

通話品質測定法ガイドライン

I P 電話端末（ハンズフリー）

C E S - Q 0 0 9 M - 1

情報通信ネットワーク産業協会

通信品質委員会

2 0 1 0 年 3 月 2 3 日

## 目次

まえがき .....	1
1. 入出力インタフェース .....	2
1. 1. 入出力ブロック図 .....	2
1. 2. 音響インタフェース .....	2
1. 3. 電気インタフェース .....	3
2. 送話受話感度の定義とラウドネス定格の計算 .....	5
2. 1. 送話受話感度 .....	5
2. 2. ラウドネス定格 .....	6
3. 無通話時雑音 .....	8
3. 1. 送話無通話時雑音 .....	8
3. 2. 受話無通話時雑音 .....	9
4. 受話から送話への回り込み .....	10
4. 1. 測定信号 .....	10
4. 2. 荷重端末結合損失 .....	10
4. 3. TELR .....	10
5. ダブルトーク時の送話挿入損失と受話挿入損失 .....	11
5. 1. 音響電気インタフェース .....	11
5. 2. 測定信号 .....	12
5. 3. 損失測定信号とダブルトーク信号の分離 .....	14
5. 4. 送話挿入損失と受話挿入損失の測定 .....	17
6. 端末遅延時間 .....	18
6. 1. 音響電気インタフェース .....	18
6. 2. 網の負荷条件 .....	19
6. 3. 端末遅延時間の測定 .....	19
7. PESQ .....	20
7. 1. 音響電気インタフェース .....	20
7. 2. PESQの測定方法 .....	20
あとがき .....	21

## まえがき

ハンズフリー電話端末の通話品質を測定するに当たり、測定法をまとめた。

## 1. 入出力インタフェース

### 1. 1. 入出力ブロック図

ハンズフリー電話端末における入出力インタフェースの音響インタフェースと電気インタフェースの構成は 図1 のとおりである。

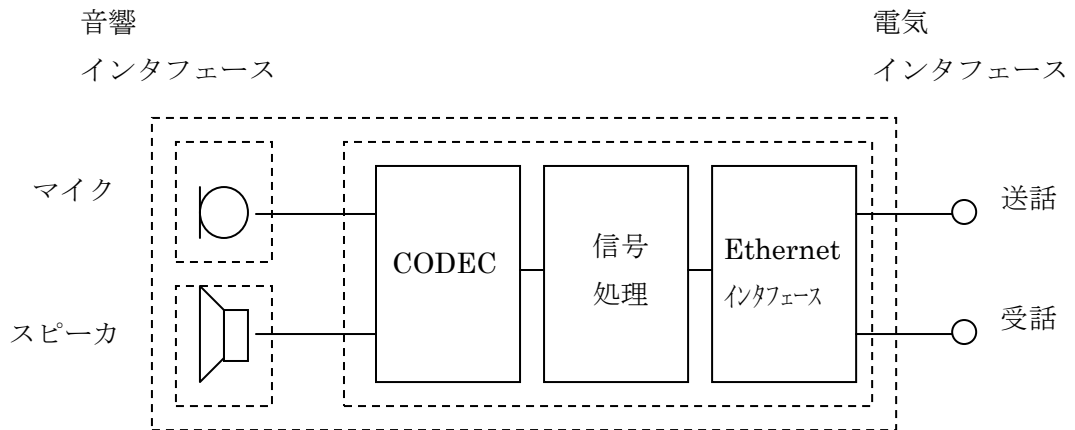


図1 ハンズフリー構成

### 1. 2. 音響インタフェース

マイクに音響入力するインタフェースは 図2 のとおりである。擬似口の音圧はMRP (リップリングから 25mm) で  $-4.7 \text{ dB Pa}$  とし、入力音圧  $P_{in} (\text{Pa})$  とする。信号は擬似音声または録音実音声とする。

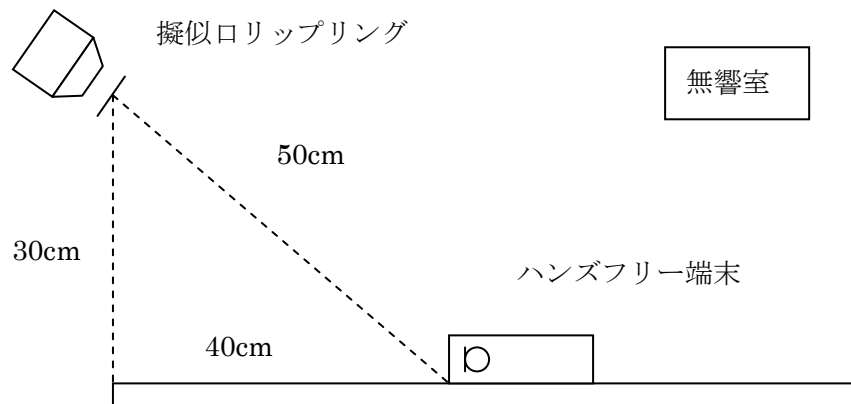


図2 マイク入力

スピーカの音響出力を測定するインタフェースは 図3 のとおりである。自由音場でフラットになるように標準マイクロホンをセットし、測定した音圧を出力音圧  $P_{out}$  (Pa) とする。

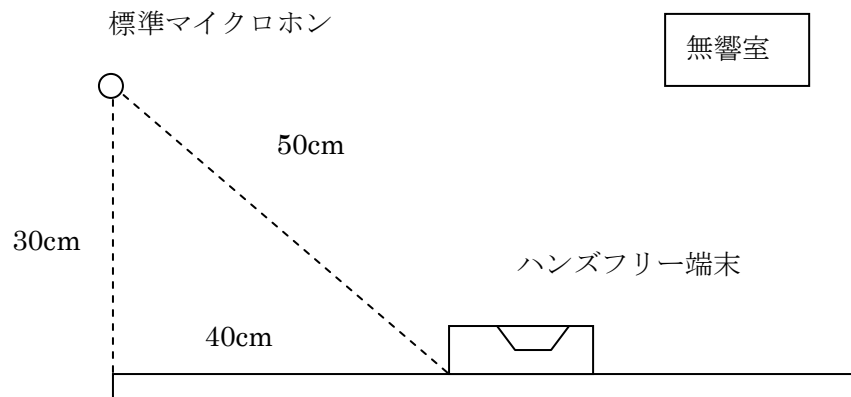


図3 スピーカ出力

### 1. 3. 電気インタフェース

送話出力を測定する電気インタフェースは 図4 のとおりである。標準コーデック (出力  $600\Omega$ ) で終端し  $600\Omega$  負荷端の電圧を測定する。測定した電圧を出力電圧  $E_{out}$  (dBV) とする。

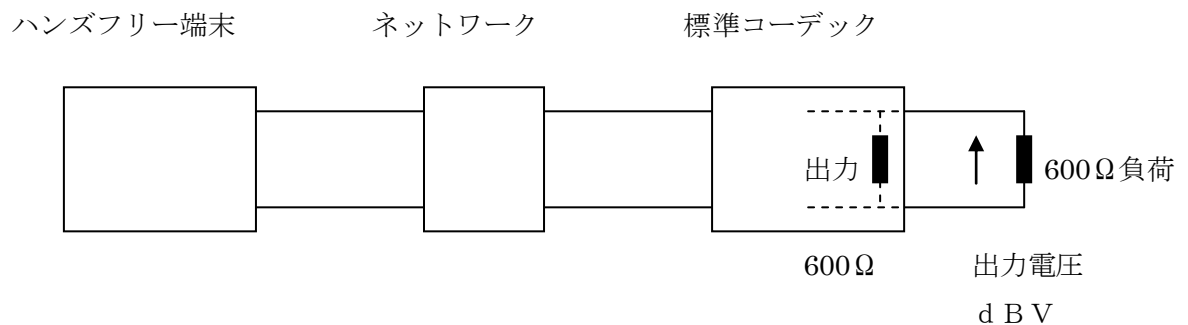


図4 送話出力

受話入力を与える電気インターフェースは 図5 のとおりである。標準コーデック（入力600Ω）で終端し 600Ω 出力の信号源を接続する。信号源インピーダンスは 1Ω 以下とする。信号源の電圧は -12 dBV とし、入力電圧  $E_{in}$  (dBV) とする。信号は擬似音声または録音実音声とする。

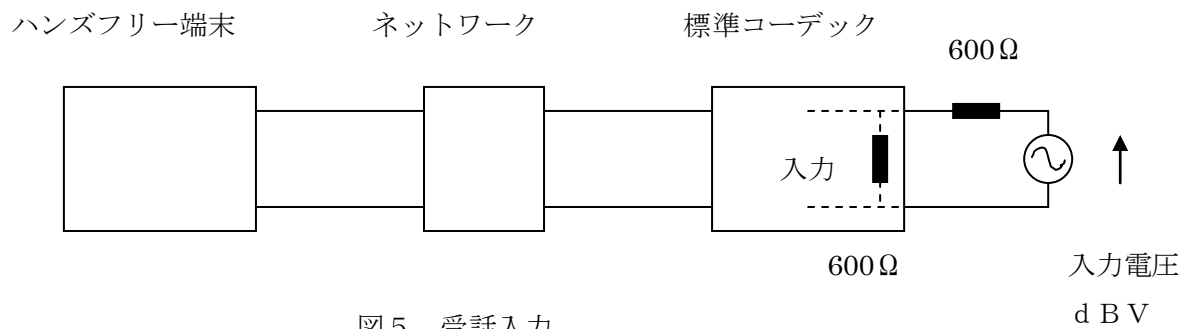


図5 受話入力

標準コーデックはハンズフリー端末などを改造し、アナログ（またはデジタル）600Ω入出力としコーデックゲインは0 dBに合わせ、AGCやエコーキャンセラーなどの非線形処理の回路をはずしリニアな回路にすること。

## 2. 送話受話感度の定義とラウドネス定格の計算

### 2. 1. 送話受話感度

送話感度  $S_s$  は 式1 のように定義する。

$$S_s = E_{out} - P_{in} \quad (\text{dB} : \text{V} / \text{Pa}) \quad \text{式1}$$

表1 に示す周波数バンドにおける送話感度を  $S_{s i}$  とする。

受話感度  $S_r$  は 式2 のように定義する。

$$S_r = P_{out} - E_{in} + 6 \quad (\text{dB} : \text{Pa} / \text{V}) \quad \text{式2}$$

表1 に示す周波数バンドにおける受話感度を  $S_{r i}$  とする。

Band No.	周波数
i	f
4	200
5	250
6	315
7	400
8	500
9	630
10	800
11	1000
12	1250
13	1600
14	2000
15	2500
16	3150
17	4000

表1

2. 2. ラウドネス定格

送話ラウドネス定格は 式3 のように計算する。

$$SLR = \frac{-10}{0.175} \log_{10} \sum_{i=4}^{17} 10^{0.1 \times 0.175 (S_{si} - W_{si})}$$

式3

表2 に  $W_{si}$  の値を示す。

Band No.	周波数	
i	f	$W_{si}$
4	200	76.9
5	250	62.6
6	315	62
7	400	44.7
8	500	53.1
9	630	48.5
10	800	47.6
11	1000	50.1
12	1250	59.1
13	1600	56.7
14	2000	72.2
15	2500	72.6
16	3150	89.2
17	4000	117

表2



受話ラウドネス定格は 式4 のように計算する。

$$RLR = -14 + \frac{-10}{0.175} \log_{10} \sum_{i=4}^{17} 10^{0.1 \times 0.175 (S_{ri} - W_{ri})}$$

式4

表3 に  $W_{ri}$  の値を示す。

Band No.	周波数	
i	f	$W_{ri}$
4	200	85
5	250	74.7
6	315	79
7	400	63.7
8	500	73.5
9	630	69.1
10	800	68
11	1000	68.7
12	1250	75.1
13	1600	70.4
14	2000	81.4
15	2500	76.5
16	3150	93.3
17	4000	113.8

表3

### 3. 無通話時雑音

#### 3. 1. 送話無通話時雑音

無通話時の送話出力電圧  $E_{out}$  (dBV) を測定し、表4のp s o p h o ウエイティングを掛けた値を送話無通話時雑音 ( dBV (p) ) とする。

Frequency (Hz)	Relative weight (dB)
16.66	-85.0
50	-63.0
100	-41.0
200	-21.0
300	-10.6
400	-6.3
500	-3.6
600	-2.0
700	-0.9
800	0
900	0.6
1000	1
1200	0
1400	-0.9
1600	-1.7
1800	-2.4
2000	-3.0
2500	-4.2
3000	-5.6
3500	-8.5
4000	-15.0
4500	-25.0
5000	-36.0
6000	-43.0

表4 p s o p h o ウエイティング

### 3. 2. 受話無通話時雑音

無通話時の受話出力音圧  $P_{out}$  (Pa) を測定し、表5のAカーブウエイティングを掛けた値を受話無通話時雑音 ( dB Pa (A) ) とする。

Frequency(Hz)	Relative weight (dB)
10	-70.4
12.5	-63.4
16	-56.7
20	-50.5
25	-44.7
31.5	-39.4
40	-34.6
50	-30.2
63	-26.2
80	-22.5
100	-19.1
125	-16.1
160	-13.4
200	-10.9
250	-8.6
315	-6.6
400	-4.8
500	-3.2
630	-1.9
800	-0.8
1000	0
1250	0.6
1600	1
2000	1.2
2500	1.3
3150	1.2
4000	1
5000	0.5
6300	-0.1
8000	-1.1
10000	-2.5
12500	-4.3
16000	-6.6
20000	-9.3

表5 Aウエイティング

#### 4. 受話から送話への回り込み

##### 4. 1. 測定信号

200～4kHz 帯域の断続ピンクノイズ

##### 4. 2. 荷重末端結合損失

受話入力  $E_{in}$  を 200～4kHz 帯域のピンクノイズとし、送話出力  $E_{out}$  を測定する。表1の14バンドにおいて入出力の電力減衰量を求め  $A_i$  (dB) とする。TCL<sub>w</sub>を式5で求める。

$$TCL_w = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{14} \sum_{i=4}^{17} 10^{-A_i/10} \right) \quad \text{式5}$$

##### 4. 3. TELR

TELRは式6で求める。

$$TELR = TCL_w + SLR + RLR \quad \text{式6}$$

## 5. ダブルトーク時の送話挿入損失と受話挿入損失

### 5. 1. 音響電気インターフェース

送話挿入損失を測定する時のセッティングを 図6 に示す。送話入力(擬似口)から入れ、送話出力は電気インターフェースから取る。受話入力(ダブルトーク)は電気インターフェースから入れる。送話出力に受話入力が混入しないことが前提である。

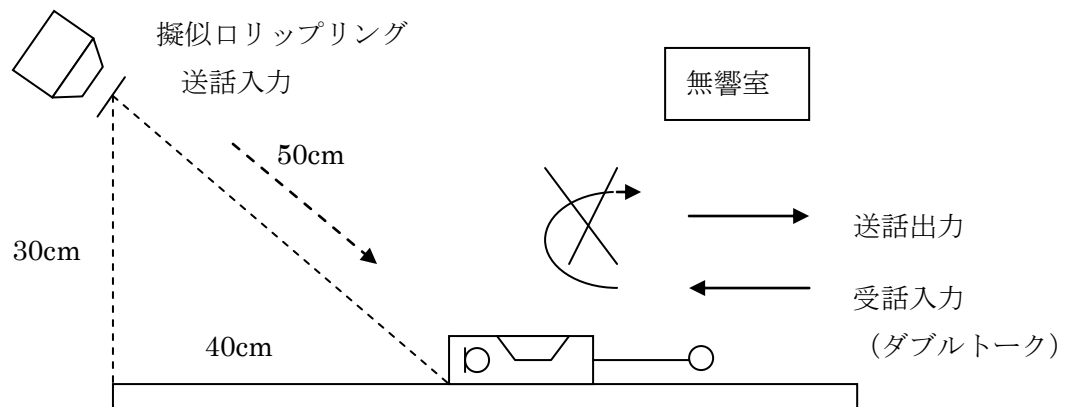


図6 送話挿入損失の測定

受話挿入損失を測定する時のセッティングを 図7 に示す。受話出力は標準マイクロホンから取る。送話入力(ダブルトーク)は擬似口から入れる。受話出力(標準マイクロホン)に送話入力(擬似口)が混入するので、送話入力を分離する必要がある。

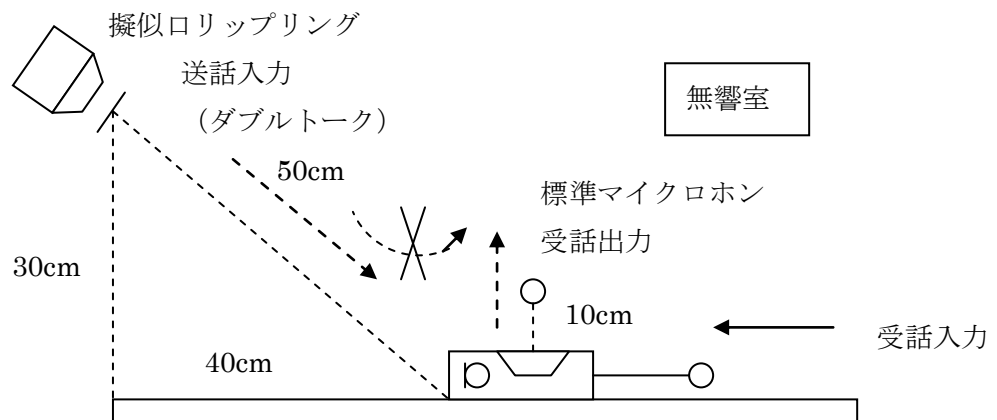


図7 受話挿入損失の測定

## 5. 2. 測定信号

音声とノイズを組み合わせたCSS信号を使用する。

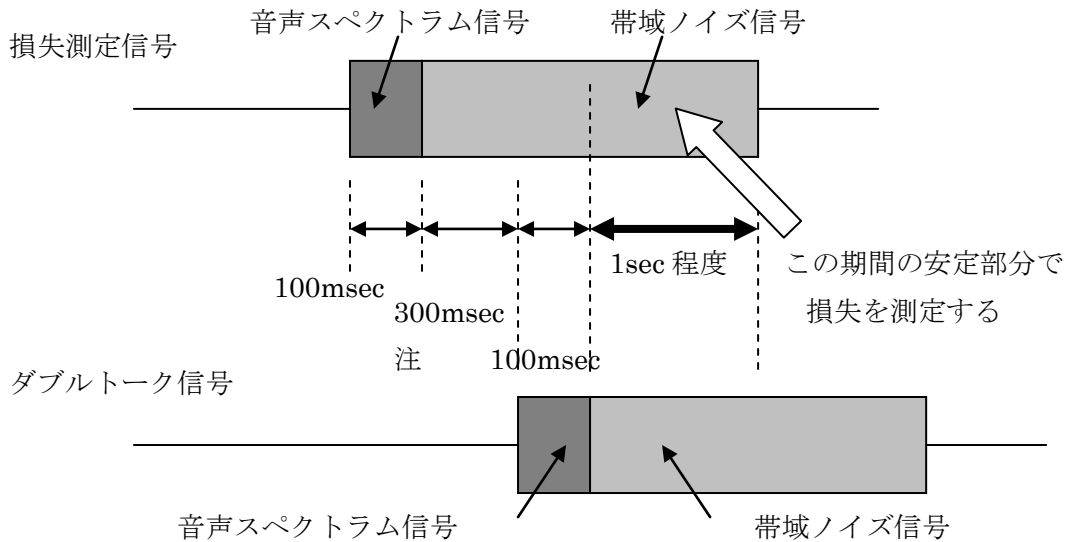


図8 測定信号とダブルトーク信号

注：時間間隔はおおよその目安である。損失測定信号とダブルトーク信号の時間差(400msec)には送話遅延時間と受話遅延時間による時間差も含まれることを考慮する必要がある。

ダブルトーク信号が先の場合のCSS信号を示す。

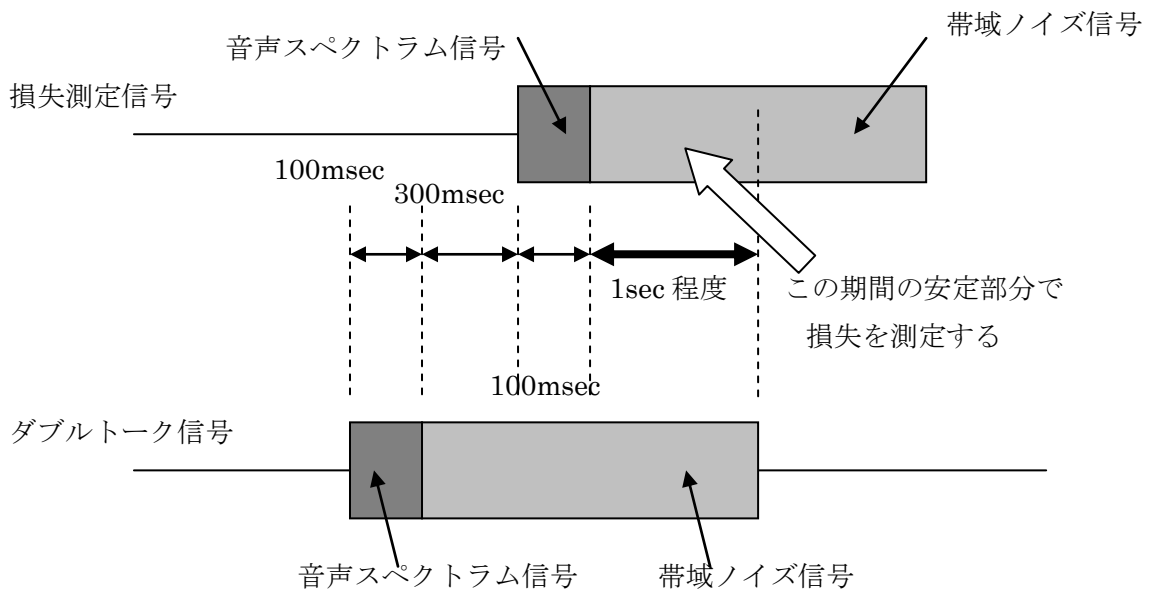


図9 ダブルトーク信号と測定信号

信号レベルの組み合わせについては、標準 と 標準-10 dB を選択した。

送話の信号（送話損失測定信号と送話ダブルトーク信号）のレベルは

-4, 7 dBPa および -14, 7 dBPa とする。

受話の信号（受話損失測定信号と受話ダブルトーク信号）のレベルは

-12 dBV および -22 dBV とする。

送話損失測定の場合の信号の組み合わせを 表6 に示す。

No.	送話損失測定音量	受話ダブルトーク入力	信号の後先
1	-4, 7 dBPa	-12 dBV	送話が先
2	-4, 7 dBPa	-12 dBV	受話が先
3	-14, 7 dBPa	-12 dBV	送話が先
4	-14, 7 dBPa	-12 dBV	受話が先
5	-4, 7 dBPa	-22 dBV	送話が先
6	-4, 7 dBPa	-22 dBV	受話が先
7	-14, 7 dBPa	-22 dBV	送話が先
8	-14, 7 dBPa	-22 dBV	受話が先

表6 送話挿入損失測定信号レベル

受話損失測定の場合の信号の組み合わせを表7 に示す。

No.	送話ダブルトーク音量	受話損失測定入力	信号の後先
9	-4, 7 dBPa	-12 dBV	受話が先
10	-4, 7 dBPa	-12 dBV	送話が先
11	-4, 7 dBPa	-22 dBV	受話が先
12	-4, 7 dBPa	-22 dBV	送話が先
13	-14, 7 dBPa	-12 dBV	受話が先
14	-14, 7 dBPa	-12 dBV	送話が先
15	-14, 7 dBPa	-22 dBV	受話が先
16	-14, 7 dBPa	-22 dBV	送話が先

表7 受話挿入損失測定信号レベル

### 5. 3. 損失測定信号とダブルトーク信号の分離

ITU-Tでは、ノッチフィルタや楕歯フィルタによる分離方法を勧告しているが、ここでは低域と高域の帯域ノイズの組み合わせでローパスフィルタによる分離方法を述べる。

CSS信号の帯域ノイズ信号を、損失測定信号側を低域バンドホワイトノイズ、ダブルトーク信号を高域バンドホワイトノイズとする。低域バンドはホワイトノイズを200～500Hzのバンドパスフィルタを通した信号とする。高域バンドはホワイトノイズを1250～3150Hzのバンドパスフィルタを通した信号とする。

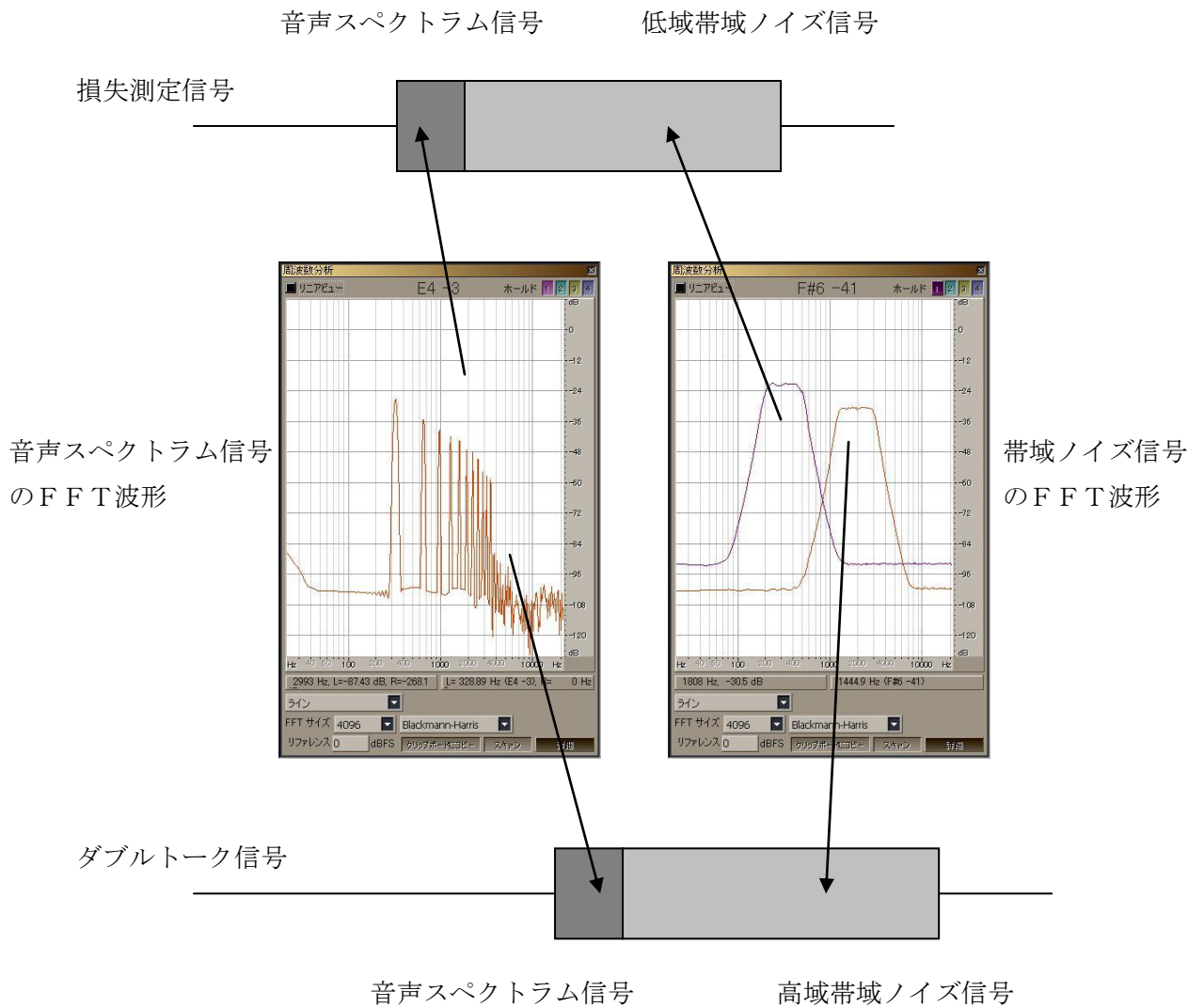


図10 測定信号とダブルトーク信号の分離



200～500Hz および 1250～3150Hz のバンドパスフィルターの減衰量特性を示す。特性は1/3オクターブフィルターを参考としている。低高のフィルターの交差部分が減衰量50dB以下が望ましい。

f	upper	lower
37	70	inf
65	61	inf
106	42	inf
154	17.5	inf
177	2	5
177	-0.3	5
183	-0.3	1.3
188	-0.3	0.6
194	-0.3	0.4
199	-0.3	0.3
501	-0.3	0.3
515	-0.3	0.4
529	-0.3	0.6
545	-0.3	1.3
562	-0.3	5
562	2	5
648	17.5	inf
943	42	inf
1530	61	inf
2701	70	inf
Hz	dB	dB

表8 200～500Hz  
バンドパスフィルター

f	upper	lower
233	70	inf
412	61	inf
669	42	inf
972	17.5	inf
1122	2	5
1122	-0.3	5
1157	-0.3	1.3
1192	-0.3	0.6
1226	-0.3	0.4
1259	-0.3	0.3
3162	-0.3	0.3
3247	-0.3	0.4
3339	-0.3	0.6
3437	-0.3	1.3
3548	-0.3	5
3548	2	5
4092	17.5	inf
5951	42	inf
9657	61	inf
17050	70	inf
Hz	dB	dB

表9 1250～3150Hz  
バンドパスフィルター

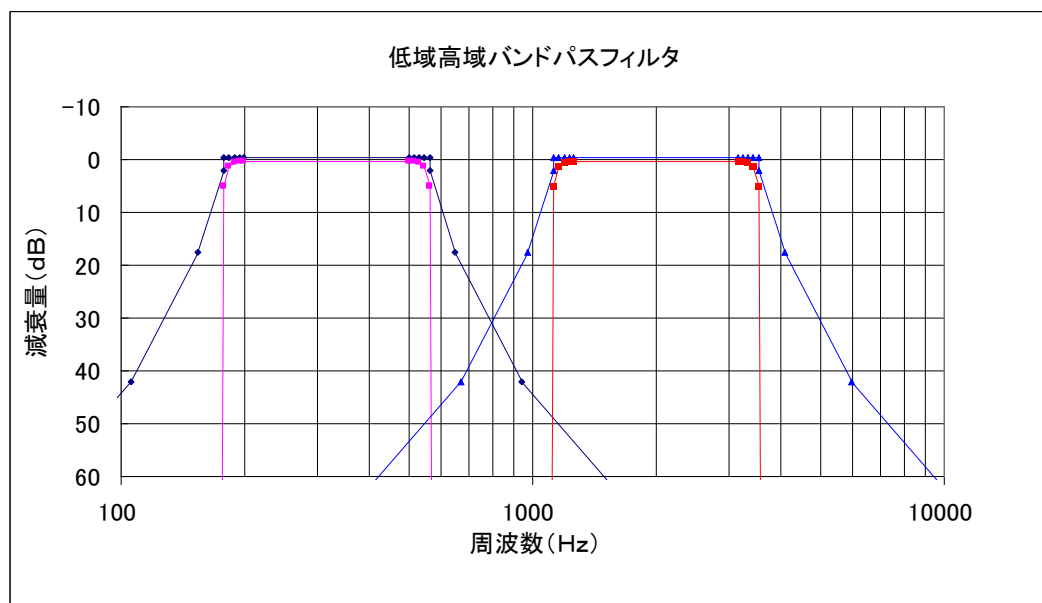


図11 バンドパスフィルターの周波数特性

損失測定信号がハンズフリー端末を通った出力信号に、ダブルトーク信号が混入している場合これを分離する必要がある。出力信号を500Hzのローパスフィルタをかけて混入したダブルトーク信号を分離する。フィルタの特性は、傾斜は先の黄色の部分を使う。

分離度を上げるために低域バンドと高域バンドは500Hzから1250Hzまで離れた。混入したダブルトーク信号が同レベルでも分離度は50dB以上になる。

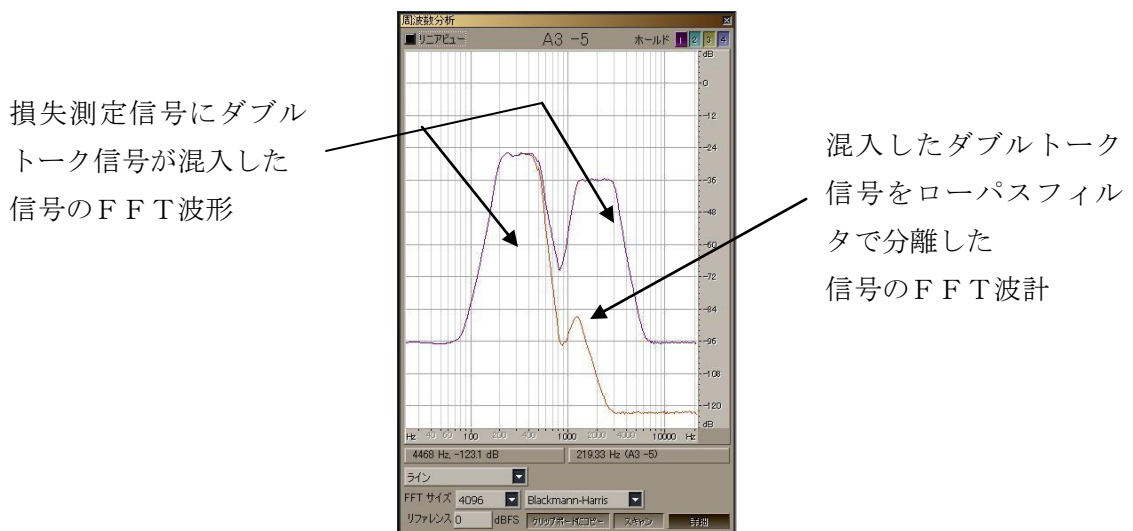


図12 測定信号とダブルトーク信号の分離

測定信号が低域のみに分布していると制御方式で動作が正確でない場合などが考えられる。このような場合には図13のように測定信号とダブルトーク信号を周波数で交互に配置する。ダブルトーク信号を分離するにはバンドパスフィルタを使用する。

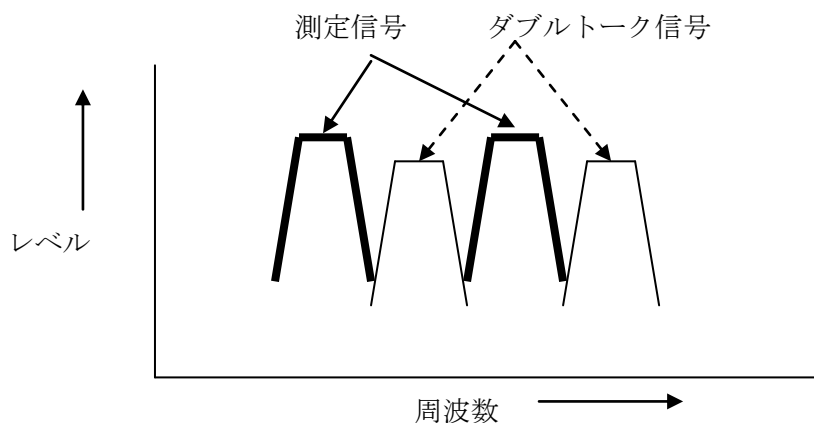


図13 測定信号とダブルトーク信号

#### 5. 4. 送話挿入損失と受話挿入損失の測定

ダブルトーク信号が無い時の損失測定出力信号の低域帯域ノイズ信号のレベルを測定する。ダブルトーク信号を入れた時の、ダブルトーク信号を分離した後の損失測定出力信号の低域帯域ノイズ信号の損失が入り安定した間のレベルを測定する。

ダブルトーク信号が無い時と入れた時の、損失測定出力信号の低域帯域ノイズ信号の減衰量を算出する。

求めた減衰量は、損失測定信号が送話の場合が送話挿入損失、受話の場合が受話挿入損失とする。

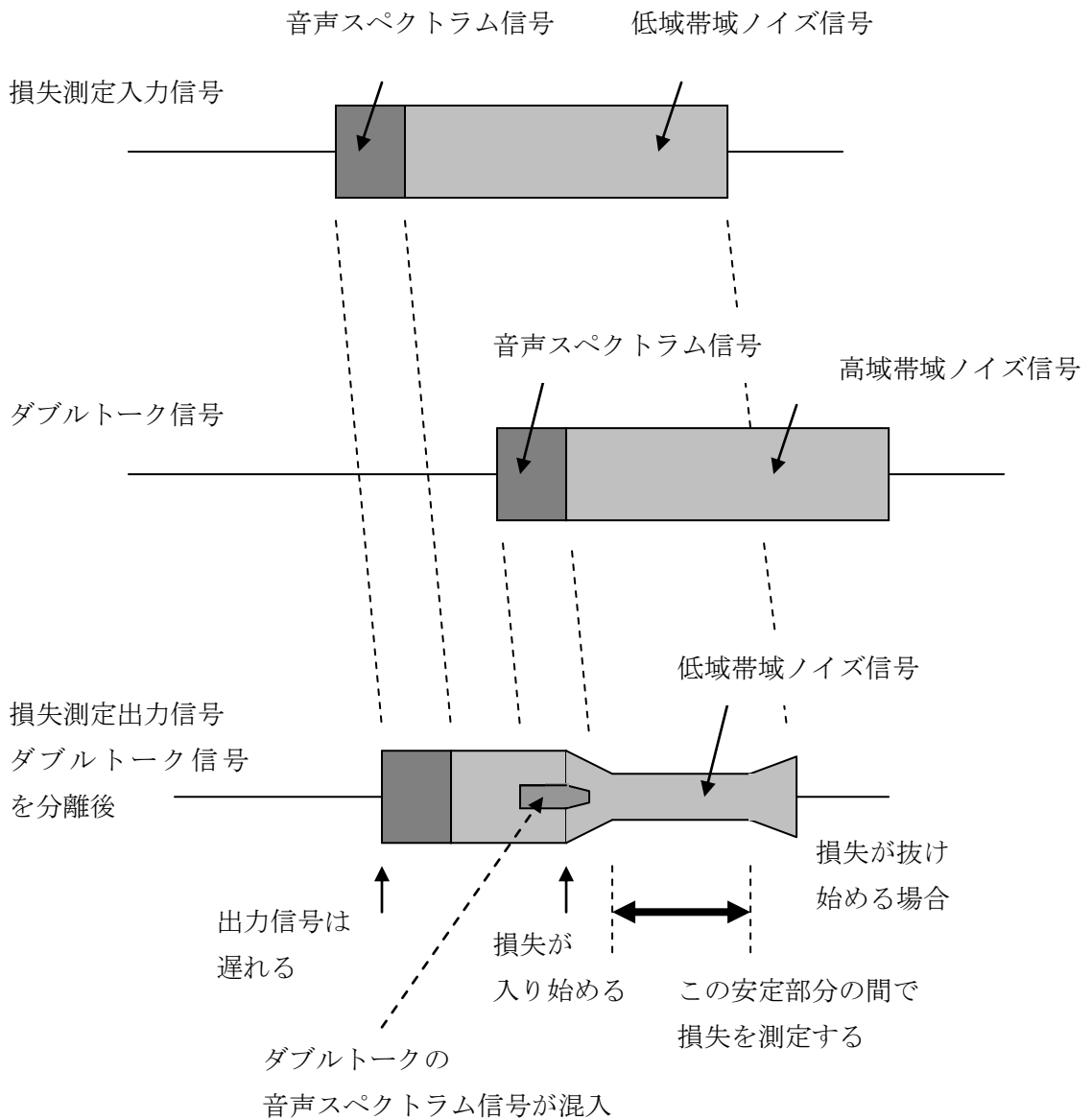


図14 挿入損失の測定

## 6. 端末遅延時間

### 6. 1. 音響電気インタフェース

送話の出発点を測定するのは擬似ロリップリング 2.5cm に標準マイクロホンを置く。  
音源は 8 秒以上の擬似音声または録音実音声とする。

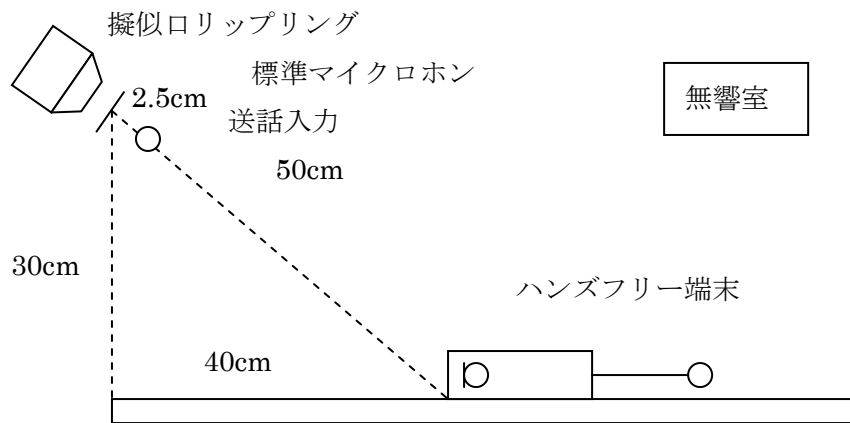


図 1 5 マイク入力

受話の到達点を測定する場合、もう 1 つの無響室で端末から 50cm の点で取るのが困難な場合、防音室で端末スピーカから 10cm の点で標準マイクロホン置いて取ってもよいことにする。10cm と 50cm の時間差は 1msec 程度であることを考慮する。

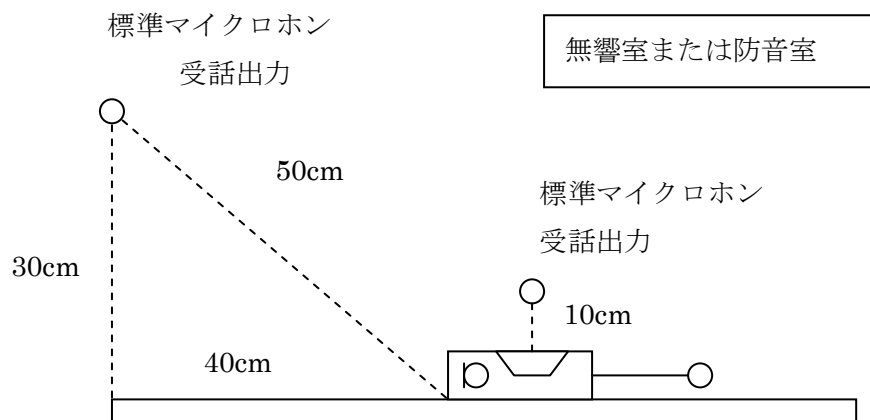


図 1 6 スピーカ出力

## 6. 2. 網の負荷条件

端末の遅延時間を規定する場合に、ネットワークの負荷条件を設定する必要がある。表3に、ネットワークの負荷が無い場合と、次世代ネットワーク推進フォーラムで提案された負荷条件を示す。

送話遅延時間を測定する時は負荷は0とする、受話遅延時間を測定する時は負荷はNGNとする。

表11 ネットワーク負荷条件

負荷要因	I P 網負荷条件	
	0	NGN
平均遅延時間 T(ms)	0	70
最小遅延時間 Ta(ms)	0	67.1
遅延時間ゆらぎ $\Delta T$ の最大値 $\Delta t_{\max}$ (ms)	0	20
遅延時間ゆらぎ平均値 $\Delta t_{\text{ave}}$ (ms)	0	2.9
パケット損失率 Ppl (%)	0	0.1

遅延時間揺らぎとは、網の瞬時的な遅延時間が Ta から Ta+ $\Delta T$  まで変化することをいう。 $\Delta T$  の生起確率は指数分布とする。 $\Delta T$  がパケット送出周期より大きい場合はパケットの入れ替わりが発生する。遅延時間ゆらぎ  $\Delta T$  の最大値  $\Delta t_{\max}$  までの発生確率は99.9%とする。

Ppl の生起確率は一様分布（ランダム損失）とする。バースト損失については、今後の検討事項とする。

## 6. 3. 端末遅延時間の測定

出発信号と到着信号の相関を取って遅延時間を出す。

端末遅延時間とは、表11のIP網負荷を与えた時の End-to-End 平均遅延時間から、IP 網の平均遅延時間を差し引いた時間をいう。端末遅延時間にゆらぎ（変動）がある場合は平均値を取る。

## 7. PESQ

### 7. 1. 音響電気インタフェース

6. 1. 項と同じとする。

### 7. 2. PESQの測定方法

レファレンス信号を 図15 の標準マイクから取った信号とする。デグレド信号を 図16 の標準マイクから取った信号とする。この信号を比較しPESQを求める。

## あしがき

本測定法は、ハンズフリー端末の改良や測定法の進化により改善されるべきである。

本測定法の5.項にはC I A J会員会社の工業所有権が含まれていますので、商用利用する場合はC I A J事務にお問い合わせください。