



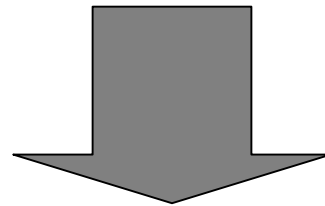
VoIP (Voice over IP) による 通信品質検証

1ADT1220

高橋 宏輔

研究の背景

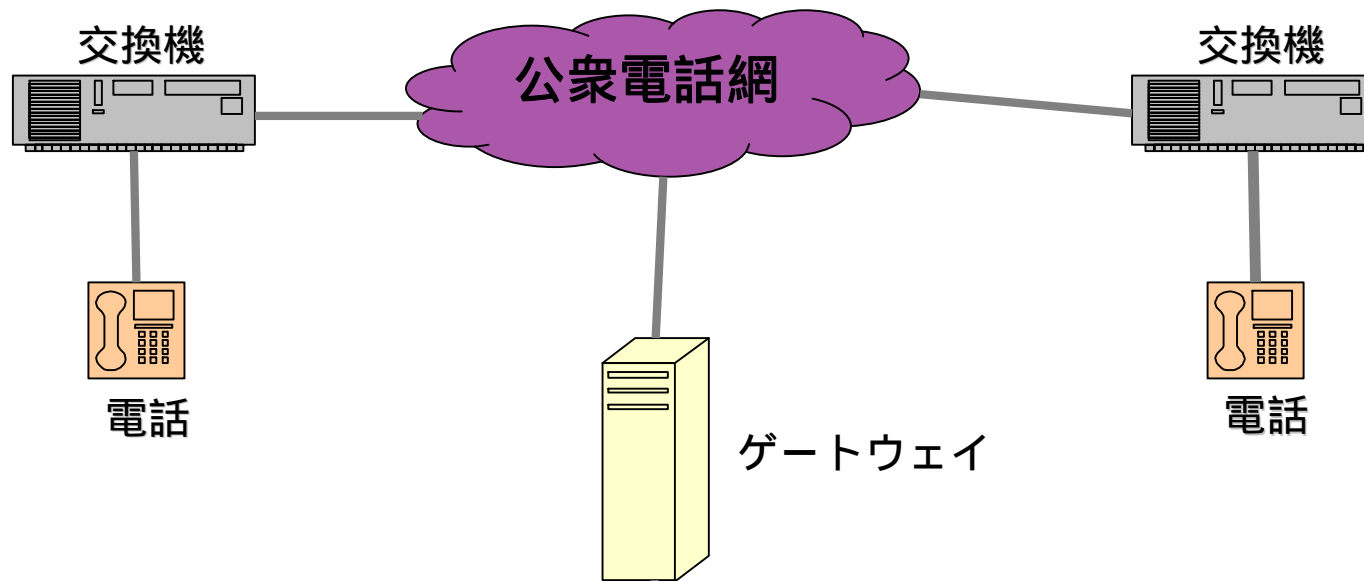
- インターネット利用者の増加に伴い、ブロードバンドが普及し、回線が安価に利用できる。
- 従来のデータ通信だけではない、データ通信 + 通話の形



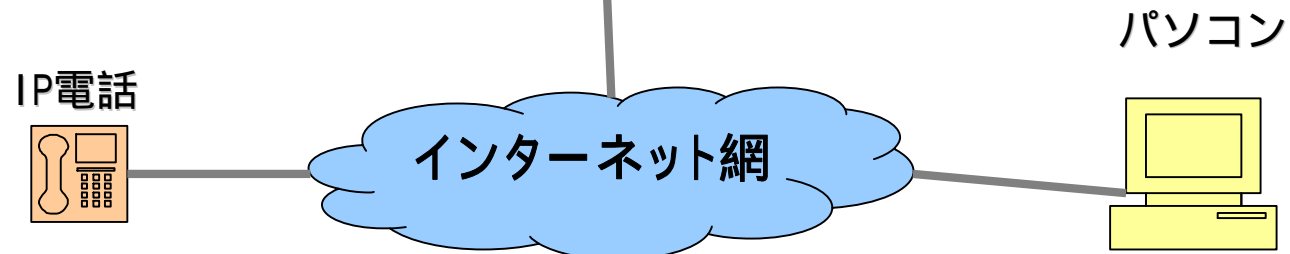
インターネット網を利用した通話(インターネット・IP電話)サービスの普及

インターネット・IP電話の仕組み

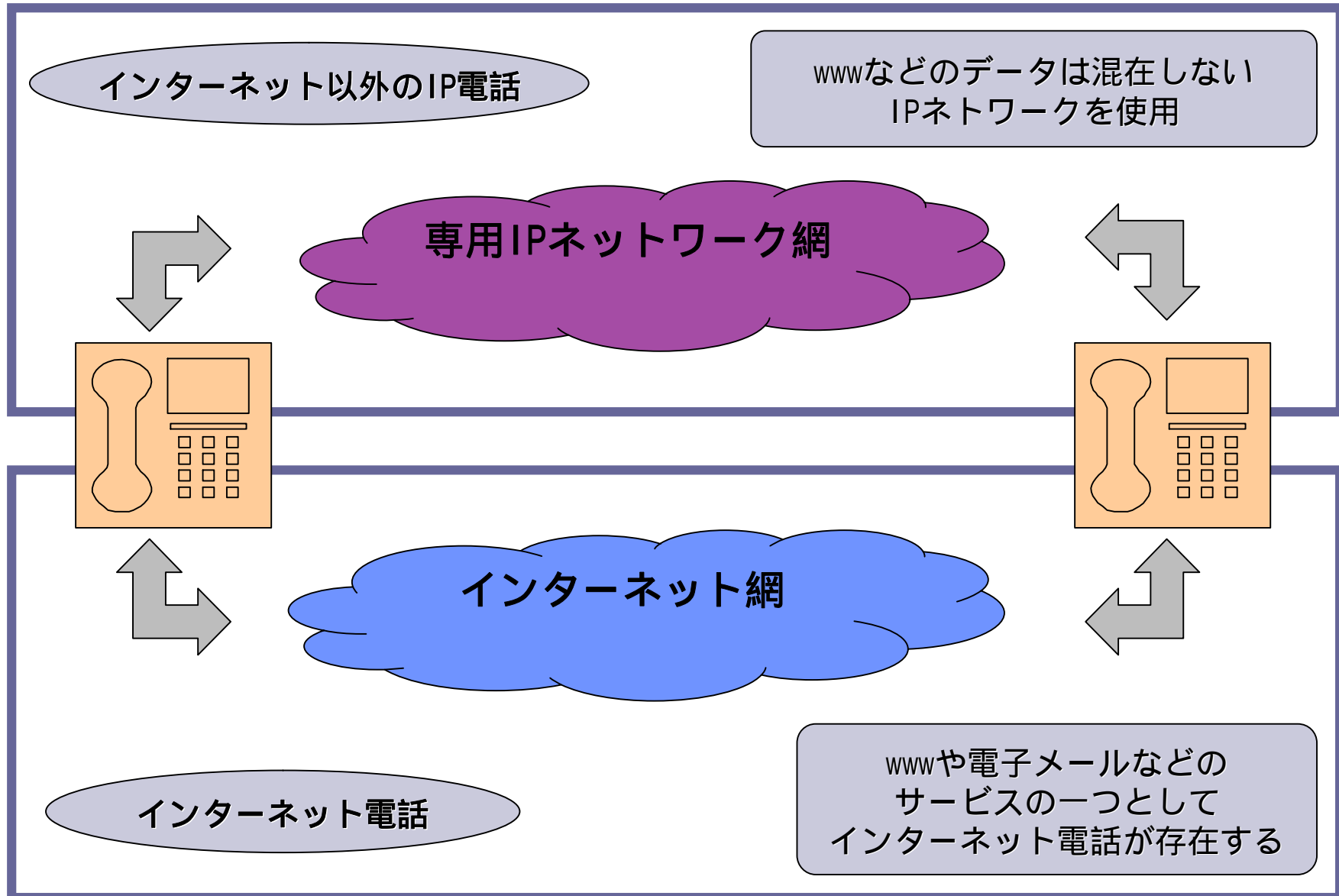
一般加入電話



インターネット・IP電話



インターネット電話とIP電話の違い



インターネット電話とIP電話の違い

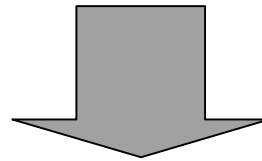
IP電話

専用IPネットワークを
利用したIP電話

+

インターネット電話

インターネットを
利用したIP電話



広義のIP電話

IP電話を支える技術

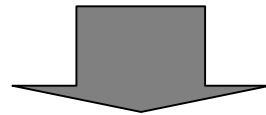
VoIPの3技術

シグナリング技術

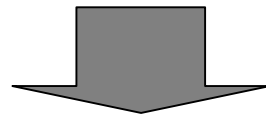
- 発着信のプロトコルを制御する技術
- H323、SIP、MGCP、MEGACOなど

コネクション型とコネクションレス型

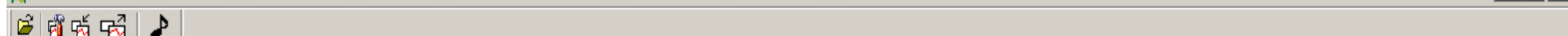
シグナリングプロトコルはコネクション型のプロトコルである。



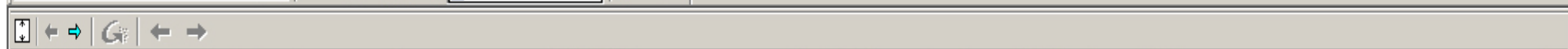
全ての通信がコネクション型なのか？



実際に音声を送受信する際には、基本的にコネクションレス型のUDP及びRTPが使用される。



1-1 00:00:56:68:A3:8E 359 K バイト



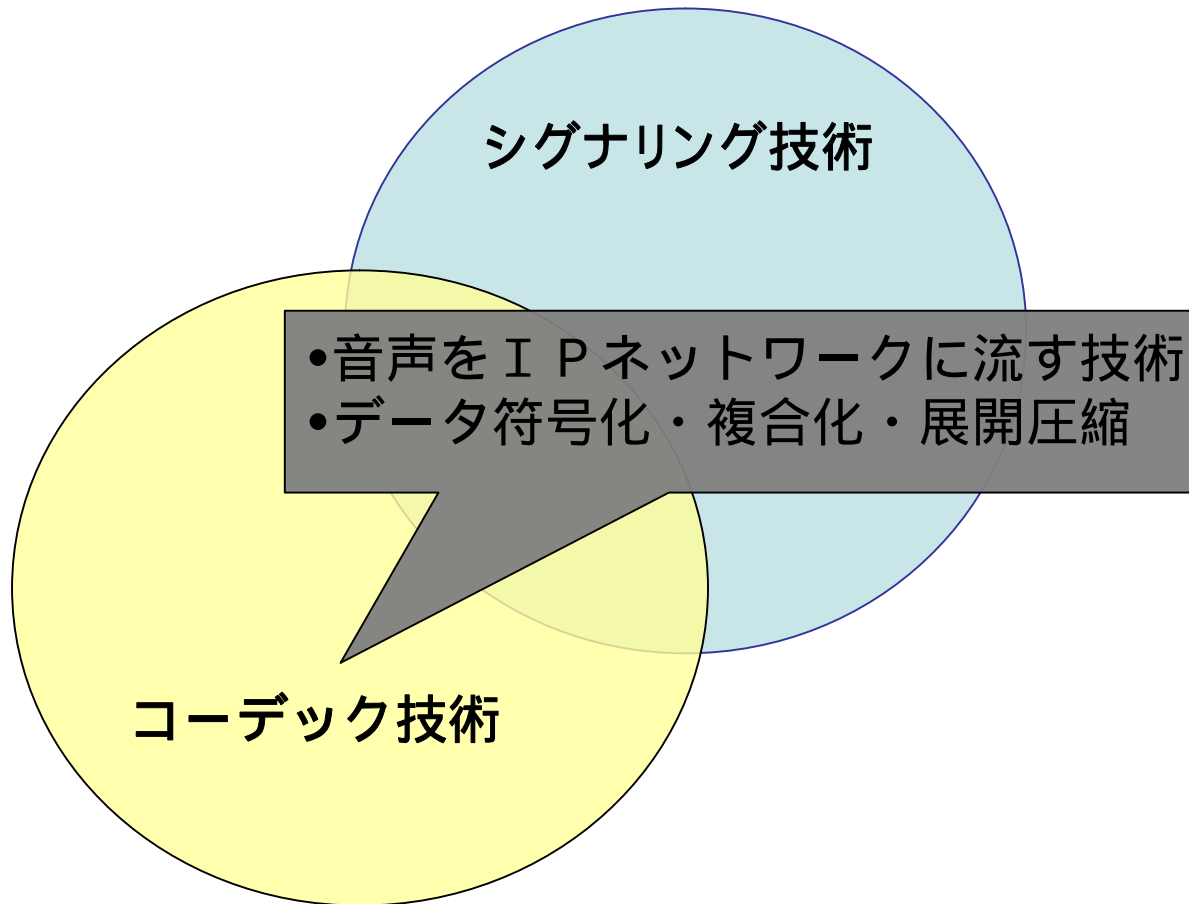
ID	アドレス	プロトコル	開始時刻	終了時刻	エラー	警告	パケット数
0	[1]192.168.1.220...	SIP,RTCP,RTP	2006/01/27 15:33:59.793	2006/01/27 15:34:44.627	0	0	1642

フレームID	プロトコル	192.168.1.220 <=> 192.168.1.219	デルタ時間	相対時間	時刻
2	SIP	INVITE	0.000000	0.000000	2006/01/27 15:33:59.793
3	SIP	100 Trying	0.002003	0.002003	2006/01/27 15:33:59.795
4	SIP	180 Ringing	0.001003	0.003006	2006/01/27 15:33:59.796
5	SIP	200 OK	7.236800	7.239807	2006/01/27 15:34:07.033
6	RTP	Payload Type=PCMU	0.056352	7.296160	2006/01/27 15:34:07.090
7	RTP	Payload Type=PCMU	0.019934	7.316094	2006/01/27 15:34:07.110
8	RTP	Payload Type=PCMU	0.021386	7.337481	2006/01/27 15:34:07.131
9	RTP	Payload Type=PCMU	0.018694	7.356176	2006/01/27 15:34:07.150
10	RTP	Payload Type=PCMU	0.020023	7.376199	2006/01/27 15:34:07.170
11	RTP	Payload Type=PCMU	0.020057	7.396256	2006/01/27 15:34:07.190
12	SIP	ACK	0.008052	7.404309	2006/01/27 15:34:07.198
13	RTP	Payload Type=PCMU	0.011955	7.416264	2006/01/27 15:34:07.210
14	RTP	Payload Type=PCMU	0.019966	7.436230	2006/01/27 15:34:07.230
15	RTP	Payload Type=PCMU	0.020061	7.456292	2006/01/27 15:34:07.250
16	RTP	Payload Type=PCMU	0.020033	7.476326	2006/01/27 15:34:07.270
17	RTP	Payload Type=PCMU	0.020038	7.496364	2006/01/27 15:34:07.290
18	RTP	Payload Type=PCMU	0.020080	7.516444	2006/01/27 15:34:07.310
19	RTP	Payload Type=PCMU	0.019973	7.536417	2006/01/27 15:34:07.330
20	RTP	Payload Type=PCMU	0.020076	7.556494	2006/01/27 15:34:07.350
21	RTP	Payload Type=PCMU	0.020043	7.576538	2006/01/27 15:34:07.370
22	RTP	Payload Type=PCMU	0.019989	7.596528	2006/01/27 15:34:07.390

ワークスペース1

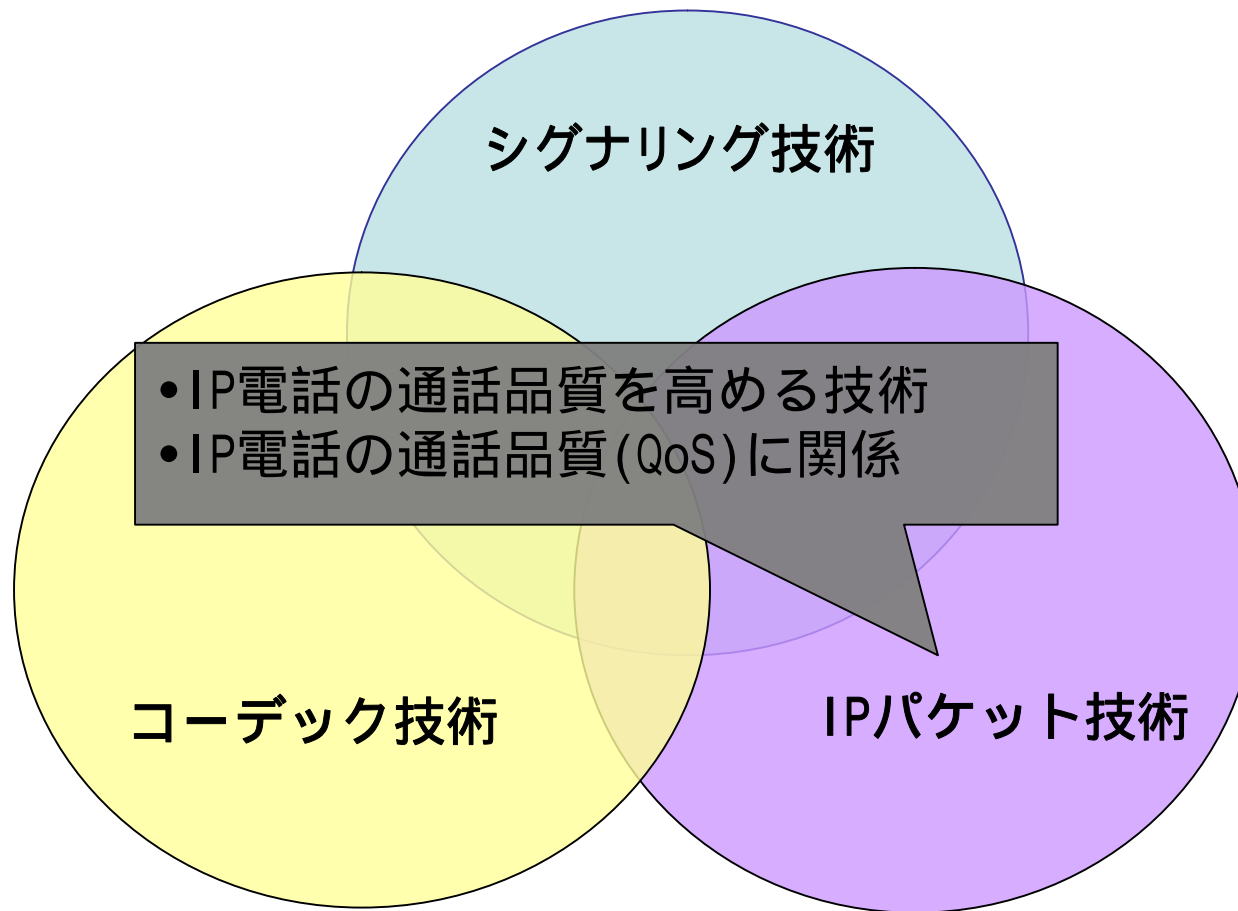
IP電話を支える技術

VoIPの3技術



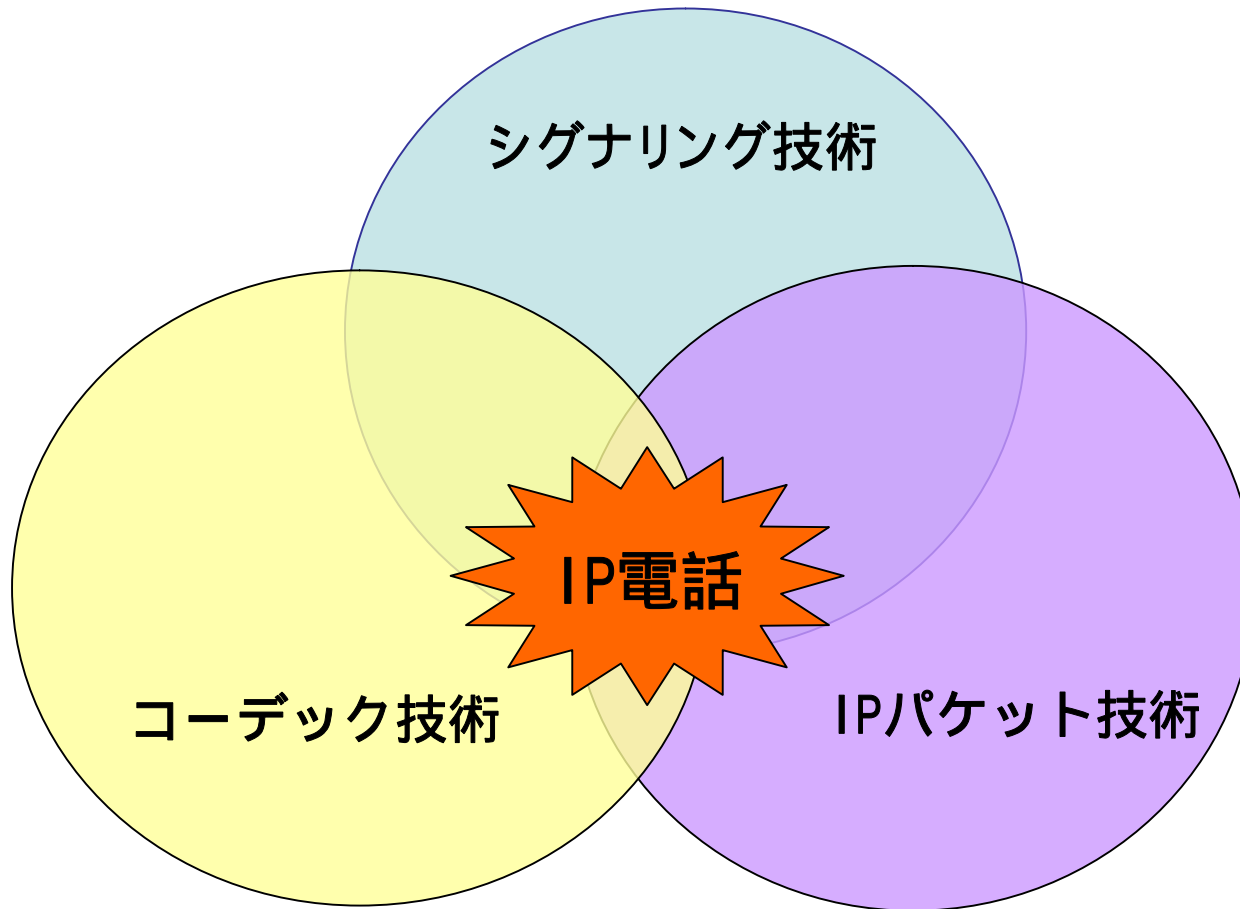
IP電話を支える技術

VoIPの3技術



IP電話を支える技術

VoIPの3技術



研究の目的

- ネットワークを構築し、使用するプロトコル・コーデックの違いによる通信（通話）品質の検証
- ネットワーク上で意図的にパケット損失・遅延を発生させた場合の通信品質の検証
- 通信品質（通話音質）として客観評価のR値（Overall transmission quality rating）を使用する。

R 値

R 値の算出方法

E モデル (ITU-T で音声通信の品質を設計する為のモデルとして構築) を使い 5 つパラメータの足し算、引き算によって導き出される。

$$R \text{ 値} = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

- R_0 : 回線雑音、送 / 受話室内雑音による劣化
- I_s : 音量、則音、量子化歪による劣化
- I_d : 送話者エコー、受信者エコー、絶対遅延による劣化
- I_e : 低ビットレートCODEC、パケット損失による劣化
- A : モバイル通信など利便性による影響を補完

R 値

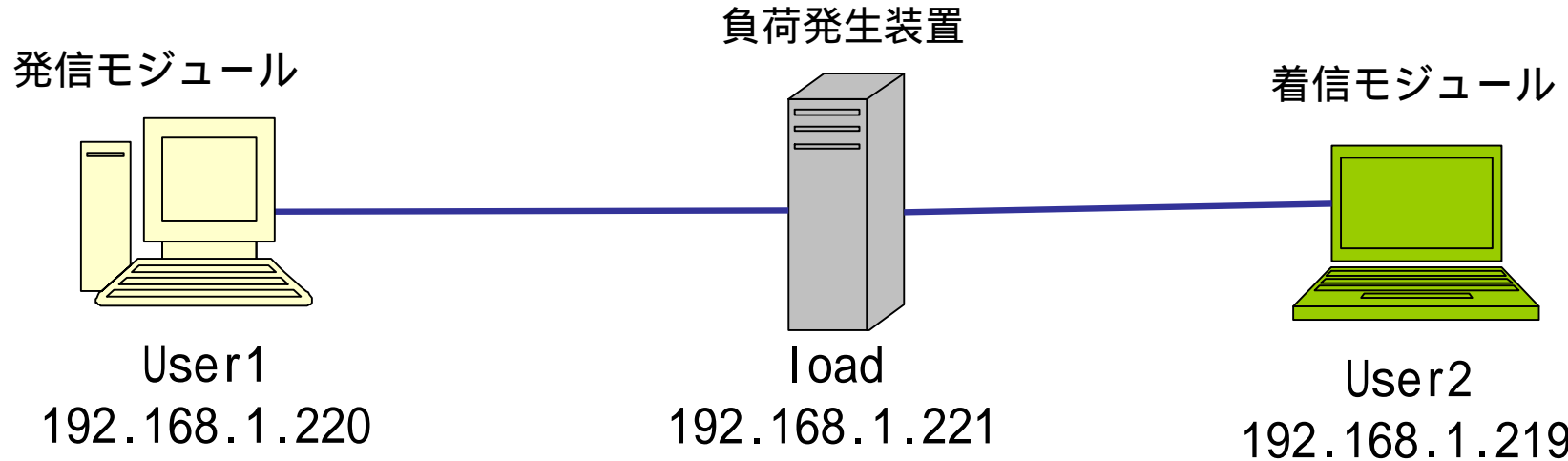
総合音声伝送品質カテゴリの定義

R 値の範囲	総合音声伝送品質カテゴリ
90 R < 100	Best
80 R < 90	High
70 R < 80	Medium
60 R < 70	Low
50 R < 60	Poor

使用した機材

マシン名	CPU	メモリ	NIC	OS
load	Celeron 2.53GHz	512MB	1000BASE-TX	Linux(Fedora Core 3)
user1	Celeron 2GHz	256MB	1000BASE-TX × 2	Windows2000
user2	Intel Pentium M 1.86GH	1GB	1000BASE-TX	Windows XP

サーバの構築(H323編)

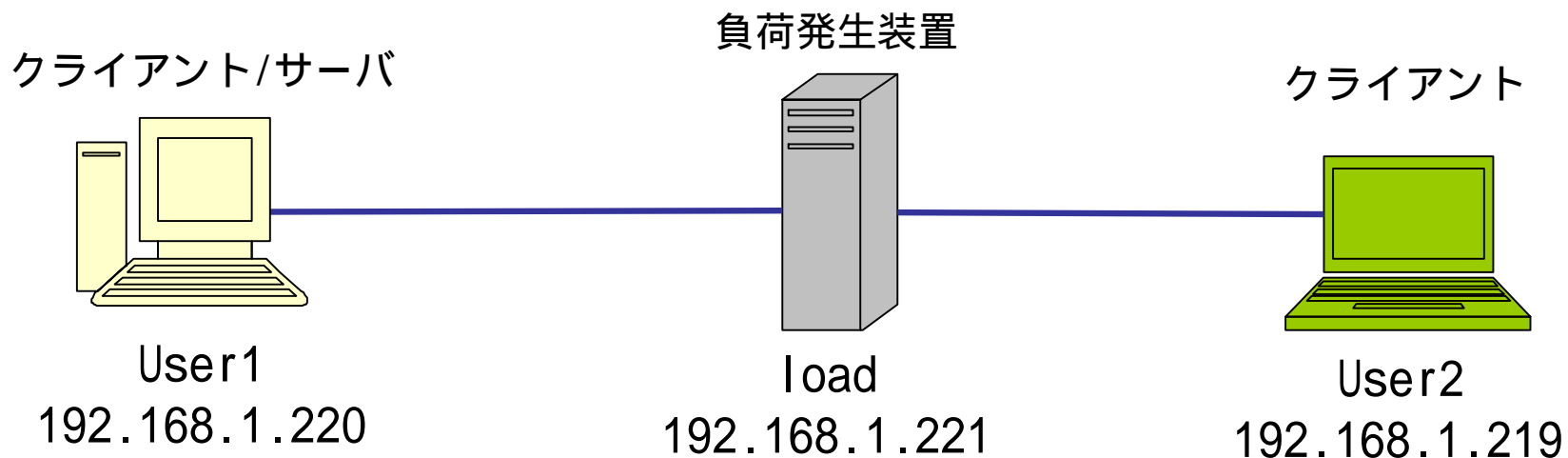


	使用OS	発信モジュール	着信モジュール	負荷遅延ソフト	ネットワーク (プロトコル)アナライザ
load	Linux(Fedora Core 3)			Linee	
User1	Windows2000	ASTEC Eyes (発信モジュール)			ASTEC Eyes
User2	Windows XP		ASTEC Eyes for VoIP (着信モジュール)		

測定方法

- 負荷発生装置はプロミスキャスモードで動作させる
- 実際に音声ファイルを再生し、User1から負荷発生装置を通過し、User2へ送信する
- シグナリングプロトコルにH323を使用し負荷発生装置で遅延、パケットロストを発生させてR値の変化を測定する。また、コーデックの種類(ASTEC Eyesでは、G711 μ -law及びG.723.1が使用可能)を変化させた時のR値も測定する。

サーバの構築(SIP編)



	使用OS	クライアントソフト	サーバソフト	負荷遅延ソフト	ネットワーク(プロトコル)アナライザ
load	Linux(Fedora Core 3)			Linee	
User1	Windows2000	Windows Messenger 5.1	shellfish 1.4		ASTECC Eyes
User2	Windows XP	Windows Messenger 5.1			

測定方法

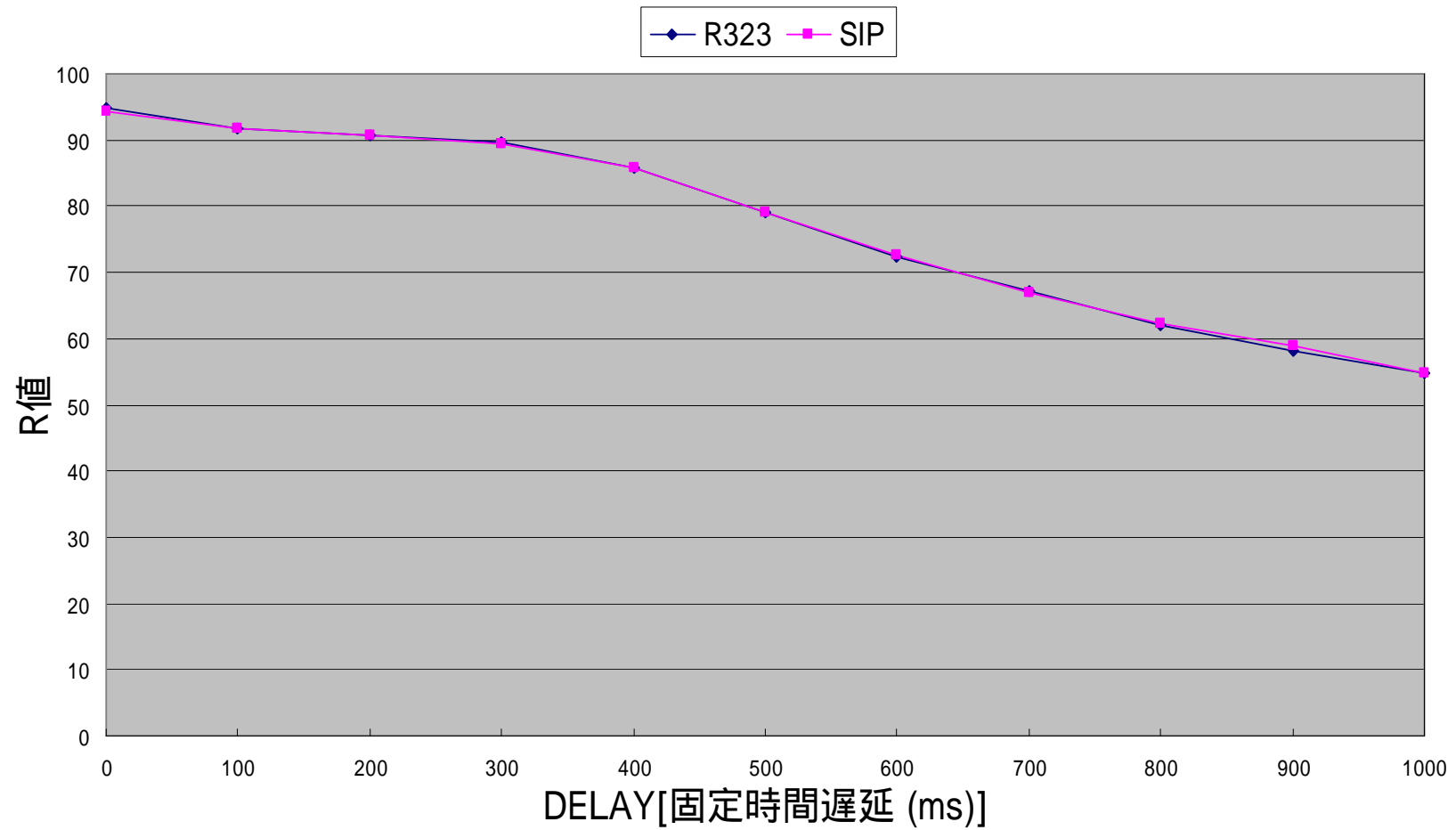
- 負荷発生装置は、プロミスキャスモードで動作させる
- 実際に音声ファイルを再生し、User1から負荷発生装置を通過し、User2へ送信する
- シグナリングプロトコルにSIPを使用し、負荷発生装置で遅延、パケットロスを発生させてR値の変化を測定する

測定内容

- R323とSIPの固定時間遅延でのR値(コーデックはG711 μ -lawを使用)
- R323とSIPのバースト破棄でのR値(5秒毎に、Nmsパケット破棄)のR値(コーデックはG711 μ -lawを使用)
- R323とSIPの固定時間遅延、バースト破棄での両方のR値(コーデックはG711 μ -lawを使用)
- G711 μ -lawとG723.1のコーデックの違いによるR値(シグナリングプロトコルにはH323を使用)

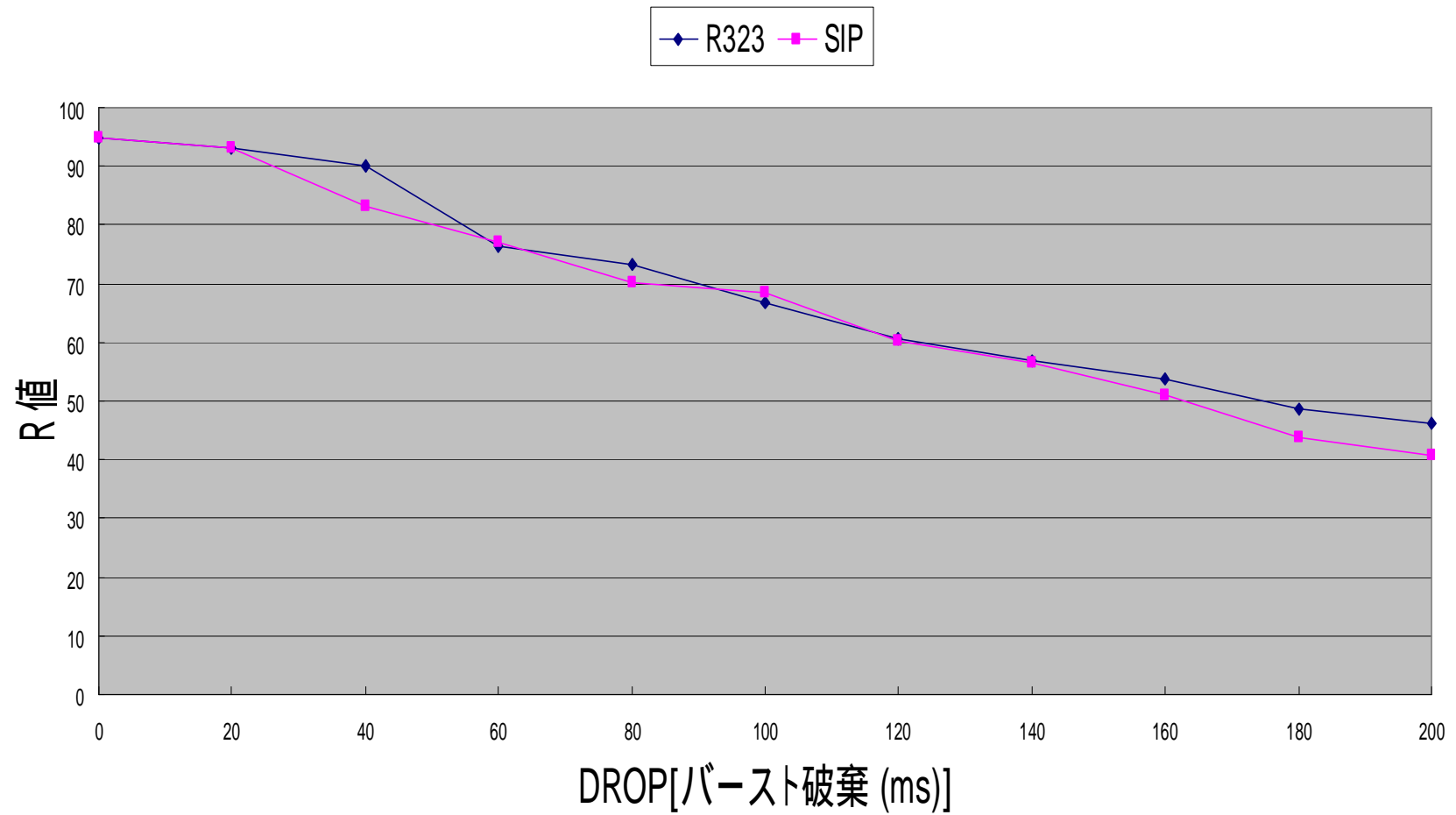
測定結果

R323とSIPのR値比較(固定時間遅延,パケット破棄無し)



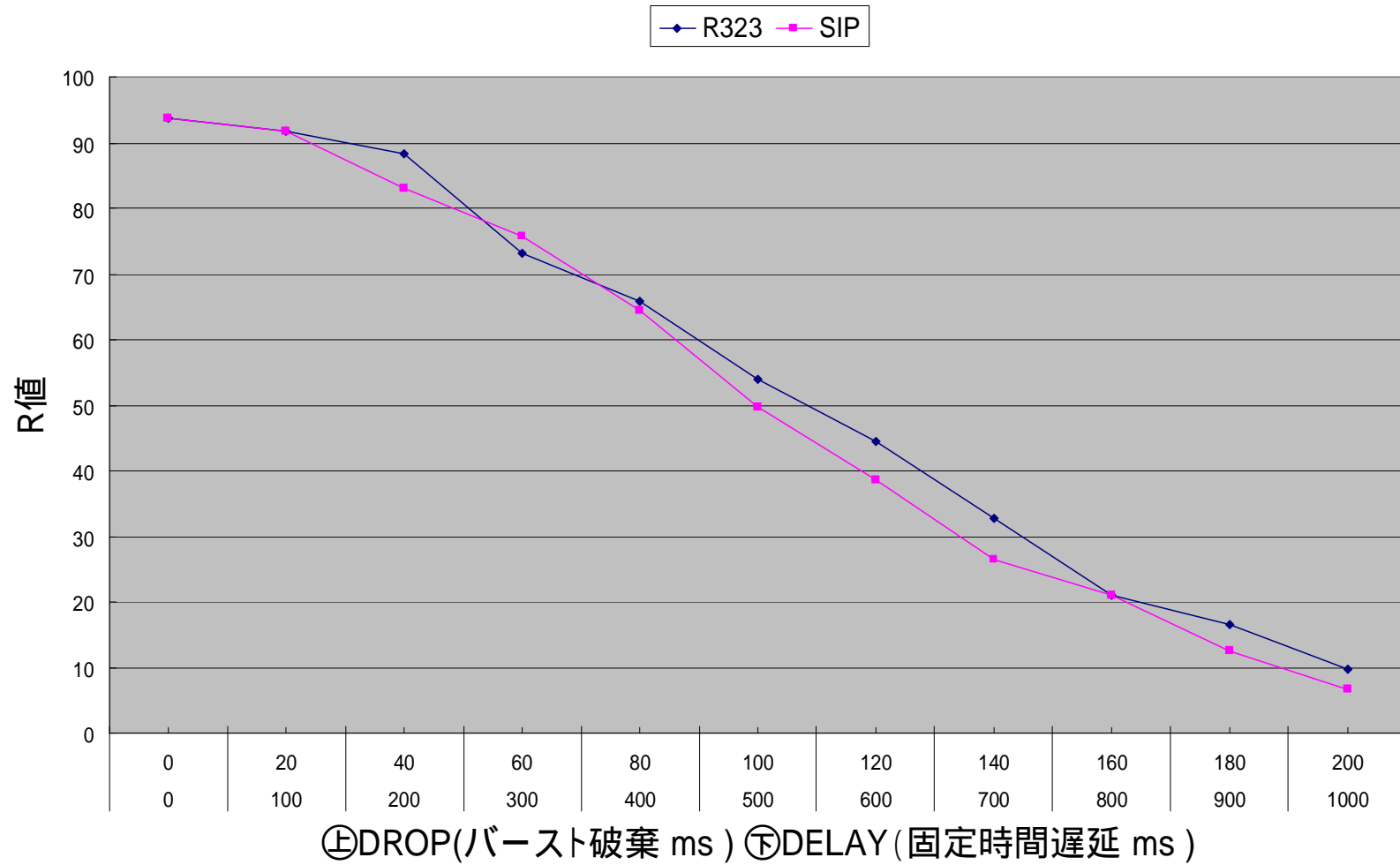
測定結果

R323とSIPのR値比較(バースト破棄,遅延無し)



測定結果

R323とSIPのR値比較(バースト破棄と遅延)



検証と考察

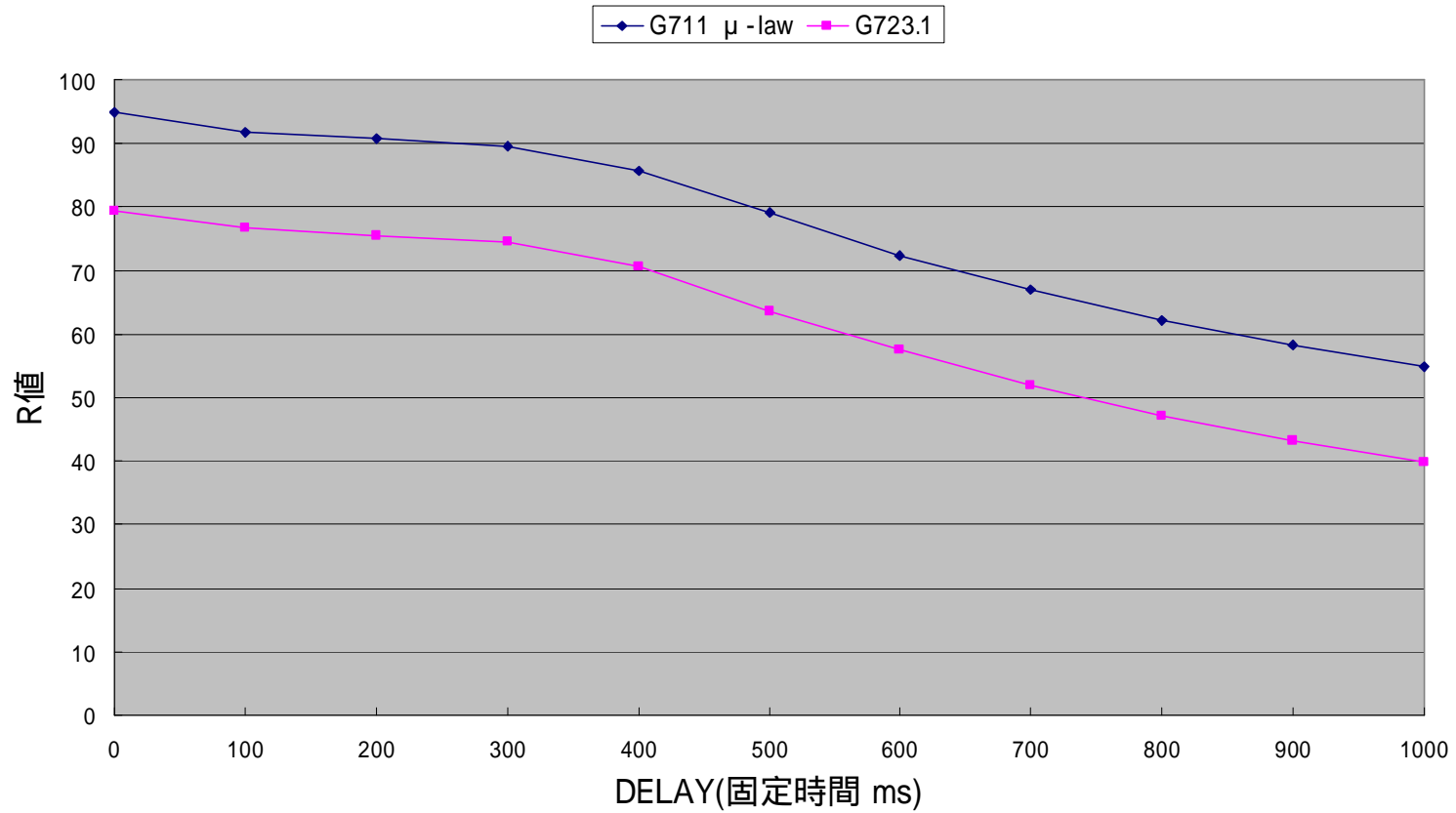
- H323とSIPのシグナリングプロトコルは、固定時間遅延、バースト破棄によるR値は共に、比例である。また、両者の差は殆ど無いと感じられた。



VoIPはシグナリング技術、コーデック技術、IPパケット技術に分かれている為、シグナリングプロトコルに違いによって通話のQoSに依存しない。

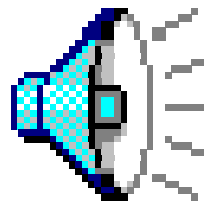
測定結果

G711 μ -lawとG723.1のR値

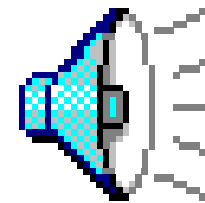


G711 μ -lawとG723.1の音質(遅延、パケット損失無し)

G711 μ -law(R値 94.3)

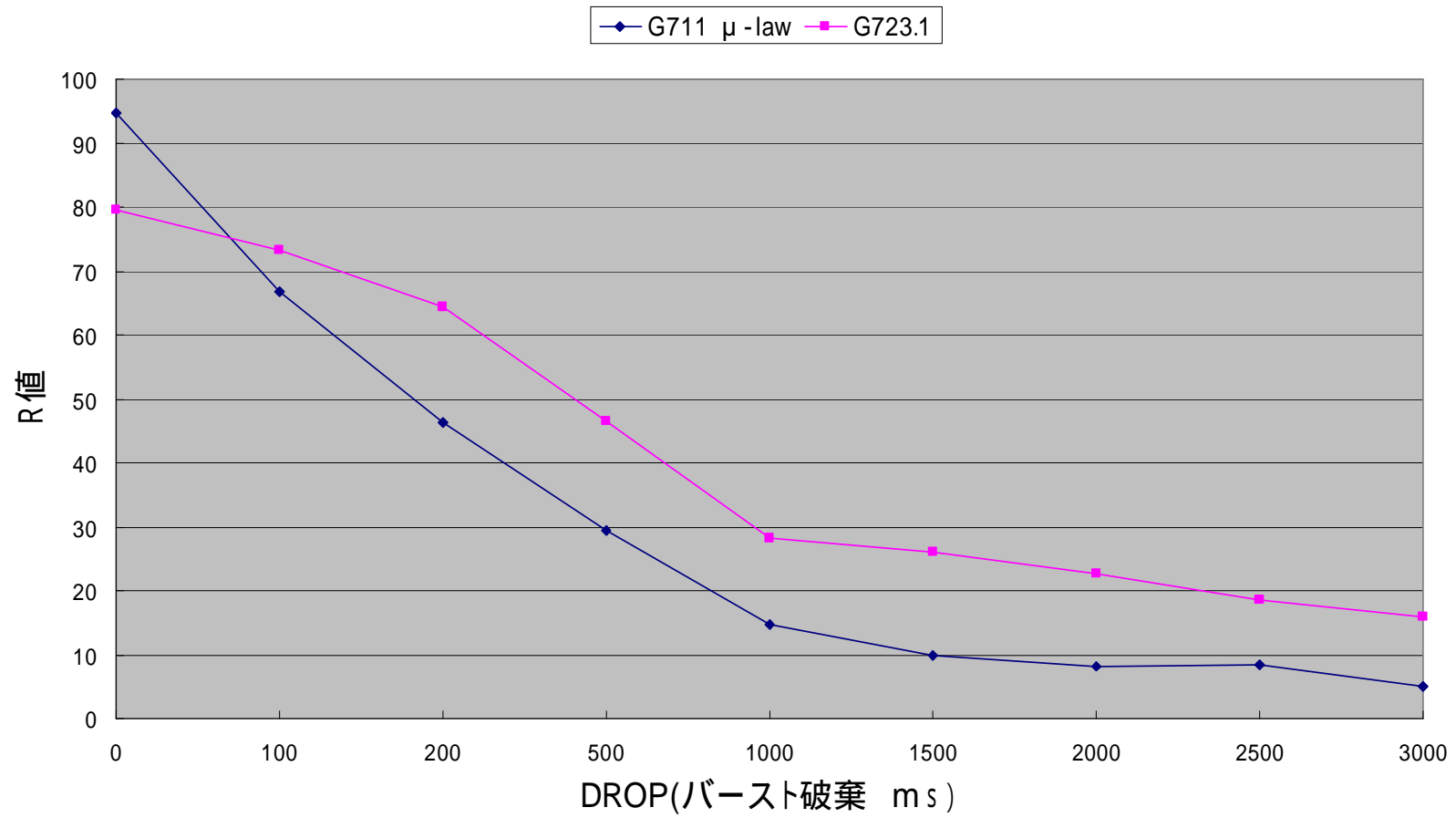


G723.1(R値 79.3)



測定結果

G711 μ -lawとG723.1のR値



検証と考察

- 固定遅延時間の場合、G711 μ -lawとG723.1のR値の差はハッキリと現れた。



G711 μ -law無圧縮、G723.1は低圧縮であり、ビットレートが違う。前者は64Kbps、後者は、5.3Kbpsである為、R値の算出の際に、 l_e の値が大きくなり、結果、R値が減少した物と考えられる。

- 一方バースト破棄において、R値は逆にG723.1の方が、G711 μ -lawを上回っている。

R 値

R 値の算出方法

E モデル (ITU-T で音声通信の品質を設計する為のモデルとして構築) を使い 5 つパラメータの足し算、引き算によって導き出される。

$$R \text{ 値} = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

- R_0 : 回線雑音、送 / 受話室内雑音による劣化
- I_s : 音量、則音、量子化歪による劣化
- I_d : 送話者エコー、受信者エコー、絶対遅延による劣化
- I_e : 低ビットレートCODEC、パケット損失による劣化
- A : モバイル通信など利便性による影響を補完

検証と考察

- 固定遅延時間の場合、G711 μ -lawとG723.1のR値の差はハッキリと現れた。



G711 μ -law無圧縮、G723.1は低圧縮であり、ビットレートが違う。前者は64Kbps、後者は、5.3Kbpsである為、R値の算出の際に、 l_e の値が大きくなり、結果、R値が減少した物と考えられる。

- 一方バースト破棄において、R値は逆にG723.1の方が、G711 μ -lawを上回っている。



G711 μ -lawは無音圧縮である為に、伝送するパケット量はG723.1に比べ多くなる。故に、バースト破棄において、パケットを損失する量が多くなり、 l_e の値も増加。結果R値の減少したものと考えられる。

R 値

R 値の算出方法

E モデル (ITU-T で音声通信の品質を設計する為のモデルとして構築) を使い 5 つパラメータの足し算、引き算によって導き出される。

$$R \text{ 値} = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

- R_0 : 回線雑音、送 / 受話室内雑音による劣化
- I_s : 音量、則音、量子化歪による劣化
- I_d : 送話者エコー、受信者エコー、絶対遅延による劣化
- I_e : 低ビットレートCODEC、パケット損失による劣化
- A : モバイル通信など利便性による影響を補完

課題

- WindowsMessenge以外のSIP UAを用いて、R323とSIPの290ms以降のR値の検証
- インターネット網を使用して、R値を測定する。



ご清聴ありがとうございました。