



VoIP端末のQoS測定

2002年12月16日

三菱電機株式会社 小口 和海
Columbia University Wenyu Jiang
Henning Schulzrinne



内容

- 背景
- 測定方法
- 測定結果
- まとめ



研究の背景

- VoIPの品質はネットワークと端末の両方の性能に依存
- ネットワークの性能、品質に関する研究は多い
- 実際の端末の挙動を比較測定したものは余り報告されていない
- 端末の性能、ネットワーク側でサポートすべき点を明らかにしたい

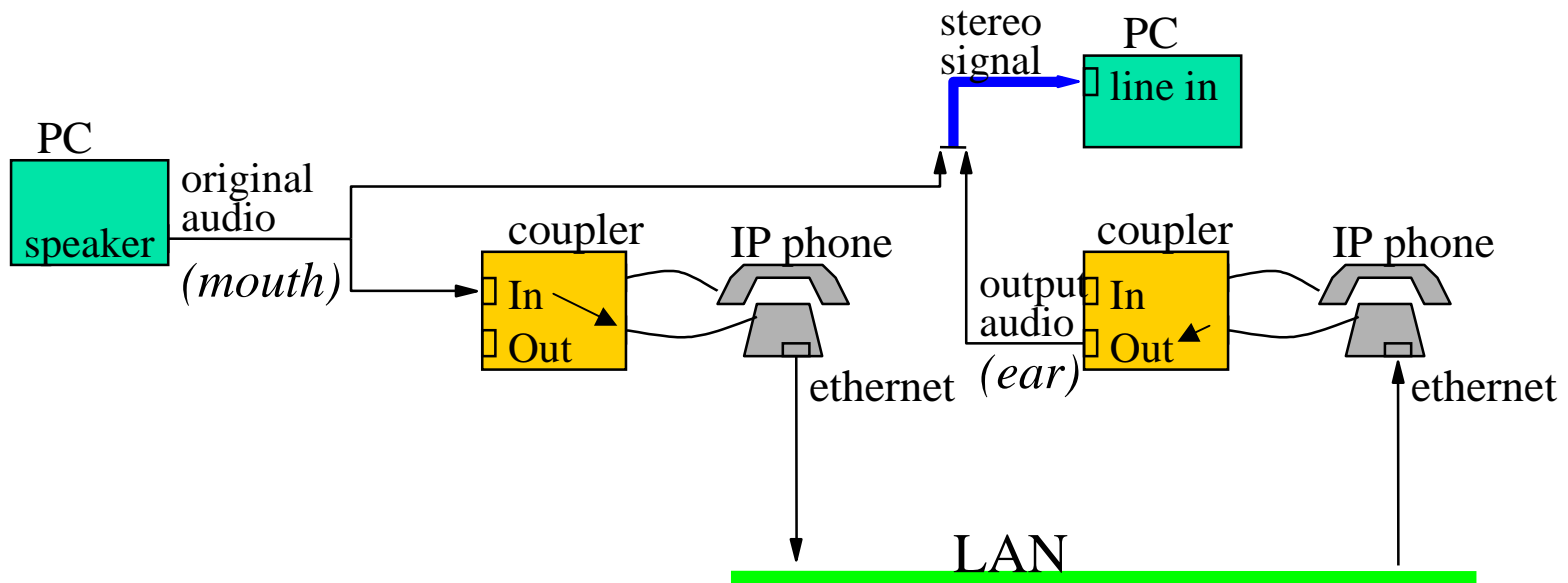


性能測定項目

- end-to-end(mouth-to-ear;M2E)の遅延
- クロックキューの大きさ、影響
- パケットロスに対する挙動

測定系構成

- オリジナル音声と電話経由の音声をステレオで録音し、データを解析



VoIP端末

	名称	型名/platform	コーデック	無音圧縮	パケット間隔	
H/W	a	3Com phone	NBX	G.711	無し	20ms
	b	Cisco phone	7960	μ law G.711,	有り	20ms
	c	Pingtel phone	Xpressa	G.729 G.711	無し	20ms
	d	Mediatrix gateway	APA III	μ law G.711	無し	30ms
S/W		sipc	Solaris, Ultra10	μ law G.711	無し	20ms
	e	Messenger	Win2000/XP	μ law G.711	有り	20ms
	f	NetMeeting	Win2000/XP	μ law G.723.1	有り	30ms
	g	Net2Phone	WinNT	G.723.1 ?	有り	60ms
	GSM phone	GSM 1900				

US

IP電話外觀



(a) 3Com社 NBX



(b) Cisco社 7960



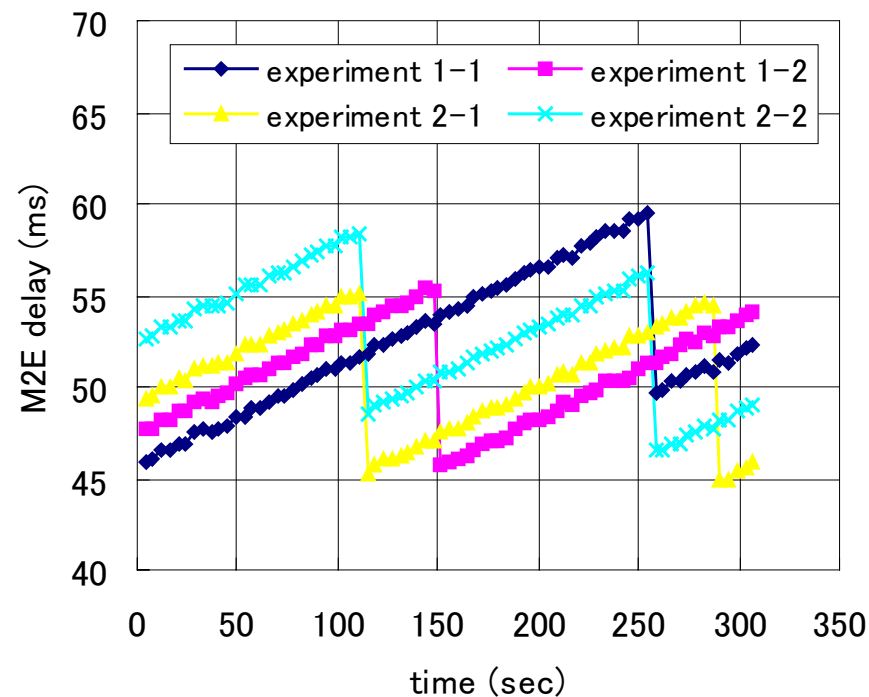
(c) Pingtel社 Xpressa



(d) Mediatrix社 Gateway

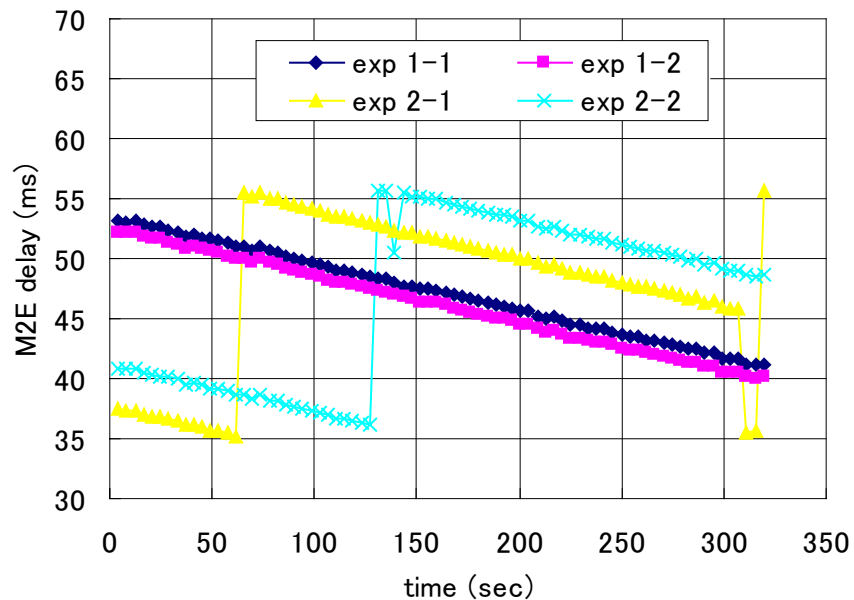
mouth-to-ear (M2E)遅延

- 3Com -> Cisco phoneの遅延
- 遅延時間の調整が無音区間に行われている

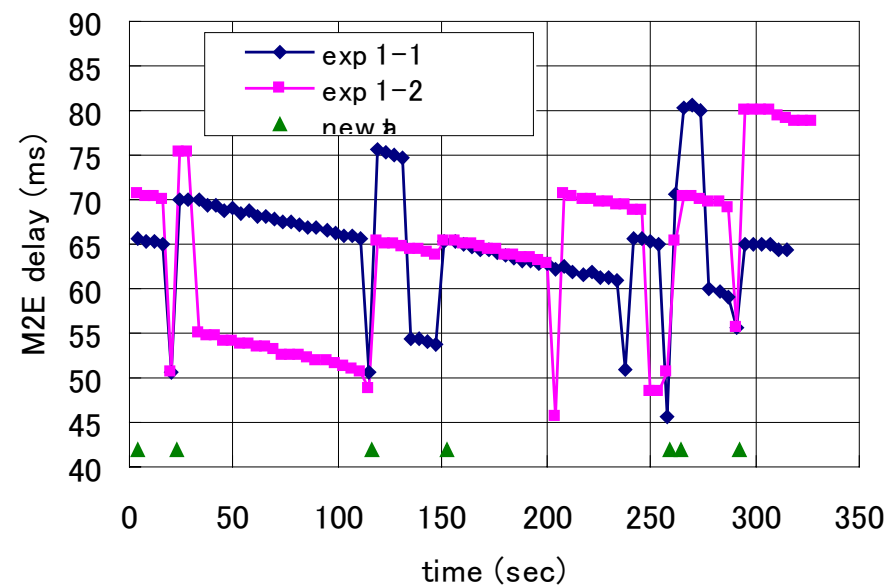


mouth-to-ear (M2E)遅延 (2)

- Pingtel, Cisco -> 3Com phone
- 無音圧縮: talk spurt時に遅延増加



Pingtel -> 3Com



Cisco -> 3Com

VoIP端末間の平均遅延時間

- H/WによるIP電話間の遅延は90ms以下
- sipcが受信側のとき遅延は200ms以上

		受信側				
		3Com	Cisco	Pingtel	Mediatrix	sipc
送信側	3Com	—	51.4	55.1	47.1	223
	Cisco(G.71	63.0	75.8	74.0	78.1	206
	¹⁾ Pingtel	46.6	63.0	—	57.6	230
	Mediatrix	85.8	77.6	72.5	—	—
	sipc	52.4	59.8	64.2	—	—
	Cisco(G.72	—	98.7	—	—	—

9)

単位:ms



S/Wクライアントの場合の平均遅延時間

- H/WベースのIP電話より遅延時間大
- Messengerの遅延時間は
携帯電話(GSM)並

A	B	A->B	B->A
Messenger, XP	Messenger, XP	109	120
Messenger, 2K		96.8	68.5
NetMeeting, 2K	NetMeeting, 2K	401	421
Net2Phone, NT	PSTN	288	371
Mobile (GSM)	PSTN	115	109

単位:ms

クロックスキューの影響

- クロックスキューにより、バッファアンダーフロー/オーバーフローが起きる可能性あり



Cisco -> 3Comの例



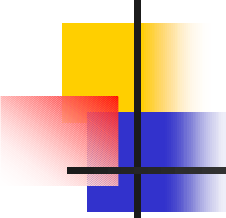
クロックスキューの大きさ

- ほぼ対称の値 (A->B, B->A)
- sipcは大きな値

受信側

送信側

Drift Rates (in ppm)	3Com	Cisco	Pingtel	Mediatrix	sipc
3Com		55.4	41.2	43.3	-333
Cisco	-55.2	-0.4	-12.1	-11.8	-381
Pingtel	-40.9	12.7		2.8	-380
Mediatrix	-43.1	11.7	-0.8		
sipc	343	403	376		



クロックスキュー(続)

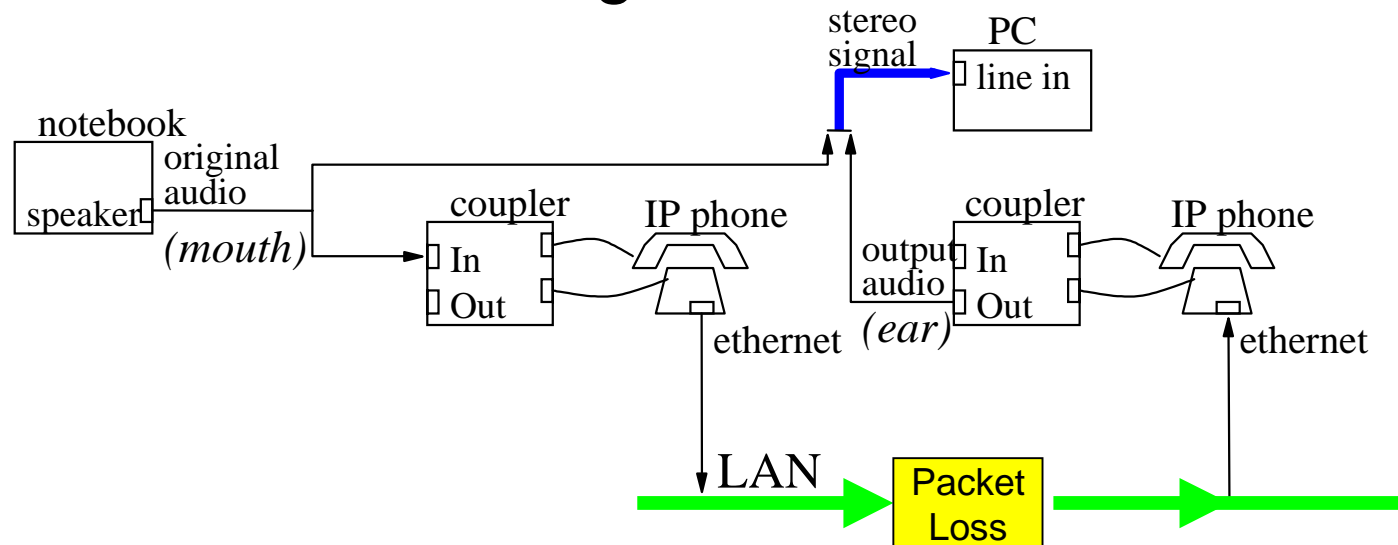
- S/WクライアントによるVoIP端末の場合
 - 必ずしも対称ではない
 - サウンドカードで2種類のクロックを使用？

A	B	A->B	B->A
Messenger, XP	Messenger, XP	172	87.7
Messenger, 2K		165	85.6
NetMeeting, 2K	NetMeeting, 2K	?	-33
Net2Phone, NT	PSTN	290	-287
Mobile (GSM)	PSTN	0	0

単位:ppm

パケットロス時の挙動

- 一般的方法
 - 無音、パケットの繰り返し、補間
- シミュレータを用いてロスを強制的に発生させて試験 (1/100, 3/100, 5/100 etc)
- 3Com, Cisco, Pingtelについて試験



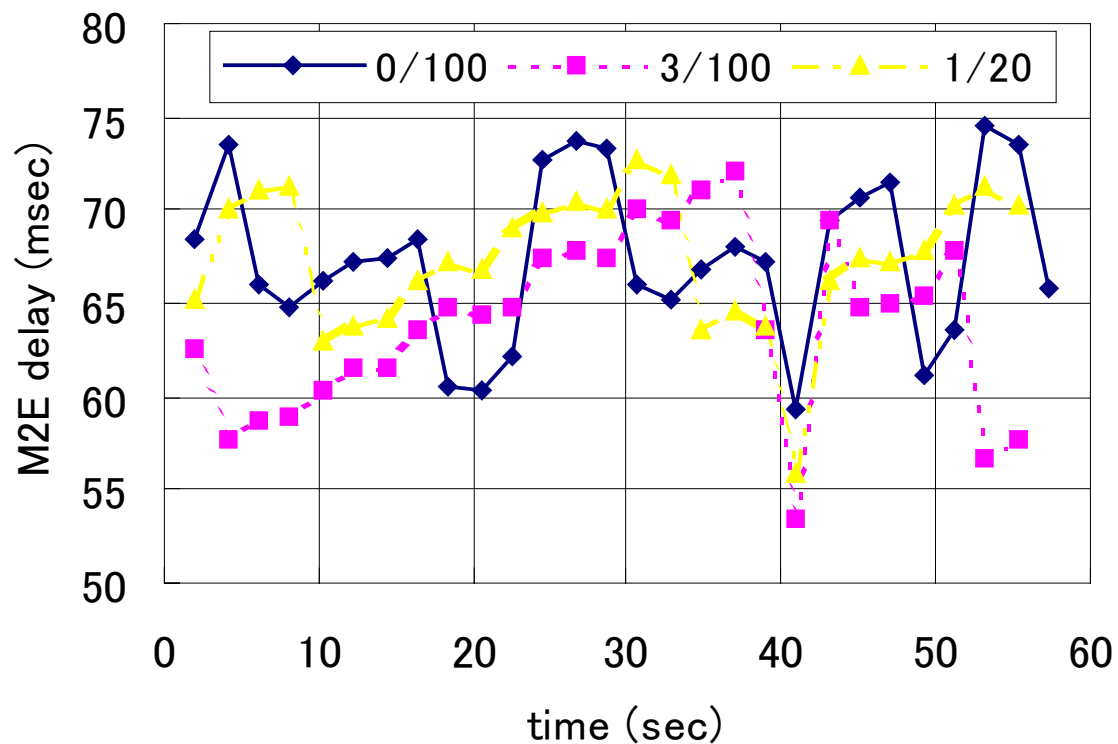


パケットロス時の挙動

- 3ComとPingtelは2連続パケットロスまで、Ciscoは3連続パケットロスまで補完
- 1/100ロス時、どれも不自然さを感じない
- 3/100, 1/20ロス時、Ciscoは不自然さを感じないが、3Com, Pingtelは音声の歪みを感じた
- 受信波形によると、Pingtelはパケット繰り返し、3ComとCiscoは補間を行っている

パケットロス時の遅延

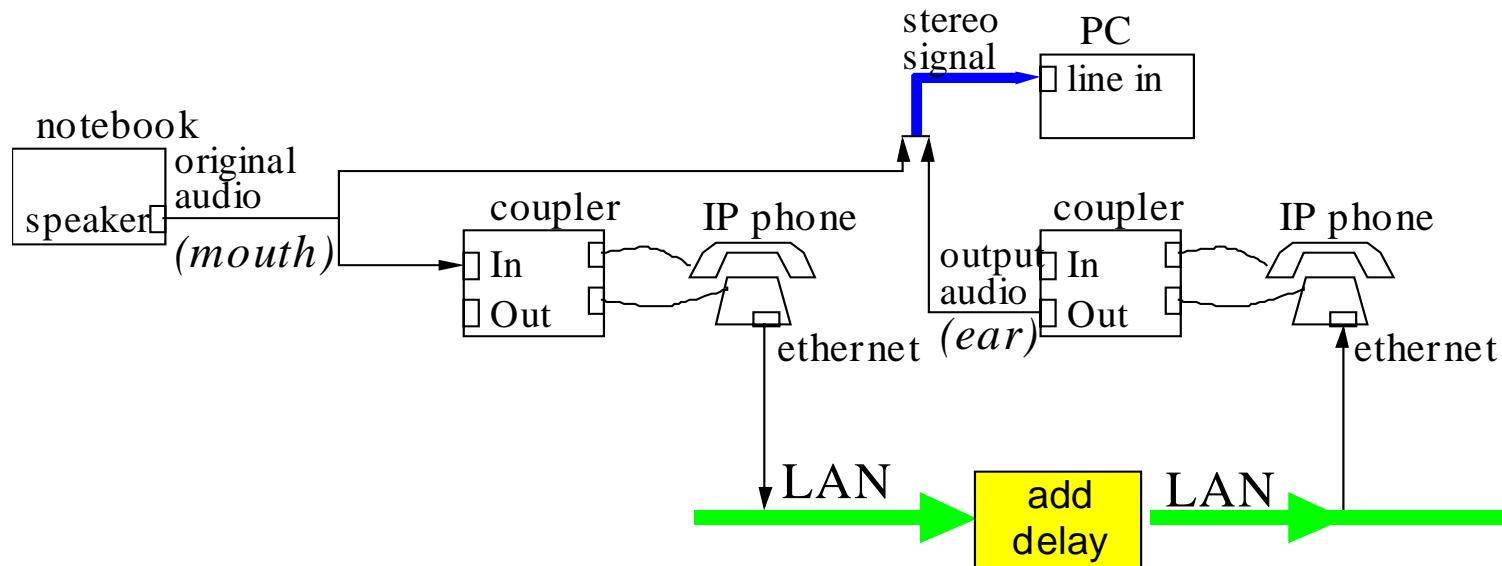
- M2Eの遅延には大きな影響を与えない



sipc -> Pingtel

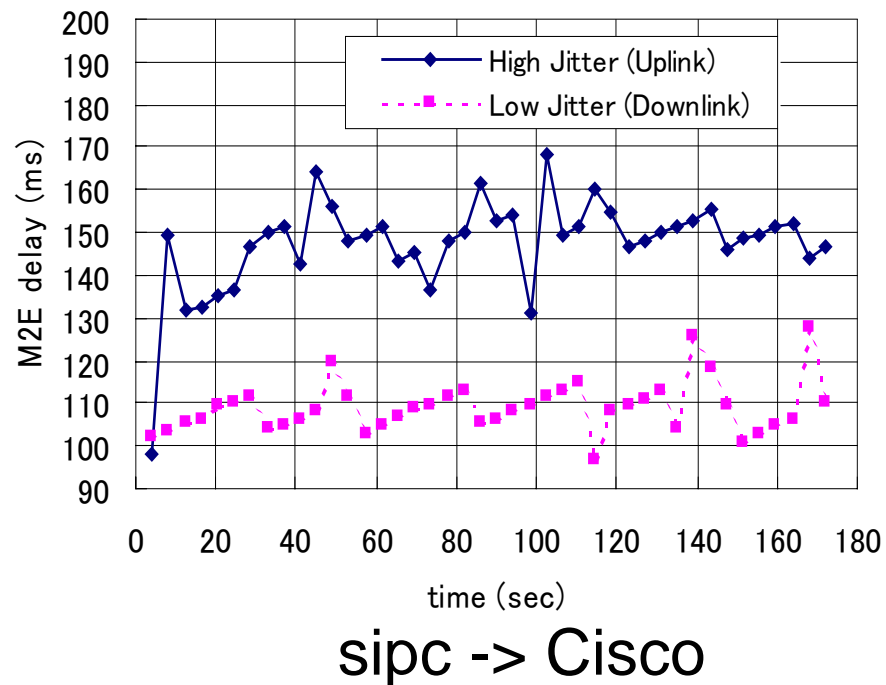
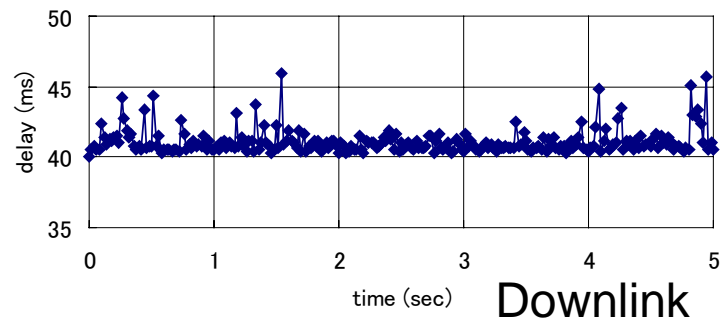
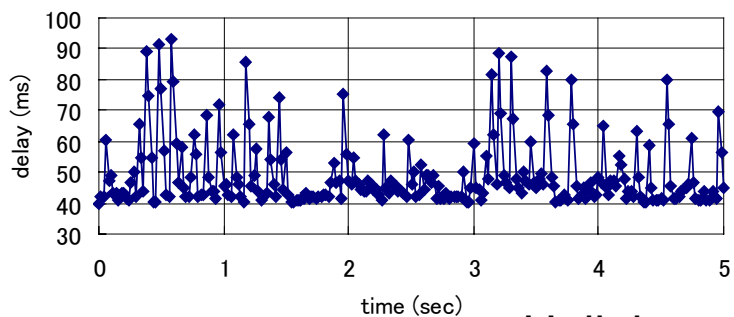
遅延ゆらぎがあるときの挙動

- Internet環境では遅延ゆらぎが生じる
- 遅延ゆらぎを付加して試験



遅延ゆらぎがあるときの挙動

- ケーブルモデムの実測遅延を付加
- 音声の欠落感じず





結論

- 遅延時間
 - S/WによるVoIP端末はH/Wに比べて遅延時間大きい
 - H/WによるVoIP端末の遅延は90ms以下
 - End-Endで150ms以下の遅延を実現するにはネットワークに許される遅延は60ms以下(H/W端末の場合)
- クロックスキュー
 - H/W端末の場合60ppm以下
 - S/W端末の場合大きな値、Messengerは非対称
- パケットロス
 - 試験した3種類の端末は許容できる性能
- 遅延揺らぎの影響
 - 試験した範囲では問題なし



今後の課題

- 異なる性能指標に基づくQoSの測定
- クロックキュー非対称の理由
- 遅延ゆらぎの影響
- 無音圧縮機能の動作
- パケット順序逆転時の動作
- 他のVoIP端末を使用しての測定