

高騒音下における車内放送音声の耳ざわり感低減の検討*

©松井一樹, 金田豊 (東京電機大学・工), 山本聡, 今村勇人 (八幡電気産業)

1 はじめに

列車内の放送音声はトンネル走行騒音などにより聴き取りにくくなることがある。この問題に対して、従来は騒音レベルの上昇に伴って放送音量を上昇させるなどの対策を行ってきた。しかし、音量をあげる事で音韻の明瞭性は向上する[1]ものの、放送音声に耳ざわりを感じる問題が発生する場合があった。本稿では、高騒音下の列車内で放送する際に耳ざわりと感じる音声成分の特徴を調査し、抑圧する手法の検討を行った。

2 耳ざわりと感じる音声特徴の調査

2.1 実験条件

室内において走行騒音をスピーカから再生した中で、放送音声を再生して、どの音韻が耳ざわりかを調査した。表1に実験条件を、図1に実験配置図を、図2に使用した騒音のスペクトルを示す。使用した放送音声は、実際に利用されている女声の車内アナウンスの中から、特に耳ざわりと感じやすい4話者の各4文章(各8~10秒)を予備実験により選出して使用した。

放送音声を3回提示し、予め配布してある放送内容が書かれた紙に耳ざわりと感じた部分をチェックして貰い評価した。

2.2 実験結果

実験結果から多くの被験者が耳ざわりと指摘した音韻は以下に示す2つの特徴のうち、どちらかが見られた。図3に両方の特徴が現れている部分のスペクトログラムを示す。ここでは「して(尻手:駅名)です」と放送されているが、「し」と「す」に第一の特徴、「て」に第二の特徴が見られた。

(1) 第一の特徴

耳ざわりな音韻の第一の特徴として、6000 [Hz]以上の高域の広い帯域に大きなエネルギーを持つことが挙げられる。図3の「し」と「す」の破線部にその特徴が確認できる。図

表 1 実験条件

部屋の寸法	9.0[W]×5.0[D]×2.4[H] [m]
被験者	成人(20歳前後)男性7名
使用騒音	ほぼ定常なトンネル内走行車内騒音
騒音レベル	90 [dB]
SNR	約 0 [dB]

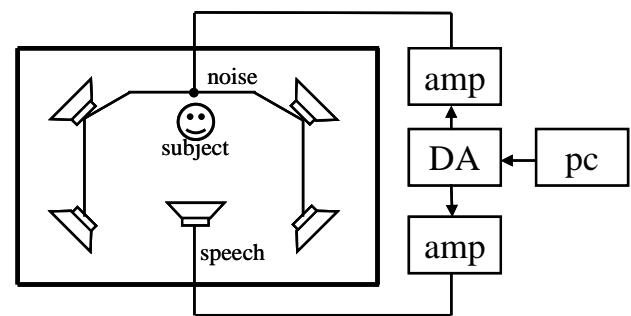


図 1 実験配置図

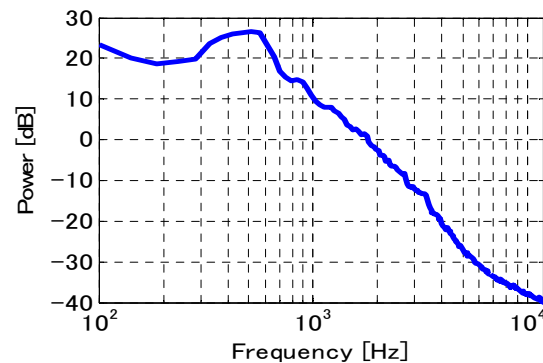


図 2 走行車内騒音のスペクトル

2より、走行車内騒音は高域にはほとんどエネルギーを持たないため、音量を上げた際に高域の成分がより目立ち、耳ざわり感となっていると考えられる。

(2) 第二の特徴

第二の特徴として、比較的耳の感度が高い、700 [Hz]から5000 [Hz]の周波数において特定の周波数のパワーが短時間で大きく上昇することが挙げられる。図3の「て」の破線部にその特徴が確認できる。上昇量を確認するために2700 [Hz]の成分の対数値の時間差分を行った結果を図4に示す。この図より、「て」の部分で変化量が大きいことがわかる。

* A study of unpleasantness reduction of broadcasting in the train of noisy condition. by MATSUI, Kazuki, KANEDA, Yutaka (Tokyo Denki University), YAMAMOTO, Satoshi and IMAMURA, Hayato (Yawata Electricity Industry).

音声レベルが短時間に急上昇するほど不快に感じるという報告[2]があることから、この特徴が耳ざわり感の原因であると考えられる。

3 時間一周波数上による耳ざわり感検出と抑圧処理

耳ざわりな音韻の2つの特徴を短時間フーリエ変換を利用した時変フィルタにより抑圧する。提案法のブロック図を図5に示す。まず、DFTにより分割された帯域ごとの時系列信号より前述で述べた特徴を検出する。次に、検出された耳ざわり特徴に応じて、抑圧フィルタの設計を行う。

第一の特徴が検出された時刻のスペクトルに対しては、明瞭性を保ちつつ高域成分が目立たなくなるよう、6000 [Hz]以上を15 [dB]減衰するように設定した。第二の特徴に対しては、パワー圧縮を行うコンプレッサ[3]による抑圧特性を特徴検出されたスペクトル部に適用した。最後にDFTを行いoverlap&addにて音声信号を出力する。

図3の音声に処理を行った結果を図6に示す。図より、破線部がそれぞれ抑圧されているのがわかる。なおこの時、母音部のサウンドレベルはほとんど変化していなかった。

4 評価実験

提案法によって耳ざわり感が低減されたかを実証するために評価実験を行った。実験条件、実験配置は表1、図1と同様にて行った。評価方法としては、まず処理前音声にて先ほどの実験と同様の手順で耳ざわりと感じた音韻を指摘して貰い、その後提案法にて処理した音声を受聴し、指摘箇所の耳ざわり感が解消されたかを回答させた。

耳ざわり感が解消された音韻数の割合を耳ざわり感軽減度として評価した。その結果、約75%の部分の耳ざわり感が軽減しているという回答が得られた。

5 むすび

高騒音下の際の車内放送音声の耳ざわり感を低減する方法を提案した。従来の同種技術は、音声区間全体にわたってコンプレッサ(波形圧縮)処理などを行うのに対し、提案手法は、高出力音声の耳ざわりとなる部分の特徴を時間一周波数上で検出し、その部分のみを抑圧する。抑圧処理のパラメータの最適化などは

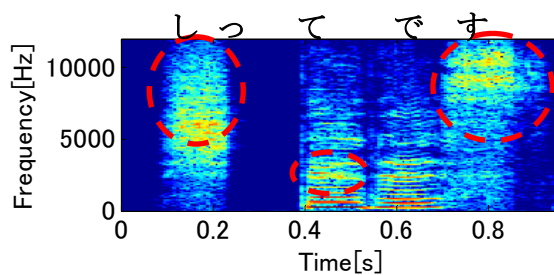


図3 耳ざわりに感じる音韻の例

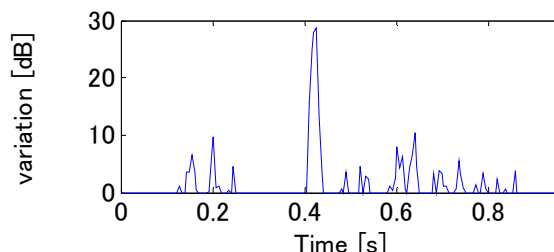


図4 2700 [Hz]の成分の対数時間差分結果

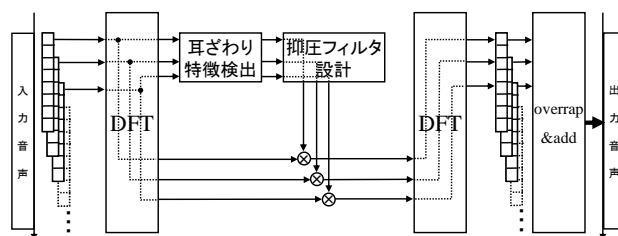


図5 提案法のブロック図

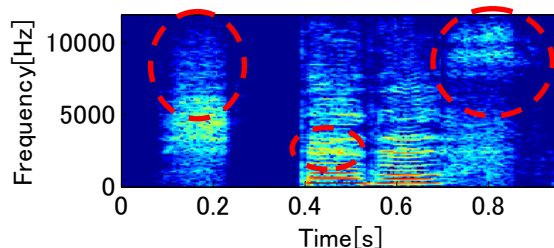


図6 耳ざわり感抑圧処理をした音声のスペクトログラム

今後の課題であるが、現時点での評価実験より、耳ざわりな音声部分の約75%が改善され、本提案法の有効性が確認された。

謝辞

2章の実験に協力していただいた本学の若松大介氏、佐藤達也氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] 岡田,他,信学技報,EA99-19,63-69,1999.
- [2] 山野,他,音講論(秋),1209-1212,2008.
- [3] 例えば,魏,関,日本音響学会誌,50(4),263-270,1994.