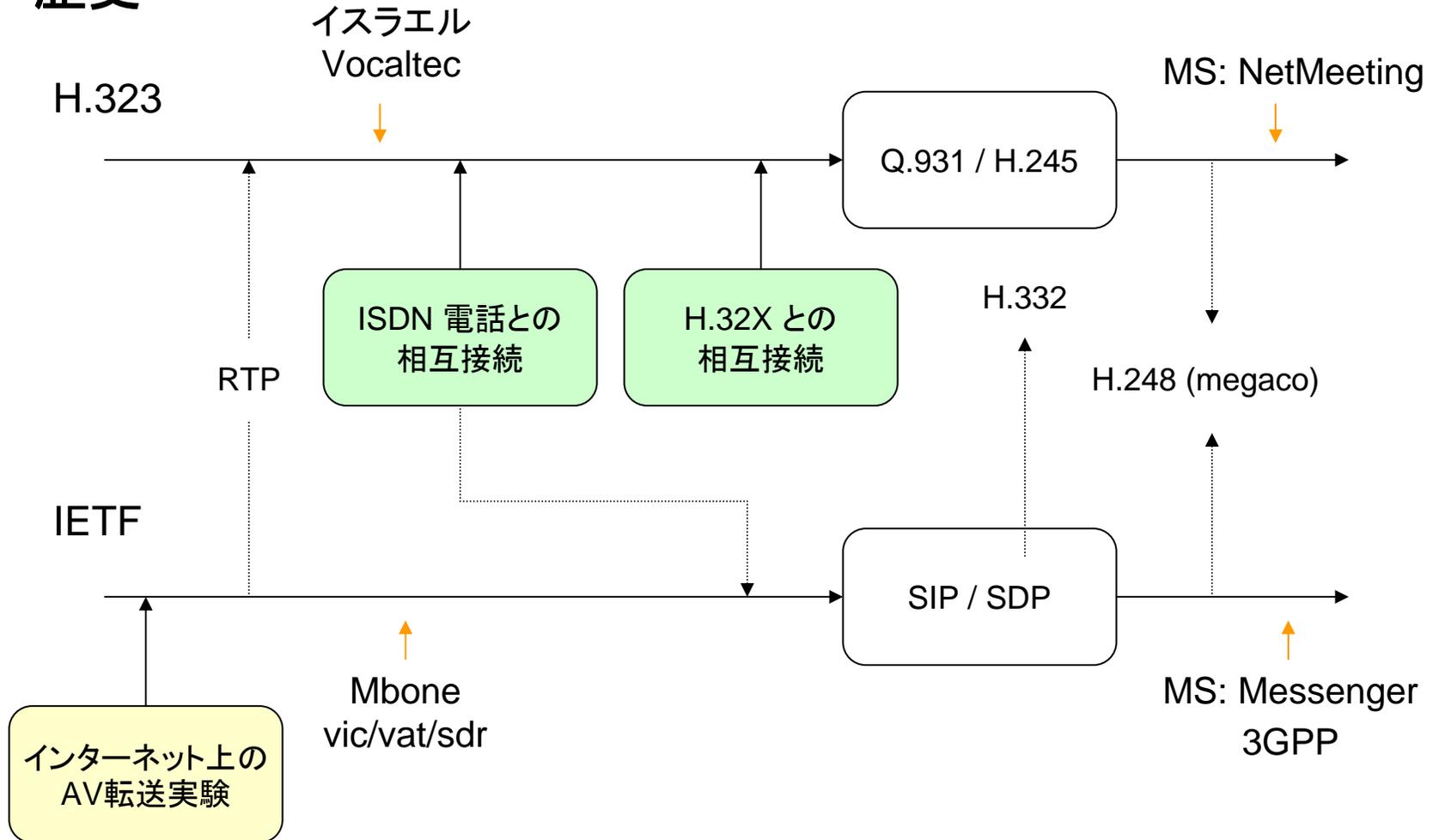
• GK Routed Call Signalling / GK Routed H.245 Control



SIP/SDP vs. H.323

SIP/SDP と H.323

• 歴史



SIP/SDP と H.323

• 機能比較

SIP/SDP	H.323		
SIP リクエスト	Q.931		RAS
SIP レスポンス		H.245	
SDP			
プロキシサーバ	ゲートキーパ		
リダイレクトサーバ			
ロケーションサーバ			

ステートレス

状態遷移マシン

機能はあまり変わらない。ただし、ステートレスのため、SIPのほうが実装は容易

SIP/SDP と H.323

- メッセージ記述手段

Q.931/H.245/RAS: PER 符号化によるバイナリ記述

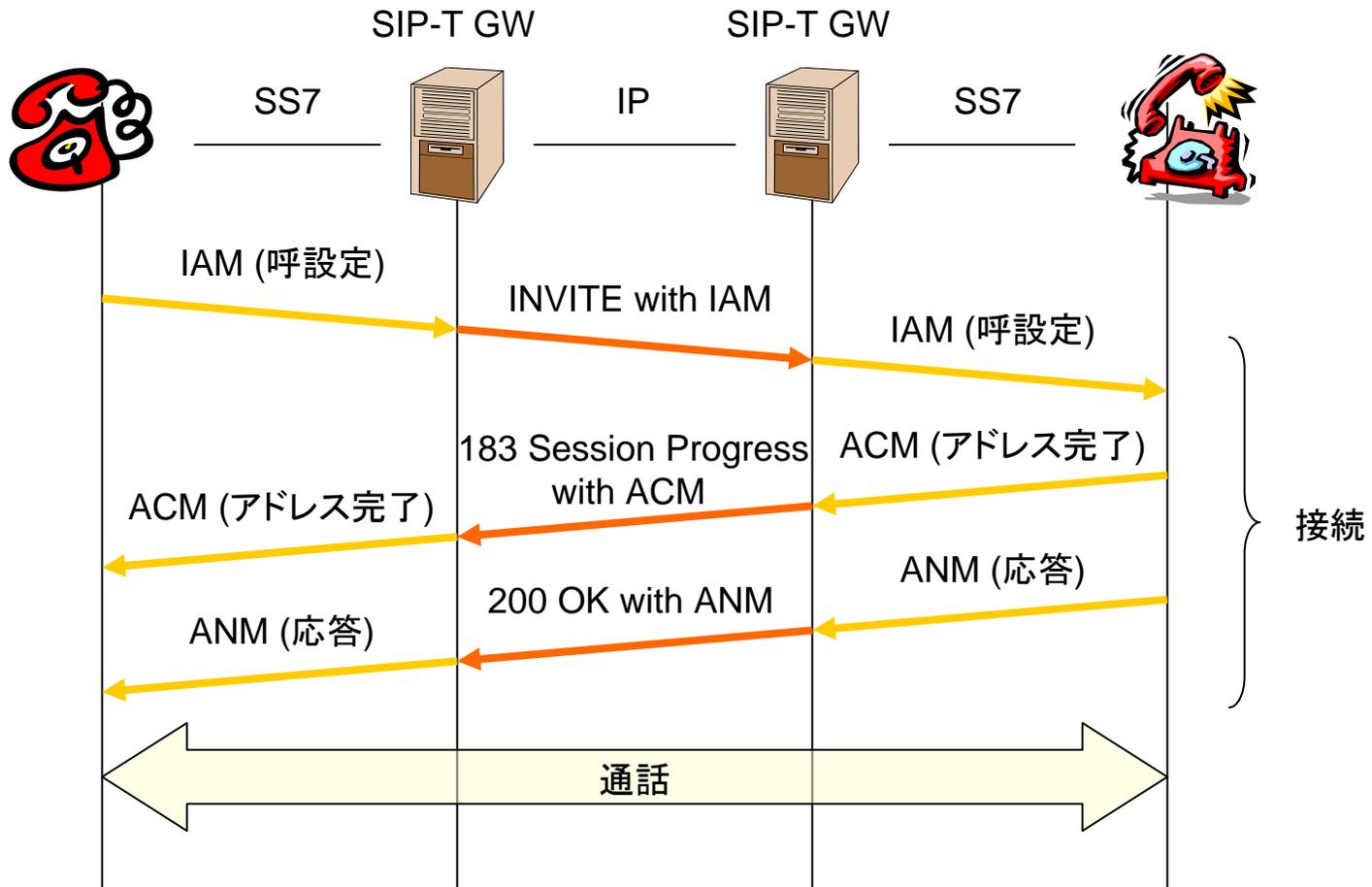
SIP/SDP: テキスト記述

	データサイズ	理解しやすさ	複雑性	機能
Q931/H245/RAS (ITU-T)	○	△	△	○
SIP/SDP (IETF)	△	○	○	△

その他の話題

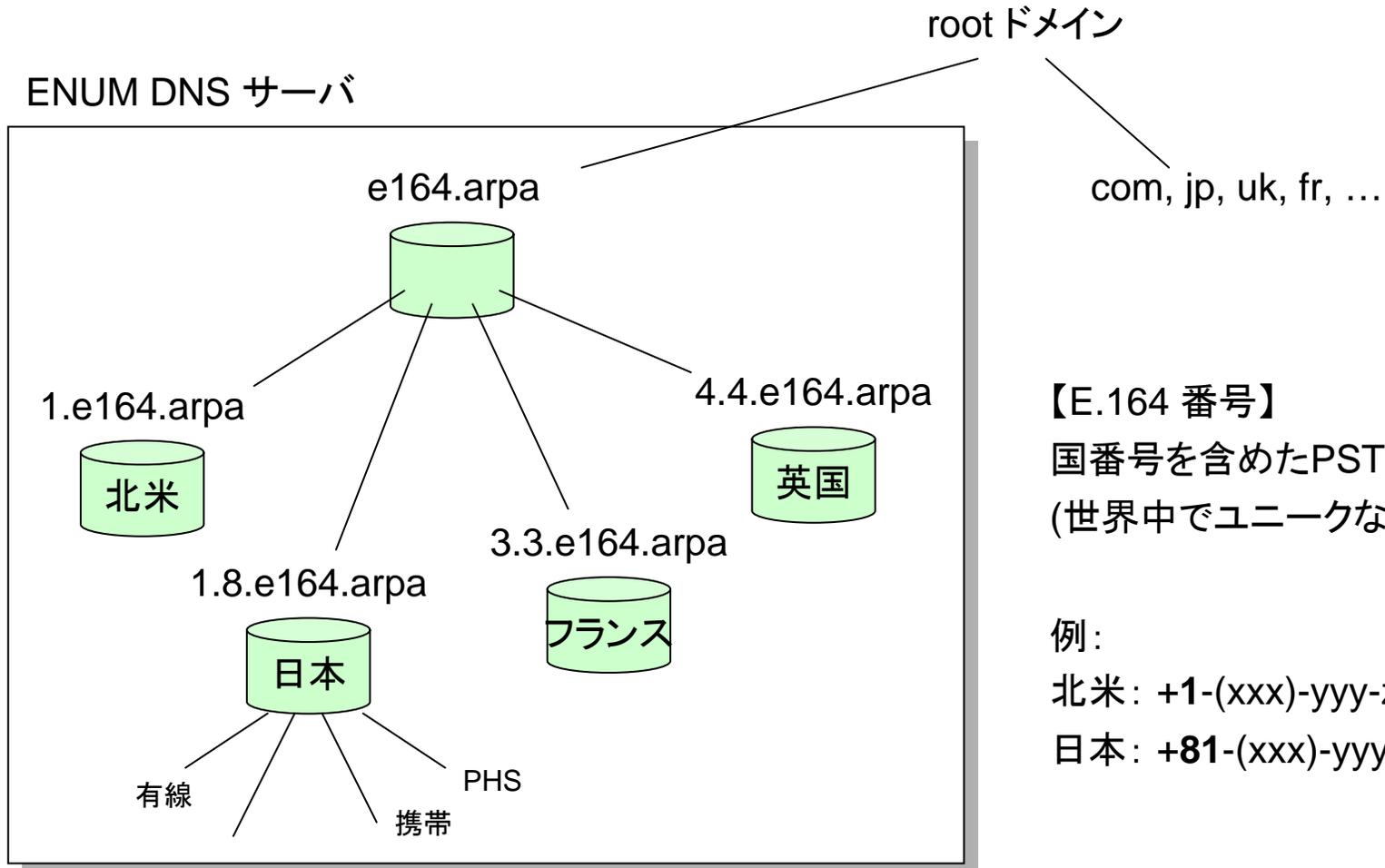
SIP-T

• PSTN シグナリングメッセージのトンネリング



ENUM (1)

- DNSを用いた電話番号とIPアドレスの関連付け



【E.164 番号】
国番号を含めたPSTN電話番号
(世界中でユニークな識別子)

例:
北米: +1-(xxx)-yyy-zzzz
日本: +81-(xxx)-yyy-zzzz

ENUM (2)

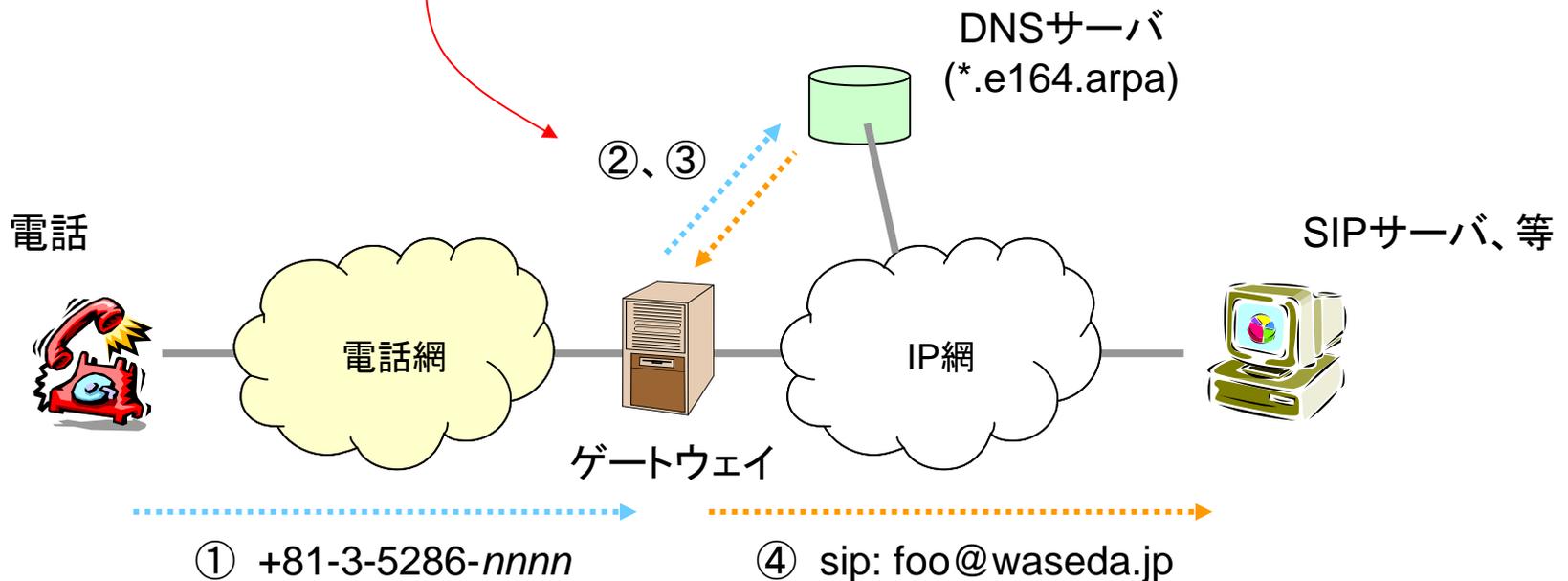
• 使用例 (1) 電話 ⇒ IP電話

② 電話番号を ENUM 名 に変更して SIP URI を検索

+81-3-5286-*nnnn* ⇒ *n.n.n.n.6.8.2.5.3.1.8.e164.arpa* ⇒ URI ?

③ SIP URI の解決 (他、電子メールアドレス等)

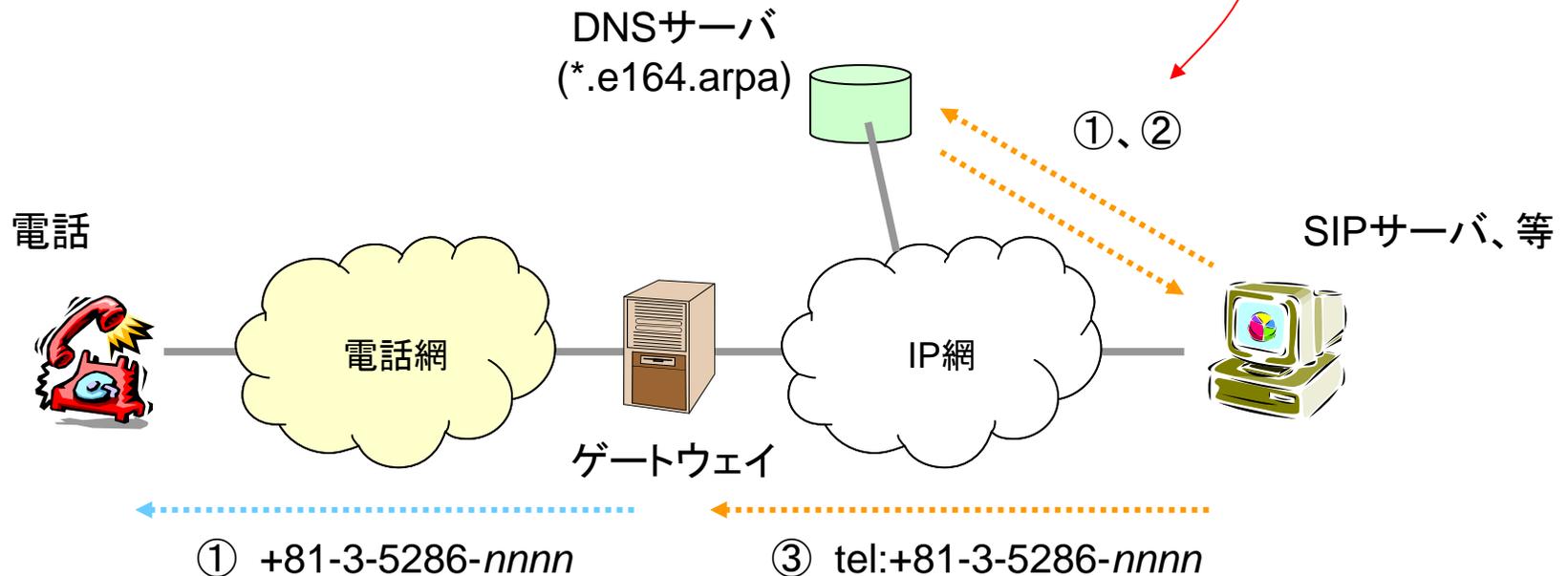
n.n.n.n.6.8.2.5.3.1.8.e164.arpa ⇒ sip: foo@waseda.jp



ENUM (3)

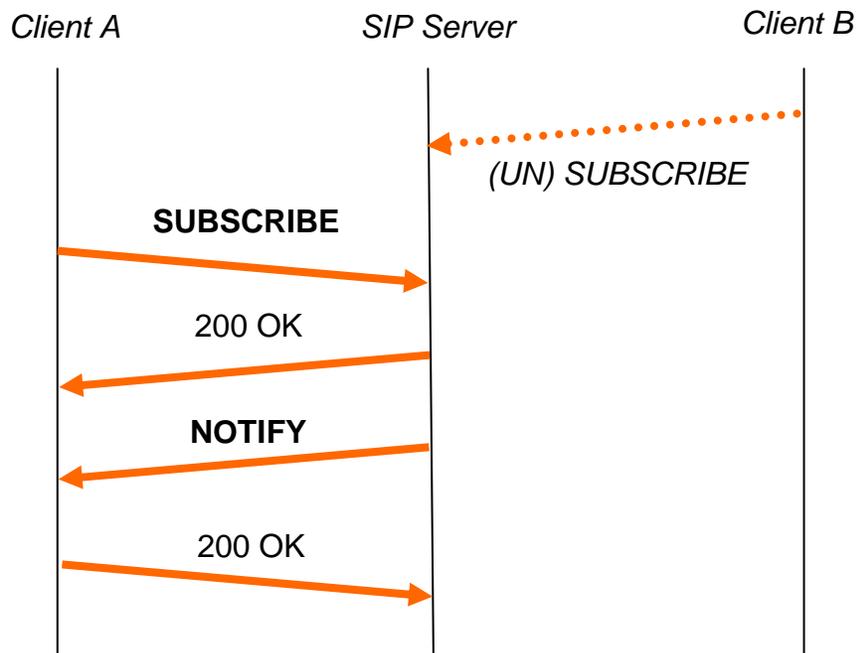
• 使用例 (2) IP電話 ⇒ 電話

- ① 電話番号を ENUM 名 に変更して ゲートウェイ を探索
 $+81-3-5286-nnnn \Rightarrow n.n.n.n.6.8.2.5.3.1.8.e164.arpa \Rightarrow \text{GW ?}$
- ② “適切な” ゲートウェイアドレスの解決
 $n.n.n.n.6.8.2.5.3.1.8.e164.arpa \Rightarrow 133.9.m.n$



SIP プレゼンス

- ほかのユーザの状態や情報を得る機能



Messenger の例:



Asterisk

- オープンソース IP-PBX + ゲートウェイ

