

# IP電話通話品質評価法の標準化動向

千村 保文 井坂 正純  
有山 義博

21世紀に入り、IP電話の加入者が急拡大している。また、IP電話を活用したアプリケーションや企業向けのシステムも普及し始めている。しかし、IP電話が次世代の社会インフラとなるためには、通話品質の向上は欠かせない。一方、IP電話の通話品質を評価するための方法論は国際標準化機関でも議論されている。本稿では、弊社が関わっているIP電話の通話品質評価法の標準化\*1)について、その最新動向と今後の展望について紹介する。

## IP電話の基本構成と音声品質劣化要因

図1にIP電話の基本構成と音質が劣化する際の原因となる箇所を示す。IP電話の構成要素を大別すると端末（ないしは、ゲートウェイ）とIPネットワーク、ソフトスイッチからなる。このうちソフトスイッチは、相手先のデータベースと接続先の端末間での信号制御を司り、直接音声の処理は行わない。つまりIP電話の音声品質には直接影響しないので、図1では省いている。そしてIP電話の音質は、単にネットワークの伝送遅延やパケットロス（損失）だけではなく、端末から端末の間（エンドトゥエンド）のさまざまなパラメータのバランスで決定される。

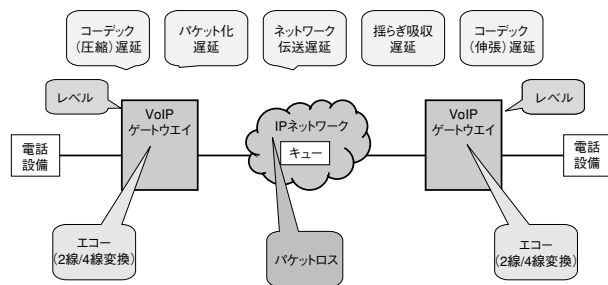


図1 IP電話における音質劣化の原因

## IP電話の音声品質基準

総務省では、IP電話サービスを行う事業者に対して、適切なサービスを公平に提供するために品質の評価基準を策定している。この基準を表1に示す。

この基準では、クラスAは従来の固定電話と同等の品質条件を満足することを示す。また、クラスBは、クラスA

表1 IP電話の音声品質基準

適切なIP電話サービスを提供するための品質確保・評価基準  
「IPネットワーク技術に関する研究会」報告書

	クラスA (固定電話並 <sup>(注)</sup> )	クラスB (携帯電話並 <sup>(注)</sup> )	クラスC
総合伝送品質率(R)	>80	>70	>50
エンドトゥエンド遅延	<100ms	<150ms	<400ms
呼損率(接続品質)	≤0.15	≤0.15	≤0.15

\*R値、遅延に関する表中の数値は95%確率で満足させるものとする。  
(注)ここでの固定電話並、携帯電話並とは、それぞれ通話品質に注目した場合を表し、その他の機能等について既存の固定電話並又は携帯電話並を求めたものではない。

よりは遅延時間が大きく、品質は多少落ちるものの携帯電話と同等の品質であることを示す。クラスCは、遅延時間・品質ともクラスBよりは落ちるが、最低限の通話が維持できるレベルを示す。

通常の電話番号0AB-J（東京であれば、03-xxxx-xxxxなど）を用いるIP電話サービスを行うためには、クラスA相当（エンドトゥエンド遅延のみ150ms未満）の品質が必要となる。

また、IP電話番号として割り当てられている050番号は、クラスC以上の品質を満足することが電気通信事業法の「事業用電気通信設備規則に基づく総務省告示第369号（平成14年6月27日）」によって定められている。

これらの規定満足するためには、各種評価パラメータの選定と評価方法が重要となる。

## 国際標準化動向

IP電話に関する通話品質の評価方法は、国際標準化団体であるITU-T（国際電気通信連合-電気通信標準化部会）およびETSI/TISPAN（欧州テレコム標準化協会/高度テレコム&インターネット融合サービス・商品ネットワーク）などが検討している。

しかし、公衆電話サービスとしてのIP電話は日本が世界でも最先端の領域にある。したがって、通話品質の評価方法はさまざまな手法が検討されているものの未だ完全に確立された状態ではない。

そこで、日本の標準化団体であるTTC（情報通信技術委員会）では、2002年に国際標準化動向を見据えつつ、

\*1) 千村は、(2005年1月現在)TTC網管理専門委員会の副委員長兼IP電話通話品質SWGのリーダーとして、IP電話の通話品質評価の標準化策定を推進している。また、井坂は、TS-1001策定時のSWGリーダーを担当、有山は広帯域音声符号化に関する調査のエディタを行っている。尚、本SWGはこれまでに増減はあるものの20社以上、約40名の方々のご協力により標準策定を行っている。

日本の動向を踏まえたIP電話の品質評価法を検討すべく網管理専門委員会にサブワーキンググループ（SWG）を設けた。このSWGのリーダーに筆者の一人である千村が就任させていただいた。千村は、沖電気において1990年代の初頭からVoIP技術の開発に携わり、ITU-Tなどで標準化活動に参加していた。また、2002年4月からIP電話の普及促進のためにIP電話普及推進センタ（IPTPC）を立ち上げ、センタ長を務めていた。その関係で、SWGリーダーを担務させていただくこととなった。

ここで、簡単に通話品質の国際標準にどのような種類があるかを解説しよう（表2）。

表2 E-modelに関連する主なITU-T勧告

区分	関連勧告
主観品質評価法	P.800 主観品質評価法（心理測定法）を勧告（MOSなど）
	P.830 CODECの主観品質評価法を勧告
客観品質評価法	P.861 (PSQM) CODECの客観品質評価法を勧告
	P.862 (PESQ) CODECを含めた非線形歪の客観品質評価法を勧告 （スケッチ等）の詳細に拡張
IP電話品質規定	Y.1540 IPネットワーク転送における速度、正確さ、独立性、可用性などの品質項目を規定する勧告。
	Y.1541 IP網目標値を規定する勧告。QoSクラスにあったIP網にVoIPアプリケーションと端末を想定してR値を試算。

通話で用いる音声の品質評価には、(1) 主観品質評価と(2) 客観品質評価、(3) 総合伝送品質評価がある。それぞれに代表的な評価法を示す。

(1) 主観品質評価

●主観品質評価（心理測定法）：音声品質の良し悪しは個人の主観によるところが大きい。一般的に、人間は「人の声はこういうものである」といった経験上の記憶があり、個人の尺度によって音声を評価している。そこで、多くの被験者を対象に通話試験を行い、被験者は感じた音声品質を以下の点数で評価する。

- 「非常に良い」：5点
- 「良い」：4点
- 「まあ良い」：3点
- 「悪い」：2点
- 「非常に悪い」：1点

この表価値の加重平均をMOS（Mean Opinion Score）値と呼ぶ。

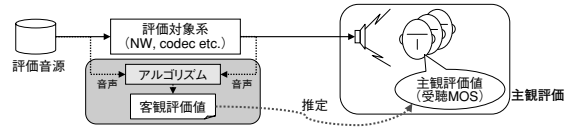
通話試験の方法や試験の環境は、ITU-T勧告 P.800として規定されている（図2）。

(2) 客観品質評価

信頼できるMOS値を得るためには、整備された試験環

(a) PESQ

音声信号処理装置の（入）出力信号の物理測定から主観品質評価特性を推定する方法。遅延、エコー、ラウドネスの評価は含まず、音質評価が目的。



(b) E-model

NW末端の品質劣化要因に対する主観品質評価特性を実験により予め求めておき、これらが複合したときの総合品質を推定する方法。

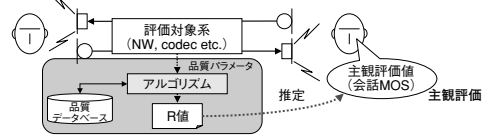


図2 主観品質の推定

境と専門の試験員、多くの被験者が必要である。よって、主観評価を頻繁に行うことは容易ではない。そこで、音声品質を左右する主な要因である遅延時間やエコー、明瞭度を個別に評価する方法が客観品質評価である。

その代表例を以下に紹介する。

●PESQ（Perceptual Evaluation of Speech Quality）  
PESQはITU-T勧告P.862で規定されている受聴品質を推定する方法である。音声のサンプルを用意し、原音と被評価システムを通過した後の音を比較する。機械的に評価可能であるが、遅延やエコーの要素が含まれないため、双方向での通話品質評価には向かない。

(3) 総合伝送品質評価

主観品質評価と客観品質評価の要素を踏まえ、総合的な通話品質を評価する指標がR値である。R値は、ITU-T勧告G.107で規定されたE-Modelに沿ったパラメータから算出される。

R値を測定できるなどという触れ込みの測定器も時折見かけるが、R値はそのまま測定できるものではない。

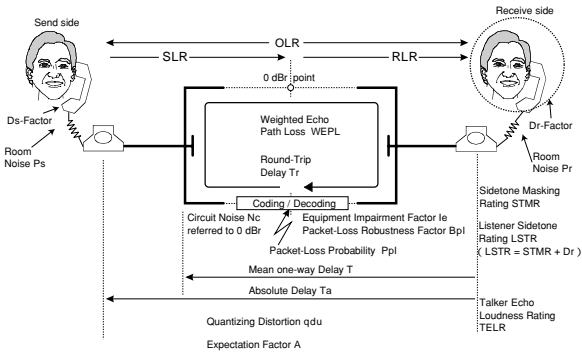
R値は、ネットワークを設計する際のプランニングツールであり、端末まで含めたネットワークの品質のバランスをどのように設計するかを定量的に算出するものである。

E-Modelの概念を図3に、R値を構成する要素を図4と表3に示す（102ページ）。

E-Modelは、受話器を用いた電話サービスの会話品質を決定するさまざまなパラメータを複合して推定するためのツールである。

R値は、雑音感、音量感、エコー・遅延、歪や途切れ感と利便性など満足感を与える要素を個別に計画の上、測定し、総合的に算出される。

このように音声品質の評価法は多くの方法がある。特に電話の評価法は発展途上である。そこで、現在の標準化動向を踏まえた上での、評価方法の標準が重要となる。



出展 ITU-TG. 107 勧

図3 【G.107】 E-modelのリファレンス接続系

基本的なコンセプト:「心理尺度上での心理要因の相加則が成り立つ」  
 入力パラメータ:20種類の入力パラメータからR値が算出される<sup>2)</sup>

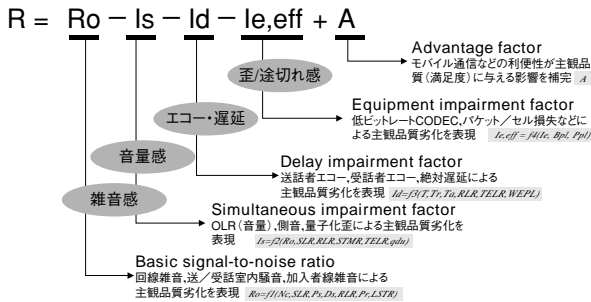


図4 【G.107】 R値を構成する要素

表3 R値パラメータの分類と要規定項目

20種のR値パラメータをデフォルト値を用いるパラメータと評価が必要なパラメータに分類し、評価の容易性と公平性(厳密性)を確保

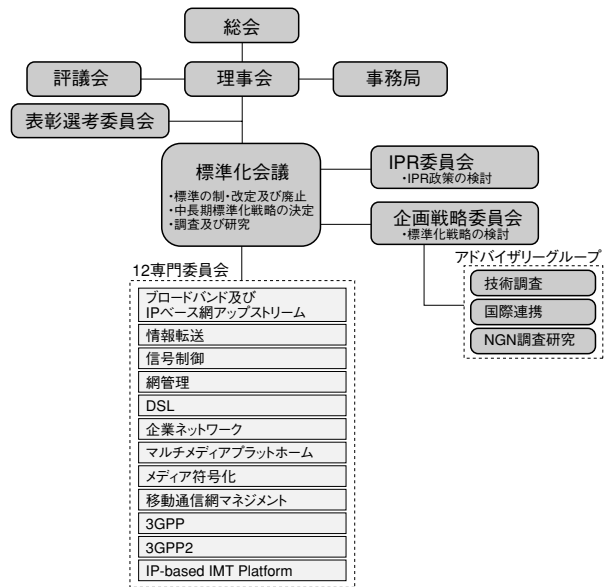
大分類	分類の考え方	パラメータ種別	パラメータおよびデフォルト値
デフォルト値を用いるパラメータ	A	アナログ伝送における通話品質パラメータなど、現在は影響がないと解釈	雑音, 受話者エコー, WEPL=110dB
	B	適用指針が不明確であり、現時点では適用が不適切	利便性などの補正項
	C	環境要因であり、制御不可能であるため、特定の環境を想定	室内騒音
	D	端末の設計パラメータであり、標準的特性を想定	音量, 側音, 感度差, 端末エコー
評価が必要なパラメータ	IP電話サービスの設計パラメータであり、R値算出の際に評価が必要	音質, エコー, 遅延	qdu, Ie, Bpl, Ppl, TELR (PSTNエコー), T, Ta, Tr

音質に関するパラメータは、G.113 Appendix Iに掲載されていないパケットサイズとIe,effとの関係を明確化し、同Appendixの適用範囲を拡充

標準がないと事業者やベンダの都合の良い評価方法が選択され、ユーザは何を信じればよいかわからなくなる。このような状況は、IP電話の健全な発展にとっては、好ましくない。そこで、TTCではIP電話の通話品質について検討するグループを発足させた。以下にTTCの組織構成を簡単に述べる。

### TTCの組織構成

TTC(情報通信技術委員会)は、日本の通信事業者や主要ベンダによって構成される技術検討団体である。標準を決定する標準化会議の下に12の専門委員会が設けら



IPR: Intellectual Property Right (知的財産権)  
 NGN: Next Generation Network (次世代ネットワーク)  
 IP: Internet Protocol (インターネットプロトコル)  
 DSL: Digital Subscriber Line (高速デジタル加入者線)  
 3GPP: 3rd Generation Partnership Project (第3世代パートナーシッププロジェクト)  
 3GPP2: 3rd Generation Partnership Project two (第3世代パートナーシッププロジェクト2)  
 IMT: International Mobile Telecommunication (次世代携帯電話方式)

図5 TTCの組織構成(平成16年度)

れている。IP電話の通話品質の評価は、網管理専門委員会に設けられた(図5)。

### IP電話通話品質評価法 (JJ-201.01)の概要

それでは、2002年に仕様検討され、2003年3月に制定されたIP電話通話品質評価法(JJ-201.01)について、その概要を解説する。

JJ-201.01では、受話器を用いたIP電話サービスの通話品質をITU-T勧告G.107のE-Modelに則ってR値を評価することを基本としている。

すなわち、音にも色々種類はあるが、「電話サービス」を前提に「人間の声」である300Hzから3400Hzまでの信号周波数を対象としている。

評価に当たっては、レファレンス系と呼ばれる測定の基準を設定する。レファレンス系には、サービスを行う上で最も平均的な距離や回線速度を示す「標準系」と、ルータ段数や回線速度などがサービス提供上で最も厳しい「限界系」とがある。このようなレファレンス系を決め、R値の各要素を設定、あるいは測定する。その測定したR値からMOS値を推定する。

しかし、会話の品質は言語などに依存することが最近の研究で明らかになっている。つまり、日本人の感じる音と欧米人の音では同じ音を聞いてもMOS値に違いがある。ITU-Tで勧告化されているR値とMOS値の変換式

は、欧米人のデータで作成されている。そのため、JJ-201.01では、R値から求めた欧米人のMOS値を日本人の感じるMOS値に変換する対応表を掲載した。

また、R値では突発的な負荷によりパケット損失や機器の実装による差異などの評価が不十分であるといった課題が指摘されている。

そこで、JJ-201.01では、R値を補完する方法として以下の3点を評価することを推奨している。

- ① 遅延時間、② エコー、③ 音質：主観評価によるMOS値または客観評価によるPESQ値

これらの要素は、より公平にかつ厳密に評価を行うための補完的な項目である。

### TS-1010の概要

JJ-201.01を制定後の2004年に、無線LANを用いたIP電話のニーズが高まってきた。しかし、無線LANでは「限界系」に当たる概念が曖昧であり、また国際的にも評価方法の検討が初期の段階にあった。

そこで、TTCでは通話品質評価SWGの下に無線IP電話通話品質評価アドホック(wladhoc)を発足し、無線IP電話サービスを検討している事業者および機器開発ベンダを中心に検討を行った。

その結果、無線LANだからと言って評価の指標を変える必要はなく、評価の際の条件設定の考え方を明確にすべきとの結論に至った。

そこで、検討された結果を、2004年7月にTS-1010として、仕様化した(図6)。(この段階で標準としなかったのは、国際動向が不透明なため、仕様の妥当性を見極める期間を置いて標準化すべきとの考えからである)

TS-1010では、無線の評価対象空間の限界を決める要素を「受信入力レベル」とした。無線LANの場合、限界の条件には、基地局からの距離や電界強度などさまざまな要素が考えられたが、端末の形状などに依存せず、IEEE802規格に則って測定可能な要素が望ましいとの考えから「受信入力レベル」を選択した。また、無線LANの区間でのトラヒック(通信量)の定義とサービス上の制限事項を明確にしてから測定することを推奨した。

これは、無線LANでのQoS(Quality of Service)の制御方法の標準化が未確立であり、実装方法によって特性が異なることから、サービスの条件を明示して品質評価を行い、その結果を明らかにすることが望ましいと考えたためである。

### 今後の予定

今後は、ITU-T勧告の動向に対応し、ソフトフォンなど

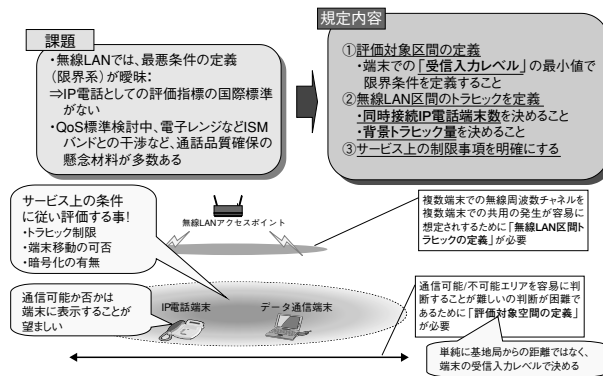


図6 無線LANを用いたIP電話の通話品質評価の概要

表4 TTC標準化計画 (IP電話通話品質評価)

2002年度	2003年度	2004年度	2005年度(計画審議中)
▲ 2002年9月 TS-1001 IP電話通話品質 評価法仕様制定  ▲ 2003年3月 JJ-201.01(1版) IP電話通話品質 評価法標準制定		▲ 2004年7月 TS-1010 無線LANを用いたIP 電話の通話品質評価 法に関する留意事項 の仕様を制定  ▲ 2005年3月 JJ-201.01(2版) IP電話通話品質 評価法標準改訂 (国内の利用状況を 考慮した補期追加)  ▲ 2005年3月 広帯域音声符号化を用 いたIP電話の通話品質 評価法の動向調査	▲ 2006年3月 JJ-201.01(3版) IP電話通話品質評価 法標準改訂 (ITU-T勧告及びIP電 話の多様化に対応)

の評価や事業者間にまたがるケース、サービス運用中の評価方法について標準化していく予定である。また、IP電話では、3.4KHzの音声帯域だけでなく7KHzなどの広帯域音声符号化(沖電気のe音IPフォンなど)を用いた応用も可能であり、特に電気通信事業法上の規制もないため、普及に向けて調査を進めていく予定である(表4)。

最後に、本SWGでの検討は、沖電気だけでなく、多くの参加社の方のご協力を得ている。この場を借りて、参加社の皆さんに心から御礼を申し上げます。 ◆◆

### 参考文献

- 1) 千村保文・村田利文監修：「改訂版SIP教科書」, インプレス, 2004年12月
- 2) IP電話普及推進センタ編著：「IP電話標準テキスト」, リックテレコム

### 筆者紹介

千村保文：Yasubumi Chimura. IPソリューションカンパニー VP  
 井坂正純：Masazumi Isaka. IPソリューションカンパニー ビジネス本部 SE第二部  
 有山義博：Yoshihiro Ariyama. IPソリューションカンパニーソリューション開発本部 CPEソリューション開発部