

高騒音下における車内放送音声の最低可聴音量の検討*

☆間嶋匠, 金田豊(東京電機大・工), 山本聡, 今村勇人(八幡電気産業)

1 はじめに

走行中の騒音下での列車内放送音量は、小さすぎると「聞こえない」という問題が発生し、大きすぎると「耳障り」という問題が発生するため、適切に制御することが必要である。公共空間でのアナウンス音声の制御の検討はこれまでもなされてきたが[1][2]、実際的な車内騒音を対象とした制御方法の検討はなされていなかった。本稿では、「注意して聴けば放送内容が理解できる最低の音量」を最低可聴音量と呼び、車内放送音量を最低可聴音量に制御するための新しい指標を見出したので、その結果を報告する。

2 最低可聴音量の実験

複数の車内騒音と放送音声に対して、最低可聴音量を求める実験を行った。Table.1 に実験条件、Fig.1 に機器接続図、Fig.2 に実験で使用した騒音のパワースペクトルを示す。尚、騒音は大きな変動が見られない定常的なものを用いた。

2.1 実験手順

列車内の実録騒音を室内に設置したスピーカから再生し、走行中の列車内環境を模擬した。騒音は、多数の録音の中から代表的なパワースペクトルを持つ3種類を選んだ。そこに放送音声をも PC から繰り返し出力し、被験者に放送音声をも最低可聴音量レベルになるようにボリュームを調整してもらった。そして、調整された放送音声を録音する。

2.2 実験結果と音量指標の問題点

従来の研究では、騒音や放送音声の大きさは主に A 特性音圧レベル(以下 dBA と略称)を指標として測定していた。Fig.3 は1名の被験者の実験結果を示した図で、横軸に騒音レベル、縦軸に最低可聴音量を dBA によって表したものである。Fig.3 より、最低可聴音量は、騒音レベルの増大に比例して大きくなることわかる。しかし、騒音レベルが同じで

Table.1. 実験条件

部屋の寸法	9.0[W]×5.0[D]×2.4[H] m
残響時間	0.38 s
使用騒音	実録車内騒音3種
騒音レベル	70,80,90 dBA(被験者耳元)
放送音声	女声アナウンス2名、各1文章(約8秒)
被験者	20代 男性3名、女性1名

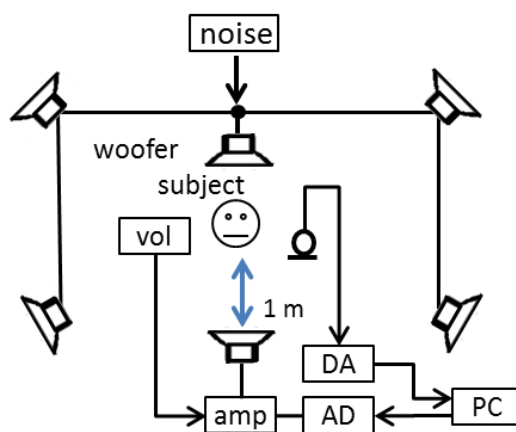


Fig.1. 機器接続図

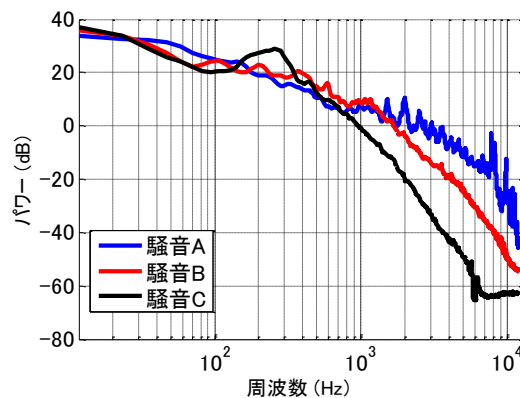


Fig.2. 使用した車内騒音のパワースペクトル

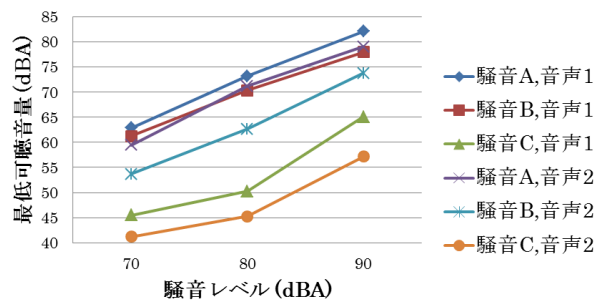


Fig.3. 騒音レベルと最低可聴音量

* A study on minimum audible sound level of broadcasting in a noisy train, by MAJIMA, Takumi and KANEDA, Yutaka (Tokyo Denki University), YAMAMOTO, Satoshi and IMAMURA, Hayato (Yawata Electricity Industry).

あっても騒音や音声の種類によって、最低可聴音量は大幅に異なることがわかった。このことは車内騒音のレベルが測定できたとしても、それに応じた適切な放送音量レベルの設定ができないことを意味する。

3 新しい音量調整指標

3.1 周波数帯域毎の SNR 分析

A 特性に代わる、適切な音量指標を探るため、最低可聴音量となった時の放送音声と騒音の関係を周波数帯域別に分析してみた。具体的には、1000 Hz 毎の周波数帯域別に放送音声と騒音のエネルギーを計算し、その比 (SNR) を求めた。

3.2 計算結果

計算結果の一例を Fig.4 に示す。図は、ある 1 名の被験者が 3 種類の騒音に対して最低可聴音量を設定したときの、周波数帯域別の SNR を表したものである。図において、低周波数域・高周波数域では SNR の値がバラついているため、最低可聴音量の指標とならないことがわかる。一方、2~4 kHz の帯域では SNR が集中している。このことは、2~4 kHz の SNR に注目し -10~ -15 dB となるように放送音量を制御すれば、騒音の種類によらず、最低可聴音量が実現できることを示している。

以上の結果の一般性を確認するため、3 種類の騒音レベル、2 種類の放送音声について周波数帯域毎の SNR (Fig.4 に相当するもの) を計算し、その平均と標準偏差を Fig.5 に示す。さらに各帯域別の標準偏差を 4 人の被験者で平均したものを Fig.6 に示す。図より最低可聴音量設定時の SNR の標準偏差は 2~4 kHz の範囲で約 3 dB と最も小さくなっており、この帯域が最低可聴音量設定の指標として有効であることが確認された。

4 まとめ

本報告では、車内騒音下での最低可聴音量の検討を行い、以下の知見を得た。

- 1) A 特性音圧レベルを用いて音の大きさを評価したのでは、車内騒音の種類によって結果のバラつきが大きく、音量調整指標とはならない。
- 2) 2~4 kHz の SNR が一定値となるように放送音量を制御すれば、車内騒音や放送音声の種類によらず、3 dB 程度の偏差で最低可聴音量を実現することができる。

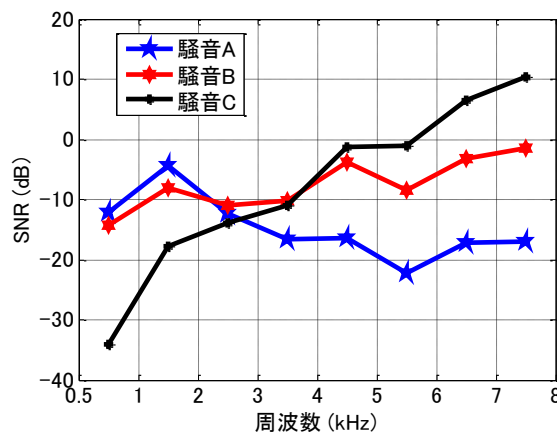


Fig.4. 最低可聴音量設定時の周波数帯域別の SNR の計算例

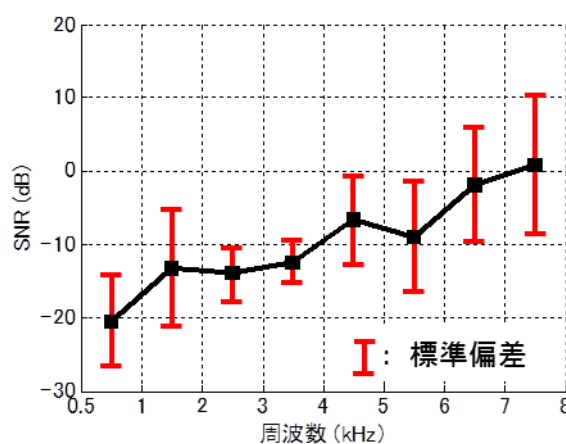


Fig.5. 多数条件における最低可聴音量設定時の SNR の平均と標準偏差

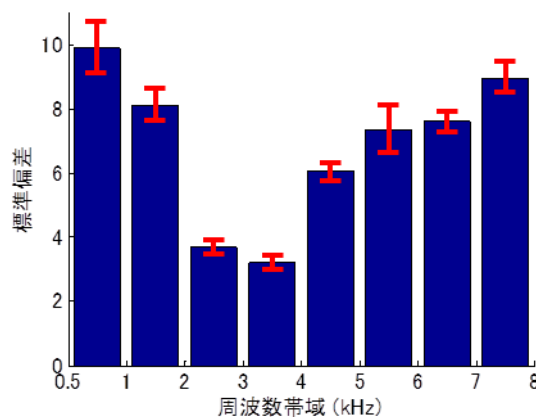


Fig.6. Fig.5 の標準偏差を 4 人の被験者で平均した値

参考文献

- [1] 酌井, 他, 信学技報, EA96-15, (1996).
- [2] Kobayashi *et al.*, J. Acoust. Soc. Am. 121(1), pp251-256, (2007).