

## 電車内放送の耳障り感低減処理に対する明瞭性の客観指標の検討\*

☆長澤 清太郎, 金田 豊 (東京電機大), △山本 聡, △家口孝一 (八幡電気産業)

## 1 はじめに

電車内放送は, 走行騒音によって聞き取りづらくなる. その対策として音量を増加させると, 聞き取りづらさは改善されるが, 耳障りになるという新たな問題が生ずる. この問題を解決する音声の処理法として, 耳障り感低減処理が提案されている[1]. ただし, 耳障り感と明瞭性はトレードオフの関係にあり, 耳障り感を低減すると明瞭性が低下することが確認されている[2].

この耳障り感低減処理音声の明瞭性について, 従来は主観評価実験によって評価していたが, 多くの時間を要した. これに対して, 客観評価量を用いることができれば, 短時間で明瞭性評価が可能となる. そこで本稿では明瞭性客観指標の 1 つである STOI (Short-Time Objective Intelligibility measure)[3]を耳障り感低減処理音声に適用することを検討した.

## 2 STOI

STOI による明瞭性算出のイメージを図 1 に示した. STOI は, ①2 種類の音声信号 (クリーン音声と評価音声) を使用し, 1/3 オクターブバンド短時間パワースペクトル (中心周波数 150 Hz~6050 Hz の 1/3 オクターブバンド) を算出する. 次に, ②各帯域で短時間ごとに算出した中間明瞭度 (相関係数) を③平均することによって明瞭性を算出する客観指標である.

## 3 従来の STOI の適用方法

従来 STOI は, 図 2 に示すように, 雑音抑圧処理を行った音声の評価に用いられてきた. この場合, 評価音声は被験者が受聴する雑音の混在した音声である. 一方, 電車内放送の耳障り感低減処理のブロック図を図 3 に示す. 図において, 従来と同様に, 被験者が受聴する音声 (処理音声に騒音を付加したもの) を用いて STOI を計算した.

なお, 使用した騒音と音声のスペクトル(図

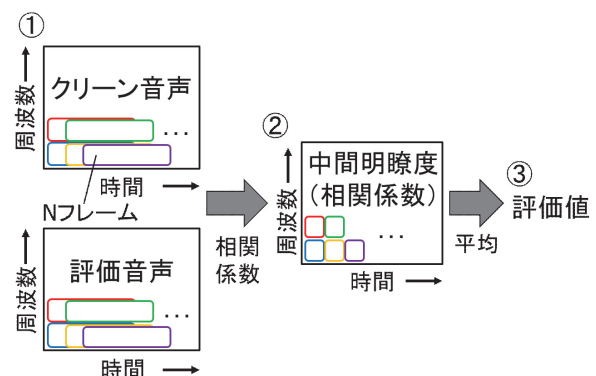


図 1 STOI の処理イメージ

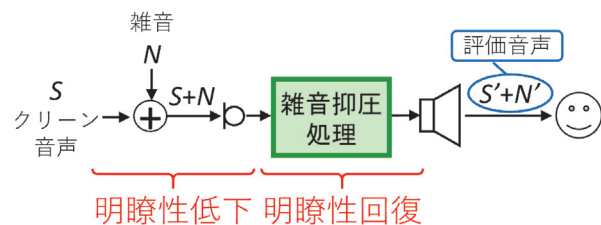


図 2 雑音抑圧処理と評価音声

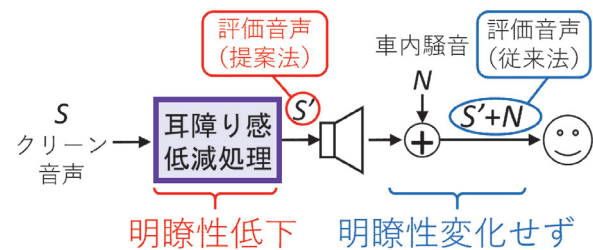


図 3 耳障り感低減処理と評価音声

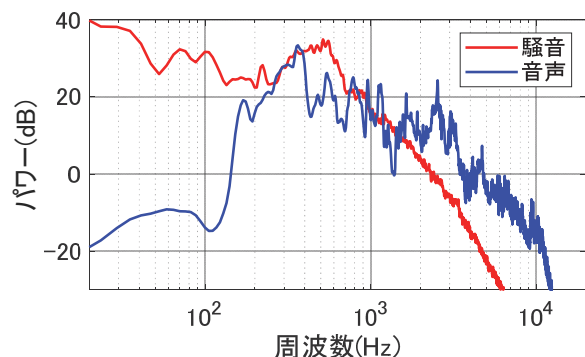


図 4 騒音と音声のスペクトル

\* A study of objective intelligibility measure for annoyance reduction processing for train broadcasting. by NAGASAWA, Kiyotaro and KANEDA, Yutaka (Tokyo Denki University), YAMAMOTO, Satoshi and KAGUCHI, Koichi (Yawata Electric Industrial Co., Ltd.).

4) より、1 kHz 以下の低周波帯域では音声に比べて騒音のパワーが非常に大きく、SNR が悪いいため、今回は 1 kHz 以下の帯域を使用せずに STOI を計算した。

また、主観評価実験の条件を表 1 に示す。音声は実際に使用されている日本語・英語放送音声（各 3 秒程度）8 種類に対し、処理を 4 段階に変化させたものを用いた。音声を 70dB(A)、騒音を 80dB(A) とし、主観評価の被験者は 20 代の男女 10 人とした。

客観評価値と主観評価値の関係を図 5 に示す。図 5 の縦軸は、音声の種類と処理パラメータを変化させた各種処理音声の明瞭性に対する主観評価値（1～3）を示す。横軸は STOI の計算結果（客観評価値）である。図より、回帰直線からのばらつきが大きく、客観評価値と主観評価値の対応が悪いことがわかる。

#### 4 新しい STOI 適用方法の提案

ここで、従来 STOI が用いられている雑音低減処理音声と耳障り感低減処理音声の相違点について考える。図 2 に示すように雑音抑圧処理音声では、音声に雑音に加わることによって明瞭性が低下し、雑音を抑圧することで明瞭性が回復する。この場合、雑音抑圧処理によってどの程度明瞭性が回復しているかを評価するためには、雑音を含む音声を処理音声とすることが適切であると考えられる。

一方、電車内放送音声においては、放送音量が適切に制御されている場合、明瞭性の低下は耳障り感低減処理によってのみ生じる。そこで、本研究では、図 3 の（提案法）に示すように、騒音が付加されていない、処理歪のみが加わった音声を処理音声として STOI を計算することを提案する。これにより、騒音の付加による評価誤差を軽減できると考えた。

提案法を用いて計算した結果を図 6 に示す。図 5 と図 6 を比較すると、提案法を用いた図 6 の方が回帰直線からのばらつきが小さいことがわかる。よって、提案法を用いることで、従来法より精度よく耳障り感低減処理音声の明瞭性を推定することが可能となった。

#### 5 まとめ

本稿では、耳障り感低減処理をした電車内放送音声の明瞭性評価として、客観評価の 1 つである STOI の適用を検討した。その結果、

表 1 実験条件

放送音声	日本語・英語 8 種類×4 段階=32 音声
騒音	地下走行騒音
音声音量	70 dB(A)
騒音音量	80 dB(A)
被験者	20 代男女 10 人

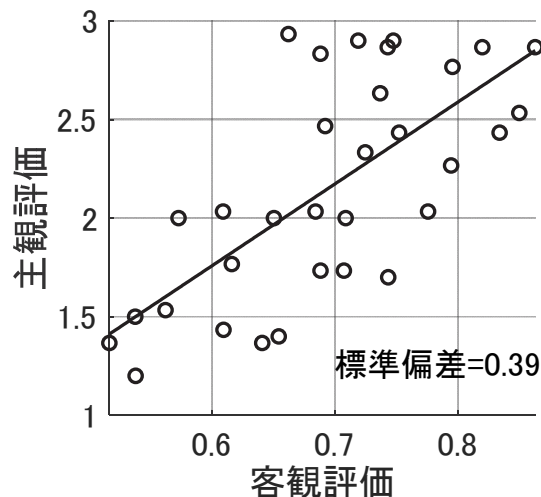


図 5 STOI（従来法）と主観評価の関係

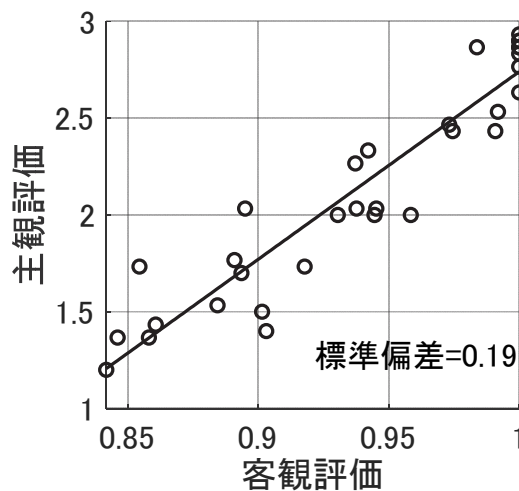


図 6 STOI（提案法）と主観評価の関係

従来法（主観評価で被験者が聞く騒音を含む音声を使用）では、主観評価値と客観評価値の対応が悪くなっていたが、耳障り感低減処理直後の音声を使用することで、主観評価値と客観評価値の対応がよくなり、精度良く明瞭性を推定することが可能となった。

#### 参考文献

- [1] 菊池 他, 音講論(秋), 2-Q-b19, (2012).
- [2] 南 他, 音講論(春), 2-P-4, (2018).
- [3] C.Taal *et al*, ICASSP, pp.4214-4217, (2010).