

電話機通話品質標準規格

IP 電話端末（ハンドセット）

測定法

CES-Q003M-1

2004年9月30日

情報通信ネットワーク産業協会

目 次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. 本規格の目的 | 2 |
| 2. インターフェース | 2 |
| (1) 機能・構成 | 2 |
| (2) 各部の特性 | 2 |
| 3. 測定信号 | 4 |
| 3.1 擬似音声を使用する場合 | 4 |
| 3.2 実音声を使用する場合 | 5 |
| 4. ラウドネス定格 | 5 |
| 5. 遅延時間 | 5 |
| 5.1 送話遅延時間 | 5 |
| 5.2 受話遅延時間 | 6 |
| 6. 歪み劣化指数 <i>IE</i> 測定 | 6 |
| 7. エコーリターンロス測定 | 6 |
| 8. 端末結合損失 | 6 |
| 9. 無通話時雑音 | 6 |
| 9.1 送話 | 6 |
| 9.2 受話 | 7 |
| 10. R 値の測定 | 7 |
| 10.1 簡便法 | 7 |
| 10.2 直接法 | 10 |
| (1) 劣化指数 <i>Ie</i> | 10 |
| 測定から導出する場合 | 10 |
| 表の数値を参照する場合 | 10 |
| (2) その他の <i>E-Model</i> パラメーター | 10 |
| 10.3 測定にあつたての注意事項 | 11 |
| (1) 電氣的信号の入出力方法 | 11 |
| (2) ノイズの問題 | 12 |
| 11. I P 負荷 | 13 |
| 11.1 遅延揺らぎ | 13 |
| 11.2 パケット損失は | 13 |
| 引用規格・文献 | 14 |

1. 本規格の目的

平成15年5月20日付けで、電話機通話品質標準規格 IP 電話端末（ハンドセット）を制定した。その後、1年にわたり CIAJ 内部で運用法等を検討する過程で、海外規格との整合、説明不足、誤記などを追記訂正し、平成16年9月30日付けで第2版を作成した。これを運用するにあたり、この規格に規定された特性値をどのように測定するかを規定したものが本規格であり、特性規格の規定と表裏一体をなすものである。

2. インターフェース

ITU-T 勧告 P.1010 の Half Channel Codec の概念を適用する。

(1) 機能・構成

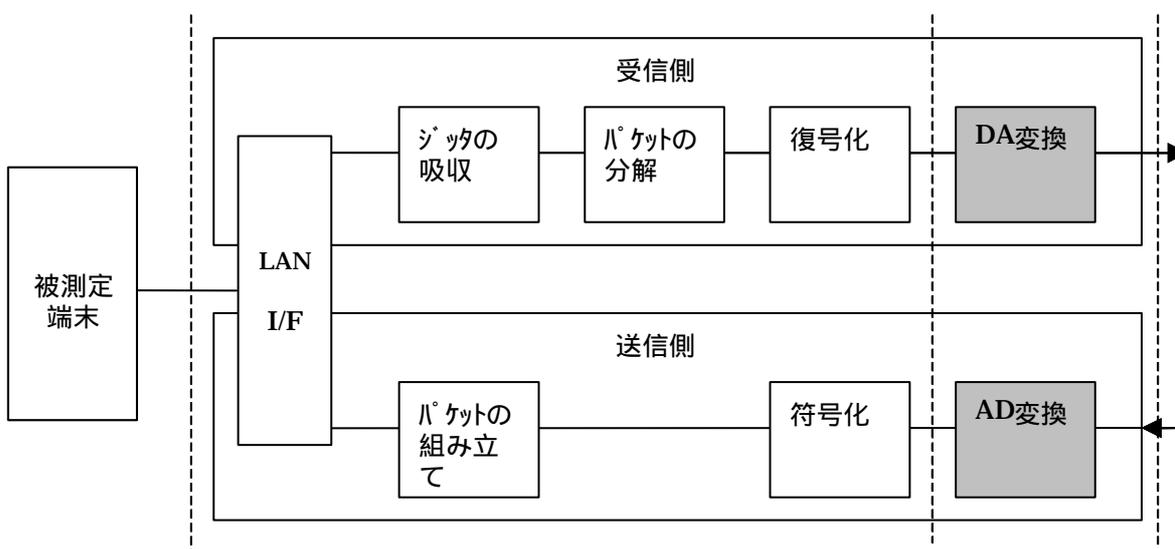


図1 / CES-Q003M-1 インターフェースの構成

注) AD, DA 変換は必須ではない。

のデジタルインターフェース、あるいは のアナログインターフェースにおいて、測定器と接続する。

この図では、被測定端末との間で呼を確立（通信状態と）する機能は、省略してある。

(2) 各部の特性

【送信部】伝搬遅延のジッタ：±10ms以下であること

周波数特性： から 、あるいは から までの周波数特性は、図2に示す ITU-T 勧告 P.310 Fig. B3/P.310 の範囲内にあること。

【受信部】伝搬遅延のジッタ：±20ms以下であること

周波数特性： から 、あるいは から までの周波数特性は、図2に示す ITU-T 勧告 P.310 Fig. B3/P.310 の範囲内にあること。

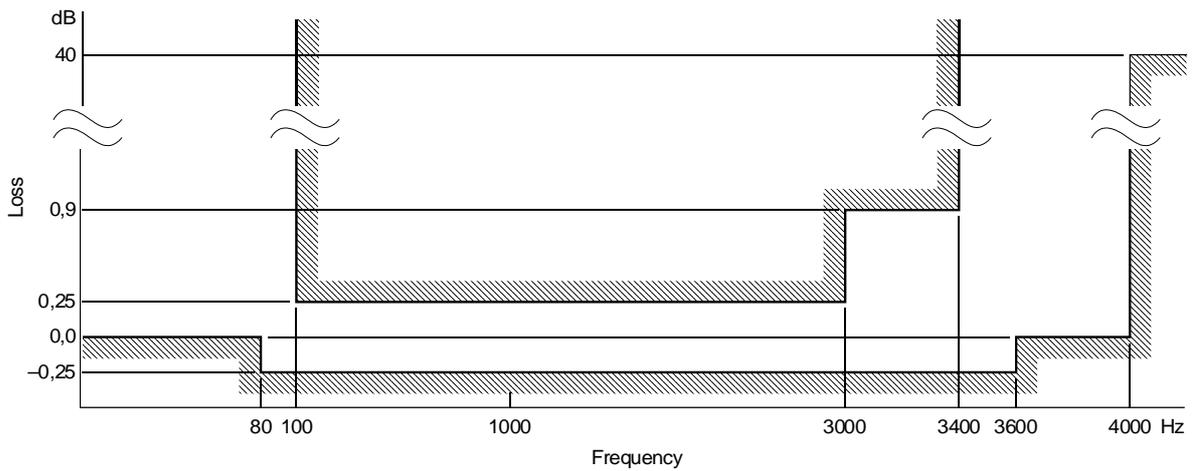


図 2 / CES-Q003M-1 インターフェース受信部周波数特性許容範囲

注) インターフェースの伝搬遅延の絶対値は問わない。(インターフェース固有の遅延時間が明確であれば、被測定端末と対向させて測定したオーバーオールの遅延時間から、この固有の時間を差し引けば、被測定端末の遅延時間が求められるため)

符号化歪み：

CIAJ 規格 CES-Q003 に定める IP 負荷条件において、 に於ける信号を入力信号、 に於ける信号を出力信号としたとき、ITU-T 勧告 P.862 に従って求められる PESQ の値が、図 3 の範囲にあるものとする。

注) 送話遅延時間の測定時は、IP 網側の劣化無し状態で測定する。従って、被測定端末と対向するインターフェースの遅延揺らぎに対する耐性は、被測定端末の送出パケットの揺らぎ程度の範囲で有ればよい。

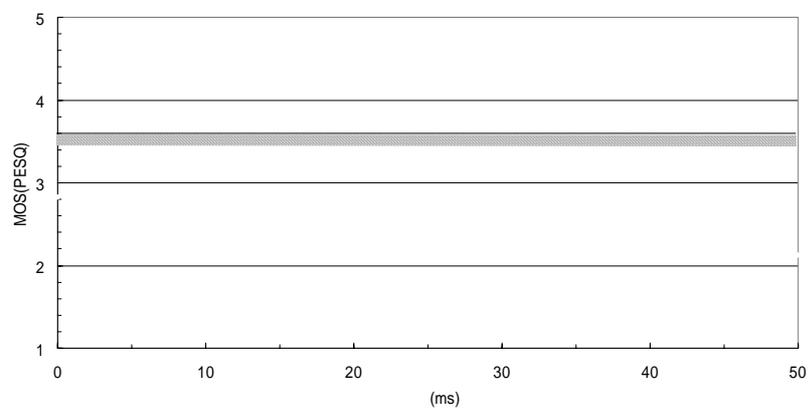


図 3 / CES-Q003M-1 インターフェース受信部の遅延揺らぎに対する MOS(PESQ)許容範囲

レベル精度：ITU-T 勧告 G.711 符号化を用いた場合においては G.711 Table1a ~ 2b の Note 1 に示された関係をもってデジタル符号とアナログ信号レベル (dBm) が関係づけられる (変換される) ものとする。

その他の符号化則においては、過負荷 (最大振幅) 点が G.711 符号の場合と一致するように関係づけるものとする。

アナログ信号レベルの精度は、 ± 0.3 dB 以内とする。

3. 測定信号

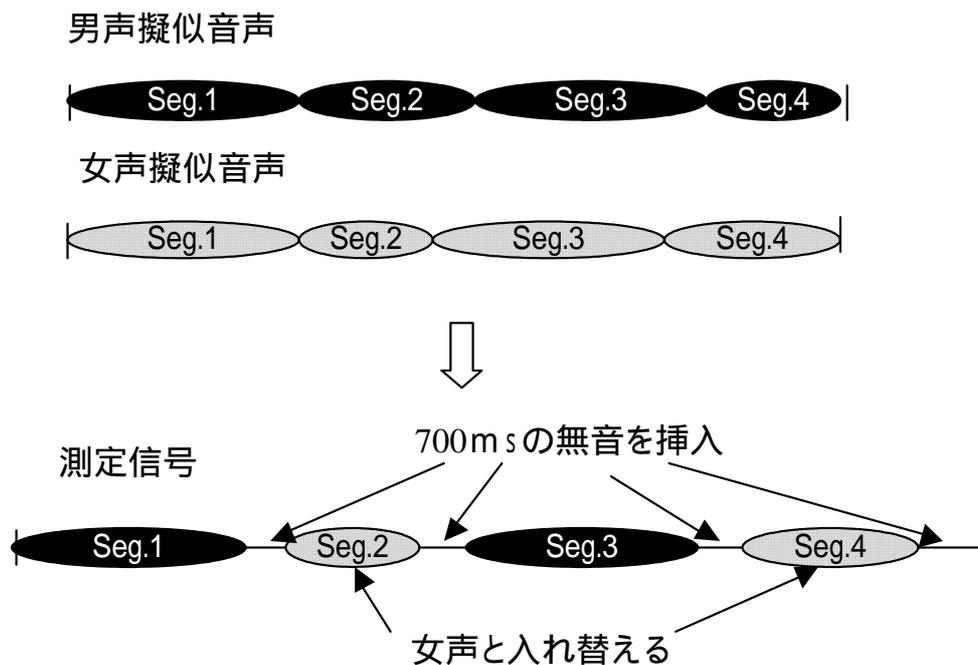
ITU-T 勧告 P.50 に準拠した擬似音声、P.800 に従って録音された 8 秒程度の実音声を使用すること。

3.1 擬似音声を使用する場合

勧告 P.50 には、男声と女声を模擬した異なる 2 種類の擬似音声 が定義されている。これらの継続時間はそれぞれ 10 秒である。

これらの原信号から以下の操作を施し、測定信号を生成する。

- ・ 短時間パワー包絡波形が収束し、個々の音韻の途中とはならない点で分割し、2,500ms (± 400 ms) の 4 つ以上の偶数個の短区間 (図 4 の Seg.N) に分割する。
- ・ 男声の偶数番短区間を女声の対応する短区間と置き換える。(女性の偶数番短区間を男声の対応する短区間で置き換える方法でもよい)
- ・ すべての短区間の境界に 700ms 程度 (± 150 ms) の無音区間を挿入する。



3.2 実音声を使用する場合

実音声を使用する場合は、少なくとも男女各 2 名以上の異なった発声者による音声サンプルを使用すること。感度、 I_e を算出する場合は、これら複数の試験信号で測定された平均値を最終的な測定値とする。

4. ラウドネス定格

IP 負荷条件は“ 0 ”として測定する。

3 章で記述した信号を使用する。

ITU-T 勧告 P.64 のデジタル電話機と同様な方法で感度を測定する。

送話の場合の MRP でのパワー平均音圧レベルは -4.7dBPa^* ($\pm 3\text{dB}$) とする。

受話の場合の IP 網送出パワー平均レベルは、過負荷点から -18dB^{**} ($\pm 1\text{dB}$) とする。

測定された感度を用い、勧告 P.79 のアルゴリズムに従いラウドネス定格を算出する。

5. 遅延時間

3 章で記述した信号を使用する。

送話遅延時間の測定においては、MRP 点の音響信号を入力信号、インターフェース受信部の あるいは の点の信号を出力信号として、遅延時間測定ソフト (ITU-T 勧告 P.862 のアルゴリズム) に従い入出力信号間の短区間相互相関から遅延時間を算出する。被測定端末をインターフェースに接続した状態で、遅延時間を測定し、既知のインターフェースの遅延時間を差し引くことにより、被測定端末の遅延時間を求める。

この操作を信号の累積時間長が 3 分間以上になるように繰り返して測定をおこない、各回の測定値の平均値を測定結果とする。

測定に先だって、被測定端末の内部状態を初期化しておくこと。(リセットボタンなどが筐体外部に無い場合は、電源を OFF することによって初期化されたものと見なす)

5.1 送話遅延時間

IP 負荷条件は“ 0 ”とする。

入力信号は、MRP での音響信号(擬似口前方にハンドセットを置かない状態)とする。

従って、MRP と、被試験端末送話口の位置の違いによる伝搬遅延時間の差は無視する。

送話出力信号は、インターフェースで復号化されたデジタル信号とする。

注) 端末出力パケットはジッタをとまなうので、入出力信号の対応する 1 時刻のみの差を持って遅延時間としてはならない。

* ITU-T 勧告 P.50

** ITU-T 勧告 P.800 B.1.7 に準拠して録音した実音声では大きなピークが存在する場合があります、このような場合は、ソフトクリップ処理で過剰なピークを抑えて使用するが、 -26dB 程度まで落とした方がよい。

5.2 受話遅延時間

IP 負荷を規格 CES-Q003-1 に従って設定する。

入力信号は、インターフェースの符号化器へ入力するデジタル信号とする。

出力信号は、ITU-T 勧告 P.57 の Type 1 擬似耳を受話器に結合した時、擬似耳出力音声(電気)信号の受話入力着目点に対応する点とする。従って、端末受話器から擬似耳マイクロフォンまでの空間伝播、マイクロフォンの電気音響変換の時間は無視する。

注) 端末入力パケットはジッタをとまなうこと、一般的に端末内では、この揺らぎを吸収する機構を有しているため、入出力信号の対応する 1 時刻のみの差を持って遅延時間としてはならない。

6. 歪み劣化指数 I_e 測定

CIAJ 電話機通話品質標準規格 IP 電話端末(ハンドセット)(CES-Q003-1)に示す IP 負荷条件において、以下に規定する時間長の測定信号か、これより短い信号を用いる場合は、複数回の測定をおこない、その総時間長が以下の時間長以上であること。

| 負荷条件 | 時間長 |
|------|----------|
| 0 | 8 秒以上 |
| 1 | 94 秒以上*) |
| 2 | 32 秒以上 |
| 3 | 16 秒以上 |

*) ITU-T Y1541 勧告において、パケット損失率、遅延揺らぎは 1 分間以上の観測値としているが、一般的なパケットサイズ 10~30ms で廃棄されるパケット数は 1 分間では 6~18 個になる。少ない廃棄数では、廃棄された箇所によって劣化が異なる。このため測定値の安定性を確保する意味から 30ms のパケットサイズでも廃棄数が 10 個以上となるような信号の時間長とした。

7. エコーリターンロス測定

ITU-T 勧告 G.122 Annex A に準拠した方法で測定する。ただし、測定信号は 3 章で記述された信号を使用する。また、周波数的に G.122 Annex B に示される $1/f$ 荷重をかけて損失とする。

8. 端末結合損失

ハンドセットを ITU-T 勧告 P.310 Fig.B8/P.310 で示されるように自由空間内に設置した状態で、第 6 項と同様にして、端末受話入力から、送話出力までの損失を測定する。

9. 無通話時雑音

9.1 送話

送話器を動作させ、送話器に対する音響信号入力がない状態において、端末出力から送出されるパケットに含まれる無通話信号の Psophometric 荷重信号パワーレベルを測定する。Psophometric 荷重は、ITU-T 勧告 O.41 で規定される。

9.2 受話

端末に対して IP 網側から G.711 符号化の信号レベル 0 (μ 則) のデジタル符号を入力した状態において、受話器に結合された ITU-T P.57 Type 1 擬似耳で検出される無通話時雑音の A 荷重音圧レベル (dBPa(A)) を測定する。A 荷重は IEC651 勧告で示される。

10. R 値の測定

10.1 簡便法

ITU-T勧告P.862に示された音声歪みの客観測定法(PESQアルゴリズム)により平均オピニオン値(MOS)を推定する。

ITU-T勧告G.107 Fig.B2あるいはAppendix Iに示される変換式を用いて、このMOSをR値に変換する。

但し、この方法が適用出来るのは

- ・ 端末の遅延時間が短く、かつエコーリターンロスが十分大きい場合
- かつ
- ・ 電話機としての電気・音響的特性がG.107のデフォルト値に近いことが確認されている場合に限定される。

被測定端末の入出力信号は以下のようにする。

送話：

入力信号：擬似口前方のMRPに置かれたマイクロフォン出力信号

出力信号：インターフェースで復号化されたデジタル信号

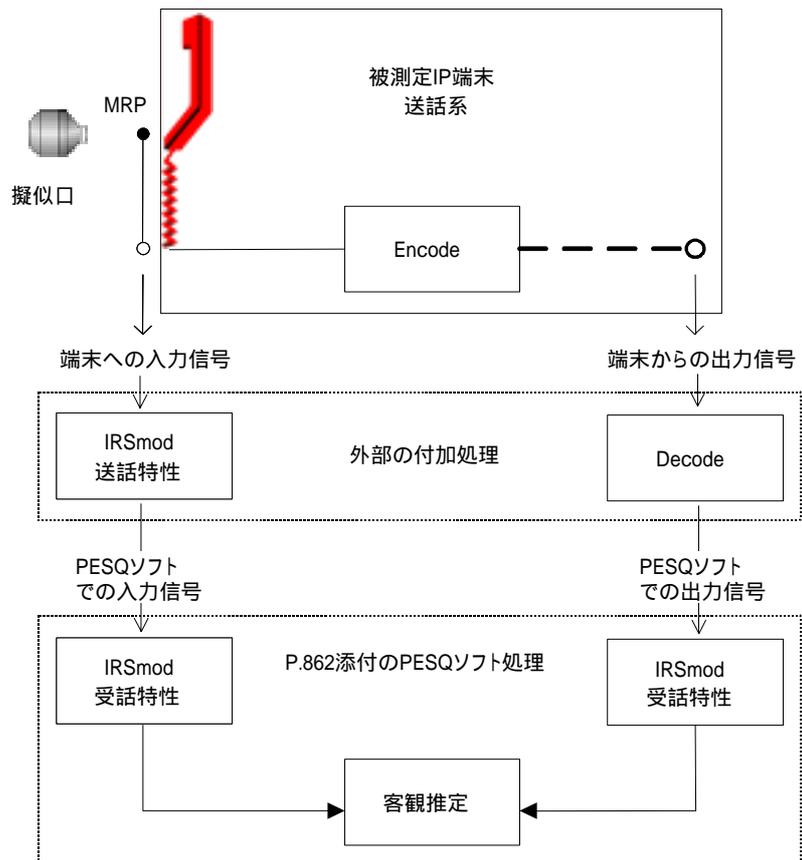
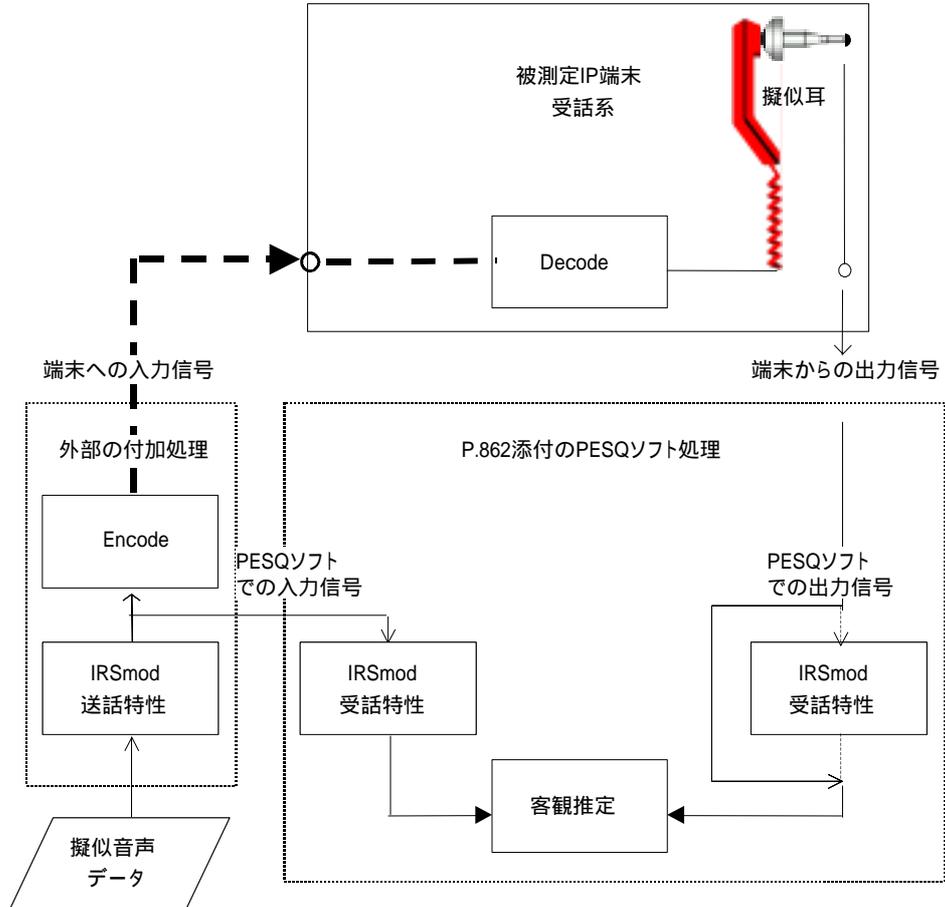


図 5 / CES-Q003M-1 送話 MOS 特性推定時の入出力信号の取得点
(太波線は IP 区間)

受話：

入力信号：インターフェースの符号化器へ入力するデジタル信号

出力信号：受話器に結合された擬似耳の出力信号



注)ITU-T勧告P.862に添付のソフトでは、IRSmod受話特性がソフト内部に組み込まれており、入出力信号に付加されるが、出力信号に対して付加されない (図の点線を実線のように改造する必要がある)。

図6 / CES-Q003M-1 受話 MOS 特性推定時の入出力信号の取得点
(太波線は IP 区間)

注)ITU-T 勧告 P.862 に添付されているソフトのように、出力側信号に対してはソフト内部で Mod.IRS 受話特性が入るものがあり、使用にあたって注意を要する。(受話の MOS 推定には、この特性を除去して計算する必要がある)

MOS から R 値への変換

ITU-T 勧告 G.107 Fig.B2 の MOS - R の変換曲線あるいは、APPENDIX I の変換式を用いて R 値に変換する。

10.2 直接法

(1) 劣化指数 le

測定から導出する場合

ITU-T 勧告 P.833 (主観評価)、P.834 (客観評価) に示された方法により導出する。

ITU-T勧告P.834に示された方法により、劣化指数 le をITU-T勧告P.862に示されたような音声歪みの客観測定法を拡張して le を直接求める。ITU-T勧告G.107において、求められた le および、測定された端末のラウドネス定格、遅延時間、エコー減衰量等のパラメータを適用してR値を求める。

パラメーターのうち、

D_r 、 D_s ：送話器の近接音源と遠方音源に対する感度の違いを表す係数

については、端末（ハンドセット）の形状が伝統的な固定電話機と大幅に変わらない限り、G.107のデフォルト値を用いて良い。

P_s 、 P_r ：端末の周囲騒音音圧レベル

については、高騒音下で使用される場合を除き、G.107のデフォルト値を用いて良い。

量子化歪み単位数：PSTN側はG.711符号化の1リンクを想定しているのので、“1”に固定。利便性ファクタ A は、本規格は固定電話機を想定しているのので“0”に固定。

送話者エコーラウドネス定格 TEL_R 、荷重エコー減衰量 WEP^1_L については、端末がエコーキャンセラーを内蔵しているため*、十分なS/Nを持って測定できない場合については、G.107のデフォルト値を用いて良い。

0 dB_r点での回路雑音 N_{cl} は、送話器への周囲騒音の入力が無い状態で測定する。雑音レベルが低く、測定限界を下回る場合は、G.107のデフォルト値としてよい。

受話側の残留雑音 N_{for} は、パケット上の音声データ（ペーロード）として“信号無し”状態としたときの音響的雑音出力とする。雑音レベルが低く、測定限界を下回る場合は、G.107のデフォルト値としてよい。

表の数値を参照する場合

以下の条件が満たされる場合は、ITU-T G あるいは P シリーズ勧告に掲載された数値を使用することが出来る。**

- ・ 端末の「ジッタバッファ」は IP 網で発生する「遅延揺らぎ」を完全に吸収でき、端末では、新たなパケット損失は発生しない。
- ・ 端末内での音声信号符号・復号器は IT²U-T に完全に準拠している。

(2) その他の E-Model パラメーター

送話ラウド[†] 初定格 (SLR)、受話ラウド[†] 初定格 (RLR)、側音マスク[†] 定格 (STMR)、荷重エコー

* IP フォンにおける受話器側から音響的に漏れて送話器に戻る音声信号の損失を大きくするための音響エコーキャンセラーあるいは、TA 内部のハイブリッドで電氣的に戻る音声信号の損失を大きくする回線エコーキャンセラーを指す。これらの損失が小さいと、対向側で送話者エコーを生ずることになる。

** 具体的には ITU-T Rec. G.113 Appendix I および TTC 標準 JJ-201 の 6.2.1 項参照のこと

経路損失 (WEPL)、平均片道遅延時間 (T)、送話側で発生する回路雑音 (Nc)、受話側で発生する残留雑音 (Nfor) は上記の方法で求めた測定値を使用する。

TELR (送話者エコーラウドネス定格) は、 $TELR = SLR + RLR + ELR$ として算出。

送話の D ファクター (Ds)、受話の D ファクター (Dr) は送話器、受話器の外部形状、指向性に依存して決まるが、通常の固定電話ではほぼ G.107 勧告中の標準値とみて差し支えないことと、測定には空間的な音響状態を一定に保てる設備が必要であるためここでは記述していない。

送話、受話側の周囲騒音レベル Ps, Pr も同様な理由から勧告中の標準値を使用する。

また、PCM 符号化に伴う、量子化ひずみ単位 (qdu)、利便性に依存する期待ファクター (A) についても勧告に示された標準値を使用する。

表 1 / CES-Q003M-1 R 値導出に使用する E-Model パラメータの推奨値と許容値

| E-Modelパラメータ | パラメータ略号 | 通話方向 | | | |
|-------------------------|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| | | 端末 PSTN | | 端末 PSTN | |
| | | 推奨値 | 近似値 | 推奨値 | 近似値 |
| 送話のラウドネス定格 | SLR | 測定値を使用 | - | 測定値を使用 | - |
| 受話のラウドネス定格 | RLR | 測定値を使用 | - | 測定値を使用 | - |
| 側音マスキング定格 | STMR | 測定値を使用 | - | 測定値を使用 | - |
| 受話側音定格 | LSTR | 測定値を使用 | STMR+Dr | 測定値を使用 | STMR+Dr |
| 送話のDファクター | Ds | "3"に固定 | - | "3"に固定 | - |
| 受話のDファクター | Dr | "3"に固定 | - | "3"に固定 | - |
| 送話者反響ラウドネス定格 | TELR | 65dB固定 | - | ELRは測定値を使用 | 65dB |
| (受話者反響) 荷重反響経路損失 | WEPL | 110dBに固定 | - | 110dBに固定 | - |
| 反響路平均片方向伝搬遅延時間 | T | 測定値を使用 | - | 測定値を使用 | - |
| 反響路一巡伝搬遅延時間 | Tr | 2 x Tを使用 | - | 2 x Tを使用 | - |
| 反響の無い場合の片方向伝搬遅延時間 | Ta | Ta = T | - | Ta = T | - |
| 量子化歪み単位 | qdu | "1"に固定 | - | "1"に固定 | - |
| 機器劣化指数 | le | 測定値 | - | 測定値 | - |
| パケット損失に対する耐性ファクター(使用せず) | Bpl | - | - | - | - |
| ランダム生起のパケット損失率(使用せず) | Ppl | - | - | - | - |
| 送話側回路雑音レベル | Nc | 測定値 | -70dBm0p | 測定値 | -70dBm0p |
| 受話側残留雑音レベル | Nfor | 測定値 | -64dBm0p | 測定値 | -64dBm0p |
| 送話者周囲騒音レベル | Ps | "35 dBA"に固定 | - | "35 dBA"に固定 | - |
| 受話者周囲騒音レベル | Pr | "35 dBA"に固定 | - | "35 dBA"に固定 | - |
| 利便性ファクター | A | "0"に固定 | - | "0"に固定 | - |

10.3 測定にあつたでの注意事項

(1) 電気的信号の入出力方法

GW タイプにおいては、FXS 端子に対して直接電気的に入出力する方法をとってもよい。

この場合、入力時の信号源インピーダンスは 600 Ω とし、入力レベルは -15 dBm とする。また、直流ループを形成し、通話状態を維持するものとする。

出力側の負荷インピーダンスは 600 Ω とし、直流ループを形成し、通話状態を維持するものとする。出力検出装置の入力インピーダンスは、負荷インピーダンスに影響を与えないよう、十分高い値とする。

入力、出力とも直流電流は、製造者の推奨値を使用する。

以下の条件を満たす場合、ハンドセット端子 (モジュラーコネクタ) を利用し入出力する方法を暫定的に認める。

- ・ 入力信号源のインピーダンス、信号レベルが送話器を使用した場合と同等であること。
- ・ 出力終端インピーダンスが受話器を使用した場合と同等であること

(2) ノイズの問題

電話周波数帯域内で、測定に用いる（擬似）音声信号に比べ 30 dB 以上の S/N を確保すること。

11. IP 負荷

11.1 遅延揺らぎ

生起確率は次の指数分布に従うものとする。

確率密度分布関数 $f(x)$ は、

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

ここで λ は生起確立を決めるパラメータである。

この規格でいう“遅延揺らぎ幅”とは、ITU-T 勧告 Y.1541 Appendix II で定義される IPDV であり、 1×10^{-3} の生起確立に相当する“揺らぎ幅”である。

例えば、IPDV を 50 ms とすると、指数分布の累積確率

$$P(x < x_0) = \int_0^{x_0} f(x) dx = 1 - e^{-x}$$

から、 λ は 0.13816 となる。

参考までに、指数分布の平均値は、 $1/\lambda$ なので、このときの遅延揺らぎの平均値は 7.238 ms となる。

表 2 に、各負荷条件に対する λ の値を示す。

表 2 / CES-Q003M-1 IP 網負荷遅延揺らぎの設定値と許容誤差

| 条件番号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|---|--------|--------|--------|
| 遅延揺らぎ幅 (規定値 ; 累積確率 99.9%点 ms) | - | 10 | 25 | 50 |
| 上記許容誤差 (ms) | - | ±2 | ±5 | ±10 |
| 遅延揺らぎ幅平均値 (ms) | - | 1.48 | 3.66 | 7.24 |
| 上記許容誤差 (ms) | - | ±0.2 | ±0.4 | ±0.8 |
| | - | 0.6908 | 0.2732 | 0.1382 |

注) 100,000 以上のパケットにおいて適合度を確認するものとする。

11.2 パケット損失は

生起確率はランダムな一様分布とし、バースト的な生起は無いものとする。

表 3 / CES-Q003M-1 IP 網負荷パケット損失の設定値と許容誤差

| 条件番号 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------|---|-------|------|------|
| 損失率 (%) | - | 0.3 | 1 | 3 |
| 上記許容誤差 (%) | - | ±0.03 | ±0.1 | ±0.3 |

注) 100,000 以上のパケットにおいて適合度を確認するものとする。

引用規格・文献

CIAJ 電話機通話品質標準規格 IP 電話端末 (ハンドセット) CES-Q003-2 2004 年 5 月 20 日版

ITU-T 勧告 G.122 Influence of National Systems on Stability and Talker Echo in International Connections(03/93)

ITU-T 勧告 G.113 Transmission impairments due to speech processing (02/2001)

ITU-T 勧告 G.107 The E-Model, a computational model for use in transmission planning (07/2002)

TTC 標準 JJ-201.01 IP 電話の通話品質評価法 (04/2003)

ITU-T 勧告 P.50 Artificial Voices (03/93)

ITU-T 勧告 P.1010 Fundamental voice Transmission Requirements and Objectives for VoIP terminals and Gateways

ITU-T 勧告 P.310 TRANSMISSION CHARACTERISTICS FOR TELEPHONE BAND (300-3400 Hz) DIGITAL TELEPHONES(02/96)

ITU-T 勧告 P.862 Perceptual evaluation of speech quality (PESQ), an objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs(02/2001)

ITU-T 勧告 G.711 Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies (11/88)

ITU-T 勧告 P.79 Calculation of Loudness Ratings for telephone Sets (03/93)

ITU-T 勧告 P.57 Artificial ears(07/2002)

ITU-T 勧告 O.41 Psophometer for use on telephone-type circuits(10/94)

ITU-T 勧告 P.833 (主観評価) Methodology for derivation of equipment impairment factors from subjective listening-only tests(02/2001)

ITU-T 勧告 P.834 (客観評価) Methodology for the derivation of equipment impairment factors from Instrumental Models(07/2002)

IEC 651: 1979, Sound level meters